



DOI: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-263-273

EDN NSGFCO

УДК 631.87+58.071

Научная статья / Research article

## Применение микробиологических препаратов при выращивании картофеля в зоне влияния металлургического производства

С.В. Иванова , И.А. Рябчикова  

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск,  
Российская Федерация  
 [rjabchik@bk.ru](mailto:rjabchik@bk.ru)

**Аннотация.** Проведена оценка эффективности использования микробных препаратов при выращивании картофеля в зоне влияния металлургического производства в условиях Южного Прибайкалья. Исследования выполнены на трех участках вблизи крупного промышленного производства алюминия в г. Шелехов 2015–2016 гг. Для оценки использованы микробные препараты японского (эффективные микроорганизмы (ЭМ)) и российского производства (Байкал ЭМ1, Фитоспорин). Установлено, что эффективность применения препаратов серии ЭМ и Фитоспорин в большей степени зависела от pH почв и погодных условий. Так при выращивании картофеля на слабокислых почвах с использованием препаратов серии ЭМ отмечена стабильная прибавка урожая на 14...22 %, а на щелочных почвах эффект повышения урожайности был зафиксирован менее, чем в 50 % случаев. При этом на щелочных почвах с использованием биопрепарата Фитоспорин-М получен эффект повышения урожайности картофеля на 13...22 %. При применении этого препарата на слабокислых почвах повышение урожайности на 26 % отмечено только в 2016 г. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности исследований по применению биопрепаратов при возделывании агрокультур на загрязненных территориях.

**Ключевые слова:** эффективные микроорганизмы, ЭМ-технология, биотехнология, ЭМ-препараты, Байкал ЭМ1, Фитоспорин-М

**Вклад авторов:** Иванова С.В. — концепция исследования, сбор исходных данных, написание исходного текста, статистическая обработка, итоговые выводы; Рябчикова И.А. — сбор исходных данных, статистическая обработка, доработка текста, итоговые выводы.

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Препараты были приобретены авторами самостоятельно за счет собственных средств с целью научных исследований.

---

© Иванова С.В., Рябчикова И.А., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

**История статьи:** поступила в редакцию 17 января 2023 г., принята к публикации 28 февраля 2025 г.

**Для цитирования:** Иванова С.В., Рябчикова И.А. Применение микробиологических препаратов при выращивании картофеля в зоне влияния металлургического производства // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20. № 2. С. 263–273. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-263-273 EDN: NSGFCO

## The use of microbiological agents in potato growing in the zone affected by metallurgical production

Svetlana V. Ivanova , Irina A. Ryabchikova  

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

 rjabchik@bk.ru

**Abstract.** The efficiency of using microbial agents for growing potatoes in the zone of influence of metallurgical production in the conditions of the Southern Baikal region was assessed. The studies were carried out at three sites near a large industrial aluminum enterprise in the city of Shelekhov in 2015–2016. Microbial agents of Japanese (EM series) and Russian production (Baikal EM1, Fitosporin) were used in the study. It was revealed that the effectiveness of Fitosporin and EM preparations depended to a greater extent on soil's pH and weather conditions. Thus, growing potatoes on slightly acidic soils using EM agents caused a stable increase in yield by 14–22%, and on alkaline soils, increasing yields were recorded in less than 50% of cases. At the same time, using Fitosporin-M bioagent on alkaline soils resulted in increasing potato yield by 13...22%. Using this bioagent on slightly acidic soils increased yield (by 26%) only in 2016. The results obtained indicate the prospects of further research on the use of biological products in the cultivation of agricultural crops in contaminated areas.

**Key words:** effective microorganisms, EM-technology, biotechnology, EM preparations, Baikal EM1, Fitosporin-M

**Author's contribution:** Ivanova S.V. — research concept; primary data collection; writing the manuscript; statistical processing of the data; final conclusions; Ryabchikova I.A. — primary data collection; statistical processing of the data; followed revision of the text; final conclusions.

