

УДК 635.21 631.86.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МИНЕРАЛЬНО-ОРГАНИЧЕСКОГО БИОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

А.Е. Есенбаева, О.А. Тен, Д.С. Балпанов

*Филиал РГП «Национальный центр биотехнологии» в г. Степногорск, здание №21, 7 микрорайон, а/я 114, Акмолинская область, 021500, Казахстан
ipbncbrk@mail.ru*

АБСТРАКТ

Органические удобрения (компосты, подстилочный и безподстилочный птичий помет, сапропель и др.) способствуют увеличению содержания гумуса в почве и являются важнейшим средством восстановления и повышения плодородия почвы. Ценным быстродействующим полным удобрением является подстилочный птичий помет. По действию на урожайность сельскохозяйственных культур вещества, входящие в состав птичьего помета, сравнимы с аналогичными веществами минеральных удобрений. Микроорганизмы, вносимые в почву в составе комплексных удобрений и удобрений на основе монокультур, способствуют повышению биологической активности почвы; оздоровлению почвы от фитопатогенов; активизации микробно-растительного взаимодействия; получению высоких урожаев экологически чистой сельскохозяйственной продукции; восстановлению микробиоценоза почв, нарушенного вследствие антропогенного воздействия. В результате проделанных работ отработаны оптимальные условия ферментирования подстилочного помета, проведена оценка эффективности интродукции микроорганизмов на разных стадиях ферментации подстилочного помета. Показано, что биологически активные микроорганизмы сохраняются при введении в зрелый компост. Нарботанная опытная партия на основе высоко активных штаммов фунгицидного микроорганизма *Bacillus subtilis* S-2 и фосфатмобилизующих бактерий *Bacillus megaterium* F-1, иммобилизованных на ферментированном птичьем помете, перспективна для применения в качестве комплексного минерально-органического биоудобрения.

Ключевые слова: фунгицидная активность, фосфатмобилизирующая активность, аэробное ферментирование птичьего помета, анаэробное ферментирование птичьего помета, иммобилизация, интродукция, элиминация.

THE METHOD TO OBTAIN COMPLEX MINERAL-ORGANIC BIOFERTILIZER BASED ON BIRD DROPPINGS

A.E. Esenbaeva, O.A. Ten, D.S. Balpanov

*The Branch of "National Center for Biotechnology", the MES in Stepnogorsk, microdistrict 7, building 21, p/b 114, Akmola region, 021500, Kazakhstan
ipbncbrk@mail.ru*

ABSTRACT

Organic fertilizers (manure, litter and non-litter bird droppings, sapropel, etc.) help to increase the humus content in the soil and are an essential tool to restore and to improve the soil fertility. Litter bird droppings is a valuable high-performance, full fertilizer. Considering the impact on the crop yields, the substances that make up the bird droppings, can be compared with analogous substances of mineral fertilizers. Microorganisms introduced into the soil in the composition of complex fertilizers and fertilizers based on monocultures, enhance biological activity of the soil; improve the soil from plant pathogens; promote activation of plant-microbe interactions, help to obtain high yields of organic farming; enhance the recovery of microbiocenosis of the soils,

upset due to the human impact. As a result of the work performed, the optimal conditions of fermentation of litter bird droppings, the effectiveness of the introduction of micro-organisms at different stages of fermentation of litter bird droppings was assessed. It is shown that the biologically active microorganisms are retained when added to mature compost. The experimental batch based on highly active strains of fungicide microorganisms *Bacillus subtilis* S-2 and the phosphate-mobilizing bacteria *Bacillus megaterium* F-1 immobilized on the fermented bird droppings is promising to be used as a mineral complex organic bio-fertilizer.

Keywords: Antifungal activity, phosphate-mobilizing activity, aerobic fermentation of the bird droppings, anaerobic fermentation of the bird droppings, immobilization, introduction, elimination.

ВВЕДЕНИЕ

В мировой практике в настоящее время пристальное внимание уделяется органическому земледелию, в том числе использованию биоудобрений, содержащих органические отходы и различные виды полезных почвенных микроорганизмов. Органические удобрения (компосты, подстилочный и безподстилочный птичий помет, сапропель и др.) способствуют увеличению содержания гумуса в почве и являются важнейшим средством восстановления и повышения плодородия почвы. Кроме того, органические удобрения содержат физиологически активные вещества, необходимые для роста и развития растений. Микро- и макроэлементы находятся в составе органических удобрений в комплексе с белковыми веществами, что предотвращает их вымывание и разрушение при понижении температуры. Необходимые питательные вещества высвобождаются и преобразуются в доступную для растений форму в процессе минерализации. Эффект от внесения органических удобрений сохраняется в течение ряда лет.

