

РЕГУЛИРОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РИЗОСФЕРЕ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

О. Л. ОВСИЕНКО, научный сотрудник,
В. С. ПАШТЕЦКИЙ, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор,
Л. А. ЧАЙКОВСКАЯ, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
главный научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма
(295000, г. Симферополь, ул. Киевская, д. 150)

Ключевые слова: фосфоэнтерин, тяжелые металлы, почвенные бактерии, ризосфера, пшеница озимая.

Важным аспектом биологизации современного земледелия является применение биопрепаратов на основе бактерий с комплексом полезных свойств. Повышая рост и продуктивность растений, биопрепараты также способны повысить устойчивость макросимбионта к стрессу, в частности, к воздействию тяжелых металлов (ТМ). Являясь наиболее распространенными загрязнителями и аккумулируясь в педосфере, ТМ нарушают интенсивность микробиологических процессов, снижают количество агрономически полезных микроорганизмов, что, в свою очередь, негативно влияет на растения. Поэтому актуальным является поиск приемов регулирования микробиологических процессов в ризосфере растений, выращиваемых на загрязненных ТМ почвах. Цель проведенных трехлетних полевых исследований состояла в изучении влияния микробного препарата Фосфоэнтерин на направленность микробиологических процессов в ризосфере пшеницы озимой при загрязнении почвы ТМ (Cr, Cu, Pb). Полученные результаты свидетельствуют о том, что загрязнение чернозема южного ТМ оказывает негативное влияние на численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере пшеницы озимой: снижается количество бактерий, использующих минеральный и органический азот, педотрофных и олиготрофных бактерий. Предпосевная инокуляция семян Фосфоэнтерином способствовала оптимизации микробиологических процессов при загрязнении почвы ТМ: в ризосфере опытных растений возросла численность агрономически полезных бактерий, что способствовало повышению (на 19–30 %) семенной продуктивности пшеницы озимой. Таким образом, применение биопрепарата Фосфоэнтерин для предпосевной инокуляции семян является экологически оправданным приемом регулирования микробиологических процессов в ризосфере пшеницы в условиях стресса, возникающего при выращивании растений на загрязненной ТМ почве.

REGULATION OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN THE RHIZOSPHERE OF WHEAT UNDER THE EFFECTS OF HEAVY METALS

O. L. OVSIENKO, researcher,
V. S. PASHTETSKYI, doctor of agricultural sciences, senior staff scientist, director,
L. A. CHAIKOVSKAYA, doctor of agricultural sciences, senior staff scientist, chief researcher
Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea
(150 Kievskaya Str., 295000, Simferopol)

Keywords: phosphoenterin, heavy metals, soil bacteria, rhizosphere, winter wheat.

An important aspect of agriculture biologization is the using of biological preparations based on bacteria with a complex of useful properties. Improving growth and productivity of plants, biological preparation could also improve the resistance of microsymbiont to stress, in particular to the effects of heavy metals (HM). HM are the most common pollutants, which are accumulated in the soil and which break the intensity of the microbiological processes: the number of agronomical useful microorganisms is reduced, which in turn has a negative impact on plants. Therefore it is important to search for methods of regulation of microbiological processes in the rhizosphere of plants grown on contaminated HM soil. The aim of our three-year field experiments was to study the influence of microbial preparation Phosphoenterin on the direction of microbiological processes in the rhizosphere of winter wheat when soil is polluted by HM (Cr, Cu, Pb). The results indicate that the contamination of the southern black soil by HM has a negative impact on the quantity of main ecological-trophic groups of microorganisms in the rhizosphere of winter wheat: reduces the number of bacteria that use mineral and organic nitrogen, pedotrophic and oligotrophic bacteria is reduced. Pre-sowing inoculation of seeds by Phosphoenterin promoted to the improvement of microbiological processes in soil polluted by HM: in the rhizosphere of studied plants was increased the quantity of agronomically useful bacteria was increased, what contributed to the increase (by 19–30 %) of winter wheat's seed productivity. Thus, using of biological preparation Phosphoenterin when growing wheat on HM contaminated soil, is the ecologically justified method of microbial processes regulation in the rhizosphere of wheat in stress conditions that occur when growing plants are growing in contaminated HM soil.

Положительная рецензия представлена Т. Н. Мельничук, доктором сельскохозяйственных наук, главным научным сотрудником отдела сельскохозяйственной микробиологии НИИСХ Крыма.

В условиях нарастающего антропогенного пресинга происходят различные негативные изменения в структуре и функционировании биогеоценозов и биосферы в целом. В частности, тяжелые металлы (ТМ), являясь одними из наиболее распространенных загрязнителей, наносят значительный вред окружающей среде. Аккумулируясь в педосфере, ТМ в первую очередь влияют на ее микробиологическую компоненту: нарушают интенсивность микробиологических процессов, снижают количество агрономически полезных микроорганизмов [4, 6, 11], что, в свою очередь, негативно влияет на растения. Также, посредством включения в трофические цепи, ТМ могут в значительной степени изменять интенсивность метаболических процессов растений, снижая их продуктивность и качество урожая [8].

