

**ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ
ПОД ЯЧМЕНОМ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАСТЕНИЙ
БИОСТИМУЛЯТОРОМ РОСТА**

М.Т. Мухина, к.б.н., М.Е. Ламмас, ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова
e-mail: lm190587@mail.ru

*Представлены результаты исследований по изучению состава и численности микроорганизмов, а также урожайности ярового ячменя под действием и последствием препарата Рестарт (живые клетки штамма *Rhodococcus erythropolis* OPI-01, не менее $1\cdot5\cdot10^9$ КОЕ/мл) в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ. Применение биостимуляторов роста способствует увеличению урожайности ярового ячменя, что впоследствии приводит к повышению численности микроорганизмов в почве при обработке растений препаратом Рестарт. Урожайность ярового ячменя была выше в год последствия препарата.*

Ключевые слова: микробиологическая активность, биостимуляторы, ячмень, урожайность, микроорганизмы.

Для цитирования: Мухина М.Т., Ламмас М.Е. Формирование микробиологической активности почвы под ячменем при обработке растений биостимулятором роста // Плодородие. – 2022. – №5. – С. 91-94.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.23.

В последние годы воздействие внешних факторов на формирование микробиологической активности почвы стало одним из ведущих вопросов, активно обсуждаемых во всем мире. Интенсивно растущее промышленное и сельскохозяйственное использование ресурсов земли оказывает большое влияние, в том числе на рост и развитие растений. Постоянно увеличивающееся население необходимо обеспечивать качественной растительной продукцией, что, в свою очередь, возможно только при удовлетворении потребностей растения в элементах питания. Использование биологических препаратов влияет на активизацию метаболизма и развитие почвенной микрофлоры. Применение биостимуляторов роста способствует росту и развитию растений, защите их от неблагоприятных факторов внешней среды. Применение биологических препаратов становится все более экономически выгодным и экологически целесообразным.

Зерно ячменя находит широкое применение при использовании в качестве продовольственной, технической и кормовой культуры. До последнего времени для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур применяли возрастающие дозы минеральных удобрений. Действие минеральных удобрений может быть быстрым, интенсивным, но кратковременным. Применяя удобрения, можно стимулировать размножение бактерий и полезных микроорганизмов в почве [4].

На современном этапе развития науки, техники и сельского хозяйства невозможно представить себе отрасль, где микробиологические процессы не имели бы значения. На свойствах и жизнедеятельности микроорганизмов основаны технологические процессы в различных отраслях промышленности и сельскохозяйственного производства. Микроорганизмы активно участвуют в круговороте веществ в природе. Возможно, именно они помогут решить проблемы питания, охраны окружающей среды. Возникает необходимость в глубоком анализе характера микробиологических процессов, идущих в почвах, занятых сельскохозяйственными культурами; знании основных функций, присущих микроорганизмам; умении ориентироваться и

оценивать возможные последствия воздействия тех или иных агротехнических приемов в целом на характер микрофлоры и деятельность микроорганизмов. В дальнейшем это позволит выбрать наиболее перспективные из них, успешно управлять процессами повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур [6].

Существует большое количество почвенных микроорганизмов, выполняющих в почве разнообразные функции: производство различных ферментов, влияющих на рост растений, растворимость питательных веществ и, следовательно, их доступность, производство различных растительных гормонов и других продуктов, контролирующих активность патогенов, смягчение для роста растений, разных стрессов и, следовательно, для получения высокой урожайности [7].

Цель наших исследований – изучить действие и последствие обработки растений биостимулятором роста и развития на микробиологическую активность почвы под ячменем.

В задачи исследований входили:

- определение качественного и количественного состава некоторых групп микроорганизмов, развивающихся в пахотном горизонте почвы;
- анализ урожайности ярового ячменя сорта Михайловский в зависимости от действия и последствия обработок биостимулятором роста.

Методика. Исследования проводили в 2020-2021 г. в условиях лаборатории испытаний элементов агротехнологий, препаратов и регуляторов роста на базе ФГБНУ «ВНИИ агрохимии».

Почва опытного участка дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели: содержание гумуса [ГОСТ 26213-91] – 1,7 %, нитратный азот [ГОСТ 26488-85] – 7,0 мг/кг, аммиачный азот [ГОСТ 26489-85] – 1,8 мг/кг, рН_{сол.} вытяжки [ГОСТ 26483-85] – 5,3; подвижного фосфора [ГОСТ Р 54650-2011] – 176 мг/кг, подвижного калия [ГОСТ Р 54650-2011] – 198 мг/кг.

