

ВЛИЯНИЕ БИМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОБИОЦЕНОЗА

© 2022

Сухова Н.В.¹, Ефремова С.Ю.¹, Визирская М.М.², Зиновьев С.В.¹

¹Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Российская Федерация)

²Общество с ограниченной ответственностью «ЕвроХим Трейдинг Рус» (г. Москва, Российская Федерация)

Аннотация. Вследствие длительного использования почвы как ресурса нарушается естественный баланс микроорганизмов, необходимый для нормальной жизнедеятельности растения. Трофическая структура агрофитоценозов неустойчива, круговорот веществ в них неполный, требует регулирования – внесения удобрений для восстановления плодородия. Минеральные удобрения как важный компонент земледелия, определяющий урожайность и качество продукции, не в полной мере усваиваются растениями. Целью исследования явилось изучение влияния модифицированного минерального удобрения (нитроаммофоски NPK = 17–17–17) бактериями *Bacillus subtilis* Ч–13 на продуктивность моркови сорта Абако. Представлены результаты использования биоминеральных удобрений на солонцеватой светло-каштановой почве (в комплексе с солонцами с тяжелым гранулометрическим составом) в условиях Волгоградской области на посевах моркови. Действие биоминерального удобрения показало высокий эффект и может рассматриваться как прием комплексной биологизации технологии возделывания сельскохозяйственных культур в земледелии Российской Федерации. Суть приема заключается в обработке гранул минеральных удобрений микробиологическим препаратом «БисолбиФит», что позволяет формировать устойчивые агробиогеоценозы за счет улучшения условий роста, ускорения развития растений. Применение биомодифицированного минерального удобрения, улучшая минеральное питание растений, позволило получить прибавку урожая моркови – 35,4%. Способствовало также улучшению качества корнеплодов – содержание сахаров увеличилось на 35,2 мг/г сырой массы.

Ключевые слова: агробиогеоценоз; минеральные удобрения; биопрепараты; «БисолбиФит»; нитроаммофоска; морковь сорта Абако; качество корнеплодов.

THE EFFECT OF MODIFIED MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF AGROBIOGEOCOENOSES

© 2022

Sukhova N.V.¹, Efremova S.Yu.¹, Vizirskaya M.M.², Zinoviev S.V.¹

¹Penza State Technological University (Penza, Russian Federation)

²EuroChem Trading Rus LLC (Moscow, Russian Federation)

Abstract. Due to the long-term use of the soil as a resource, the natural balance of microorganisms necessary for the normal functioning of the plant is disrupted. The trophic structure of agrophytocoenoses is unstable, the circulation of substances in them is incomplete, it requires regulation – fertilization to restore fertility. Mineral fertilizers as an important component of agriculture, which determines the yield and quality of products, are not fully absorbed by plants. The aim of the study was to study the effectiveness of a modified mineral fertilizer (nitroammophoski NPK = 17–17–17) by *Bacillus subtilis* H–13 bacteria, when cultivating carrots of the Abaco variety. The results of the effectiveness of biomineral fertilizers on salty light chestnut soil in combination with salts with a heavy granulometric composition, in the agrocoenosis of carrots in the conditions of the Volgograd Region are presented. The effect of biomineral fertilizer has shown a high effect and can be considered as a method of complex biologization of crop cultivation technology in agriculture of the Russian Federation. The essence of the reception is the processing of mineral fertilizer granules with a microbiological preparation «Bisolbifit». This technique makes it possible to form stable agrobiogeocoenoses by improving the growth conditions, accelerating the development of plants. The use of bio-modified mineral fertilizer, improving the mineral nutrition of plants, allowed to obtain an increase in the yield of carrots – 35,4%. It also helped to improve the quality of root crops – the sugar content increased by 35,2 mg/g of raw mass.

Keywords: agrobiogeocoenosis; mineral fertilizers; biological products; «Bisolbifit»; nitroammofoska; efficiency; carrots of Abaco variety; quality of root crops.

