

Д. С. Булгакова. М., Россельхозакадемия. Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. 1995. 76 с.

#### REFERENCES

- Balakshina V. I., Kononov M. V. Rel'ef i urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Topography and crop yields] // *Agriculture*, 1998, no. 2. pp. 14–16.
- Ivanov D. A. *Landshaftno-adaptivnye sistemy zemledelija (agrojeko-logicheskie aspekty)* [Landscape-adaptive farming systems (agro ecological aspects)]. Tver, 2001. 304 p.
- Ivanov D. A., Korneeva E. M., Salihov R. A., Petrova L. I., Pugacheva L. V., Rubljuk M. V. Sozdanie landshaftnogo poligona novogo pokolenija [In the creation of a landscape polygon new generation] // *Agriculture*, 1999, no. 6. pp. 15-16.
- Ivanov D. A., Tjuln V. A., Gric N. V., Gromceva I. V. *Formirovanie produktivnosti kormovyh rastenij v zavisimosti ot agroecoticheskikh faktorov* [The formation of productivity of forage plants, depending on the agroecoenosis of factors]. Tver, TGSN, 2013. 163 p.
- Ivanov D. A., Tjuln V. A., Gric N. V., Gromceva I. V. Produktivnost' i botanicheskiy sostav raznovozrastnyh travostoev v uslovijah agro-landshafta [Productivity and botanical composition of uneven-age grass stands in the conditions of agro-landscape]. *The reports of the Russian Academy of agricultural Sciences*, 2010, no. 3. pp. 26–29.
- Korotchenko V. M. Tehnicheskaja jeffektivnost' ispol'zovanija sel'sko-hozjajstvennyh resursov Rossii [Technical efficiency in the use of agricultural resources of Russia] // *Agricultural machines and technologies*, 2016, no. 6. pp. 33–39. DOI: 10.22314.2073-7599-2016.6.
- Petrova L. I., Korneeva E. M., Salihov R. A. *Izuchenie differencirovannogo primenenija agrotehnicheskikh meroprijatij v uslovijah osushennyh agrolandshaftov Nechernozemnoj zony Rossii* [The study of the differential application of agrotechnical measures under conditions of drained agricultural landscapes Non-chernozem zone of Russia] // *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Zemledelie na rubezhe XXI veka»* [«Agriculture at the turn of the twenty-first century». A collection of papers of international scientific conference]. Moscow, Moscow agricultural Academy, 2003. pp. 202–207.
- Plohinskij N. A. *Biometrija* [Biometrics]. Moscow, 1970. 268 p.
- Primenenie agromeliorativnyh meroprijatij na osushennyh mine-ral'nyh zemljah Nechernozemnoj zony RSFSR (Tehnologicheskij reglament)* [Application of soil-conservation measures on reclaimed mine-mineral lands of Non-chernozem zone of the RSFSR (technological regulations)]. The Ministry of agriculture of the RSFSR, VNIIMS, Sevniigim. Moscow, 1990. 58 p.
- Sorokina N. P. *Agroekologicheskaja gruppirovka i kartografirovanie pahotnyh zemel' dlja obosnovanija adaptivno-landshaftnogo zemledelija* [Agroecological grouping and mapping of arable land to justify the adaptive-landscape agriculture] / Edited by L. L. Shishov, D. S. Bulgakov. Moscow, Publishing house of Russian Academy of Agricultural Sciences, Soil Institute named after V. V. Dokuchaev, 1995. 76 p.

УДК 631:87+427.22

DOI: 10.25695/AGRPH.2018.03.04

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Г. Ю. Рабинович, Н. В. Фомичева

ФГБНУ ВНИИМЗ,

п. Эммаусс, 27, Тверская область, 170530

E-mail: vniimz@list.ru

Поступила в редакцию 16 апреля 2018 г., принята к печати 28 августа 2018 г.

