

## CROP FORMATION, QUALITY OF SEED POTATOES AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE RHIZOSPHERE WHEN USING BIOLOGICAL PRODUCTS

Cheremisin A.I., PhD of agricultural sc., Shuliko N.N., PhD of agricultural sc., Solotareva Z.A.

FSBT Omsk agricultural research center, 644012, Russia,

Omsk, Pr. Korolev's 26, e-mail: shuliko-n@mail.ru

The results of testing of preparations of biological origin based on strains of bacteria *Arthrobacter mysores*, *Flavobacterium* sp., *Pseudomonas fluorescens* are presented. Along with biological preparations, tubers were treated with the liquid complex mineral fertilizer Agris Forsage. Bacterization of tubers with bacterial strains was carried out immediately before planting in the nursery of the super elite of the medium-ripened variety Hostess. It was found that the use of complex biological products had a positive effect on the productivity and marketability of the crop. The greatest efficiency was observed during pre-planting treatment of tubers with Mizorin biologics and PG-5, 17-1 strains. An increase in yield was obtained: from 3,6 t/ha when treated with the MF-1 strain to the maximum in the variant with the treatment of tubers with the PG-5 strain – 5,9 t/ha, which is 15-25% of additional products to control. The positive effect of biologics on the increase in the multiplication coefficient and the yield of tubers of the seed fraction up to 6,4 – 6,8 pcs/bush in variants with treatment with Mizorin preparations, MF-1, PG-5 strains has been established. For all the studied preparations, the seed fraction in the crop ranged from 51 to 63,4%. The use of biological preparations *Flavobacterin*, *Mizorin*, strain 17-1 allowed to reduce the number of tubers affected by fungal diseases from 2,5% in the control to 0,95 in the variant with the treatment of tubers with *Flavobacterin*. The number of microorganisms in the potato rhizosphere in 2019-2021 was positively influenced by the use of bacterial and complex mineral fertilizers, an increase in agronomically valuable groups of microflora was noted to 188% relative to the control.

Keywords: potatoes, biological products, soil microorganisms, fungal diseases, quality of seed potatoes, yield.

## ВАРИАНТЫ НОВОГО БИОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОМЕТА И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Г.Ю. Рабинович, д.б.н., Н.В. Фомичева, к.б.н.,

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,

119017, г. Москва, Пыжевский переулок, д. 7, строение 2,

E-mail: nvfomi@mail.ru

Представлены три варианта получения биоудобрения БиГуЭм ферментацией торфопометной смеси с использованием различных стимуляторов: калий-натрий виннокислый (БиГуЭм-1), марганец уксуснокислый (БиГуЭм-2) и магний уксуснокислый (БиГуЭм-3). По ряду показателей (окислительно-восстановительный коэффициент, коэффициент минерализации, содержание макроэлементов) установлено, что магний уксуснокислый способствовал более активному преобразованию ферментируемой смеси. Апробацию биоудобрений проводили в течение 2017-2019 г. на агрополигоне ВНИИМЗ (Тверская обл.) при выращивании картофеля сорта Скарб. Биоудобрения вносили локально при посадке картофеля из расчета 4 т/га. Все виды БиГуЭм способствовали получению прибавки урожая до 42 %. БиГуЭм-3 обеспечивал формирование максимального урожая – 23,3 т/га (в среднем за 3 года). Применение БиГуЭм-3 в отдельные годы способствовало статистически значимому снижению нитратов в клубнях картофеля (на 14-16 %) и увеличению содержания крахмала (на 1,6 % (абс.)) по сравнению с контрольным вариантом без удобрений.

Ключевые слова: ферментация, стимуляторы, биоудобрение, БиГуЭм, коэффициент минерализации, окислительно-восстановительный коэффициент, картофель, урожай, нитраты, крахмал.

Для цитирования: Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В. Варианты нового биоудобрения на основе помета и их эффективность при возделывании картофеля// Плодородие. – 2023. – №3. – С. 70-74. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.18.

Производство картофеля относится к ведущим отраслям растениеводства в Российской Федерации, продукционная способность которого определяется и регулируется как созданием благоприятных режимов возделывания (пищевым, водным-воздушным, световым, тепловым), так и путем научно обоснованного применения минеральных и органических удобрений, биоудобрений, мелиорантов, препаратов, стимуляторов роста. Все сорта картофеля богаты крахмалом, белковыми компонентами, клетчаткой, сахарами, жирами, минеральными солями, витаминами, определяющими в целом его питательную либо кормовую ценность.