Применение микробных препаратов является одним из экологически безопасных и эффективных приемов при выращивании различных сельскохозяйственных культур. Бактеризация способствует повышению ростовых процессов растений, увеличивает их урожайность [3, 5, 10], а также повышает устойчивость к негативному влиянию ТМ [1]. При этом применение препаратов требует микробиологического обоснования с выявлением закономерностей функционирования микробценозов как диагностического критерия в оценке экологического состояния почвы. Так, определение численности различных эколого-трофических групп микроорганизмов и их количественного соотношения является важным этапом в комплексной оценке почв биогеоценозов, затронутых негативной деятельностью человека [2].

Цель и методика исследований. В связи с вышеизложенным, цель наших исследований заключалась в изучении влияния предпосевной инокуляции семян (микробный препарат Фосфоэнтерин) на направленность микробиологических процессов в ризосфере пшеницы озимой при загрязнении почвы ТМ.

Полевые эксперименты проведены на опытном поле Ордена Трудового Красного Знамени Крымского Агропромышленного колледжа (Симферопольский р-н), почва – чернозем южный малогумусовый карбонатный. Агрохимическая характеристика почвы: содержание гумуса – 2,5 %; подвижных форм азота и фосфора – 5,3 и 2,6 мг/100 г грунта соответственно; рН водной вытяжки – 7,0–7,2. Площадь опытных делянок составляла 5 м², размещение рендомизировано; повторность опытов – 4-кратная. Исследования выполняли в течение 2011–2013 гг.

Для предпосевной инокуляции семян пшеницы применяли биопрепарат Фосфоэнтерин, разработанный в отделе сельскохозяйственной микробиологии НИИСХ Крыма [13]. Биологической основой Фосфоэнтерина является эффективный штамм фосфатмобилизующей бактерии *Enterobacter nimipressuralis*

32–3 [14]. В контрольном варианте инокуляцию не проводили.

Также перед закладкой опыта в почву вносили растворы солей ТМ: $K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4$, $Pb(CH_3COO)_2$ из расчетов, соответствующих уровням загрязнения 5 ПДК, 10 ПДК, 20 ПДК (по Cr, Cu, Pb). В контроле внесение ТМ не проводили.

Отбор ризосферной почвы для микробиологического анализа проводили в следующие фазы развития растений пшеницы: кущение, выход в трубку, молочно-восковая спелость.

Численность основных эколого-трофических групп бактерий определяли по общепринятым методикам путем высева почвенных суспензий на агаризованные питательные среды [7]. Учет колониеобразующих единиц (КОЕ) проводили на 5 сутки культивирования. Коэффициент минерализации и иммобилизации соединений азота рассчитывали по методу Е. Н. Мишустина, индекс педотрофности – по Д. И. Никитину, индекс олиготрофности – по Т. В. Аристовской [9].

Результаты исследований. Одними из ведущих эколого-трофических групп микроорганизмов, населяющих почву и участвующих в трансформации органического вещества, являются бактерии, трансформирующие минеральные и органические соединения азота. Анализ полученных нами результатов показал, что тяжелые металлы негативно влияют на численность бактерий этих групп, в особенности в первые фазы весеннее-летней вегетации пшеницы озимой (весеннее кущение, выход в трубку) (рис. 1).

Так, количество аммонификаторов в эти фазы снижалось на 7–35 % в сравнении с контрольным вариантом без внесения ТМ. При этом максимальное снижение численности КОЕ бактерий этой группы выявлено в вариантах с высокими дозами ТМ: 6 млн КОЕ/1 г сухой почвы (контроль) против 3,6–4 млн КОЕ/1 г (20 ПДК). Применение Фосфоэнтерина, наоборот, способствовало увеличению количества аммонифицирующих бактерий во все фазы развития растений, как в контроле (на 29–45 %), так и при внесении ТМ: на 25–59 % – на фоне 5 ПДК; на 41–73 % – на фоне 10 ПДК; на 25–48 % – на фоне 20 ПДК (рис. 1).

Бактерии, использующие минеральные соединения азота, оказались более чувствительны к воздействию ТМ по сравнению с аммонификаторами, в особенности на ранних этапах развития растений.

Так, в фазу кущения и выхода в трубку количество КОЕ бактерий этой группы снизилось в сравнении с контролем на 21–23 % – на фоне 5 ПДК – и в 2–3 раза при загрязнении почвы ТМ, соответствующего 10 и 20 ПДК (рис. 2).