**Conflict of interests.** The authors declared no conflict of interests. Microbial preparations were purchased by the authors themselves at their own expense for the purpose of scientific research.

**Article history:** received 17 January 2023; accepted 28 February 2025.

**For citation:** Ivanova SV, Ryabchikova IA. The use of microbiological agents in potato growing in the zone affected by metallurgical production. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025;20(2):263–273. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-2-263-273 EDN: NSGFCO

## Введение

Современные процессы урбанизации, как правило, обуславливают высокую концентрацию близ промышленных городов населенных пунктов, в которых население выращивает плодовоовощную продукцию. Уровень загрязнения почв

на таких территориях может быть достаточно высоким, особенно вблизи центров химического и металлургического производства. Применение пестицидов и минеральных удобрений способствует увеличению дополнительной антропогенной нагрузки на агропочвы. В связи с этим возникает необходимость использования современных биологических препаратов, которые могут применяться в качестве альтернативы химическим средствам защиты растений, способствуют активизации «полезной» почвенной микрофлоры [1], повышают урожайность и устойчивость растений к заболеваниям [2].

Особого внимания заслуживают препараты, которые в своем составе содержат живые культуры грибов и бактерий, в частности так называемые ЭМ-препараты на основе эффективных микроорганизмов (ЭМ). Их разработчиком считается Тероу Хига (Япония), «который отобрал 86 лидирующих регенеративных штаммов, в совокупности выполняющих весь спектр функций по питанию растений, их защите от болезней и оздоровлению почвенной среды» [3]. Такой состав стал главной причиной «исключительной многофункциональности ЭМ-препаратов» [1], которые получили широкое распространение в мировой практике [4–8].

Первые научные публикации о применении российского микробного препарата Байкал ЭМ1 в России стали появляться более 20 лет назад. Как правило, положительные аспекты его использования были связаны с оздоровлением почвы, повышением урожайности и качества сельхозпродукции, отрицательные — с трудоемкостью и специфичными требованиями в процессе хранения, приготовления и применения препарата, а также с определяющим влиянием погодных условий вегетационного периода на полученный результат. Возможно, именно эти обстоятельства препятствуют широкому внедрению в сельскохозяйственное производство ЭМ-технологий.

Между тем использование микробиологических препаратов на небольших приусадебных и дачных участках практически повсеместно получило достаточно широкое распространение. Учитывая суммарную площадь этих участков и объем продукции, которую население получает на этих землях для употребления в пищу, весьма важной представляется задача изучения специфики и эффективности использования различных биотехнологий применительно к конкретным почвенно-климатическим и экологическим условиям этих территорий.

Обоснованные научные данные о применении ЭМ-препаратов на территории Восточной Сибири и Забайкалья крайне малочисленны. Вместе с тем, полученные исследователями результаты свидетельствуют об эффективности их использования при возделывании различных сельскохозяйственных растений даже в столь неблагоприятных природно-климатических условиях [9, 10].

Слабая изученность проблемы использования микробиологических препаратов в Восточной Сибири при выращивании агрокультур в условиях высокой техногенной нагрузки послужила основанием для проведения данных исследований. Наиболее широко и повсеместно возделываемой в регионе сельхозкультурой является картофель. Доказана эффективность применения ЭМ-препаратов при его выращивании в европейской части России и отдельных регионах Сибири [2, 11, 12].

**Цель исследования** — оценка эффективности применения микробиологических препаратов при выращивании картофеля в зоне влияния металлургического производства в условиях Южного Прибайкалья.

## Материалы и методы исследований

Исследования проводили в загородной зоне г. Шелехова — одного из крупных индустриальных центров юга Восточной Сибири, промышленный профиль которого определяет цветная металлургия. Высокий уровень загрязнения воздуха в Шелехове связан с выбросами алюминиевого производства, что обуславливает высокий уровень загрязнения почв в городе и на прилегающих территориях. В 0,5–8 км зоне этого промышленного центра установлена чрезвычайно и высоко опасная категория гигиенического загрязнения агропочв водорастворимым фтором (средняя — 7 ПДК) и Б(а)П (средняя — 5 ПДК) [13].