Ценным быстродействующим полным удобрением является подстилочный птичий помет. По действию на урожайность сельскохозяйственных культур вещества, входящие в состав птичьего помета, сравнимы с аналогичными веществами минеральных удобрений. Однако, в связи с тем, что питательные вещества высвобождаются постепенно, в течение достаточно длительного времени, в почве не происходит накопления высоких концентраций солей, в том числе нитратов.

Одновременно с созданием комплексного биоудобрения на основе птичьего помета решается такая проблема как нарушение экологического равновесия, загрязнение окружающей среды, в том числе воздушного пространства и территорий хозяйства и прилегающего района. Большие объемы неутрализованных отходов крупных предприятий, как птицеводческие хозяйства, являются причиной того, что многие птицефабрики и животноводческие комплексы в различных регионах страны становятся источниками загрязнения окружающей природной среды, нанося серьезный экономический, экологический и социальный ущерб не только сельскому хозяйству, но и близрасположенным населенным пунктам. Одним из направлений решения данной проблемы является переработка отходов птицеводческих и животноводческих комплексов в экологически чистые органические биоудобрения путем компостирования [1].

Известен ряд способов утилизации навоза и птичьего помета. К их числу относится метановое сбраживание для получения биогаза, длительное компостирование навоза или помета для получения органических удобрений, смешивание с различными структурообразующими наполнителями с этими же целями, химическая обработка помета. Используется также термическое высушивание помета при различных температурных режимах. Применяют переработку помета насекомыми и червями. Известно несколько

технических решений для осуществления микробиологической конверсии навоза и помета [2].

Микроорганизмы, вносимые в почву в составе комплексных удобрений и удобрений на основе монокультур, способствуют повышению биологической активности почвы; оздоровлению почвы от фитопатогенов; активизации микробно-растительного взаимодействия; получению высоких урожаев экологически чистой сельскохозяйственной продукции; восстановлению микробиоценоза почв, нарушенного вследствие антропогенного воздействия.

Одним из необходимых элементов питания растений является фосфор. Соединения фосфора обеспечивают нормальное течение процесса обмена углеводов в растениях, в том числе способствуют накоплению сахара в сахарной свекле, крахмала в клубнях картофеля. Процессы обмена азота в клетках растения (восстановление нитратов, образование аминокислот, дезаминирование) также происходят при участии фосфора. Обеспечение растений фосфором в доступной форме с начала вегетации имеет важное значение для роста, развития и формирования урожая.

Способность ризосферных бактерий растворять труднодоступные почвенные фосфаты давно рассматривается как важный механизм положительного действия на фосфорное питание растения. Недавно были обобщены результаты многолетних исследований по экологии, селекции и таксономии фосфатмобилизующих бактерий, а также их ассоциаций с растениями и эффективности инокуляции [3].

Ризосферные микроорганизмы родов *Bacillus*, *Enterobacter*, *Agrobacterium* и др. – способны мобилизовать труднодоступные фосфаты почвы [4]. Так, например, *Bacillus megaterium* – представитель эффективной микрофлоры плодородных почв, имеет высокую ростовую активность и способен продуцировать фосфатазы, которые активно минерализуют органические фосфорсодержащие соединения. Штамм улучшает действие азотфиксирующих микроорганизмов почвы и проявляет антагонистические свойства по отношению к фитопатогенным бактериям *Pseudomonas syringae* и *Erwinia coratovora* [5].

Штамм *Bacillus mucilaginosus* ВКПМ В-5987 обладает способностью трансформировать нерастворимые и малорастворимые фосфаты в доступную для растений форму, а бактериальный препарат, полученный на его основе, повышает плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур, укореняемость черенков плодовых и декоративных культур [6].

Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от ряда факторов, среди которых особое значение занимают патогенные микроорганизмы. Значительный ущерб причиняют грибы рода *Fusarium*, вызывающие фузариозные корневые гнили растений. Источники инфекции при корневых гнилях — зараженная почва, семена, растительные остатки. В настоящее время для борьбы с корневыми гнилями преимущественно используются химические антимикотические препараты. При этом возникает ряд рисков, например, формирование устойчивости целевых микроорганизмов, токсичное воздействие на культурные растения, снижение активности микроорганизмов ризосферы.

