

Т.С. Зинковская, кандидат сельскохозяйственных наук
 Г.Ю. Рабинович, доктор биологических наук, профессор
 Н.В. Фомичева, кандидат биологических наук
 О.Н. Анциферова, кандидат сельскохозяйственных наук
 ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»
 РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2
 E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

УДК 631.86: 31.87

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/40-43

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОСРЕДСТВ ПОД КАРТОФЕЛЬ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОТДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ОСУШАЕМОЙ ПОЧВЫ

Выявлено воздействие органического удобрения нового поколения (компост многоцелевого назначения (КМН), доза 15 т/га) и биопрепаратов Азотовит и ФлорГумат на продуктивность картофеля, а также показатели плодородия при различном водном режиме осушаемой глееватой легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы. Применение препарата Азотовит на фоне действия КМН способствовало получению максимального урожая среди изучаемых вариантов. В среднем за 2016–2018 годы прибавка урожайности при обработке клубней картофеля Азотовитом с использованием КМН составила около 9% по отношению к КМН. Применение ФлорГумата было менее эффективно. Под воздействием исследуемых препаратов развитие картофеля активировалось. Микробиологический анализ почвы выявил увеличение численности азоттрансформирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов в варианте с применением КМН по сравнению с контролем (без удобрений), а также биопрепаратов по сравнению с КМН. Наибольшая численность агрономически полезной микрофлоры наблюдалась при обработке клубней картофеля перед посадкой препаратом Азотовит и в меньшей степени ФлорГуматом. На протяжении трех лет эксперимента урожайность картофеля и численность агрономически полезной микрофлоры находились в линейной зависимости. В среднем коэффициент корреляции между указанными переменными составил $r = 0,89$ (сильная взаимосвязь). Аппликационный метод разложения льняного полотна выявил, что внесение микробиологического препарата Азотовит на фоне компоста многоцелевого назначения повышает активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и составляет 83,0 % за 28-суточную экспозицию со времени посадки картофеля. В варианте с КМН этот показатель был на уровне 65,6 %, на контроле – 41,6 %.

Ключевые слова: Азотовит, ФлорГумат, компост многоцелевого назначения, биосредства, картофель, урожайность, микрофлора.

T.S. Zinkovskaya, PhD in Agricultural sciences
 G.Yu. Rabinovich, Grand PhD in Biological sciences, Professor
 N.V. Fomicheva, PhD in Biological sciences
 O.N. Antsiferova, PhD in Agricultural sciences
 FRC V.V. "Dokuchaev Soil Science Institute"
 RF, 119017, g. Moskva, Pyzhevskij per., 7, str. 2
 E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

USEFULNESS OF BIOPREPARATIONS APPLICATION FOR POTATOES AND THEIR EFFECT ON CERTAIN INDICATORS OF SOD-PODZOLIC DRAINED SOIL

In a model experiment the effect of a new generation organic fertilizers (multipurpose compost (KMN)) applied at a dose of 15 t/ha and biological products Azotovit and FlorHumate on potato productivity and fertility indicators under different water regimes of drained gleyey light loamy sod-podzolic soil was revealed. The biological product Azotovit application against the background of prolongation of the action of KMN contributed to obtaining the maximum yield among the studied options. On average over three years (2016–2018) the increase in yield on treatment of potato tubers with Azotovit and using KMN was about 9% in relation to KMN. Application FlorHumate under the experimental conditions were less efficiently. The Florgummat application was less efficient. Under the influence of the studied drugs, the potatoes development was activated. Microbiological analysis of the soil revealed an increase in the number of nitrogen-transforming and phosphate-mobilizing microorganisms in the variant with the use of KMN compared to the control variant without fertilizers, as well as in the variants with the biological products application as compared with the variant of KMN. The largest number of agronomically beneficial microflora was observed in cases of potato tubers treatment before planting with Azotovit, and to a lesser degree by FlorHumate. For three years of the experiment, the potato yield and the number of agronomically beneficial microflora were in a linear relationship. On average, over three years, the correlation coefficient between these variables was $r = 0.89$, which characterizes this relationship as strong. The application method of linseed decomposition revealed that the introduction of the microbiological preparation Azotovit against the background of multipurpose compost increases the activity of cellulose-decomposing microorganisms and is 83.0 % for a 28-day exposure from the time of potato planting. In KMN variant this indicator was at the level of 65.6 %, in the control – 41.6 %.

Key words: Azotovit, FlorHumate, multipurpose compost, biological means, potatoes, productivity, microflora.