Изучение эффективности использования различных биопрепаратов при выращивании картофеля проводили в 2015–2016 гг. на трех участках, расположенных в разных населенных пунктах вблизи г. Шелехова.

Первый участок находится в пойме р. Иркут на открытой местности в 1 км от реки и в двух километрах западнее города. Уровень грунтовых вод находится на глубине около 3 м. На прилегающих природных территориях преимущественно распространены луговые почвы. Почва участка — окультуренная, супесчаная, с низким содержанием органического вещества (около 3 %) и щелочной реакцией почвенного раствора ( $\text{pH} = 8,4$ ).

Второй участок расположен в пойме р. Олхи, в 2,5 км на восток от города, характеризуется близким расположением грунтовых вод. Почва участка — техногенная, образована путем отсыпки болотных почв условно плодородными вскрышными породами из карьеров месторождения песчано-гравийной смеси с добавлением перегноя. Почва участка — малоокультуренная, супесчаная, с низким содержанием органического вещества (1 %) и слабокислой реакцией ( $\text{pH} = 6,2$ ).

Третий участок находится на 4,5 км южнее города, расположен на южном склоне пологого холма в километре от поймы р. Олхи и характеризуется низким уровнем залегания грунтовых вод (глубина более 20 м). На прилегающих территориях под сосновым лесом распространены малоплодородные подзолистые почвы. В отличие от них, почва участка, где проводились исследования, хорошо окультуренная, с высоким содержанием органического вещества (около 11 %) и щелочной реакцией почвенного раствора ( $\text{pH} = 8,2$ ). Почва тяжелосуглинистая, что создает плохие условия для ее аэрации.

На каждом из трех участков по одной схеме методом организованного повторения четырех вариантов в трех повторностях заложили мелкоделяночные опыты. Площадь каждой делянки под картофелем — 3 м<sup>2</sup>. Посадку районированного сорта картофеля Адретта провели в оптимальные для зоны сроки, агротехника выращивания — общепринятая в регионе.

Одну делянку в течение вегетации растений поливали водой, остальные три — раствором одного из микробиопрепаратов.

Для изучения эффективности выбрали три микробиопрепарата: два российского производства — Байкал ЭМ 1 и Фитоспорин-М — и препарат ЭМ японского производства, предоставленный авторам сотрудниками лаборатории водной токсикологии НИИ биологии ИГУ.

Основными культурами японского препарата ЭМ являются штаммы молочно-кислых бактерий, дрожжей и грибов, всего препарат содержит около 80 различных микробных культур.

Байкал ЭМ 1 имеет следующий состав: молочнокислые, фотосинтезирующие, азотфиксирующие бактерии, сахаромицеты, культуральная жидкость [1].

Основу препарата Фитоспорин-М, по данным производителя (ООО НВП «БашИнком»), составляют живые клетки и споры природной бактериальной культуры *Bacillus subtilis*.

Схема опыта в 2015 г.: 1-я делянка — полив водой из расчета 10 л на 3 м<sup>2</sup> (контроль); 2-я делянка — полив раствором японского ЭМ-препарата (концентрация рабочего раствора — 1:1000) из расчета 10 л на 3 м<sup>2</sup>; 3-я делянка — полив раствором Байкал ЭМ-1 (концентрация рабочего раствора — 1:1000) из расчета 10 л на 3 м<sup>2</sup>; 4-я делянка — полив раствором Фитоспорина (концентрация рабочего раствора — 1:500) из расчета 10 л на 3 м<sup>2</sup>. Различия в концентрациях применяемых растворов были обусловлены рекомендациями производителей. В 2016 г. вместо японского препарата ЭМ использовали микробиопрепарат Байкал ЭМ-1 с концентрацией рабочего раствора — 1:100 из расчета 10 л на 3 м<sup>2</sup>.