Введение

Агробиогеоценозы составляют более 10% всей поверхности суши и дают человечеству 88% пищевой энергии. Главными биотическими компонентами в них являются возделываемые человеком растения. Регуляция и оптимизация протекающих процессов в агробиогеоценозах состоят как в подготовке почвы к посеву, так и в проведении мероприятий по улучшению условий роста, развития и повышения биологической продуктивности растений [1, с. 134].

Трофическая структура агрофитоценозов относительно проста и неустойчива, круговорот веществ в них неполный. Большая часть минеральных веществ выносится с урожаем, что требует внесения удобрений для восстановления плодородия. Развитие агрофитоценоза регулируется для повышения продуктивности [1].

Минеральные удобрения являются важным компонентом земледелия, определяющим урожай и качество получаемой продукции. Однако установлено,

что питательные вещества, вносимые с минеральными удобрениями в почву, не в полной мере усваиваются растением. Согласно имеющимся оценкам, растения усваивают только 40–65% от внесенного с удобрениями азота, 15–25% – фосфора и 30–50% – калия [2].

В условиях жесточайших санкций против России и импортозамещения «весьма актуальным является вопрос о поиске дополнительных источников повышения эффективности минеральных удобрений» [3]. Одним из таких решений может быть использование микробиологических препаратов, позволяющих существенно повысить их эффективность для потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур [4–7].

Биологические препараты нашли широкое практическое применение в предпосевной обработке семян. В настоящее время для увеличения усвоения растениями питательных веществ из удобрений предложено нанесение на поверхность гранул минеральных удобрений ризосферных бактерий (*Bacillus subtilis* Ч–13), что окупится повышением урожайности [8–10].

Интерес агропромышленного комплекса к микробиологическим препаратам возрос, так как их применение способствует не только повышению урожайности, но и обеспечению вовлечения в агрофитоценоз биологического азота, при этом повышается доступность растениям почвенных запасов фосфора и калия [11–13].

Механизм действия модифицированных удобрений состоит в том, что микроорганизмы препарата, конкурируя с аборигенной микрофлорой почвы, значительно снижают процесс перевода соединений основных питательных элементов в недоступную для растений форму. Активное развитие корневых волосков растений позволяют корневой системе больше поглощать питательных элементов, что особенно важно на ранних фазах развития растений. «Повышая использование растениями элементов питания минеральных удобрений, бактерии *Bacillus subtilis* Ч–13 также способствуют повышению иммобилизации фосфора и калия», что может положительно сказаться на урожайности и качестве продукции [14, с. 3]. При нанесении на гранулы нитроаммофоски бактерий *Bacillus subtilis* Ч–13 на их поверхность образуется биокапсула, выполняющая комплекс функций: удобрительную, защитную и стимулирующую.

Целью исследования явилось изучение влияния биоминерального удобрения NPK = 17–17–17 на продуктивность моркови. Для этого решались следующие задачи:

- изучить влияние биоминерального удобрения на урожай и качество корнеплодов моркови сорта Абако;
- рассчитать эффективность применения новой формы минеральных удобрений в агроценозе с морковью.

Материалы и методика исследований

Схема опыта состояла из 7 вариантов, в которых сравнивали действие стандартного NPK-удобрения с биологизированным при различных дозах (80%, 100 и 120% по азоту) рекомендуемых на планируемый урожай (табл. 1). Повторность опыта 4-х кратная. Способ внесения удобрений – ленточно, на глубину 8–10 см в гряды. Площадь опытной делянки 900 м². Площадь опыта 25200 м².

Для приготовления биологизированной нитроаммофоски NPK = 17–17–17 использовался препарат «БисолбиФит» из расчета 4 г на 1 кг удобрений. Новый вид удобрения получают путем нанесения на поверхность гранул агрономически полезных бактерий, которые формируют на поверхности каждой гранулы «биокапсулу», одновременно выполняющую несколько функций: удобрительную, защитную и стимулирующую. Предлагаемый способ позволяет повысить коэффициент усвоения из N, P, K удобрений растениями на 10–20%.