Микроорганизмы, вносимые в почву в составе комплексных удобрений и удобрений на основе монокультур, способствуют повышению биологической активности почвы; оздоровлению почвы от фитопатогенов; активизации микробно-растительного взаимодействия; получению высоких урожаев экологически чистой сельскохозяйственной продукции; восстановлению микробиоценоза почв, нарушенного вследствие антропогенного воздействия [7]. Спорообразующие бактерии рода *Bacillus* наиболее перспективны в качестве компонентов биоудобрений, поскольку сохраняют жизнеспособность и устойчивость к

повреждающим воздействиям. Среди представителей *Bacillus sp* только малая часть видов является патогенами и токсикогенами (*Bacillus anthracis*, *B.cereus* и некоторые другие) [8, 9, 10].

Bacillus subtilis обладает антагонистической активностью, подавляя рост патогенных, условно-патогенных грибов и бактерий, ввиду чего используется в биозащите растений и является важным продуцентом некоторых полисахаридов, протеаз, амилаз и аминокислот. Также является продуцентом полипептидных антибиотиков.

Перспективной, таким образом, является разработка биологического удобрения на основе органических компонентов и почвенных микроорганизмов, в том числе фосфатмобилизирующих и фитопатогенных бактерий. Внесение подобного комплексного удобрения будет способствовать повышению плодородия, а также улучшению структурированности и пористости почвы.

Разработка, производство и применение отечественного комплексного биоудобрения позволит реализовать биологический потенциал важных сельскохозяйственных культур, а также расширить экспортный потенциал страны за счет выхода на зарубежные рынки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются почвенные микроорганизмы *Bacillus subtilis* S-2 и *Bacillus megaterium* F-1, выделенные нами из ризосферы картофеля и обладающие фунгицидной, фосфатмобилизирующей активностью [11, 12]. Штаммы *Bacillus subtilis* S-2 и *Bacillus megaterium* F-1 депонированы и хранятся в коллекции культур РГП «Республиканская коллекция микроорганизмов» Центральный музей микроорганизмов под регистрационным номером В-RKM-0536 и В-RKM-0516 соответственно. Нарработку биомассы *Bacillus subtilis* S-2 и *Bacillus megaterium* F-1 осуществляли на жидкой питательной пептонной среде, при температуре $(30\pm 1)^\circ\text{C}$, с последующим распылительным высушиванием на установке LPG-5 при температуре на входе 72°C и выходе 110°C , в качестве наполнителя использовали хлорид натрия 5%. Жизнеспособность полученных биомасс *Bacillus subtilis* S-2 и *Bacillus megaterium* F-1 проверяли на агаризованной питательной пептонной среде по методу Коха.

Для иммобилизации данных микроорганизмов на минерально-органический носитель использовали подстилочный помет здоровых кур, предоставленный ТОО «Птицефабрика» в п. Степняк Акмолинской области Республики Казахстан. Ферментацию птичьего помета проводили в установке с паровым подогревом и встроенной мешалкой. В качестве структурообразующего наполнителя для ферментации птичьего помета использовали измельченную солому 1-2 см.

В исходном птичьем помете определяли содержание азота спектрофотометрически по Несслеру [13]. Для определения содержания углерода использовали метод И.В. Тюрина [14]. Определение титра БГКП (бактерий группы кишечной палочки) проводили на стандартной дифференциально-диагностической питательной среде Эндо, определение общего микробного числа и количества микроорганизмов рода *Bacillus* проводили на стандартной питательной среде СПА.

Для приготовления питательных сред пользовались приведенными ниже прописями:

Агаризованная пептонная среда: агар – 15,0; пептон – 10,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; NaCl –3,0; глюкоза – 5,0; вода водопроводная – до 1 л; рН среды 7,2-7,4.

Пептонная среда, г/л: пептон – 10,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; NaCl –3,0; глюкоза – 5,0; вода водопроводная – до 1 л; рН среды 7,2-7,4.

Среда Эндо, г/л: панкреатический гидролизат рыбной муки – 12,0; экстракт пекарных дрожжей – 1,0; натрий хлорид – 3,4; натрий сульфит – 0,8; натрий гидрофосфат – 0,5; а-D-лактоза – 10,0; фуксин основной – 0,2; агар – 10,0±2,0; рН готовой среды – 7,4±0,2.