Полив растений препаратами проводили в вечерние часы три раза за вегетационный период с интервалом в две недели: в начале фазы бутонизации (первая декада июля), период массового цветения и созревания клубней.

Величину pH водной суспензии определяли по ГОСТ 26483–85<sup>1</sup>, содержание органического вещества — по ГОСТ 26213–2021<sup>2</sup>, оценку пораженности листьев картофеля фитопатогенами — по шкале Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии согласно [14]. Статистическую обработку результатов проводили по стандартным программам Microsoft Excel.

## Результаты исследования и обсуждение

Метеорологические условия в период вегетации растений в 2015 г. были близки к среднемноголетним значениям. Визуальные наблюдения показали, что растения, обработанные биопрепаратами, меньше поражались болезнями (табл. 1) и отличались от контрольных делянок более поздним отмиранием наземной биомассы. Эту закономерность отметили на всех участках исследования.

<sup>1</sup> ГОСТ 26483–85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. Режим доступа: [https://normadocs.ru/gost\\_26483-85](https://normadocs.ru/gost_26483-85) (дата обращения: 30.06.2024)

<sup>2</sup> ГОСТ 26213–2021. Почвы. Методы определения органического вещества. Режим доступа: [https://normadocs.ru/gost\\_26213-2021](https://normadocs.ru/gost_26213-2021) (дата обращения 30.06.2024).

Таблица 1  
Поражение растений картофеля заболеваниями в конце фазы созревания клубней за две недели до уборки урожая в 2015 г., % листовой поверхности

| Варианты обработки           | Участок 1 | Участок 2 | Участок 3 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Полив водой                  | 50        | 75        | Более 50  |
| Полив Фитоспорин-М           | Менее 25  | 50        | 50        |
| Полив японским препаратом ЭМ | Менее 25  | 50        | 50        |
| Полив Байкал ЭМ-1            | Менее 50  | Менее 75  | 50        |

Источник: составлено С.В. Ивановой, И.А. Рябчиковой.

Table 1  
Potato diseases at the end of tuber maturation stage two weeks before harvesting in 2015, % of leaf surface

| Treatment variants                     | Plot 1  | Plot 2  | Plot 3  |
|----------------------------------------|---------|---------|---------|
| Watering (control)                     | 50      | 75      | More 50 |
| Application of Fitosporin-M            | Less 25 | 50      | 50      |
| Application of Japanese EM preparation | Less 25 | 50      | 50      |
| Application of Baikal EM-1             | Less 50 | Less 75 | 50      |

Source: compiled by S.V. Ivanova, I.A. Ryabchikova.

Применение биопрепаратов серии ЭМ на участке 2 обусловило прибавку урожая картофеля более чем на 20 % (табл. 2). Значимую прибавку урожая клубней картофеля на уровне 70 % также получили при использовании японского биопрепарата ЭМ на участке 1. Применение биопрепарата Фитоспорин-М обеспечило прибавку урожая на щелочных почвах на участках 1 и 3 на уровне 18...20 %.

Таблица 2  
Урожайность клубней картофеля, кг/куст, в 2015 г.

| Варианты обработки                    | Участок 1   | Участок 2   | Участок 3   |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Полив водой (контроль)                | 1,03 ± 0,07 | 0,38 ± 0,03 | 0,78 ± 0,05 |
| Полив Фитоспорин-М                    | 1,29 ± 0,08 | 0,40 ± 0,05 | 0,95 ± 0,06 |
| Полив японским препаратом ЭМ (1:1000) | 1,74 ± 0,08 | 0,48 ± 0,04 | 0,76 ± 0,06 |
| Полив Байкал ЭМ-1 (1:1000)            | 1,07 ± 0,11 | 0,49 ± 0,05 | 0,80 ± 0,08 |

Источник: составлено С.В. Ивановой, И.А. Рябчиковой.