Организация полевых опытов, проведение наблюдений и лабораторных анализов, отбор почвенных и растительных образцов осуществляли по общепринятым методикам: «Методика полевого опыта» [15], «Методические указания по проведению исследований в длительных полевых опытах с удобрениями» [16], «Методика исследований эффективности препаратов ризосферных диазотрофов» [17], «Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии» [18], «Методы агрохимических исследований» [19].

Образцы почв и растений в опытах для лабораторных анализов отбирали в 3-х кратной повторности. Проводили следующие анализы и учёты: фенологические наблюдения в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [20]; объемная масса почвы – по Н.А. Качинскому методом режущего кольца путем отбора проб с ненарушенного сложения [21].

Содержание в почве: гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО [22], общий азот по Кьельдалю [23], подвижные соединения фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО [24]; приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО (pH KCl) [25]. Учет урожая проводили поделочно. Полученные результаты исследований подвергали статистической обработке [15].

Результаты исследований и их обсуждение

В целом вегетационный 2017 год был не типичным для Волгоградской области, в период апрель–май выпало 80,1 мм осадков, и посевные работы прошли в более поздние сроки. В июне выпало 53,8 мм осадков, а температура воздуха составила +21,4°C. В июле температура поднималась в среднем до +26,8°C, в августе +25,1...29,7°C. В сентябре выпало 23,3 мм осадков, что затруднило уборку овощных культур (по данным Гидрометслужбы Волгоградской области).

Опытный участок был представлен солонцеватой светло-каштановой почвой в комплексе с солонцами с тяжелым гранулометрическим составом. Агрохимический анализ почвенных образцов, отобранных до закладки опыта, показал отсутствие резкой пестроты участка по показателям, содержание гумуса по всем вариантам варьировало от 1,40–1,48%, а азота, фосфора, калия практически на одном уровне (табл. 2).

Почва опыта имела слабощелочную реакцию почвенного раствора pH 7,71–7,78 с содержанием гумуса 1,39–1,46%. «Наличие в составе почвы большой доли глины и плотного иллювиального горизонта затрудняет просачивание и усвоение осадков (табл. 3). Плохая оструктуренность и солонцеватость почвы способствуют быстрой усадке пахотного слоя, заплыванию поверхности поля и образованию почвенной кор-

ки, неравномерному поспеванию почвы весной, образованию сети трещин в засушливую погоду» [1].

Анализ динамики формирования продуктивности моркови показал, что на момент товарной спелости отчетливо проявилось преимущество вариантов, где использовали биомодифицированные удобрения в максимальной дозе NPK 17–17–17, обр. В.с. (вар. № 7), по высоте розетки листьев растения характеризовались наибольшими величинами в фазы пучковой зрелости и формирования корнеплодов (табл. 4).

В фазу развития корнеплода «товарная спелость» (диаметр 5,3–5,4 см) была получена в варианте № 5, что на 32,5–35,0% больше, чем в контрольном варианте. А по длине корнеплода, в варианте со стандартным удобрением NPK 17–17–17 из расчета 120% по азоту (№ 6), отмечен наибольший показатель – 15,7 см к моменту уборки культуры.

Учет и анализ структуры урожая показал, что наибольшая масса корнеплодов моркови – 154,2 г получена в условиях применения биомодифицированных удобрений в максимальной дозе (NPK 17–17–17, обр. В.с. 120% по азоту – 2–720 кг/га) – вар. 7. Урожайность составила 51,2 т/га, что на 35,4% выше в сравнении с контролем. И на 3% выше варианта без

биодобавки с одноименным минеральным удобрением. Фуражной продукции максимально получено на варианте без удобрений, минимально – при использовании биоудобрений (табл. 5), что указывает на положительную роль биомодифицированного удобрения в формировании массы корнеплодов.

Применение удобрений повлияло на качество продукции, по всем вариантам опыта отмечено увеличение содержания каротина. Зафиксировано в вариантах № 6–7 высокое содержание сахаров – 34,9–35,2 мг/г, что выше контрольного варианта на 47,2–48,5%. Следует отметить положительную тенденцию преимуществ биоминеральных удобрений в формировании качества корнеплодов (табл. 6).