Применение Фосфоэнтерина для предпосевной инокуляции семян способствовало возрастанию численности бактерий вышеуказанной группы против

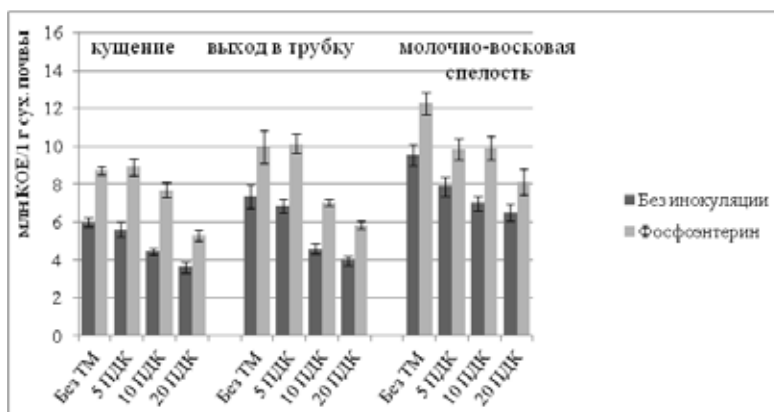


Рис. 1. Динамика численности бактерий аммонификаторов в ризосфере пшеницы озимой при воздействии ТМ и инокуляции (чернозем южный, 2011–2013 гг.)

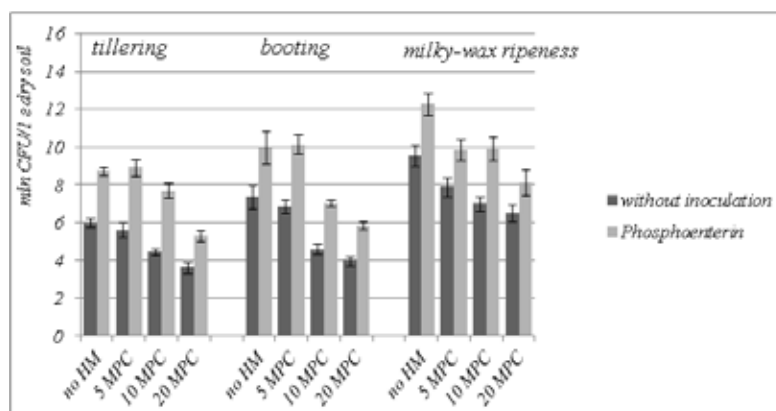


Fig. 1. Dynamics of the bacteria quantity utilizing organic nitrogen in the rhizosphere of winter wheat under the influence of HM and inoculation (southern black soil, 2011–2013)

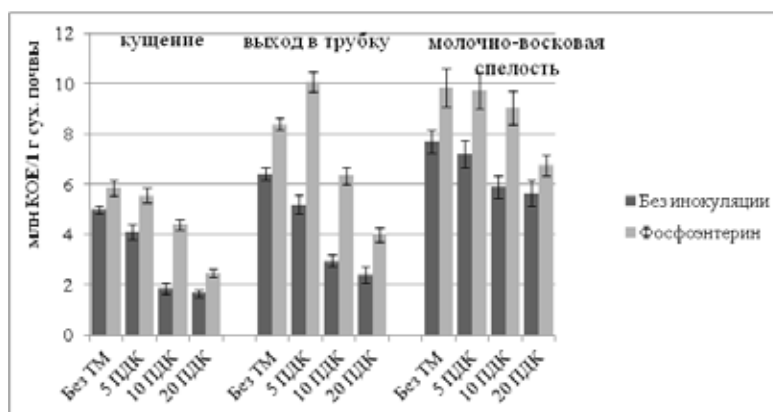


Рис. 2. Динамика численности бактерий, использующих минеральные соединения азота в ризосфере пшеницы озимой при воздействии ТМ и инокуляции (чернозем южный, 2011–2013 гг.)

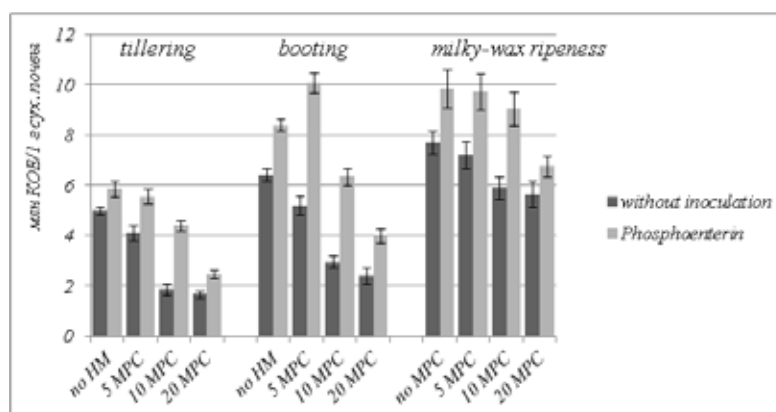


Fig. 2. Dynamics of the bacteria quantity utilizing mineral nitrogen in the rhizosphere of winter wheat under the influence of HM and inoculation (southern black soil, 2011–2013)

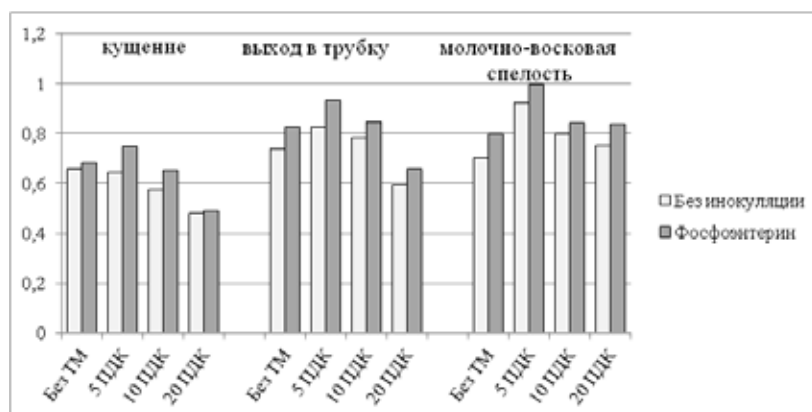


Рис. 3. Динамика коэффициента минерализации в ризосфере пшеницы озимой при воздействии ТМ и инокуляции (чернозем южный, 2011–2013 гг.)