Испытуемой культурой был яровой ячмень сорта Михайловский, среднеспелый, вегетационный период

72-92 дня. Устойчивость к полеганию и засухе средняя. Включен в списки пивоваренных и ценных по качеству сортов. Методика общепринятая для данной агротехнологии [3, 5].

В качестве фактора воздействия был взят биостимулятор роста и развития растений Рестарт (живых клеток штамма *Rhodococcus erythropolis* OPI-01, не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл) [2].

Для выполнения поставленной задачи на опытных полях ВНИИ агрохимии был заложен мелкоделяночный полевой опыт по схеме:

1. Контроль (без обработки).
2. Фон (Ф) – $N_{40}P_{40}K_{40}$ + Рестарт. Предпосевная обработка семян, расход препарата 0,1 л/т семян, расход рабочего раствора 10 л/т.
3. Ф + Рестарт. Предпосевная обработка семян, расход препарата 0,2 л/т семян, расход рабочего раствора 10 л/т.
4. Ф + Рестарт. Предпосевная обработка семян, расход препарата 0,3 л/т семян, расход рабочего раствора 10 л/т.

Площадь опытных делянок 100 м², площадь учетных делянок 50 м². Повторность в опыте – четырехкратная.

Для учёта микробиологической активности почвы в июле отобрали почвенные образцы из пахотного горизонта, в которых определяли численность: сапрофитных микроорганизмов на МПА, сапрофитных в состоянии спор на смешанном агаре (МПА + СА). Для учёта бактерий проводили поверхностный посев, для этого 0,05 мл суспензии втирали в плотную питательную пластину. Количество грибов учитывали на мясопептонном агаре (МПА), на сусло-агаре (СА), в этом случае посев глубинный. 1 мл суспензии смешивали с 15 мл сусло – агара и тщательно перемешивали в чашке Петри. Данные таблицы 1 свидетельствуют, что на МПА в год действия и последействия микробиологиче-

ского удобрения Рестарт минимальное количество сапрофитных микроорганизмов обнаружено на контроле – 34,3 и 4,8 млн клеток/г. Последействие препарата Рестарт на фоне $N_{40}P_{40}K_{40}$ в контрольном варианте обеспечивает активность сапрофитных микроорганизмов почти в 10 раз меньше, чем в 2020 г. Наибольшее число сапрофитных микроорганизмов отмечено в варианте с применением препарата Рестарт в дозе 0,3 л/т в 2020 г., где оно составило 59,9 млн клеток. Однако, в 2021 г. на фоне последействия биостимулятора численность сапрофитных микроорганизмов ниже на 47,7%. Велика она остается и при дозе 0,2 л/т – 57,4 млн клеток/г, в 2021 г. – ниже на 18,5%.

1. Численность сапрофитных микроорганизмов (МПА)

Вариант	Численность сапрофитных микроорганизмов, млн клеток/г абс. сухой почвы			
	МПА		МПА + СА	
	2020 г. (год действия)	2021 г. (год последействия)	2020 г. (год действия)	2021 г. (год последействия)
Контроль. Фон (Ф) – $N_{40}P_{40}K_{40}$	34,3	4,8	143,3	102,7
Ф + Рестарт, 0,1 л/т	46,1	3,4	275,1	111,6
Ф + Рестарт, 0,2 л/т	57,4	10,9	372,4	107,5
Ф + Рестарт, 0,3 л/т	59,9	26,2	378,0	156,9

В исследованиях максимальная численность бактерий, находящихся в состоянии спор на смешанном агаре (МПА+СА), обнаружена в варианте действия препарата Рестарт в дозе 0,3 л/т (378 млн клеток). В 2021 г. численность бактерий было на 41,3% меньше. Это объясняется более глубокими процессами минерализации органоминерального вещества в варианте применения удобрения.