Агрономическая эффективность использования биомодифицированных минеральных удобрений при возделывании овощной культуры показывает их влияние на величину урожайности и качества корнеплодов. Отметим вариант № 7, где товарная урожайность была на 35,4% выше, чем на контроле и составила 51,2 т/га. Тем самым была получена наибольшая разница по величине выручки и дополнительной прибыли (табл. 7).

Таблица 1 – Схема опыта

Варианты	Норма на 1 га, кг/га физ. массы
1. контроль без удобрений	–
2. NPK 17–17–17, 100% по азоту	600
3. NPK 17–17–17, обр. В.с. 100% по азоту	600
4. NPK 17–17–17, 80% по азоту	480
5. NPK 17–17–17, обр. В.с. 80% по азоту	480
6. NPK 17–17–17, 120% по азоту	720
7. NPK 17–17–17, обр. В.с. 120% по азоту	720

Таблица 2 – Характеристика почвы опытного участка

Варианты опыта	Гумус, %	pH	Содержание, мг/100 г		
			NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 – контроль	1,40	7,78	3,32	3,64	26,11
2	1,46	7,75	2,79	2,87	23,91
3	1,40	7,70	3,11	4,10	29,98
4	1,47	7,80	2,91	3,65	27,25
5	1,45	7,79	2,77	3,73	25,25
6	1,46	7,78	2,39	3,71	26,01
7	1,42	7,71	2,37	3,23	26,32

Таблица 3 – Гранулометрический состав почвы (солонцеватая светло-каштановая в комплексе с солонцами с тяжелым гранулометрическим составом)

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, м	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы					
		1–0,25	0,25–0,5	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	0,001
Апах	0–0,2	0,5	33,8	20,5	12,0	17,2	27,1
В 1	0,2–0,35	0,3	17,5	16,6	9,6	16,6	25,0
В 2	0,35–0,65	0,2	19,5	18,2	8,5	18,1	24,2

Таблица 4 – Показатели формирования продуктивности моркови

Варианты опыта	Показатели					
	Высота розетки, см			Кол-во листьев, шт.		
	Фенофазы развития					
	пучковая спелость	формирование корнеплода	товарная спелость	пучковая спелость	формирование корнеплода	товарная спелость
1	1,1	2,1	4,1	4,5	10,3	14,0
2	1,6	2,5	5,1	5,6	12,1	15,7
3	1,7	3,1	5,2	5,8	15,6	14,9
4	1,8	3,6	5,1	5,9	16,3	15,0
5	1,9	3,7	5,2	6,1	16,4	15,4
6	2,1	3,6	5,1	6,5	15,9	15,6
7	2,2	3,8	5,2	6,8	16,5	15,2
	Диаметр корнеплода, см			Длина корнеплода, см		
1	1,0	2,2	4,0	4,7	10,4	14,1
2	1,7	2,6	5,0	5,5	12,0	15,0
3	1,8	3,2	5,0	5,9	15,7	15,0
4	1,8	3,7	5,0	5,8	16,4	15,0
5	1,8	3,6	5,2	6,1	16,2	15,5
6	2,0	3,7	5,0	6,6	16,0	15,7
7	2,1	3,6	5,3	6,7	16,4	15,1

Таблица 5 – Урожайность и структура урожая моркови, 2017 г.

Варианты опыта	Густота стояния, тыс. шт./га	Средняя масса корнеплодов, г	Урожай корнеплодов, т/га	
			товарная	фураж
1	304	124,0	37,8	0,4
2	301	132,0	39,7	0,3
3	321	128,0	41,0	0,3
4	329	152,0	50,2	0,2
5	330	148,0	49,0	0,3
6	326	153,0	49,9	0,2
7	332	154,2	51,2	0,2
НСР ₀₅		7,3	2,1	