Среда СПА, г/л: ПГРМ – 20,0; натрий хлористый – 10,0; агар – 10,0, вода дистиллированная – до 1 л, рН среды после стерилизации 7,3-7,5.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Отработку оптимальных условий аэробного и анаэробного ферментирования птичьего помета проводили в стеклянных емкостях с плотно прилегающей крышкой, обеспечивающей удаление образующихся газов и минимальный доступ воздуха к ферментируемой массе. Количество азота в исходном помете – 9%, количество фосфора – 8%, калия – 6%. Исходная влажность – 71%. Титр БГКП – не более 10^3 КОЕ/г, ОМЧ – не менее 10^8 КОЕ/г, количество микроорганизмов рода *Bacillus* – не менее 10^5 КОЕ/г.

Эксперимент по аэробному и анаэробному ферментированию закладывали в 2-х вариантах, условия которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Условия проведения аэробного и анаэробного ферментирования

Table 1. Conditions of aerobic and anaerobic fermentation

Вариант I – с сохранением естественной влажности (72%) Variant I – preserving natural moisture (72%)	Вариант II – с доведением влажности до 50% Variant II – bringing the moisture up to 50%
помет без наполнителей; droppings without filling material;	помет без наполнителей; droppings without filling material;
помет с наполнителем – соломой; droppings with filling material – chaff;	помет с наполнителем – соломой; droppings with filling material – chaff;
помет с наполнителем – сухой почвой. droppings with filling material – dry soil.	помет с наполнителем – сухой почвой. droppings with filling material – dry soil.

Аэробное ферментирование отрабатывали в емкостях объемом 5 л при температуре окружающей среды от +10°C до +25°C. При использовании птичьего помета, имеющего влажность 72%, в состав ферментируемых масс вводили сухие наполнители — измельченную солому, сухую почву и закладывали эксперимент без использования наполнителей. При ферментировании подсохшего подстилочного птичьего помета с исходной влажностью 30% применяли дополнительное послойное увлажнение нестерильной водопроводной водой. Процесс ферментирования протекал в течение 18 суток. Доступ воздуха обеспечивали перемешиванием массы один раз в сутки. Результаты проведения ферментирования в аэробных условиях представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты химико-биологического анализа аэробно ферментированного птичьего помета

Table 2. Results of chemical and biological analysis of aerobically fermented bird droppings

Варианты экспериментов Variants of the experiments	N, % N, %	P, % P, %	K, % K, %	БГКП и яйца гельминтов, КОЕ/г Coliforms and helminth eggs, CFU/g	ОМЧ, КОЕ/г ТМС, CFU/g	<i>Bacillus</i> sp., КОЕ/г <i>Bacillus</i> sp., CFU/g
I-1	2,1±0,02	3,0±0,03	1,5±0,01	7,0±1,10×10 ³	3,1±0,05×10 ²	2,0±0,01×10 ³
I-2	3,9±0,10	4,6±0,05	3,8±0,05	отсутствуют	2,0±0,07×10 ⁴	1,4±0,13×10 ³
I-3	3,0±0,07	3,5±0,02	2,6±0,07	2,3±0,80×10 ²	1,2±0,06×10 ⁴	1,6±0,30×10 ³
II-4	2,1±0,03	3,0±0,06	1,5±0,12	7,0±0,13×10 ³	3,1±0,12×10 ³	2,0±0,05×10 ³
II-5	5,1±0,08	6±0,12	5,6±0,06	отсутствуют	1,3±0,10×10 ³	1,0±0,08×10 ²
II-6	2,9±0,04	3,1±0,04	2,8±0,09	1,7±0,15×10 ²	3,1±0,03×10 ³	2,3±0,06×10 ³

В результате проведения аэробного ферментирования при различных условиях по органолептической оценке ферментированного птичьего помета выявлено, что в варианте I-2, II-5 получена темно-коричневая рассыпчатая масса без специфического запаха. Содержание азота в варианте I-2, фосфора, калия составило 3,9±0,10%, 4,6±0,05% и 3,8±0,05%, а в варианте II-5 составило 5,1±0,08%, 6±0,12% и 5,6±0,06% соответственно, что соответствует нормам качественного органического удобрения [15]. В вариантах I-1, I-3, II-4, II-6 получена темно-коричневая кашеобразная масса с неприятным запахом.