В современных условиях значение новых органических удобрений и препаратов возрастает, а их использование в сельском хозяйстве призвано обеспечивать повышение урожайности сельскохозяйственных

культур и получение экологически чистой продукции. Нами на примере компоста многоцелевого назначения (КМН) и биопрепаратов показана стратегия применения высокотехнологичных удобрений нового

поколения, их роль в повышении плодородия почвы и урожайности возделываемых культур.

При усиливающейся деградации почвенного покрова пахотных земель такие удобрения в комплексе с другими средствами систем земледелия, активно воздействуя на агрохимические, микробиологические и водно-физические свойства почвы, восстанавливают и оптимизируют основу ее плодородия – органическое вещество. [2, 3, 8]

Биопрепараты, содержащие микрофлору, в полной мере показывают свою эффективность только при высоком уровне земледелия и создании оптимальных условий для их жизнедеятельности. [5, 7, 10] Они позволяют направленно регулировать состав и численность микробного комплекса на корнях в соответствии с потребностями и возможностями растений. [4, 12, 14]

Цель работы – изучить влияние совместного применения органического удобрения нового поколения (КМН) и биопрепаратов (Азотовит, ФлорГумат) на продуктивность картофеля и показатели плодородия осушаемой дерново-подзолистой почвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования по изучению совместного действия КМН и биопрепаратов на урожай картофеля проводили в 2016–2018 годах на опытном полигоне Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель – филиала ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ) в Тверской области. Почва опыта дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая с повышенным содержанием фосфора, средним содержанием калия, слабокислой реакцией среды. Изучаемая культура – картофель сорта *Ред Скарлет*. опыты проводили на осушаемой почве, а при снижении влажности в слое 0...40 см до 70 % ППВ применяли двустороннее регулирование водного режима.

Органическое удобрение нового поколения (КМН), полученное методом аэробной твердофазной ферментации во ВНИИМЗ, вносили в почву в 2016 году в дозе 15 т/га. КМН – комплексное, сбалансированное по питательным веществам удобрение, повышающее плодородие почвы, обладает пролонгированным действием. [6] Влияние биопрепаратов на картофель изучали в течение трех лет: в год внесения КМН и далее в период пролонгации его действия. Клубни картофеля перед посадкой обрабатывали препаратами Азотовит (*Azotobacter chroococcum*) и ФлорГумат, внесенными в современный список пестицидов и агрохимикатов. [1] Находящиеся в Азотовите свободноживущие азотфиксирующие бактерии усваивают молекулярный азот из атмосферы и переводят его в доступную для растений форму, улучшая агрохимические свойства почвы и повышая эффективность использования удобрений. Препарат обладает стимулирующим действием – образует биологически активные вещества и проявляет антагонистическую активность по отношению к возбудителям бактериальных болезней сельскохозяйственных культур. ФлорГумат – жидкий комплексный гуминовый препарат повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, грибковым

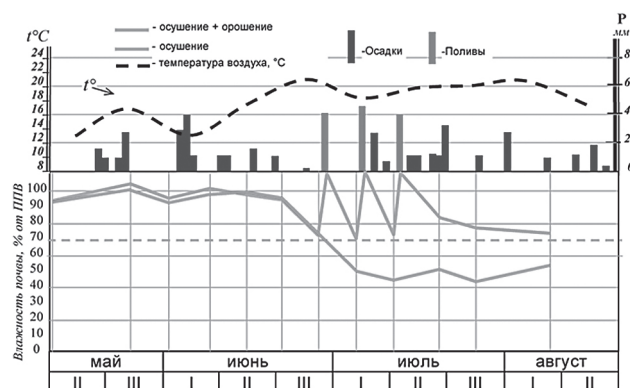


Рис. 1. Динамика влажности почвы в слое 0...40 см под картофелем.

заболеваниям, улучшает физико-химические свойства почвы.

Дозы биопрепаратов рассчитывали в соответствии с рекомендациями производителей по их применению. Почвенные образцы для определения микробиологической активности асептически отбирали тростевым буром в основные фазы развития картофеля.

Льняные полотна закладывали на глубину пахотного горизонта, экспозиция составила 28 сут. с момента посадки картофеля. Отдельные группы микроорганизмов определяли традиционными методами с применением элективных питательных сред. [11]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За три года испытаний компоста многоцелевого назначения с биопрепаратами орошение проводили только в 2016 году: три полива с нормой от 340 до 500 м³/га. Во влажном 2017 году из-за чрезмерного выпадения осадков за вегетацию не было вариантов с орошением, так как предельная полевая влагоемкость не опускалась ниже оптимума. Климатические условия 2018 года были благоприятными для роста и развития картофеля, поэтому орошение не требовалось.