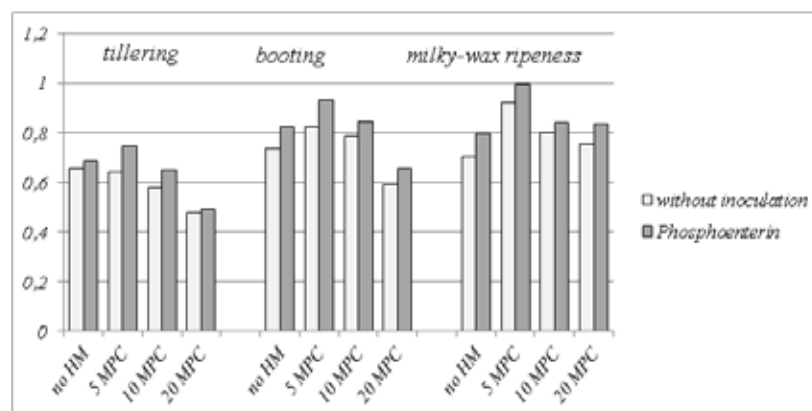


Fig. 3. Dynamics of the coefficient of mineralization in the rhizosphere of winter wheat under the influence of HM and inoculation (southern black soil, 2011–2013)

контроля на всех фонах. При этом количество КОЕ в ризосфере бактеризованных растений увеличилось во все учитываемые фазы развития растений: на 18–31 % (без внесения ТМ); в 1,3–1,9 раза (5 ПДК), в 1,5–2,4 раза (10 ПДК) и на 20–67 % (20 ПДК) против контроля без инокуляции (рис. 2).

Коэффициент минерализации (по Мишустину) характеризуется отношением количества бактерий, использующих минеральные формы азота, к числу бактерий-аммонификаторов. Наши расчеты показали, что в ризосфере опытных растений он не достигал единицы (рис. 3).

Наименьшими значениями коэффициента минерализации характеризовалась начальная фаза развития пшеницы (фаза кушения). В эту фазу отмечено максимальное (в сравнении с другими фазами) снижение значений коэффициента в вариантах с внесением высоких доз ТМ (10 и 20 ПДК) – до 0,57–0,48. В последующие фазы развития растений значения коэффициента минерализации увеличиваются. Необходимо отметить, что во все фазы развития растений наблюдается тенденция к повышению коэффициента минерализации в ризосфере бактеризованных растений по сравнению с растениями без бактеризации (рис. 3).

Загрязнение почвы ТМ, в особенности в дозах, превышающих ПДК в 10 и 20 раз, оказало значи-

тельное негативное воздействие на численность педотрофных бактерий в ризосфере растений пшеницы. При этом количество педотрофов снизилось на 20–45 % в сравнении с контрольным вариантом (без загрязнения почвы ТМ). Применение Фосфоэнтерина способствовало увеличению количества бактерий этой эколого-трофической группы, как в контроле: на 25–37 %, так и при загрязнении почвы ТМ (на 20–37 %, 20–50 %, 13–47 % при уровне загрязнения 5, 10 и 20 ПДК соответственно) (рис. 4).

Индекс педотрофности (отношение количества педотрофных микроорганизмов к бактериям, разлагающим органические формы азота) был наименьшим в фазу кушения растений (рис. 5). Его минимальное значение (0,38) отмечено при загрязнении почвы на уровне 20 ПДК ТМ, что свидетельствует о преобладании процессов разложения гумуса, над образованием органического вещества почвы. Инокуляция Фосфоэнтеринном способствовала увеличению индекса педотрофности в эту фазу до 1,5 раз (при 20 ПДК). В фазу выхода в трубку и молочно-восковой спелости растений пшеницы значения индекса педотрофности увеличились, при этом не наблюдалось подавляющего воздействия ТМ.