Представлены результаты применения нового вида органических удобрений – БО (биогенной основы), являющейся побочным продуктом процесса получения жидкофазных биосредств для растениеводства и земледелия на основе навоза КРС и низинного или переходного торфа. БО характеризуется высокой численностью аммонифицирующих ( $n \times 10^8 \dots n \times 10^9$  КОЕ г<sup>-1</sup>) и амилитических ( $n \times 10^8$  КОЕ г<sup>-1</sup>) микроорганизмов, а также микроорганизмов, мобилизующих органофосфаты ( $n \times 10^8 \dots n \times 10^9$  КОЕ г<sup>-1</sup>), содержанием всех основных элементов питания растений (содержание общего азота – не менее 1,2%, общего углерода – не менее 30%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – не менее 1,4%, K<sub>2</sub>O – не менее 1,3%) и физиологически активных веществ (аминокислот, витаминов, сахаров и др.). В мелкоделяночном опыте по выращиванию картофеля БО вносилась локально из расчета 2, 4, 6 и 8 т га<sup>-1</sup>. Трижды за сезон вегетации картофеля из пахотного горизонта отбирались почвенные образцы, после чего в них проводился учет аммонифицирующих и амилитических микроорганизмов, а также микроорганизмов, мобилизующих органофосфаты. Обнаружена линейная зависимость между численностью почвенной микрофлоры и величиной урожая. Установлено, что БО целесообразно вносить в дозе 2–4 т га<sup>-1</sup>: в данном случае численность почвенной микрофлоры в ключевые фазы развития растений картофеля являлась максимальной и обеспечивалась наибольшая прибавка урожая (28,0–29,4% по сравнению с контрольным вариантом без удобрений). Интенсивность процессов минерализации в почве под картофелем и изменение уровня плодородия оценивались по коэффициентам минерализации и трансформации

органического вещества. Выявлено, что локальное внесение БО при посадке картофеля привело к снижению интенсивности минерализационных процессов в почве на 20–34%, а значение коэффициента трансформации органического вещества при этом ~ в два раза превысило аналогичный показатель в контрольном варианте без удобрений. Данные обстоятельства являются благоприятными для накопления органического вещества в почве и способствуют сохранению ее плодородия.

**Ключевые слова:** органическое удобрение, БО (биогенная основа), численность микроорганизмов, почва, коэффициент минерализации.

## STUDY OF NEW ORGANIC FERTILIZER INFLUENCE ON SOIL MICROFLORA AND POTATO PRODUCTIVITY

G. Yu. Rabinovich, N. V. Fomicheva

*All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands,  
27 Emmaus Village, Kalininskiy District, Tver Region, 170530  
E-mail: vniimz@list.ru*

The paper presents the results of an experiment with a new type of organic fertilizer – BB (biogenic basis). BB is a by-product of the liquid bio-agents production from farmyard manure and lowland or transitive peat for plant fertilization. BB is characterized by a high number of ammonifying ( $n \times 10^8 \dots n \times 10^9$  CFU  $g^{-1}$ ) and amylolytic ( $n \times 10^8$  CFU  $g^{-1}$ ) microorganisms, as well as microorganisms mobilizing organophosphates ( $n \times 10^8 \dots n \times 10^9$  CFU/g). It contains all basic plant nutrients (total nitrogen – not less than 1.2%, total carbon – not less than 30%,  $P_2O_5$  – not less than 1.4%,  $K_2O$  – not less than 1.3%) and physiologically active substances (amino acids, vitamins, sugars, etc.). In a small-scale experiment with potato BB has been introduced locally at the rate of 2, 4, 6 and 8 t  $ha^{-1}$ . Soil samples have been taken from the arable horizon three times during the potato growing season. After that an accounting of ammonifying and amylolytic microorganisms, as well as microorganisms mobilizing organophosphates were carried out in the soil samples. A linear relationship between the abundance of soil microflora and the potato yield has been revealed. It was found that it is expedient to introduce BB in a rate of 2 or 4 t  $ha^{-1}$ . In this case the number of soil microflora in the key phases of the potato plants development was at its maximum and the greatest increase in potato yield was achieved (28,0–29,4% compared to the control treatment without fertilizers). The intensity of mineralization processes in the soil under potato and the change in the level of soil fertility were estimated by the coefficients of mineralization and transformation of organic matter. It was revealed that at the local application of BB during potato planting, the intensity of mineralization processes in the soil decreased by 20–34%, and the value of the coefficient of organic matter transformation was about 2 times higher than under control treatment without fertilizers. These circumstances are favorable for the accumulation of organic matter in the soil and contribute to the preservation of the soil fertility.

**Key words:** organic fertilizer, BB (biogenic basis), number of microorganisms, soil, coefficient of mineralization.

### ВВЕДЕНИЕ

Для Российской Федерации картофель является одной из стратегически значимых культур. Агротехнология ее возделывания, как правило, предполагает внесение различных органических удобрений, которым принадлежит ведущее место в круговороте и балансе элементов минерального питания и органического вещества в земледелии (Еськов, Рябков, 2002). Органические удобрения являются непосредственным источником питания для растений, энергетическим материалом и пищей для почвенных микроорганизмов, обогащают почву собственными полезными микроорганизмами, которые переводят недоступные для растений соединения в усвояемую форму, содействуют накоплению гумуса в почве и улучшают ее физические свойства (Рабинович, 2009; Архипченко, Орлова, 2011; Иванов и др., 2013; Медин и др., 2016; Кураченко, Ульянова, 2017).