На рисунке 1 показана динамика влажности в слое 0...40 см почвы, из которой видно, что влажность под картофелем в 2016 году с конца июня и до уборки опускалась ниже 70 % ППВ, поэтому требовалось орошение. На всех орошаемых вариантах продуктивность картофеля была гораздо выше, чем без орошения.

Дополнительная обработка клубней перед посадкой оказала положительное влияние на почвенную микрофлору и, как следствие, на урожайность.

Представленные данные продуктивности картофеля (см. таблицу) показывают, что максимальный математически доказанный урожай сформировался при обработке клубней препаратом Азотовит на фоне пролонгирующего действия КМН.

Прибавка урожая в этом варианте в среднем за три года составила около 9 % по отношению к варианту с КМН. От применения ФлорГумата прибавка урожая была минимальной и отмечена в среднем за три года как тенденция. В оптимальном по увлажнению 2018 году получена математически доказанная прибавка (около 5 %) и на этом варианте относительно

Влияние на урожай обработки клубней картофеля жидкофазными биосредствами на фоне КМН (г/куст)

Вариант	Урожай (2018 год)	Прибавка		Средний урожай (2016–2018)	Прибавка	
		г/куст	%		г/куст	%
КМН (15 т/га)	723,3	–	–	686,9	–	–
КМН + клубни с Азотовитом	823,7	100,4	13,9	747,7	60,8	8,9
КМН + клубни с ФлорГуматом	758,7	35,4	4,9	695,3	8,4	1,2
НСР ₀₅	35,1			29,5		

КМН. Вариант с Азотовитом характеризовался увеличением урожайности на 13,9 % фонового.

За время проведения полевого модельного эксперимента урожайность картофеля и численность агрономически полезной микрофлоры находились в линейной зависимости: коэффициент корреляции в 2016 году – $r = 0,79$, 2017 – $0,96$, 2018 – $0,93$. Статистическая обработка результатов позволила данную зависимость в среднем за три года описать линейным уравнением регрессии с коэффициентом корреляции $r = 0,89$.

Активизация почвенной микрофлоры – один из факторов увеличения продуктивности картофеля, обработка клубней перед посадкой биопрепаратами представляет собой перспективный прием повышения урожайности.

На рисунке 2 показаны урожайность картофеля и среднесуммарная численность фосфатмобилизующей и азоттрансформирующей микрофлоры почвы изучаемых вариантов опыта, из которого видно, что указанные показатели находятся в прямой зависимости.

Интенсивность разложения целлюлозы контролировали аппликационным методом. Известно, что метод льянных полотен определяет не только активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, но и степень мобилизации азота в почве, служит показателем интенсивности процессов превращения углерода и обеспеченности почвы азотом и другими необходимыми элементами питания.

В сухой год (2016) результаты анализа показали сильную степень разрушения клетчатки на всех вариантах опыта. Наиболее активная она была при орошении (три полива за вегетацию), когда влажность почвы опускалась ниже оптимума.

Внесение микробиологического препарата Азотовит на фоне КМН повышает активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и составляет 83 %. Что касается ФлорГумата, то степень разложения льнополотна с его применением на фоне КМН и вариант с КМН были практически на одном уровне (68,1 и 65,5 % соответственно) за 28-суточную экспозицию со времени посадки картофеля.

Самая низкая степень разложения льняного полотна в среднем за три года была на контрольном варианте (без удобрений) – 41,6 %.

Наибольший прирост численности аммонификаторов, связанный с трансформацией органического вещества, наблюдали на фоне компоста многоцелевого назначения. Обработка клубней препаратом Азотовит обеспечила самое большое содержание этих микроорганизмов. Количество ам-

монификаторов в среднем за вегетацию составило от 4,3 на контроле до 5,8 млн/г в варианте с КМН, КМН+ФлорГумат – до 5,9 млн/г и КМН+ Азотовит – до 6,3 млн/г.

О высокой активности почвенной биоты говорит наличие достаточного количества амилолитических микроорганизмов, которые участвуют в разложении безазотистых соединений почвы. Самую большую их часть наблюдали в варианте КМН+клубни, обработанные Азотовитом – от 22,0 в первый отбор (май) до 29,4 млн/г во время уборки (август). В почве абсолютного контроля (без удобрений) их количество было соответственно 11,7 и 17,8 млн/г. В среднем за вегетацию прирост этой группы микрофлоры составлял: в контроле – 13,9 млн/г; с КМН – 17,6 и КМН + клубни, обработанные Азотовитом – 21,5 млн/г.