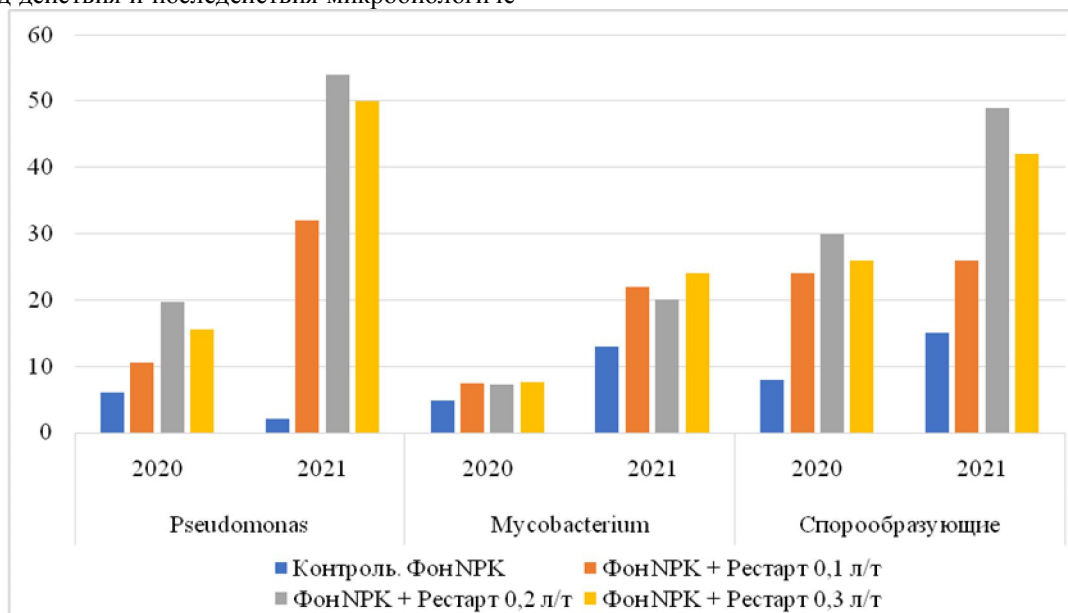


Рис. 1. Качественный состав бактерий, находящихся в состоянии спор на смешанном агаре (МПА+СА), млн клеток/г

В качественном отношении преобладает род *Pseudomonas*, который составляет 32-64% от общего числа бактерий. Наибольшее его количество обнаружено в вариантах, где изучалось последействие препарата Рестарт в дозе 0,2 л/т, где оно составило 19,8 %. Минимальное содержание рода *Pseudomonas* отмечено на контроле – 6,1%.

Значительных различий в численности микроорганизмов рода *Mycobacterium* между вариантами не установлено, за исключением варианта с фоном, где их количество почти в 2 раза ниже, чем в варианте с действием и последействием препарата Рестарт.

Спорообразующие составляют не более 30,0 % во всех вариантах опыта за исключением контроля, где их

количество достигло 32,3 %. Это связано, вероятно, с тем, что в этом варианте недостаточное количество органического вещества и спорообразующие микроорганизмы, обладая разнообразной ферментативной системой, способны разлагать сохранившиеся трудноразлагающиеся растительные остатки. Несколько выше оно

и при последствии препарата Рестарт, что связано, очевидно, с интенсивным разложением его в 1-й год минерализации.

Численность спорообразующих микроорганизмов в состоянии спор определялась на смешанном агаре (МПА + СА). Данные представлены на рисунке 2.

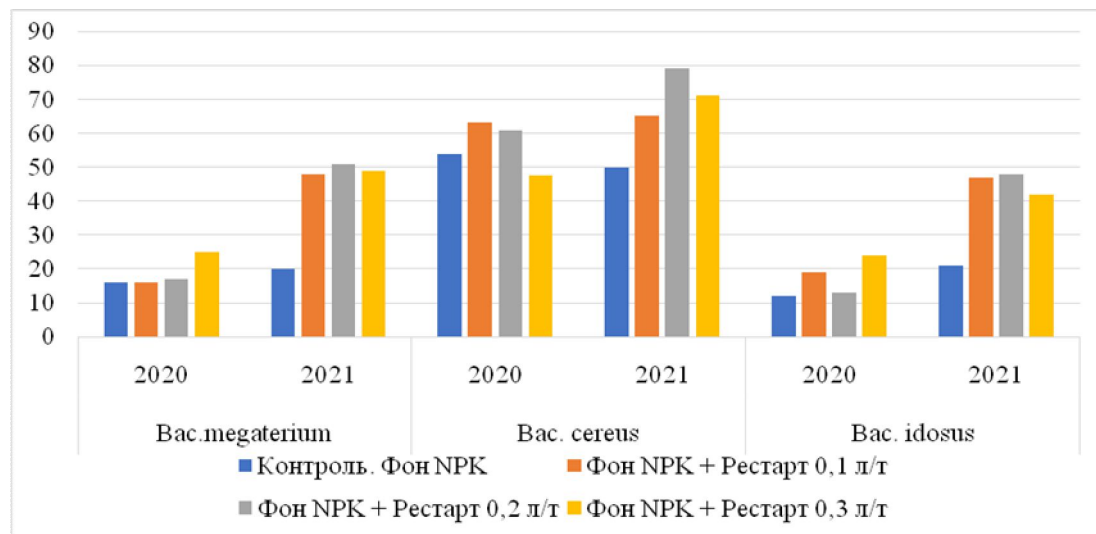


Рис. 2. Качественный состав спорообразующих микроорганизмов в состоянии спор, определяемый на смешанном агаре (МПА + СА), млн клеток/г