Процесс анаэробного ферментирования проводили без доступа кислорода (без перемешивания массы) в течение 75 суток при температуре окружающей среды от +10°C до +25°C. При ферментировании подсохшего подстилочного птичьего помета с исходной влажностью 30% применяли дополнительное послонное увлажнение нестерильной водопроводной водой. Процесс ферментирования без перемешивания протекал в течение 18 суток. Результаты проведения ферментирования в аэробных условиях представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты химико-биологических показателей анаэробного ферментирования птичьего помета**Table 3.** The results of chemical and biological parameters of anaerobic fermentation of bird droppings

Варианты экспериментов Variants of the experiments	N, % N, %	P, % P, %	K, % K, %	БГКП и яйца гельминтов, КОЕ/г Coliforms and helminth eggs, CFU/g	ОМЧ, КОЕ/г ТМС, CFU/g	<i>Bacillus</i> sp., КОЕ/г <i>Bacillus</i> sp., CFU/g
I-1	2,4±0,02	2,8±0,01	1,9±0,08	(3,5±0,06)×10 ²	2,8±0,02×10 ⁴	3,4±0,07×10 ³
I-2	2,8±0,06	4,3±0,05	3,1±0,07	отсутствуют	3,2±0,13×10 ³	6,7±0,13×10 ³
I-3	3,0±0,07	3,5±0,03	2,6±0,06	(2,3±0,15)×10 ³	1,2±0,25×10 ³	1,6±0,08×10 ³
II-4	2,3±0,03	1,8±0,08	1,0±0,04	(6,5±0,32)×10 ³	1,5±0,15×10 ⁴	3,1±0,15×10 ⁴

II-5	4,8±0,10	5,2±0,12	5,0±0,05	отсутствуют	2,0±0,08×10 ³	3,5±0,18×10 ²
II-6	3,4±0,08	2,1±0,04	1,9±0,12	(2,0±0,08)×10 ³	2,9±0,06×10 ⁴	2,7±0,16×10 ³

По окончании процесса ферментирования в вариантах с доведением влажности до 50% (варианты II-5 и I-2) получена коричневая комковатая масса, не имеющая специфического запаха, БГКП не обнаруживались, яйца и личинки гельминтов, цисты простейших отсутствовали. Соотношение азот:фосфор:калий составило 1:1,1:1 в варианте II-5 и 1:1,5:1,1 в варианте I-2, по нормам соответствующее качественному органическому удобрению [15].

В вариантах I-1, I-3, II-4, II-6 получена коричневая кашеобразная масса с неприятным запахом, по санитарно-гигиеническим нормам и по химико-биологическим показателям полученный ферментированный помет не соответствует качественному минерально-органическому удобрению.

В результате проведения аэробного и анаэробного ферментирования определены оптимальные параметры анаэробного ферментирования: влажность используемого помета 50%, температура окружающей среды +20°C...+25°C (не ниже +10°C) и оптимальные параметры аэробного ферментирования: влажность около 50%, температура окружающей среды не ниже +10°C (+10°C...+30°C).

После отработки параметров ферментирования оценивали возможность интродукции биологически активных микроорганизмов на различных стадиях ферментирования птичьего помета.

Для иммобилизации биологически активных микроорганизмов в ходе проведения возможности интродукции нарабатывали фунгицидные микроорганизмы *Bacillus subtilis* S-2 и фосфатмобилизующий компонент *Bacillus megaterium* F-1. В результате получили культуральную жидкость, с титром клеток (3,2±0,16)×10⁸ КОЕ/мл для *Bacillus subtilis* S-2 и (3,6±0,07)×10⁹ КОЕ/мл для *Bacillus megaterium* F-1. Для получения сухой формы компонентов препарата использовали распылительную установку LPG-5, при температуре 110°C на входе и 72°C на выходе, с наполнителем 1% натрия хлорида. При соблюдении таких условий титр микроорганизмов *Bacillus subtilis* S-2 и *Bacillus megaterium* F-1 составил не менее (1±0,3)×10¹⁰ КОЕ/г в сухом препарате. С соблюдением указанных параметров проведена наработка опытной партии сухого препарата в промышленных условиях.