Основное количество элементов питания раннеспелый картофель поглощает в течение первого месяца. При этом поглощенные элементы участвуют в

синтезе и накоплении новых соединений и усиливают процессы роста корней и надземной части растений, т. е. способствуют формированию урожая. Для усиления интенсивности данных процессов органические удобрения следует вносить в начальный период роста растений, например, разбросным способом до посадки картофеля и (или) локально во время посадки в зависимости от типа почвы, вида удобрения и его дозы (Власенко, 1987).

Получение значительной части органических удобрений происходит в результате управляемого процесса твердофазной ферментации отходов животноводства и (или) птицеводства с включением углеродсодержащего влагопоглощающего сырья. На качество получаемого продукта оказывают влияние состав исходного сырья, его соотношение, регулируемые и контролируемые условия проведения процесса ферментации и другие параметры.

Несмотря на то, что в настоящее время известно множество видов органических удобрений, полученных, в частности, путем ферментации органического сырья (Фисинин и др., 1999; Еськов,

Рябков, 2002; Ерина, Винаров, 2006; Злочевский и др., 2006; Правдин и др., 2009 и др.), актуальность разработки и внедрения новых технологий связана с необходимостью поиска более эффективного и (или) более дешевого удобрения или удобрения, технология получения которого позволяет добиться безотходного производства.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния нового органического удобрения на почвенную микрофлору и продуктивность раннеспелого картофеля сорта «Жуковский». Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи: обосновать целесообразность применения нового органического удобрения, провести мелкоделяночный опыт по выращиванию картофеля с локальным внесением нового органического удобрения в различных дозах и изучить их влияние на почвенную микрофлору и продуктивность картофеля.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» разработана технология получения жидкофазных биосредств для растениеводства и земледелия (Рабинович и др., 2007). В ее основе лежат ферментационно-экстракционные процессы преобразования органического сырья (навоза КРС, низинного или переходного торфа), в который включаются стимуляторы различной природы. Главное отличие технологической линии заключается в установлении заданных физико-химических параметров, позволяющих эффективно задействовать исходный потенциал микрофлоры, за счет жизнедеятельности которой получается качественная продукция.

В процессе получения жидкофазных биосредств после разделения экстрагируемой массы образуется осадок, представляющий собой влажную ( $W = 60\text{--}70\%$ ) уплотненную однородную массу. Анализ состава полученного осадка позволил выявить содержание следующих основных элементов питания растений: общего азота – не менее 1,2%, общего углерода – не менее 30%, фосфора ( $P_2O_5$ ) – не менее 1,4%, калия ( $K_2O$ ) – не менее 1,3%, а также агрономически полезной микрофлоры – аммонифицирующих микроорганизмов, микроорганизмов, мобилизующих ортофосфаты ( $n \times 10^8 \dots n \times 10^9$  КОЕ  $г^{-1}$ ), амилитических микроорганизмов ( $n \times 10^8$  КОЕ  $г^{-1}$ ) и др. В составе осадка также обнаружены физиологически активные вещества – аминокислоты, витамины, сахара и др.

Анализ полученных показателей позволил сделать вывод об определенной ценности осадка, названного биогенной основой (БО), и рассмотреть перспективы его дальнейшего использования. Поскольку в составе биогенной основы присутствуют все основные элементы, способные при определенных условиях оказывать положительное влияние на многие почвенные процессы и процессы роста и развития растений, а общие формы углерода и азота в ней находятся в оптимальном соотношении, то БО было решено рекомендовать к использованию в качестве органического удобрения.

Для изучения эффективности БО как нового органического удобрения в 2011–2012 гг. был проведен мелкоделяночный опыт по выращиванию картофеля сорта «Жуковский» на легкосуглинистой дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,05%;  $pH_{KCl}$  – 4,73;  $P_2O_5$  – 205–215 мг  $кг^{-1}$  (по Кирсанову);  $K_2O$  – 181–190 мг  $кг^{-1}$  (по Кирсанову). Биогенная основа вносилась локально при посадке картофеля в количестве 2, 4, 6, 8 т  $га^{-1}$ . Опыт проводился в трехкратной повторности на учетных делянках площадью 10  $м^2$ , расположенных в рендомизированной последовательности с выделением защитных полос. Одним контрольным вариантом служили учетные площадки без внесения удобрений, другим – учетные площадки с локальным внесением компоста многоцелевого назначения (КМН) в количестве 4 т  $га^{-1}$  – средняя норма расхода согласно рекомендациям по его применению (ТУ 9841-003-00668732-2011. Компост многоцелевого назначения (КМН)). Технология производства КМН является известной разработкой ВНИИМЗ, удостоенной Государственной премии за 2001 г.