Table 2

**Productivity of potato tubers, kg/plant, in 2015**

| Treatment variants                              | Plot 1      | Plot 2      | Plot 3      |
|-------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Watering (control)                              | 1.03 ± 0.07 | 0.38 ± 0.03 | 0.78 ± 0.05 |
| Application of Fitosporin-M                     | 1.29 ± 0.08 | 0.40 ± 0.05 | 0.95 ± 0.06 |
| Application of Japanese EM preparation (1:1000) | 1.74 ± 0.08 | 0.48 ± 0.04 | 0.76 ± 0.06 |
| Application of Baikal EM-1 (1:1000)             | 1.07 ± 0.11 | 0.49 ± 0.05 | 0.80 ± 0.08 |

Source: compiled by S.V. Ivanova, I.A. Ryabchikova.

В 2016 г. условия увлажнения второго периода вегетации растений существенно отличались от среднегодовой нормы. Выпавшие в первой декаде августа атмосферные осадки значительно превысили среднегодовой уровень. В начале второй декады августа была частично затоплена пойма реки Олхи. Участок 2 оказался в зоне подтопления, что в короткие сроки привело к полному отмиранию наземной биомассы растений и вынужденной уборке клубней картофеля на три недели раньше обычных сроков. Эффекта защиты растений от заболеваний при применении биопрепаратов в 2016 г. не наблюдалось, степень пораженности листьев картофеля заболеваниями на участках 1 и 3 перед уборкой урожая была около 75 % (табл. 3).

Таблица 3

**Поражение растений картофеля заболеваниями в конце фазы созревания клубней за две недели до уборки урожая в 2015 г., % листовой поверхности**

| Варианты обработки           | Участок 1 | Участок 2 | Участок 3 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Полив водой                  | 75        | 100       | Более 75  |
| Полив Фитоспорин-М           | 75        | 100       | 75        |
| Полив японским препаратом ЭМ | Менее 75  | 100       | 75        |
| Полив Байкал ЭМ-1            | 75        | 100       | 75        |

Источник: составлено С.В. Ивановой, И.А. Рябчиковой.

Table 3

**Potato diseases at the end of tuber maturation stage two weeks before harvesting in 2016, % of leaf surface**

| Treatment variants                     | Plot 1  | Plot 2 | Plot 3  |
|----------------------------------------|---------|--------|---------|
| Watering (control)                     | 75      | 100    | More 75 |
| Application of Fitosporin-M            | 75      | 100    | 75      |
| Application of Japanese EM preparation | Less 75 | 100    | 75      |
| Application of Baikal EM-1             | 75      | 100    | 75      |

Source: compiled by S.V. Ivanova, I.A. Ryabchikova.

Достоверную прибавку урожая клубней при применении препарата Фитоспорин-М в 2016 г. получили на всех исследуемых участках (на уровне 13...26 %) (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность клубней картофеля, кг/куст, в 2016 г.

| Варианты обработки         | Участок 1   | Участок 2   | Участок 3   |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Полив водой (контроль)     | 1,10 ± 0,02 | 0,36 ± 0,02 | 0,85 ± 0,09 |
| Полив Фитоспорин-М         | 1,27 ± 0,08 | 0,49 ± 0,02 | 1,09 ± 0,10 |
| Полив Байкал ЭМ-1 (1:1000) | 1,43 ± 0,04 | 0,42 ± 0,03 | 0,90 ± 0,20 |
| Полив Байкал ЭМ-1 (1:100)  | 1,02 ± 0,03 | 0,45 ± 0,02 | 1,12 ± 0,22 |

Источник: составлено С.В. Ивановой, И.А. Рябчиковой.

Table 4

Productivity of potato tubers, kg / plant, in 2016

| Treatment variants                   | Plot 1      | Plot 2      | Plot 3      |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Watering (control)                   | 1.10 ± 0.02 | 0.36 ± 0.02 | 0.85 ± 0.09 |
| Application of Fitosporin-M          | 1.27 ± 0.08 | 0.49 ± 0.02 | 1.09 ± 0.10 |
| Application of Baikal EM-1 (1: 1000) | 1.43 ± 0,04 | 0.42 ± 0.03 | 0.90 ± 0.20 |
| Application of Baikal EM-1 (1:100)   | 1.02 ± 0.03 | 0.45 ± 0.02 | 1.12 ± 0.22 |

Source: compiled by S.V. Ivanova, I.A. Ryabchikova.