В качественном отношении преобладает род *Bac. cereus*. Он составляет 41,0 – 57,0 %, что объясняется распространением этого рода в дерново-подзолистой почве. *Bac. megaterium* и *Bac. idosus* составляют в сумме примерно 40,0 % и распространены сравнительно равномерно между вариантами.

Наибольшее содержание микроорганизмов рода *Bac. cereus* отмечено в варианте с применением биостимулятора роста Рестарт в 2020 и 2021 г. в дозе 0,2 л/т, где оно составило, соответственно, 60,7 и 79,1%. Род *Bac. megaterium* в большей численности отмечен в варианте с дозой применения препарата 0,3 л/т в год последствия – 49,4%. Род *Bac. idosus* также в большем количестве получен в варианте с обработкой препаратом в дозе 0,3 л/т и составил в 2020 г. – 24,0%, в 2021 г. – 42,8%.

Интересно отметить, что в год последствия биостимулятора Рестарт качественный состав микроорганизмов увеличивается в среднем на 12,3-55,8%.

Применение препарата Рестарт в опыте положительно повлияло на урожайность зерна ячменя (табл. 2).

2. Урожайность зерна ярового ячменя при обработке препаратом Рестарт

Вариант	Урожайность			
	2020 г.		2021 г.	
	ц/га	Прибавка, %	ц/га	Прибавка, %
Контроль. Фон (Ф) – N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	19,6	-	20,4	-
Ф + Рестарт, 0,1 л/т	20,2	3,1	21,7	6,4
Ф + Рестарт, 0,2 л/т	21,6	10,2	22,2	8,8
Ф + Рестарт, 0,3 л/т	22,3	13,8	23,0	12,8
НСР ₀₅	0,9	-	1,4	-

Превышение показателей вариантов с обработкой семян раствором препарата Рестарт над уровнем контроля – больше НСР₀₅. Учет урожайности зерна проведен с пересчетом массы продукции после взвешивания на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность. Наиболее

высокий урожай зерна ячменя и тенденция к его наименьшей засоренности в опыте отмечены в варианте с обработкой семян препаратом Рестарт при расходе 0,3 л/т. Наибольшая урожайность в 2020 г. в данном варианте составила 22,3 ц/га, в 2021 г. – 23,0 ц/га, что выше контроля на 13,8 и 12,8% соответственно.

Закключение. Исходя из проведенного эксперимента, можно отметить, что при применении биостимулятора роста Рестарт численность микроорганизмов увеличивается в год действия препарата в среднем по вариантам на 13,4-18,2%, а в год последствия – на 25,3-55,8%. Урожайность ячменя также была выше в год последствия препарата Рестарт в среднем на 3,1-4,1% по сравнению с 2020 г. Таким образом, применение биостимулятора роста и развития растений Рестарт способствует незначительному увеличению урожайности ярового ячменя, а также повышению численности микроорганизмов в почве в год обработки препаратом, а в год последствия – в 2 раза. Следовательно, есть перспектива дальнейшего изучения данного вопроса.

Литература

1. Вавилов П.Л. Растениеводство. – М.: Агропромиздат, 1986. – 90 с.
2. Государственный каталог пестицидов и препаратов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Ч. I, II. – М., 2021.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Ламмас, М. Е. Влияние биостимуляторов роста на энергию прорастания, всхожесть и интенсивность прорастания семян ярового ячменя / М. Е. Ламмас, А. В. Шитикова // Плодородие. – 2021. – № 5. – С. 61-64.
5. Международный стандарт ГОСТ 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Технические условия. Дата введения 01 января 2006 года.
6. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
7. Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers/J.K. Vessey//Plant and Soil. -2003. -Vol. 255. No. 2. -P. 571-586.
8. Zhu T. Engineering of *Bacillus subtilis* for enhanced total synthesis of folic acid/T. Zhu, Z. Pan, N. Domagalski//Applied and Environmental Microbiology. – 2005. – Vol. 71. -Issue 11. – P. 7122-7129.