Для оценки влияния органического удобрения БО на почвенную микрофлору трижды за сезон вегетации картофеля из пахотного горизонта (0–20 см) асептически отбирались почвенные образцы – в начале июня, в начале июля и в середине-конце августа, что соответствовало фазам всходов, цветения и отмирания ботвы. В качестве тестируемых групп учитывались микроорганизмы, использующие органический азот (на мясопептонном агаре – МПА), микроорганизмы, использующие минеральные формы азота (на крахмало-аммиачном агаре – КАА), и микроорганизмы, мобилизующие фосфорорганические соединения (на питательной среде Менкиной). Общая численность микроорганизмов представляла собой условную величину, которая рассчитывалась как сумма микроорганизмов всех определяемых групп.

Интенсивность минерализационных процессов в почве под картофелем оценивалась по значению условного коэффициента минерализации, определяемого через отношение численности микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота, к численности микроорганизмов, потребляющих органические формы азота (КАА/МПА). Коэффициент трансформации органического вещества Пм определялся по формуле:  $P_m = (M_{ПА} + K_{АА}) \times (M_{ПА}/K_{АА})$  (Зинченко, 2015).

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2003, STATGRAPHICS Centurion XVI.П.

Агроклиматические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были близки по температурному режиму, отличия наблюдались лишь по условиям влагообеспеченности (при этом в 2011 г. ГТК = 1,49, в 2012 г. ГТК = 1,93).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Считается, что локальное внесение удобрений – наиболее экономичный и эффективный способ их использования, поскольку при нем питательные вещества из удобрений попадают в зону

распределения основной массы корней, оказываются менее подверженными почвенному поглощению и в большей степени используются растениями, в результате чего происходит усиление темпов их роста и развития (Власенко, 1987). Локальное применение БО и КМН при посадке раннеспелого картофеля позволило обеспечить прикорневую зону растений доступными элементами питания, агрономически полезной микрофлорой и физиологически активными веществами. В результате биологическая активность почвы увеличилась уже в первый месяц вегетации культуры. Так, микробиологический анализ почвенных образцов в фазу всходов позволил

установить, что суммарная численность определяемых групп микроорганизмов в вариантах с применением КМН и внесением БО в различных дозах превышала аналогичный показатель в контрольном варианте без удобрений на 15–41%, причем максимальный микробный пул агрономически полезной микрофлоры сформировался в варианте с применением БО в максимальной дозе (рис. 1). Повышенная микробиологическая активность почвы в указанную фазу привела к появлению более ранних и дружных всходов во всех вариантах с использованием органических удобрений по сравнению с контрольным вариантом без удобрений.

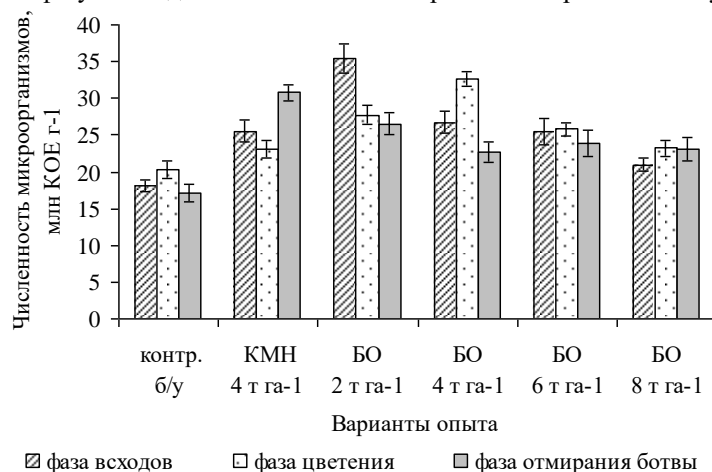


Рис. 1. Средняя суммарная численность определяемых микроорганизмов при локальном внесении БО под картофель (среднее за два года)