Применение препарата Байкал ЭМ-1 обеспечило достоверную прибавку урожая клубней картофеля на участке 2 (на 14...20 %) при разных концентрациях рабочего раствора и на участке 1 (на 23 %) при концентрации рабочего раствора 1:1000. Каких-либо закономерностей, связанных с применением различных концентраций биопрепарата, установить не удалось. Отсутствие эффекта от применения Байкал ЭМ1 на участке 3, скорее всего, связано с неблагоприятными условиями аэрации, которые сложились на тяжелых суглинистых почвах участка в 2016 г. вследствие переувлажнения.

По данным исследователей [15], наиболее благоприятные условия для деятельности микроорганизмов складываются на слабокислых почвах при pH = 6,5, где количество бактерий достигает наибольшей величины. Из научной литературы известно, что ЭМ-препараты содержат микробиологические культуры, адаптированные к более низким значениям реакции среды [16]. Очевидно, именно поэтому стабильный эффект от применения ЭМ-препаратов наблюдался только на слабокислых почвах на участке 2. Полагаем, что на щелочных почвах для ЭМ-культур могут складываться неблагоприятные условия для жизнедеятельности, вследствие чего они не всегда могут реализовать свой потенциал.



## Заключение

Результаты исследований 2015–2016 гг. показали, что в районе Южного Прибайкалья с высоким уровнем загрязнения почв в пригородной зоне крупного металлургического центра — г. Шелехова эффективность применения биопрепаратов при выращивании картофеля определялась гидротермическими условиями вегетации и сильно зависела от агрофона.

Стабильный эффект увеличения урожайности картофеля на всех участках наблюдался в годы исследования при использовании биопрепарата Фитоспорин-М (в 2015 г. до 18...20 % и в 2016 г. — 13...26 %).

Прибавку урожая клубней картофеля при использовании препаратов серии ЭМ ежегодно получали на техногенных почвах легкого механического состава со слабокислой реакцией почвенного раствора. Применение ЭМ-препаратов на щелочных почвах с высоким содержанием органического вещества за два года исследования способствовало повышению урожайности картофеля только на отдельных участках менее чем в 50 % случаев. Каких-либо закономерностей при этом установить не удалось.

Полагаем, что на щелочных почвах, преимущественно распространенных в зоне воздействия алюминиевой промышленности, наиболее целесообразным будет использование биопрепарата Фитоспорин-М, эффективность которого в меньшей степени определяется условиями агрофона, аэрации и увлажнения. Препараты серии ЭМ лучше использовать в комплексных мероприятиях, связанных с восстановлением техногенно нарушенных почв легкого механического состава с нейтральной и слабокислой реакцией почвенного раствора.

## Список литературы

1. Заболотских В.В., Танких С.Н., Васильев А.В. Технологические подходы к детоксикации и биовосстановлению нефтезагрязненных земель // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 5 (3). С. 341–351. EDN: CZJRIY
2. Ивенин А.В., Михалев Е.В., Магомедкасумов А.М. Применение биоудобрений при выращивании картофеля // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. Т. 1. С. 162–166.
3. Куртаева Т.Н., Дуденко Г.А., Евсеева Е.А. Использование микробиопрепаратов с эффективными микроорганизмами при возделывании огурца в условиях защищенного грунта // Аграрный Вестник Приморья. 2021. № 1 (21). С. 9–13. EDN: RADCGI
4. Hu Ch., Qi Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China European // Journal of Agronomy. 2013. Vol. 46. P. 63–67. doi: 10.1016/j.eja.2012.12.003
5. Quintella M.C., Mata A.M.T., Lima L.C.P. Overview of bioremediation with technology assessment and emphasis on fungal bioremediation of oil contaminated soils // Journal of Environmental Management. 2019. Vol. 241. P. 156–166. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.04.019
6. Блинов В.А., Иванов А.Б. Исследование возможности использования эффективных микроорганизмов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Вода и экология: проблемы и решения. 2011. № 2 (46). С. 57–60. EDN: PLSIUH
7. Туманян А.Ф., Тютюма Н.В., Щербакоева Н.А. Влияние стимуляторов роста на урожайность и фракционный состав клубней различных сортов картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2014. № 4. С. 38–45. doi: 10.22363/2312-979X-2014-4-38-46 EDN: SYLZSN