*Mukhina M.T., Head of the Department of Testing Growth Regulators of Plant and Agrochemicals and Pesticides
Lammas M.E. Researcher at the Laboratory of Testing Elements of Agrotechnologies, Agrochemicals,
Growth Regulators of Plant and Pesticides
Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova str., 31A, 127550, Moscow, Russia, lm190587@mail.ru*

The results of studies on the composition and abundance of microorganisms, as well as the yield of spring barley under the action and aftereffect of the drug Restart (live cells of the Rhodococcus erythropolis OPI-01 strain, at least $1-5 \times 10^9$ CFU/ml) under the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation is presented. The use of biogrowth stimulants helps to increase the yield of spring barley, which subsequently contributes to an increase in the number of microorganisms in the soil when plants are treated with Restart. The yield of spring barley was higher in the year of aftereffect of the drug by an average of 3.1-4.1% for the variants of the experiment.

Keywords: microbiological activity, biostimulants, barley, productivity, microorganisms.

УДК 633.853.52

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.24

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ

*В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, Б.С. Ильин, Курский федеральный аграрный научный центр
Россия, Курск, Карла Маркса, 70 б, *E-mail: vla190353@yandex.ru*

*Работа выполнена в рамках государственного задания
ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» по теме № 0632- 2019-0010.*

В опытах ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2019-2021 г. проводились исследования по определению влияния различных видов гуминовых удобрений на рост и развитие, урожайность и качество зерна сои в условиях черноземных почв Курской области. Изучали эффективность использования гуминовых удобрений отечественного (ЭКО-СП) и зарубежного (Фульвигрейн Классик, Гумифул Про) производства при обработке семян и посевах сои в фазе 3-го и 6-го тройчатого листа. Проведенные исследования показали, что обработка семян и некорневая подкормка посевов сои гуминовыми удобрениями оказывала положительное влияние на рост и развитие растений, способствовала повышению урожайности сои на 2,6-3,4 ц/га, увеличивала содержание белка в зерне на 1,1-1,7%, жира на 0,4-0,7%. Сравнительная оценка эффективности различных видов гуминовых удобрений отечественного и зарубежного производства при возделывании сои свидетельствует о том, что влияние изучаемых препаратов на урожайность и качество зерна было практически одинаковым. Экономическая эффективность обработки семян и посевов сои в большей степени зависела от стоимости самих удобрений и доз их внесения. Наиболее экономически выгодным гуминовым удобрением на посевах сои был агрохимикат на основе гумусовых веществ ЭКО-СП, обработка семян и посевов которым обеспечивала получение 65009 руб/га условно чистого дохода при уровне рентабельности 177,5%. Экономические показатели использования гуминовых удобрений зарубежного производства на посевах сои были несколько ниже: величина условно чистого дохода составила 62416 и 63674 руб/га, а уровень рентабельности – 172,4 и 172,9% соответственно.

Ключевые слова: соя, гуминовые удобрения, ЭКО-СП, Фульвигрейн Классик, Гумифул Про, урожайность, структура урожая, содержание белка, жира, экономическая эффективность.

Для цитирования: В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, Б.С. Ильин Влияние гуминовых удобрений на урожайность и качество зерна сои //Плодородие. – 2022. – №5. – С. 94-100. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.24.

В современных сложных экономических условиях ведения сельскохозяйственного производства основным стабилизирующим и наиболее эффективным фактором повышения плодородия почв, получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, является биологизация земледелия [1, 2]. При разработке и внедрении в производство биологических систем земледелия должны строго учитываться основополагающие принципы их построения: рациональное использование природно-ресурсного потенциала агроландшафтов, адаптация к почвенно-климатическим условиям хозяйств, совершенствование агротехнологий с учетом адаптивного потенциала растений, повышение эффективности естественной регуляции биологического компонента агроценозов [3, 4].

По мнению В.И. Кирюшина [5], биологизация земледелия должна осуществляться на принципах интегрированного экологизированного подхода, основу которого должны составлять органическое земледелие, преимущественное применение агротехнических, биологических приемов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур с целью получения высоких и стабильных урожаев экологически безопасной продукции. При этом следует учитывать зональные почвенно-климатические условия, а также особенности сортовой агротехники культур.

Важным элементом современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является использование биологических препаратов, регуляторов роста растений, био- и микроэлементных удобрений нового поколения, способствующих повышению уро-