Наибольший прирост вегетативной массы растений был отмечен в период бутонизации и цветения – именно на него приходится максимальное в количественном отношении поглощение картофелем питательных веществ (Власенко, 1987). Принимая во внимание, что в указанный период вегетации картофеля существует прямая зависимость между формированием урожая и развитием ботвы, интенсивность нарастания вегетативной массы определяется при прочих равных условиях количеством удобрений, вносимых в начальный период роста растений (Власенко, 1987). Растениям необходимы различные элементы минерального питания. При этом важная роль отводится фосфору, который оказывает влияние на окислительно-восстановительные процессы дыхания и фотосинтеза, темпы формирования корневой системы и т. д. (Потапов, 1971). По развитию почвенных микроорганизмов, мобилизующих органические фосфаты, в определенной степени можно судить об обеспеченности растений картофеля доступными соединениями фосфора. В вариантах с применением биогенной основы численность данной группы микроорганизмов в фазу цветения превышала аналогичный показатель в контрольном варианте без удобрений в 1,5–2 раза в зависимости от нормы внесения. При этом содержание подвижных форм фосфора в указанных вариантах увеличилось на 6–11% по сравнению с контролем. Методом корреляционного анализа было установлено, что содержание подвижных форм фосфора в почвенных

образцах находится в линейной зависимости от численности микроорганизмов, мобилизующих органические фосфаты, что описывается уравнением  $y = 159,618 + 6,04601 \cdot x$  с коэффициентом корреляции  $r = 0,78$ , который свидетельствует об умеренно сильной взаимосвязи между указанными переменными.

В целом суммарная численность микроорганизмов в вариантах с внесением органических удобрений БО и КМН на протяжении всего вегетационного периода была достоверно выше их суммарной численности в контрольном варианте без удобрений. Следует отметить, что при увеличении дозы внесения БО повышение численности микробного пула не происходило: при внесении БО в дозе  $2 \text{ т га}^{-1}$  увеличение численности определяемых групп микрофлоры составляло 61%, а в дозе  $8 \text{ т га}^{-1}$  – только 21%. При одинаковой норме внесения КМН и БО отмечено приблизительно равное значение рассматриваемого показателя (~45%).

Вероятно, небольшие дозы вносимого удобрения оказывали стимулирующее действие на почвенную микрофлору и, судя по урожайности, на развитие растений (см. ниже). По мере увеличения дозы вносимого удобрения соответственно повышалась концентрация элементов питания в корнеобитаемом слое растений и численность микрофлоры, поступающей с удобрением. При этом, вероятно, происходила конкуренция между различными группами микроорганизмов, а также между микроорганизмами и растениями за

питательные вещества и, возможно, образовывался избыток микробных метаболитов. Все это могло нарушить оптимальное протекание физиолого-биохимических процессов, что стало причиной уменьшения численности определяемых почвенных микроорганизмов по мере увеличения норм внесения БО.

Активное развитие почвенной микрофлоры является не только индикатором почвенного плодородия, но и в определенной степени влияет на величину урожая. Учет урожайности картофеля

показал ее достоверную прибавку практически во всех вариантах с применением органических удобрений относительно контрольного варианта без удобрений, при этом максимальная и близкая к максимальной величина урожайности была достигнута при внесении БО в дозе 2 и 4 т га<sup>-1</sup> (табл.). Несмотря на то, что урожайность в указанных вариантах был выше урожайности, полученной при внесении КМН, прибавка относительно второго контрольного варианта была недостоверной.

Таблица. Результаты применения БО при выращивании картофеля сорта «Жуковский» (среднее за два года)

Вариант опыта	Урожайность*		Среднее число клубней с куста, шт.	Средн. масса одного клубня, г
	общая, т га <sup>-1</sup>	± к контролю б/у, %		
Контроль – без удобрений (б/у)	28,2	–	9,1	77,3
КМН 4 т га <sup>-1</sup>	34,8	+ 23,4	9,6	90,9
БО 2 т га <sup>-1</sup>	36,5	+ 29,4	8,5	113,5
БО 4 т га <sup>-1</sup>	36,1	+ 28,0	8,9	107,3
БО 6 т га <sup>-1</sup>	34,0	+ 20,6	8,1	105,5
БО 8 т га <sup>-1</sup>	29,5	+ 4,6	8,7	85,3
НСР <sub>05</sub>	3,21			

Примечание: \* – урожайность указана в пересчете с мелкоделяночного опыта

В вариантах с применением БО прибавка урожайности была достигнута в основном за счет увеличения средней массы одного клубня, но при этом среднее число клубней с куста было несколько меньше, чем в контрольных вариантах (табл.). Внесение органического удобрения КМН вызвало достоверное увеличение урожайности как за счет числа, так и массы клубней.