Максимальная численность олиготрофных бактерий в ризосфере пшеницы озимой отмечена в фазу весеннего кушения: она достигала 6,5 млн КОЕ/г по-

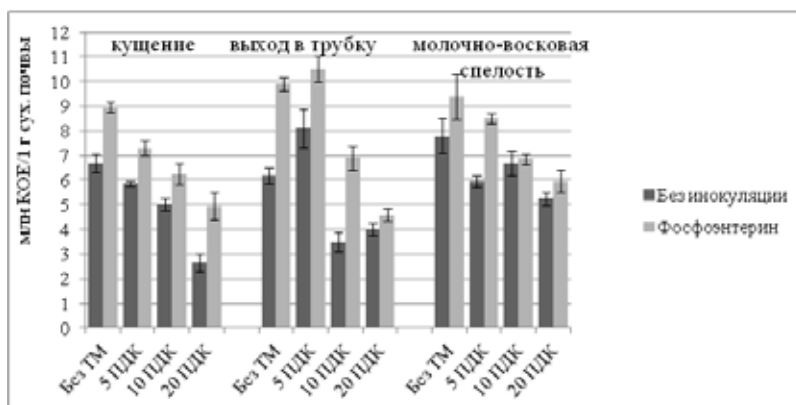


Рис. 4. Динамика численности педотрофных бактерий в ризосфере пшеницы озимой при воздействии ТМ и инокуляции (чернозем южный, 2011–2013 гг.)

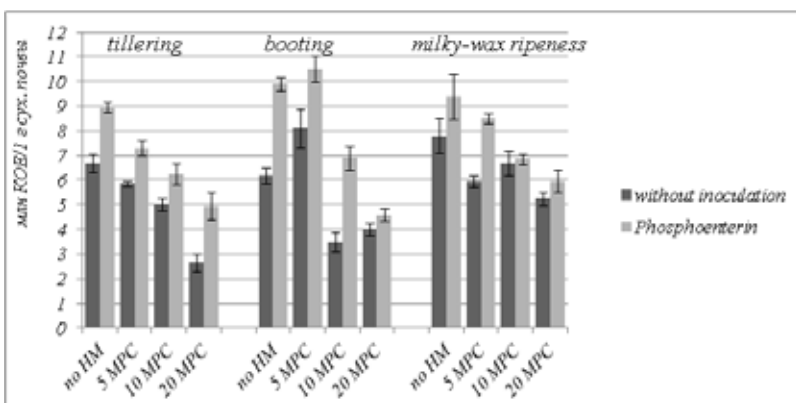


Fig. 4. Dynamics of the pedotrophic bacteria quantity in the rhizosphere of winter wheat under the influence of HM and inoculation (southern black soil, 2011–2013)

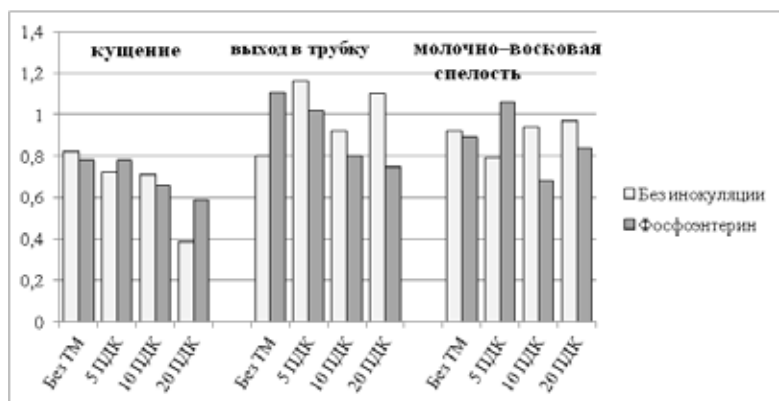


Рис. 5. Динамика индекса педотрофности в ризосфере пшеницы озимой при воздействии ТМ и бактеризации (чернозем южный, 2011–2013 гг.)

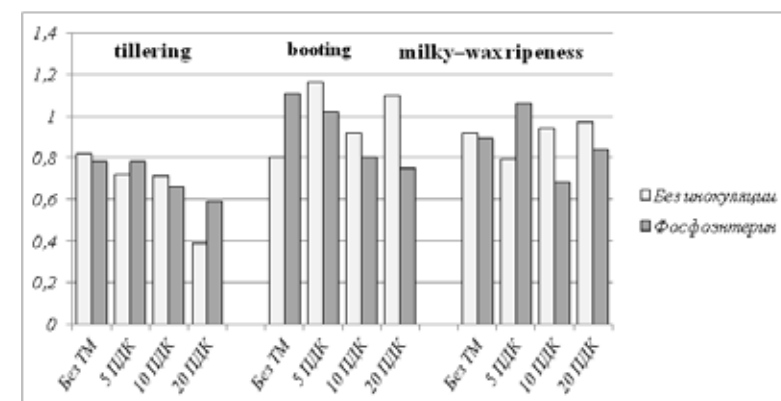


Fig. 5. Dynamics of pedotrophic index in the rhizosphere of winter wheat under the influence of HM and inoculation (southern black soil, 2011–2013)

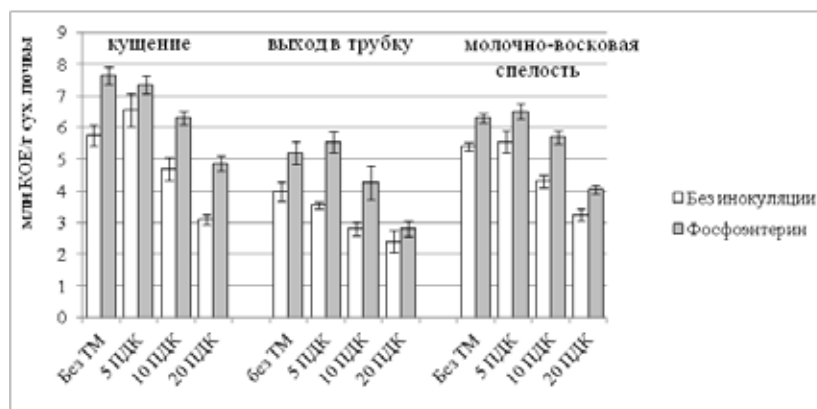


Рис. 6. Динамика численности олиготрофных бактерий в ризосфере пшеницы озимой при воздействии ТМ и бактеризации (чернозем южный, 2011–2013 гг.)