8. Чачина С.Б., Болтунова С.В., Черкашина Н.В. Деструкция углеводов нефти с использованием микробиологических препаратов «Байкал ЭМ», «Тамир», «Восток» // Омский научный вестник. 2015. № 1. С. 221–225. EDN: UCRFGT
9. Ким Э.И., Рыкова Л.М. Влияние препарата «Байкал ЭМ-1» на урожайность и качество картофеля и белокочанной капусты // Материалы II Международной научно-практической конференции «ЭМ-технология. Реальность и перспективы», 15-19 ноября 2001 г., г. Улан-Удэ. Иваново : Изд-во Ивановской гос. сельскохозяйственной академии, 2002. С. 29–30.
10. Иванова С.В., Ивонина О.Ю. ЭМ-технология для оздоровления почвы и производства экологически чистых продуктов питания // Материалы докл. региональной научно-практической конференции «Пищевые технологии, качество и безопасность продуктов питания». Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2006. С. 134–138.
11. Забабурин В.А. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения препарата «Байкал ЭМ-1» // Вестник КрасГАУ. 2006. № 11. С. 90–92. EDN: KYHTZT
12. Чернов А.В., Дмитриев В.Л., Ларкин С.В. Влияние ЭМ-технологии на урожайность картофеля // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1. С. 99–103. EDN: YTIMAJ
13. Бельх Л.И., Рябчикова И.А., Серышев В.А. и др. Оценка степени химического загрязнения почвенно-растительного покрова агроэкосистем Южного Прибайкалья // Агрохимия. 2006. № 5. С. 78–89. EDN: HVIXRD
14. Филиппов А.В. Фитофтороз картофеля // Защита и карантин растений. 2012. № 5. С. 61–68. EDN: SJTEFT
15. Кольцова О.М., Мараева О.Б. Тестирование экологического состояния черноземных почв методом микробиологической активности // Материалы I Международной конференции «Эффективные микроорганизмы — реальность и перспективы» (1-3 ноября 2000 г., г. Воронеж). Воронеж, 2001. С. 56–58. EDN: UNQOZL
16. Булгадаева Р.В., Нечесов И.А., Дранишникова А.И., Шаблин П.А. К истории применения микробных землеупотребительных препаратов в сельском хозяйстве // Материалы I Международной конференции «Эффективные микроорганизмы — реальность и перспективы» (1-3 ноября 2000 г., г. Воронеж). Воронеж, 2001. С. 14–16.