Bacillus subtilis S-2 и *Bacillus megaterium* F-1 вводили в состав аэробно ферментируемого помета в начале ферментирования (до термофильной стадии) и на стадии дозревания (после окончания термофильной стадии); в состав анаэробно ферментируемого помета микроорганизмы вводили в начале процесса ферментирования, а также в готовый (зрелый) компост. После окончания процесса дозревания проводили выделение *Bacillus sp.*, выделенные культуры исследовали для подтверждения принадлежности к *Bacillus subtilis* S-2 (фунгицидный микроорганизм) и *Bacillus megaterium* F-1 (фосфатмобилизующая культура). Культуры *Bacillus subtilis* S-2 и *Bacillus megaterium* F-1 с заданными свойствами сохраняются при введении исследуемых микроорганизмов в зрелый компост; в других случаях происходит элиминация данных культур из состава микробиоценоза ферментируемого помета.

Для отработки промышленной технологии получения биоудобрения в аэробных условиях провели наработку ферментированного помета. Ферментацию птичьего помета проводили в установке с паровым подогревом и встроенной мешалкой вместимостью 60 кг. В качестве наполнителя для ферментации птичьего помета использовали измельченную солому размером 1-2 см. Использовали подстилочный птичий помет с исходной влажностью 53,3%, рН 6,0. Для доведения влажности до 50% помет смешивали с измельченной соломой в соотношении 100 г соломы на 1 кг помета. Для ускорения процесса ферментируемую массу

подогревали до температуры 60-70°C в течение первых 6 суток. Доступ воздуха обеспечивали перемешиванием массы один раз в сутки. Процесс ферментирования протекал в течение 22 суток.

По окончании процесса получена темно-коричневая рассыпчатая масса без специфического запаха. Соотношение азот:фосфор:калий составляет 1,5:0,9:1 (соответствует нормам качественного органического удобрения) [15], рН полученной массы 7,1. БГКП и яйца гельминтов отсутствовали.

Норма внесения биологически активных микроорганизмов составляет 6 кг/га при титре препаратов $2,5 \times 10^{10}$ спор/г. При рекомендуемой дозе внесения ферментированного птичьего помета не менее 5 т/га необходимо в 1 кг органического удобрения вносить 0,83 г сухого порошка биологически активных микроорганизмов с титром $2,5 \times 10^{10}$ спор/г. Учитывая титр полученных в промышленных условиях сухих препаратов бактериальных культур, в ферментированный птичий помет вносили сухой порошок *Bacillus subtilis* S-2 из расчета 0,42 г/кг и сухой порошок *Bacillus megaterium* F-1 из расчета 0,43 г/кг.

Полученное в результате работы минерально-органическое удобрение расфасовали в пакеты-грипперы по 1 кг и заложили на хранение при комнатной температуре для определения изменения свойств препарата в течение времени.

ВЫВОДЫ

В результате проделанных работ отработаны оптимальные условия ферментирования подстилочного помета, проведена оценка эффективности интродукции микроорганизмов на разных стадиях ферментации подстилочного помета. Показано, что биологически активные микроорганизмы сохраняются при введении в зрелый компост. Нарботанная опытная партия на основе высоко активных штаммов фунгицидного микроорганизма *Bacillus subtilis* S-2 и фосфатмобилизующих бактерий *Bacillus megaterium* F-1, иммобилизованных на ферментированном птичьем помете, перспективна для применения в качестве комплексного минерально-органического биоудобрения.

Финансирование

Работа проводилась в рамках Межгосударственной целевой программы вРазЭС «Инновационные биотехнологии» на 2012-2014 год по проекту 02.04 «Разработка технологии получения комплексного минерально-органического биоудобрения на основе иммобилизованных почвенных микроорганизмов».

ЛИТЕРАТУРА

1. Капустин В.П. Обоснование способов и средств переработки бесподстилочного навоза. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 80 с.
2. Веригин В.С., Половцев Е.Л. Утилизация и переработка навоза и помета // *Механизация и электрификация сел. хоз-ва.* – 1993. – №9. – С. 14-15.
3. Park J., Bolan N., Mallavarapu M. Enhancing the solubility of insoluble phosphorus compounds by phosphate solubilizing bacteria // 19-th World Congress of Soil Science. – Brisbane, 2010. – P. 65-68.
4. RU Patent. B-847: INMI, VKM B-847; VNIISHM, 49. Received as: «*Bacillus megaterium* subsp. *phosphaticum*». – Menkina, 1950.