Как было указано выше, внесение БО в максимальной дозе оказало наименьшее влияние на увеличение численности почвенной микрофлоры и при этом не привело к достоверному повышению урожайности. В проведенном опыте установлена статистически значимая линейная зависимость между суммарной численностью микроорганизмов определяемых групп и урожайностью: в фазу всходов

коэффициент корреляции  $r = 0,87$ , в фазу цветения-начала клубнеобразования –  $r = 0,77$ , в среднем за сезон вегетации –  $r = 0,96$ .

В опыте также оценивалось влияние органических удобрений БО и КМН на глубину трансформации веществ в почве и изменение уровня плодородия. Интенсивность почвенных процессов, в частности, процесса минерализации, определялась по коэффициенту минерализации Км. В контрольном варианте без удобрений Км на протяжении всего вегетационного периода был выше, чем в опытных вариантах (рис. 2), причем его максимальное значение было отмечено в первый месяц развития раннеспелого картофеля, когда растения в наибольшей степени нуждались в доступных элементах питания.

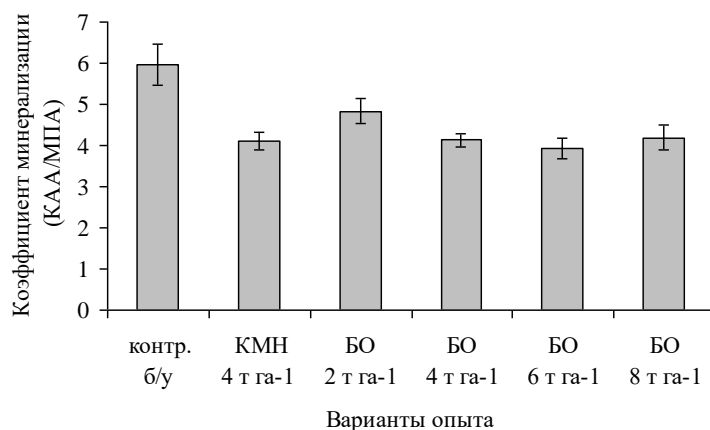


Рис. 2. Коэффициенты минерализации почвы при локальном внесении БО под картофель (среднее за два года)

Применение органических удобрений БО и КМН привело к существенному снижению интенсивности минерализационных процессов в

почве, поскольку растения удовлетворяли свою потребность в питании за счет удобрений. Данное обстоятельство, безусловно, способствует

сохранению плодородия почвы. При этом необходимо отметить, что при внесении КМН в дозе 4 т га<sup>-1</sup> и БО в такой же дозе или выше Км был практически одинаковым, достоверных различий в его изменении не наблюдалось.

Глубина микробиологических превращений азотсодержащих соединений в почве определялась по коэффициенту трансформации органического вещества Пм. Увеличение значения коэффициента Пм подтверждает, что микробиологические процессы направлены на накопление органического вещества почвы и сохранение потенциального плодородия (Зинченко, 2015). Максимальное значение Пм отмечено в варианте с применением КМН – оно в 2,1 раза превышало значение данного коэффициента в контрольном варианте без удобрений. При внесении БО в дозе 2, 4 и 6 т га<sup>-1</sup> значение Пм было в 1,9–2 раза выше, чем в варианте без удобрений, а при внесении в дозе 8 т га<sup>-1</sup> – в 1,6 раза.

### ВЫВОДЫ

Наличие в биогенной основе (БО) большого количества аммонифицирующей ( $n \times 10^8 \dots n \times 10^9$  КОЕ г<sup>-1</sup>), амилотической ( $n \times 10^8$  КОЕ г<sup>-1</sup>) и фосфатмобилизующей ( $n \times 10^8 \dots n \times 10^9$  КОЕ г<sup>-1</sup>) микрофлоры, всех основных элементов питания растений (содержание общего азота – не менее 1,2%,

общего углерода – не менее 30%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – не менее 1,4%, K<sub>2</sub>O – не менее 1,3%) и физиологически активных веществ (аминокислот, витаминов, сахаров и др.) позволило рекомендовать ее к использованию в качестве нового органического удобрения.

По результатам проведенного мелкоделяночного опыта установлено, что БО целесообразно вносить локально в дозе 2–4 т га<sup>-1</sup>, поскольку в данном случае численность микрофлоры в почве в ключевые фазы развития растений картофеля являлась максимальной и тесно коррелировала с урожаем, величина которого на 28,0–29,4% превышала аналогичный показатель в контрольном варианте без удобрений.