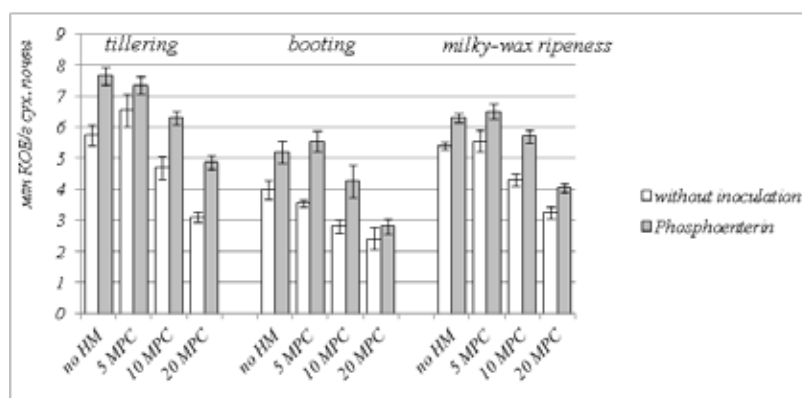


Fig. 6. Dynamics of the oligotrophic bacteria quantity in the rhizosphere of winter wheat under the influence of HM and inoculation (southern black soil, 2011–2013)

чвы в контрольном варианте и 7,6 млн КОЕ/г почвы в варианте с бактеризацией. В последующие фазы развития растений пшеницы количество олиготрофов снизилось, в особенности в вариантах с внесением высоких доз ТМ. Так, в фазу выхода в трубку на фоне 20 ПДК численность олиготрофных бактерий, учитываемых на среде Эшби, сократилась до 2,5 млн (КОЕ/г почвы). Инокуляция семян Фосфоэнтеринном способствовала увеличению количества олиготрофов в ризосфере на 10–30 % (в сравнении с контрольными вариантами), что указывает на снижение негативного действия ТМ (рис. 6).

Однако, несмотря на достаточно высокую численность олиготрофных бактерий, в опытных образцах почвы преобладала зимогенная микрофлора, о чем свидетельствуют значения индекса олиготрофности. Во все фазы развития растений этот показатель не превышал единицы, что характеризует высокую обеспеченность исследуемого экотопа элементами питания (рис. 7).

Применение Фосфоэнтерина способствовало снижению индекса олиготрофности в сравнении с контрольными вариантами (за исключением фазы молочно-восковой спелости). В большей степени эта тенденция проявилась на фоне внесения солей ТМ. Так, в фазу кущения и выхода в трубку индекс олиготрофности в вариантах с бактеризацией снизился на 17–25 % (5 ПДК) и 25–41 % (10 ПДК) и 11–36 %

(20 ПДК) по сравнению с контрольными вариантами (без инокуляции) (рис. 7).

Итак, наши исследования показали, что применение Фосфоэнтерина для предпосевной инокуляции семян пшеницы озимой способствовало не только увеличению численности КОЕ основных экологических групп бактерий, но также интенсификации микробиологических процессов в ризосфере пшеницы озимой.

Необходимо также отметить положительное влияние предпосевной инокуляции на зерновую продуктивность пшеницы (табл. 1). Так, в контроле (без внесения ТМ) зерновая продуктивность инокулированных растений на 6 % превысила аналогичный показатель растений без инокуляции. На фоне 5 ПДК прибавка по зерновой продуктивности бактеризованных растений достигла 19 %, а на фоне 10 и 20 ПДК – 24 и 31 % соответственно.

Известно, что продуктивность растений является интегральным показателем, зависящим от многих факторов. Одной из причин повышения зерновой продуктивности озимой пшеницы в проведенных исследованиях, на наш взгляд, может быть улучшение питательного режима чернозема южного в ризосфере инокулированных растений, что было показано в предыдущих исследованиях [12].