5. Yasmin H., Bano A. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from rhizosphere soil of weeds of khewra salt range and attock // *Pakistan Journal of Botany*. – 2011. – №3. – P. 1663-1668.
6. Richardson A., Simpson R. Soil Microorganisms Mediating Phosphorus Availability // *Plant Physiology*. – 2011. – №156. – P. 989–99.
7. Боронин А.М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений // *Биология*. – 1998. – №3. – С. 25-31.
8. Швартау В.В., Гуляев Б.И., Карлова А.Б. Особенности реакции растений на дефицит фосфора // *Физиология и биохимия культурных растений*. – 2009. – №3. – С. 208-212.
9. Березина Н.В., Костенко Т.А. Механизмы действия микробиологических препаратов «Алирин-Б» и «Гамаир» [Биопрепараты на основе *Bacillus subtilis*, обладающие антагонистической активностью в отношении возбудителей заболеваний овощных, цветочно-декоративных и плодово-ягодных культур] // Биологические препараты. Сельское хозяйство. Экология / ООО «ЭМ-Кооперация». – М., 2008. – С. 248-250.
10. Samira A.V.M., Hawaa S.E., Faiza A.H. Determination of Available Nitrate, Phosphate and Sulfate in Soil Samples // *International Journal of PharmTech Research*. – 2009. – №3. – P. 598-604.
11. Пуронен С.В., А.М. Жусупова, О.А. Тен. Выделение активных культур фосфатмобилизирующих микроорганизмов из ризосферы // *Биотехнология. Теория и практика*. – 2012. – №3. – С. 77-82.
12. Пуронен С.В., Есенбаева А.Е., Тен О.А. Выделение фунгицидного микроорганизма *Bacillus subtilis* из ризосферы, оптимизация питательных сред и условий культивирования // *Вестник Евразийского Национального Университета*. – 2013. – №6. – С. 284-288.
13. ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 11 с.
14. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 8 с.
15. Белоус Н.М. Эффективность и экологически безопасное применение органических удобрений Нормы, способы и сроки внесения бесподстилочного навоза // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1996. – №3. – С. 10-11.

REFERENCES

1. Kapustin V.P. Obosnovanie sposobov i sredstv pererabotki bespodstilochnogo navoza [Rationale for ways and means of processing manure without litter]. Tambov: Tambovskii Gos. Tehn. Univ., 2002, 80 p.
2. Verigin V.S., Polovcev E.L. Utilizacija i pererabotka navoza i pometa [Utilization and processing of manure and litter]. *Mehanizacija i jelektrifikacija selskogo khozyaistva* [Mechanization and electrification of agricultural households], 1993, no. 9, pp. 14-15.
3. Park J., Bolan N., Mallavarapu M. Enhancing the solubility of insoluble phosphorus compounds by phosphate solubilizing bacteria. 19-th World Congress of Soil Science. Brisbane, 2010, pp. 65-68.
4. RU Patent. V-847: INMI, VKM V-847; VNIISHM, 49. Received as: "Bacillus megaterium subsp. phosphaticum", Menkina, 1950.
5. Yasmin H., Bano A. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from rhizosphere soil of weeds of khewra salt range and attock. *Pakistan Journal of Botany*, 2011, no. 3, pp. 1663-1668.

6. Richardson A., Simpson R. Soil Microorganisms Mediating Phosphorus Availability. *Plant Physiology*, 2011, no. 156, pp. 989-99. doi: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.111.175448>.

7. Boronin A.M. Rizosfernye bakterii roda *Pseudomonas*, sposobstvujushhie rostu i razvitiju rastenij [Rhizosphere bacteria of the genus *Pseudomonas*, promoting the growth and development of plants]. *Biology*, 1998, no. 3, pp. 25-31.

8. Shvartau V.V., Guljaev B.I., Karlova A.B. Osobennosti reakcii rastenij na deficit fosfora [Features of plant response to phosphorus deficiency]. *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij - Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 2009, no. 3, pp. 208-212.

9. Berezina N.V., Kostenko T.A. Mehanizmy dejstvija mikrobiologicheskikh preparatov "Alirin-B" i "Gamair". Biopreparaty na osnove *Bacillus subtilis*, obladajushhie antagonisticheskoj aktivnost'ju v otnoshenii vzbuditelej zabolevanij ovoshhnyh, cvetochno-dekorativnyh i plodovo-jagodnyh kul'tur [Mechanisms of action of microbiological preparations "Alirin-B" and "Gamair". Biopreparations based on *Bacillus subtilis*, which have antagonistic activity against pathogens of vegetable, ornamental and fruit crops]. *Biologicheskie preparaty. Selskoe hozjajstvo. Jekologija - Biological preparations. Agriculture. Ecology*, Moskva: OOO "JeM-Kooperacija", 2008, pp. 248-250.