## References

1. Zabolotskikh VV, Tankih SN, Vasilyev AV. Technological approaches to detoxify and restore contaminated land. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(5-3):341–351. (In Russ.). EDN: CZJRIY
2. Ivenin AV, Mikhalev EV, Magomedkasumov AM. Application of biofertilizers in the cultivation of potatoes. *Vestnik of Nizhny Novgorod state agricultural academy: Vestnik of Nizhny Novgorod state agricultural academy*. 2012;(1):162–166. (In Russ.). EDN: TUUEEH
3. Kirtaeva TN, Dudenko GA, Evseeva EA. The use of microbiopreparations with effective microorganisms in cultivation of cucumber under protected ground conditions. *Agrarian Bulletin of Primorye*. 2021;(1):9–13. (In Russ.). EDN: RADCGI
4. Hu C, Qi Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China European. *Journal of Agronomy*. 2013;46:63–67. doi: 10.1016/j.eja.2012.12.003
5. Quintella MC, Mata AMT, Lima LCP. Overview of bioremediation with technology assessment and emphasis on fungal bioremediation of oil contaminated soils. *Journal of Environmental Management*. 2019;241:156–166. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.04.019
6. Blinov VA, Ivanov AB. Study of the use of effective microorganisms for the purification of wastewater from ions of heavy metals. *Water and ecology: problems and solutions*. 2011;(2):57–60. (In Russ.). EDN: PLSIUH
7. Tumanyan AF, Tyutyuma NV, Shcherbakova NA. Influence growth stimulants on productivity and fraction of tubers of different varieties of potatoes on light-brown soils lower Volga region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2014;(4):38–45. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-979X-2014-4-38-46 EDN: SYLZSN
8. Chachina SB, Boltunova SV, Cherkashina NV. Degradation of petroleum hydrocarbons using microbial preparations "Baikal-EM", "Tамиr", "East". *Omsk Scientific Bulletin*. 2015;(1):221–225. (In Russ.). EDN: UCRFGT
9. Kim EI, Rykova LM. Influence of the preparation "Baikal EM-1" on the yield and quality of potatoes and white cabbage. In: *EM-technology. Reality and Prospects: conference proceedings*. Ivanovo; 2002. p. 29–30. (In Russ.).

10. Ivanova SV, Ivonina OY. EM technology for soil health and the production of environmentally friendly food. In: *Food technologies, food quality and safety: conference proceedings*. Irkutsk; 2006. p. 134–138. (In Russ.).
11. Zababurin VA. Potato yield and quality depending on use biofertilizer "Baikal EM-1". *Bulliten of KSAU*. 2006;(11):90–93. (In Russ.). EDN: KYHTZT
12. Chernov AV, Dimitriev VL, Larkin SV. The influence of effective microorganism (EM) technology on the yield capacity of potato. *Perm Agrarian Journal*. 2018;(1):99–103. (In Russ.). EDN: YTIMAJ
13. Belykh LI, Ryabchikova IA, Seryshev VA, Timofeeva SS, Penzina EE, Karpukova OM, et al. Assessing the chemical contamination of soil-plant cover in agroecosystems of the Southern Baikal region. *Agrohimia*. 2006;(5):78–89. (In Russ.). EDN: HVIXRD
14. Filippov AV. Late blight of potatoes. *Plant Protection and quarantine*. 2012;(5):61–68. (In Russ.). EDN: SJTEFT
15. Koltsova OM, Maraeva OB. Testing the ecological state of chernozem soils by the method of microbiological activity. In: *Effective microorganisms — reality and prospects: conference proceedings*. Voronezh; 2001. p.56–58. (In Russ.). EDN: UNQOZL
16. Bulgadaeva RV, Nechesov IA, Dranishnikova AI, Shablin PA. On the history of the use of microbial drugs in agriculture. In: *Effective microorganisms — reality and prospects: conference proceedings*. Voronezh; 2001. p.14–16. (In Russ.).

#### **Об авторах:**

*Иванова Светлана Владимировна* — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Российская Федерация, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83; e-mail: fotina.irk@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2157-1817 SPIN-код: 9251-2085

*Рябчикова Ирина Алексеевна* — кандидат биологических наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Российская Федерация, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83; e-mail: rjabchik@bk.ru

ORCID: 0000-0001-9242-0018 SPIN-код: 2168-5791

#### **About the authors:**

*Ivanova Svetlana Vladimirovna* — PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Industrial Ecology and Life Safety, Irkutsk National Research Technical University, 83 Lermontov st., Irkutsk, 664074, Russian Federation; e-mail: fotina.irk@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2157-1817 SPIN-code: 9251-2085

*Ryabchikova Irina Alekseevna* — PhD in Biology, Associate Professor, Department of Industrial Ecology and Life Safety, Irkutsk National Research Technical University, 83 Lermontov st., Irkutsk, 664074, Russian Federation; e-mail: rjabchik@bk.ru

ORCID: 0000-0001-9242-0018 SPIN-code: 2168-5791