Выводы. Рекомендации. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что за-

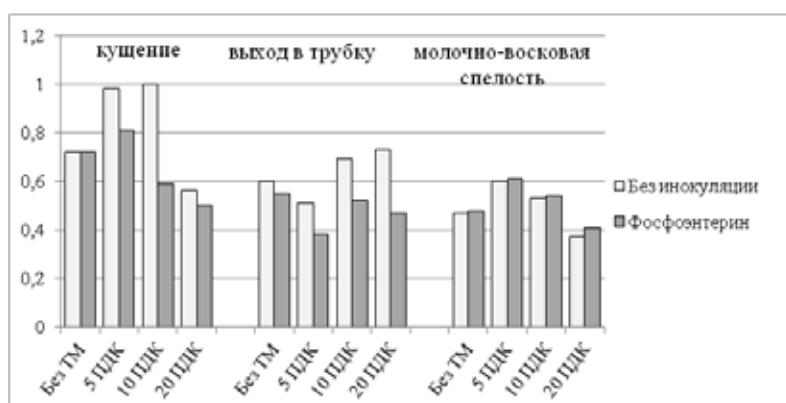


Рис. 7. Динамика индекса олиготрофности в ризосфере пшеницы озимой при воздействии ТМ и бактеризации (чернозем южный, 2011–2013 гг.)

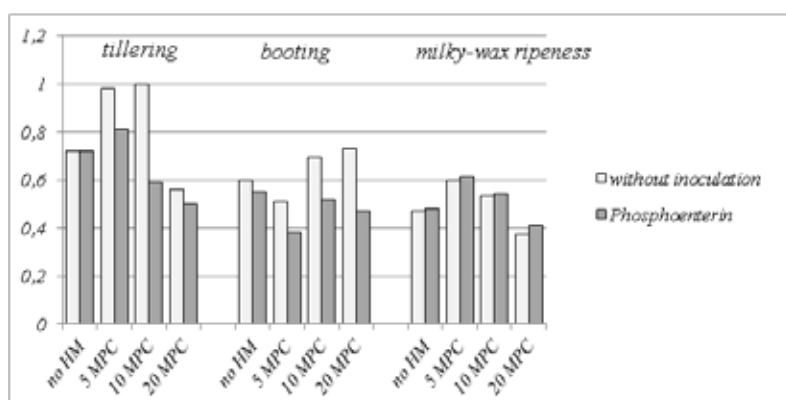


Fig. 7. Dynamics of oligotrophic index in the rhizosphere of winter wheat under the influence of HM and inoculation (southern black soil, 2011–2013)

Таблица 1

Влияние бактеризации на продуктивность зерна пшеницы озимой при воздействии ТМ (чернозем южный, полевой опыт, 2011–2013 гг.)

Table 1

The influence of bacterization on the grain winter wheat productivity at impact of heavy metals (southern black soil, field experiment, 2011–2013)

Фон, вариант Background, variant		т/га t/ha	Прибавка Increase	
			т/га t/ha	%
Без ТМ Without HM	Без инокуляции Without inoculation	2,74	—	100
	Фосфоэнтерин Phosphoenterin	2,91	0,17	106
	НСР ₀₅ LSD ₀₅	0,16		
5 ПДК 5 MPC	Без инокуляции Without inoculation	2,33	—	100
	Фосфоэнтерин Phosphoenterin	2,78	0,45	119
	НСР ₀₅ LSD ₀₅	0,18		
10 ПДК 10 MPC	Без инокуляции Without inoculation	2,08	—	100
	Фосфоэнтерин Phosphoenterin	2,57	0,49	124
	НСР ₀₅ LSD ₀₅	0,27		
20 ПДК 20 MPC	Без инокуляции Without inoculation	1,81	—	100
	Фосфоэнтерин Phosphoenterin	2,37	0,56	131
	НСР ₀₅ LSD ₀₅	0,22		

загрязнение чернозема южного ТМ оказывает негативное влияние на численность основных экологических групп микроорганизмов в ризосфере пшеницы озимой: снижается количество бактерий, использующих минеральный и органический азот, педотрофов и олиготрофных бактерий. Наибольший отрицательный эффект на численность этих групп микроорганизмов и их количественное соотношение ТМ оказывают в начальные фазы развития растений

(кущение, выход в трубку). Инокуляция семян Фосфоэнтерином способствует оптимизации микробиологических процессов при загрязнении почвы ТМ. При этом в ризосфере опытных растений возрастает численность агрономически полезных бактерий, что способствует улучшению питательного режима почвы и, как следствие, повышению урожайности пшеницы.