Обработка клубней Азотовитом на фоне КМН показала лучший результат как по урожайности, так и по численности разных групп микроорганизмов, в том числе азотобактеру. Аэробных азотфиксаторов в среднем за май-август выявили 88 %, а на контроле в два раза меньше – 41,2 %.

В период клубнеобразования (июнь-июль) обычно фиксируется активное потребление растениями элементов питания. Поэтому в почве всех вариантов опыта снижался минеральный азот, это связано с формированием урожая картофеля и факторами, влияющими на трансформацию органического вещества. В августе при уборке, в условиях теплой и влажной погоды наблюдалось увеличение минерального азота из-за нитратной формы. Что касается легкогидролизуемого азота, ближайшего резерва минеральных форм, необходимых для роста и развития растений, то его количество по всем вариантам опыта находилось в пределах среднего содержания. Только вариант с азотобактером (КМН+клубни, обработанные Азотовитом) имел повышенное количество – 6,2 и 6,4 мг/100 г от полных всходов до уборки урожая соответственно.

Использование биопрепаратов на фоне КМН в большинстве случаев оказывало дополнительное влияние на рост и развитие растений. Микроорганизмы, входящие в основу препарата Азотовит, помимо усвоения атмосферного азота, в процессе

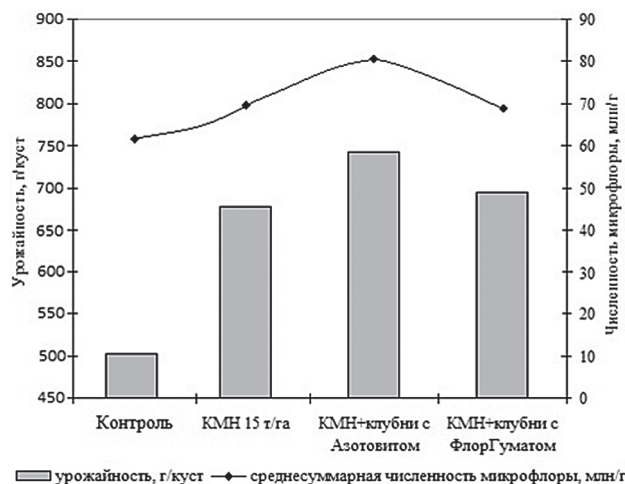


Рис. 2. Взаимосвязь урожайности картофеля с численностью почвенной микрофлоры.

жизнедеятельности выделяют ряд метаболитов, в состав которых входят физиологически активные вещества, стимулирующие рост растений. Это одна из причин их лучшего развития. Поглощаемые вещества, вступая в связь с веществами плазмы, включаются в обмен. [9, 13]

В ходе эксперимента обнаружена тесная взаимосвязь между урожайностью картофеля и численностью агрономически полезной микрофлоры почвы – коэффициент корреляции $r = 0,89$.

Выводы. Компост многоцелевого назначения и биопрепараты способствовали повышению плодородия дерново-подзолистой осушаемой почвы, что подтверждалось увеличением численности почвенной микрофлоры и оптимизацией минерального питания картофеля.

Обработка клубней препаратом Азотовит на фоне КМН имела лучший результат как по урожайности, так и по численности разных групп микроорганизмов, в том числе азотобактеру. В почве этого варианта аэробных азотфиксаторов в среднем за май-август выявили до 88 %, на контроле – 41,2 %. Также усиливался пролонгирующий эффект компоста многоцелевого назначения дополнительной азотфиксацией и благодаря присущим ростстимулирующим и фунгистатическим свойствам препарата. Меньшую эффективность демонстрировал Флор-Гумат. В среднем за три года на пролонгирующем фоне КМН повышение продуктивности изучаемой культуры отмечено как тенденция.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Часть 2 «Агрохимикаты». – М.: Минсельхоз РФ, 2019. – 871 с.
2. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
3. Зинковский, В.Н. Теория и технологии комплексного управления плодородием осушаемых почв с использованием эффективных приемов и средств биологической мелиорации / В.Н. Зинковский, Т.С. Зинковская. – Тверь: ТГУ, 2018. – 267 с.
4. Емцев, В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.
5. Еремин, Д.И. Бактериальные удобрения как неотъемлемый компонент биологического земледелия / Д.И. Еремин, О.Н. Попова // Молодой ученый. – 2016. – № 6 (110). – С. 144–146.
6. Ковалёв, Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья) / Н.Г. Ковалёв, И.Н. Барановский. – Тверь: ЧуДо, 2006. – 304 с.
7. Круглов, Ю.В. Микробное сообщество почвы: физиологическое разнообразие и методы исследования / Ю.В. Круглов // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – № 1. – С. 46–59.
8. Минеев, В.Г. Агрохимия (ч. 6-органические удобрения) / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др. – М.: ВНИИА, 2017. – С. 419–495.
9. Попов, А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / Под ред. Е.И. Ермакова. – СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2004. – 248 с.
10. Рабинович, Г.Ю. Научные основы, опыт продвижения и перспективы биотехнологических разработок / Г.Ю. Рабинович. – Тверь: ТГУ, 2016. – 195 с.
11. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Пер. с венг. И.Ф. Куренного. Под ред. Г.С. Муромцева. – М.: Колос, 1983. – 296 с.
12. Титова, В.И. Методы оценки функционирования микробноценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества (научно-методическое пособие) / В.И. Титова, А.В. Козлов. – Нижний Новгород: НГСХА, 2012. – 64 с.
13. Титов, И.Н. Отечественные биопрепараты: регуляторы роста и развития растений и гуминовые препараты для современного земледелия. [Электронный ресурс]: науч. обзор – М., [2014] – Режим доступа: <http://do.gendocs.ru/docs/index-347606.html>.
14. Тихонович, И.А. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений / И.А. Тихонович, А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская, А.П. Кожемяков // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 9–13.