Таблица 6 – Показатели качества продукции под влиянием применения удобрений

Варианты опыта	Содержание	
	каротина, мг/кг	сахаров, мг/г сырой массы
1. контроль (без удобрений)	11,2	23,7
2. NPK 17–17–17, 100% по азоту	14,3	34,4
3. NPK 17–17–17, обр. B.s. 100% по азоту	15,2	34,6
4. NPK 17–17–17, 80% по азоту	18,9	33,9
5. NPK 17–17–17, обр. B.s. 80% по азоту	18,7	33,8
6. NPK 17–17–17, 120% по азоту	19,1	34,9
7. NPK 17–17–17, обр. B.s. 120% по азоту	19,2	35,2
НСР ₀₅	0,8	1,4

Таблица 7 – Эффективность применения биомодифицированных удобрений

№	Агрономическая			Экономическая				
	общая урожайность, т/га	товарная урожайность, т/га	прибавка, т	общие затраты	доп. затраты	выручка*	дополнительная прибыль	
				руб./га			руб./га	руб./т
1	38,1	37,7	–	–	–	–	–	–
2	40,1	39,6	1,6	11638,0	–	318100	3559,0	89,5
3	41,4	41,0	3,2	11639,0	721,0	327800	13241,0	322,6
4	50,5	50,1	12,3	9313,0	–	401500	89887,0	1790,3
5	49,6	49,2	12,2	9313,0	575,0	392100	79712,0	1625,9
6	50,3	49,8	12,1	13967,0	–	399200	82831,0	1661,0
7	51,5	51,3	13,1	13967,0	865,0	409700	92369,0	1803,9

Примечание. * – цена реализации составила 8000 руб./т.

Заключение

«При изучении растений на биогеоценотическом уровне большое значение имеет оценка влияния на их рост и развитие, биологическую продуктивность (урожайность) той экологической обстановки, которая складывается в агробиогеоценозе» [26]. Результаты полевого опыта показали эффективность новой формы удобрения с «БисолбиФитом». При внесении биомодифицированной нитроаммофоски (NPK = 17–17–17) в сравнении с обычным минеральным удобрением улучшаются условия минерального питания растений.

Несмотря на неблагоприятные погодные условия вегетационного периода, при внесении биомодифицированной нитроаммофоски (NPK = 17–17–17) была получена наибольшая урожайность корнеплодов моркови сорта Абако – 52,4 т/га, где доля товарной моркови – 51,2 т/га, прибавка составила 35,4%.

Значимым критерием при оценке качества овощной продукции является содержание витаминов, углеводов и других соединений. Анализ результатов наших исследований показал повышение содержания сахара на 2,3% (0,8 мг/г сырой массы), каротина на 34,2% (4,9 мг/кг) по сравнению с применением традиционной нитроаммофоски.

Список литературы:

1. Уразаев Н.А., Никитин А.В., Бакулин А.А., Уразаев Д.Н., Чухлебова Н.С. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие. 2. изд., перераб. и доп. / под ред. Н.А. Уразаева. М.: Колос, 2000. 303 с.
2. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
3. Чеботарь В.К., Рафальский С.В., Ариткин А.Г., Есин В.В. Эффективность комплексного применения микробиологических препаратов при возделывании сои // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 8. С. 23–25.
4. Завалин А.А., Тарасов А.Л., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Эффективность применения под яровую пшеницу биопрепарата *Bacillus subtilis* Ч-13 при нанесении на гранулы аммиачной селитры // Агрохимия. 2007. № 7. С. 32–36.
5. Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Есин В.В. Опыт применения биоминеральных удобрений // Научно-информационный бюллетень «Мир серы, N, P и K». 2011. № 6. С. 27–30.

6. Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Сметов Д.Б. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 45–47.

7. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. Ульяновск: УлГТУ, 2017. С. 90–96. DOI: 10.7868/S0002188118030134.

8. Шуреков Ю.В., Дыньков Д.Б., Кочетов В.М. Бисолбифит – перспективная новинка на рынке биопрепаратов // Поволжье-Агро. 2011. № 4. С. 28–29.

9. Чеботарь В.К., Завалин А.А., Ариткин А.Г. Применение биомодифицированных минеральных удобрений. Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2014. 142 с.