Литература

1. Белимов А. А., Тихонович И. А. Микробиологические аспекты устойчивости и аккумуляции тяжелых металлов у растений // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 17–22.
2. Горовцов А. В. Показатели структуры микробиоценоза почв г. Ростова-на-Дону как инструмент мониторинга состояния антропогенно-преобразованных почв // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 5. URL : <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/51.pdf>
3. Завалин А. А., Алметов Н. С. Применение биопрепаратов и биологический азот в земледелии Нечерноземья. М., 2009. 152 с.
4. Мынбаева Б. Н. Популяционная структура микрофлоры почв г. Алматы при загрязнении почв тяжелыми металлами // Вестник Башкирского университета. 2012. Т. 17. № 3. С. 1282–1284.
5. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. К. : Наукова думка, 2010. 255 с.
6. Самохвалова В. Л., Фатеев А. И. Тяжелые металлы как фактор техногенного воздействия на почвенные микроорганизмы // Грунтознавство. 2006. Т. 7. № 1–2. С. 88–95.
7. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии : учебное пособие для вузов / под ред. В. К. Шильниковой. М. : Дрофа, 2004. 256 с.
8. Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск, 2014. 194 с.
9. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробиоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества : науч.-метод. Пособие. Нижний Новгород, 2012. 64 с.
10. Турина Е. Л., Дидович С. В., Кулинич Р. А. Применение полифункциональных биопрепаратов при выращивании бобовых культур в Крыму // Земледелие. 2015. № 2. С. 31–33.
11. Убугунов В. Л. Воздействие свинца на численность почвенных и ризосферных аммонификаторов // Геоэкологические проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами : мат. 1-й междунар. геоэкол. конф. Тула, 2003. С. 201–205.
12. Чайковская Л. А., Ключенко В. В., Овсиенко О. Л. Питательный режим чернозема южного при влиянии микробных препаратов и минеральных удобрений // Научный вестник Черновецкого университета. Биология (Биологические системы). 2012. Т. 4. № 3. С. 344–347.
13. Патент України № 20040604400, 15.10.2004. Чайковська Л. А., Мельничук Т. М. Штам фосфатмобілізуєчих бактерій *Enterobacter nimipressuralis* 32–3, що сприяє ефективному засвоєнню важкорозчинних фосфатів сільськогосподарськими рослинами та підвищенню їх врожайності // Патент України № 3203. 2004. Бюл. № 10. 5 с.
14. Патент України № 200507621, 15.02.2006. Чайковська Л. А., Мельничук Т. М., Пархоменко Т. Ю., Татарин Л. М., Грітчина Л. Ю., Каменєва І. О. Удобрювальний біопрепарат „Фосфоентерин” на основі штаму фосфатмобілізуєчих бактерій *Enterobacter nimipressuralis* 32–3 // Патент України № 12537. 2006. Бюл. № 2. 8 с.

References

1. Belimov A. A., Tikhonovich I. A. Microbiological aspects of stability and accumulation of heavy metals at plants // Agricultural biology. 2011. № 3. P. 17–22.
2. Gorovtsov A. V. Indicators of structure of microbiocenosis of soils of Rostov-on-Don as the instrument of monitoring of a condition of the anthropogenous transformed soils // Scientific magazine of KubSAU. 2013. № 5. URL : <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/51.pdf>
3. Zavalin A. A., Almetov N. S. Application of biological products and biological nitrogen in agriculture of non-black earth region. M., 2009. 152 p.
4. Mynbayeva B. N. Population structure of microflora of soils of Almaty at pollution of soils heavy metals // Bulletin of the Bashkir University. 2012. Vol. 17. № 3. P. 1282–1284.
5. Kurdish I. K. Indroduction of microoorganisms into the agroecosystem. K : Naukova dumka, 2010. 255 p.

6. Samokhvalova V. L., Fateev A. I. Heavy metals as factor of technogenic impact on soil microorganisms // *Gruntoznaystvo*. 2006. Vol. 7. № 1–2. P. 88–95.
7. Tepper E. Z., Shilnikova V. K., Pereverzeva G. I. *Praktikum on microbiology: the manual for higher education institutions* / ed. by V. K. Shilnikova. M. : Drofa, 2004. 256 p.
8. Titov A. F., Kaznina N. M., Talanov V. V. *Heavy metals and plants*. Petrozavodsk, 2014. 194 p.
9. Titova V. I., Kozlov A. V. *Methods of an assessment of functioning of the mikrobotsenoz of the soil participating in transformation of organic substance: науч. – a method. Grant*. Nizhny Novgorod, 2012. 64 p.
10. Turina E. L., Didovich S. V., Kulinich R. A. Application of multifunctional biological products at cultivation of bean cultures in the Crimea // *Agriculture*. 2015. № 2. P. 31–33.
11. Ubugunov V. L. Impact of lead on number soil and rhizospheric ammonifiers // *Geoecological problems of environmental pollution by heavy metals : proc. of the 1st intern. geoecol. symp.* Tula, 2003. P. 201–205.
12. Chaykovskaya L. A., Klyuchenko V. V., Ovsienko O. L. The nutritious mode of the chernozem southern at influence of microbic medicines and mineral fertilizers // *Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Biology (Biological systems)*. 2012. Vol. 4. № 3. P. 344–347.
13. Ukraine patent № 20040604400, 15.10.2004. Tchaikovskaya L. A., Melnychuk T. N. Phosphat-mobilizing strain of bacteria *Enterobacter nimipressuralis* 32–3, which facilitates effective absorption of soluble phosphates by crops and increase their productivity // *Patent of Ukraine № 3203*. 2004. Bull. № 10. 5 p.
14. Ukraine patent № 200507621, 15.02.2006. Tchaikovskaya L. A., Melnychuk T. N., Parkhomenko T. Yu., Tatarin L. M., Hritchyna L. Yu., Kameneva I. O. Biological fertilizer “Phosphoenterin” based on the phosphate-mobilizing strain of the bacteria *Enterobacter nimipressuralis* 32–3 // *Patent of Ukraine № 12537*. 2006. Bull. № 2. 8 p.