LIST OF SOURCES

1. Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimiķatov, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii. – Chast' 2 «Agrohimiķaty». – M.: Minsel'hoz RF, 2019. – 871 s.
2. Zavalin, A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj / A.A. Zavalin. – M.: VNIIA, 2005. – 302 s.
3. Zinkovskij, V.N. Teoriya i tekhnologii kompleksnogo upravleniya plodorodiem osushaemyh pochv s ispol'zovaniem effektivnyh priemov i sredstv biologicheskoy melioracii / V.N. Zinkovskij, T.S. Zinkovskaya. – Tver': TGU, 2018. – 267 s.
4. Emcev, V.T. Mikrobiologiya / V.T. Emcev, E.N. Mishustin. – M.: Drofa, 2005. – 445 s.
5. Eremin, D.I. Bakterial'nye udobreniya kak neot'emlemyj komponent biologicheskogo zemledeliya / D.I. Eremin, O.N. Popova // Molodoj uchenyj. – 2016. – № 6 (110). – S. 144–146.
6. Kovalyov, N.G. Organicheskie udobreniya v XXI veke (Biokonversiya organicheskogo syr'ya) / N.G. Kovalyov, I.N. Baranovskij. – Tver': CHuDo, 2006. – 304 s.
7. Kruglov, Yu.V. Mikrobnoe soobshchestvo pochvy: fiziologicheskoe raznoobrazie i metody issledovaniya / Yu.V. Kruglov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2016. – № 1. – S. 46–59.
8. Mineev, V.G. Agrohimiya (ch. 6-organicheskie udobreniya) / V.G. Mineev, V.G. Sychev, G.P. Gamzikov i dr. – M.: VNIIA, 2017. – S. 419–495.
9. Popov, A. I. Guminovye veshchestva: svoystva, stroenie, obrazovanie / Pod red. E.I. Ermakova. – SPb.: Izd-vo S-Peterb. un-ta, 2004. – 248 s.
10. Rabinovich, G.Yu. Nauchnye osnovy, opyt prodvizheniya i perspektivy biotekhnologicheskikh razrabotok / G.Yu. Rabinovich. – Tver': TGU, 2016. – 195 s.
11. Segi, J. Metody pochvennoj mikrobiologii / Per. s veng. I.F. Kurenno. Pod red. G.S. Muromceva. – M.: Kolos, 1983. – 296 s.
12. Titova, V.I. Metody ocenki funkcionirovaniya mikrobocenoza pochvy, uchastvuyushchego v transformacii organicheskogo veshchestva (nauchno-metodicheskoe posobie) / V.I. Titova, A.V. Kozlov. – Nizhnij Novgorod: NGSKHA, 2012. – 64 s.
13. Titov, I.N. Otechestvennye biopreparaty: regulatory rosta i razvitiya rastenij i guminovye preparaty dlya sovremenno-go zemledeliya. [Elektronnyj resurs]: nauch. obzor – M., [2014] – Rezhim dostupa: <http://do.gendocs.ru/docs/index-347606.html>.
14. Tihonovich, I.A. Ispol'zovanie biopreparatov – dopolnitel'nyj istochnik elementov pitaniya rastenij / I.A. Tihonovich, A.A. Zavalin, G.G. Blagoveshchenskaya, A.P. Kozhemyakov // Plodorodie. – 2011. – № 3. – S. 9–13.