Локальное внесение БО при посадке картофеля привело к снижению интенсивности минерализационных процессов (Км в данном варианте был на 20–34% ниже, чем в контрольном варианте без удобрений) и повышению коэффициента трансформации органического вещества (который был ~ в два раза выше по сравнению с контролем). В конечном итоге данные обстоятельства являются благоприятными для накопления органического вещества в почве и способствуют сохранению ее плодородия.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архипченко И. А., Орлова О. В. Перспективы использования микробной экотехнологии для переработки отходов птицеводства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 6. С. 30–32.
- Власенко Н. Е. Удобрение картофеля. М.: Агропромиздат, 1987. 219 с.
- Ерина Т. Э., Винаров А. Ю. Биотехнология ускоренной аэробной переработки навоза и ее аппаратное оформление // Материалы международной научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства». Владимир, 4–6 июля 2006 г. М.: Россельхозакадемия, ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. С. 298–301.
- Еськов А.И., Рябков В.В. Перспективные технологии использования органических удобрений // Материалы международной научно-практической конференции «Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии». Владимир, 25-27 июля 2001 г. М.: РАСХН, ВНИПТИОУ, 2002. С. 62–74.
- Зинченко М. К., Стоянова Л. Г., Петросян Р. Д. Микробиологические показатели трансформации органического вещества в агроландшафтах серой лесной почвы // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии». Суздаль, 29–30 июня 2015 г. Суздаль: ПресСто, 2015. С. 320–327.
- Злочевский Ф. И., Аксенов А. В., Тысленко А. М., Тарасов С. И. Новая биотехнология переработки навоза, помета // Материалы международной научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства». Владимир, 4–6 июля 2006 г. М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. С. 74–76.
- Иванов А. А., Матросова Л. Е., Тремасов М.Я. Получение и применение биоудобрения на основе птичьего помета // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 4. С. 28–30.
- Кураченко Н. Л., Ульянова О. А. Действие удобрительных смесей на основе опилок и птичьего помета на агрофизическое состояние чернозема Красноярской лесостепи // Агрофизика. 2017. № 4. С. 9–15.
- Медин Д. К., Русакова И. В., Шабардина Н. П. Влияние птичьего помета в сочетании с соломой на агрегатный состав и водопрочность агрегатов дерново-подзолистой супесчаной почвы // Агрофизика. 2016. № 2. С. 18–23.
- Правдин В. Г., Бобрицкий Г. А., Толстой Н. И., Гермашев В. Г. Способ получения биокомпоста на основе сельскохозяйственных отходов, преимущественно подстилочного птичьего помета и навоза домашних животных при аэробно-анаэробной ферментации (варианты). Патент РФ № 2374211. 2009. Бюл. № 33.
- Рабинович Г.Ю. Биоконверсия органического сырья. Дисс. докт. биол. наук. Тверь, 2000. 406 с. Рабинович Г. Ю., Ковалев Н. Г., Фомичева Н. В. Новый вид биологически активных средств: получение, состав, перспективы использования // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2007. № 3. С. 71–73.

- Физиология сельскохозяйственных растений (в 12-ти томах). Т. XII. Физиология картофеля и корнеплодов / Под ред. Потапова Н. Г. М.: МГУ, 1971. 375 с.
- Фисинин В. И., Архипченко И. А., Попова Э. В., Солнцева И. Э. Использование птичьего помета для получения микробных удобрений с полифункциональными свойствами // Доклады Россельхозакадемии. 1999. № 2. С. 32–34.