10. Samira A.B.M., Hawaa S.E., Faiza A.H. Determination of Available Nitrate, Phosphate and Sulfate in Soil Samples. *International Journal of PharmTech Research*, 2009, no. 3, pp. 598-604.

11. Puronen S.V., Zhusupova A.M., Ten O.A. Vydelenie aktivnyh kul'tur fosfatmobilizirujushhix mikroorganizmov iz rizosfery [Isolation of active cultures of phosphate-mobilizing microorganisms from rhizosphere]. *Biotechnology. Theory and practice*, 2012, no. 3, pp. 77-82.

12. Puronen S.V., Esenbaeva A.E., Ten O.A. Vydelenie fungicidnogo mikroorganizma *Bacillus subtilis* iz rizosfery, optimizacija pitatel'nyh sred i uslovij kul'tivirovanija [Isolation of fungicide microorganism *Bacillus subtilis* from rhizosphere; optimization of culture media and cultivation conditions]. *Bulletin of the Eurasian National University*, 2013, no. 6, pp. 284-288.

13. GOST 26107-84. Pochvy. Metody opredelenija obshhego azota [State Standard 26107-84. Soils. Methods for determination of total nitrogen]. Moscow, Standartov Publ., 1984, 11 p.

14. GOST 26213-91. Pochvy. Metody opredelenija organicheskogo veshhestva [State Standard 26213-91. Soils. Methods for determination of organic matter]. Moscow, Standartov Publ., 1991, 8 p.

15. Belous N.M. Jeffektivnost i jekologicheski bezopasnoe primenenie organicheskix udobrenij Normy, sposoby i sroki vnesenija bespodstilochnogo navoza [Efficient and environmentally sound use of organic fertilizer standards, methods and terms of manure]. *Chemicals in Agriculture*, 1996, no. 3, pp. 10-11.

ТҮЙІН

Органикалық тыңайтқыштар (компосттар, төсемді және төсемсіз құс саңғырығы, шөкпе және басқалары) топырақта қарашіріктің көбеюіне мүмкіндік туғызады және топырақ құнарлылығын қалпына келтіру мен арттырудың аса маңызды құралы болып табылады. Бағалы тез әсер еткіш толық тыңайтқыш төсемді құс саңғырығы болып саналады. Құс саңғырығының құрамына кіретін заттектер ауыл шаруашылық дақылдарының шығымдылығына әсері бойынша минералды тыңайтқыштардың ұқсас заттектерімен салыстырымды. Кешенді тыңайтқыштардың және монодақылдар негізіндегі тыңайтқыштардың құрамында топыраққа енгізілетін микроағзалар топырақтың биологиялық белсенділігін арттыруға; топырақты фитопатогендерден сауықтыруға; микроб-өсімдік өзара

әрекеттесуін белсендіруге; экологиялық таза ауыл шаруашылық өнімінің жоғары түсімін алуға; антропогендік әсер етудің салдарынан бұзылған топырақ микробиоценозын қалпына келтіруге мүмкіндік туғызады. Орындалған жұмыстар нәтижесінде төсемдік саңғырықты ферменттеудің оңтайлы жағдайлары жасалды, төсемдік саңғырықты ферменттеудің түрлі кезеңдерінде микроағзаларды жерсіндіру тиімділігіне бағалау жүргізілді. Биологиялық белсенді микроағзалардың жетілген компостқа енгізген кезде сақталатыны көрсетілген. Ферменттелген құс саңғырығында иммобилизацияланған *Bacillus subtilis* S-2 фунгицидті микроағзасының және *Bacillus megaterium* F-1 фосфатжұмылдырушы бактерияларының белсенділігі жоғары штамдары негізінде орындалған тәжірибелік топтама кешенді минералдық-органикалық биотыңайтқыш ретінде қолданылу келешегіне ие.

Кілтті сөздер: фунгицидті белсенділік, фосфатжұмылдырғыш белсенділік, құс саңғырығын аэробты ферменттеу, құс саңғырығын анаэробты ферменттеу, иммобилизация, жерсіндіру, элиминация.