10. Гаврилова А.Ю., Чернова Л.С., Завалин А.А. Влияние сложных минеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на урожайность и качество зерна ярового ячменя // Плодородие. 2019. № 4 (109). С. 3–5. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.01.

11. Сычёв В.Г., Аканова Н.И., Визирская М.М. Эффективность применения карбамида с ингибитором уреазы на картофеле // Овощи России. 2019. № 3. С. 104–108. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-3-104-108.

12. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 11–14.

13. Галкина О.В. Влияние различных биопрепаратов на продуктивность горохо-овсяной смеси в условиях Верхневолжского региона: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иваново, 2020. 26 с.

14. Гаврилова А.Ю., Чернова Л.С., Завалин А.А. Влияние сложных минеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на урожайность и качество зерна ярового ячменя // Плодородие. 2019. № 4 (109). С. 3–5. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.01.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

16. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / под ред. В.Д. Панникова). Ч. 2. Программы и методы исследования почв. М.: ВИУА, 1986. 171 с.

17. Методика исследований эффективности препаратов ризосферных diaзотрофов / А.А. Завалин, Т.М. Духанина, М.В. Чистотин и др. М.: Агроконсалт, 1998. 76 с.

18. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии: методика / А.А. Завалин, Т.М. Духанина, М.В. Чистотин и др. М.: РАСХН, 2000. 82 с.
19. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований: учеб. пособие. М.: КолосС, 2004. 312 с.
20. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М.А. Федина. Вып. 1. М.: Колос, 1985. 263 с.
21. Качинский Н.А. Физика почв: учебник. Ч. 2: Водно-физические свойства и режимы почв. М.: Высшая школа, 1970. 358 с.
22. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Изд-во стандартов, 1992. 8 с.

23. ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота. М.: Издательство стандартов, 1984. 12 с.
24. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1992. 6 с.
25. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1985. 6 с.
26. Демиденко Г.А., Фомина Н.В. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2007. 318 с.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Сухова Надежда Владимировна, аспирант кафедры биотехнологии и техносферной безопасности; Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Российская Федерация). E-mail: nadya_s85@mail.ru.</p> <p>Ефремова Сания Юнусовна, доктор биологических наук, профессор кафедры биотехнологии и техносферной безопасности; Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Российская Федерация). E-mail: efremova_s15@mail.ru.</p> <p>Визирская Мария Михайловна, кандидат биологических наук, руководитель направления развития агрохимического сервиса по региону России и СНГ; Общество с ограниченной ответственностью «ЕвроХим Трейдинг Рус» (г. Москва, Российская Федерация). E-mail: s_sharkova@mail.ru.</p> <p>Зиновьев Сергей Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и техносферной безопасности; Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Российская Федерация). E-mail: zinoviev.ser@yandex.ru.</p>	<p>Sukhova Nadezhda Vladimirovna, postgraduate student of Biotechnology and Technosphere Safety Department; Penza State Technological University (Penza, Russian Federation). E-mail: nadya_s85@mail.ru.</p> <p>Efremova Saniya Yunusovna, doctor of biological sciences, professor of Biotechnology and Technosphere Safety Department; Penza State Technological University (Penza, Russian Federation). E-mail: efremova_s15@mail.ru.</p> <p>Vizirskaya Maria Mikhailovna, candidate of biological sciences, head of Agrochemical Service Development in the Region of Russia and the Commonwealth of Independent States; EuroChem Trading Rus LLC (Moscow, Russian Federation). E-mail: s_sharkova@mail.ru.</p> <p>Zinoviev Sergey Vasilyevich, candidate of agricultural sciences, associate professor of Biotechnology and Technosphere Safety Department; Penza State Technological University (Penza, Russian Federation). E-mail: zinoviev.ser@yandex.ru.</p>

Для цитирования:

Сухова Н.В., Ефремова С.Ю., Визирская М.М., Зиновьев С.В. Влияние биомодифицированных минеральных удобрений на продуктивность агробиоценоза // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 2. С. 124–129. DOI: 10.55355/snv2022112118.