#### REFERENCES

- Arkhipchenko I. A., Orlova O. V. Perspektivy ispol'zovaniia mikrobnoi ekotekhnologii dlia pererabotki otkhodov ptitseferm [The prospects of using microbial ecotechnology for processing of poultry wastes] // *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhoziaistvennykh nauk*, 2011, no. 6, pp. 30–32.
- Vlasenko N. E. *Udobrenie kartofelja* [Potato fertilizer]. Moscow: Agropromizdat, 1987. 219 p.
- Erina T. E., Vinarov A. Iu. Biotekhnologiya uskorennoi aerobnoi pererabotki navoza i ee apparaturnoe oformlenie [Biotechnology of accelerated aerobic processing of manure and its hardware design]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Agroekologicheskie problemy ispol'zovaniia organicheskikh udobrenii na osnove otkhodov promyshlennogo zhivotnovodstva»*. Vladimir, 4–6 iuliia 2006 g. [Materials of the international scientific-practical conference «Agroecological problems of organic fertilizers use on the basis of industrial animal husbandry wastes». Vladimir, July 4–6, 2006]. Moscow, 2006, pp. 298–301.
- Es'kov A. I., Riabkov V. V. Perspektivnye tekhnologii ispol'zovaniia organicheskikh udobrenii [Promising technologies for the use of organic fertilizers]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Ispol'zovanie organicheskikh udobrenii i bioresursov v sovremennom zemledelii»*. Vladimir, 25–27 iuliia 2001 g. [Materials of the international scientific-practical conference «The use of organic fertilizers and bio-resources in modern agriculture». Vladimir, July 25–27, 2001]. Moscow, 2002, pp. 62–74.
- Zinchenko M. K., Stojanova L. G., Petrosjan R. D. Mikrobiologicheskie pokazateli transformacii organicheskogo veshchestva v agrolandshaftah seroj lesnoj pochvy [Microbiological indicators of organic matter transformation in agrolandscapes of gray forest soil]. *Sbornik dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii «Innovacionnye tekhnologii adaptivno-landshaftnom zemledelii»*. Suzdal', 29–30 iyunja 2015 g. [Collection of reports of the international scientific-practical conference «Innovative technologies of adaptive-landscape agriculture». Suzdal', June 29–30, 2015]. Suzdal: PreSto, 2015, pp. 320–327.
- Zlochevskii F. I., Aksenov A. V., Tyslenko A. M., Tarasov S. I. Novaia biotekhnologiya pererabotki navoza, pometa [A new biotechnology for processing of manure, litter]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Agroekologicheskie problemy ispol'zovaniia organicheskikh udobrenii na osnove otkhodov promyshlennogo zhivotnovodstva»*. Vladimir, 4–6 iuliia 2006 g. [Materials of the international scientific-practical conference «Agroecological problems of organic fertilizers use on the basis of industrial animal husbandry wastes». Vladimir, July 4–6, 2006]. Moscow, 2006, pp. 74–76.
- Ivanov A. A., Matrosova L.E., Tremasov M.Ia. Poluchenie i primenenie bioudobreniia na osnove ptich'ego pometa [The receive and application of biological fertilizer based on manur] // *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhoziaistvennykh nauk*, 2013, no 4, pp. 28–30.
- Kurachenko N. L., Ul'janova O. A. Dejstvie udobritel'nykh smesey na osnove opilok i ptich'ego pometa na agrofizicheskoe sostojanie chernozema Krasnojarskoj lesostepi [Influence of fertilizer mixec made of sawdust and poultry manure on agrophysical state of chernozem in Krasnoyarsk forest-steppe] // *Agrofizika*, 2017, no. 4, pp. 9–15.
- Medin D. K., Rusakova I. V., Shabardina N. P. Vlijanie ptich'ego pometa v sochetanii s solomoj na agregatnyj sostav i vodoprochnost' agregatov dernovo-podzolistoj supeschanoj pochvy [Influence of poltry manure in combination with straw on soil aggregate composition and stability in soddy-podsolic loamy sand soil] // *Agrofizika*, 2016, no. 2, pp. 18–23.
- Pravdin V. G., Bobritskii G. A., Tolstoj N. I., Germashev V. G. Sposob polucheniia biokomposta na osnove sel'skokhoziaistvennykh otkhodov, preimushchestvenno podstilochnogo ptich'ego pometa i navoza domashnikh zhivotnykh, pri aerobno-anaerobnoi fermentatsii (varianty) [A method for producing biocompost based on agricultural waste, mainly litter and manure of domestic animals, aerobic-anaerobic fermentation (options)]. Patent RF. No. 2374211. 2009.
- Rabinovich G.Iu. *Biokonversiiia organicheskogo syr'ia*. Diss. dokt. biol. nauk [Bioconversion of organic raw materials. Diss. dr. biol. sci.]. Tver, 2000. 406 p.
- Rabinovich G. Iu., Kovalev N. G., Fomicheva N. V. Novyi vid biologicheskii aktivnykh sredstv: poluchenie, sostav, perspektivy ispol'zovaniia [A new kind on biologically active means: production, composition, prospects of application] // *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhoziaistvennoi nauki*, 2007, no. 3, pp. 71–73.
- Fiziologija sel'skokoziastvennykh rastenij (v 12-ti tomah). T. XII. Fiziologija kartofelja i korneplodov* [Physiology of agricultural plants (in 12 volumes). Vol. XII. Physiology of potatoes and root crops]. Potapov N. G. (executive editor). Moscow: Publishing Moscow State University, 1971. 375 p.
- Fisinin V. I., Arkhipchenko I. A., Popova E. V., Solntseva I. E. Ispol'zovanie ptich'ego pometa dlia polucheniia mikrobnnykh udobrenii s polifunktsional'nymi svoistvami [Use of bird droppings to produce microbial fertilizers with polyfunctional properties] // *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhoziaistvennykh nauk*, 1999, no. 2, pp. 32–34.