По данным [5], основные площади посадок картофеля в РФ расположены в центральных и северо-западных областях европейской части страны – в Нечерноземной и

лесостепной зонах, наиболее благоприятных для его возделывания. Для картофеля характерны высокие требования к почвенным условиям, что определяется физиологическими особенностями его онтогенеза, прежде всего, слабо развитой корневой системой, и ее повышенными потребностями в элементах питания, а также в кислороде в период интенсивного клубнеобразования.

Возросший спрос на экологичную сельскохозяйственную продукцию, в том числе на картофель, диктует новые правила сельхозтоваропроизводителям, которые все больше отдают предпочтение полифункциональным биоудобрениям и препаратам, являющимся фактически безопасной альтернативой минеральных удобрений и средств защиты растений. Одним из перспективных и признанных направлений в данной отрасли является ис-

пользование биоудобрений, получаемых из органических отходов предприятий АПК, деревообрабатывающей и пищевой промышленности. В состав многих производимых в нашей стране биоудобрений входят куриный помет и торф. В связи с высоким содержанием питательных веществ помет считается одним из самых ценных отходов животноводства, доза внесения которого в почву в несколько раз ниже, чем навоза [20]. Известно [2], что в процессе переваривания корма организм животного не полностью использует заключенную в нем энергию, поэтому вместе с куриным пометом в окружающую среду попадает значительная часть невошедших веществ, что, собственно, и обуславливает энергетическую ценность помета. Вместе с тем в нем содержится патогенная микрофлора, в частности, родов *Campylobacter*, *Listeria*, *Salmonella*, поэтому перед внесением в почву помет необходимо компостировать. Это в итоге обеспечивает инактивацию патогенов и делает его относительно безопасным [21, 22].

Торф в составе органических и биоудобрений играет очень важную роль, так как обладает высокой поглощательной способностью и, улучшая основные свойства почвы, увеличивает в ней содержание гумуса [6, 18]. При получении биоудобрений в целях сокращения сроков их приготовления, а также повышения качества используют различные активирующие добавки или стимуляторы, которые могут быть как в виде солей, макро- и микроэлементов, так и иметь сложный состав из комплекса веществ и агрономически значимых микроорганизмов [8, 13, 17, 19]. Вводимые в биоудобрения добавки и стимуляторы призваны обеспечивать формирование их полифункциональности и безопасности для человека и окружающей среды.

**Цель наших исследований** – сравнить три варианта получения биоудобрения БиГуЭм с использованием различных стимуляторов и оценить их влияние на формирование урожайности и качество картофеля сорта Скарб.

**Методика.** Новое биоудобрение БиГуЭм получали запатентованным способом [16] на базе отдела биотехнологий ВНИИМЗ. Получение биоудобрения БиГуЭм связано с переработкой возобновляемого органического сырья путем использования биотехнологических подходов и методов, в основе которых лежат процесс ошелачивания торфопометной смеси и последующая ее ферментация согласно конкретной технологии с применением в качестве стимуляторов процесса соли калий-натрий виннокислый. В представленной публикации эту соль также заменяли другими видами солей. Все соли-стимуляторы физиологичны, доступны, относительно недороги и использовались в количестве 0,1 масс. % смеси.

Варианты биоудобрений, получаемые путем добавления различных стимуляторов, обозначили как БиГуЭм-1 (с применением соли калий-натрий виннокислый), БиГуЭм-2 (с применением соли марганец уксуснокислый) и БиГуЭм-3 (с применением соли магний уксуснокислый). Достоинства использованных солей в качестве стимуляторов при получении биоудобрений заключались в том, что входящие в них катионы металлов участвуют в формировании у БиГуЭм свойств, обеспечивающих усиление стойкости культурных растений к легким заморозкам (калий, натрий), активирование большинства почвенных ферментов (магний), регулирование окислительно-восстановительных реакций и процесса фотосинтеза (калий, магний, марганец) [7, 11, 12].

Процесс получения биоудобрения БиГуЭм с каждым стимулятором проводили дважды. Состав биоудобрения БиГуЭм, получаемого с различными стимуляторами, оценивали путем определения биохимических, микробиологических и агрохимических показателей в трехкратной аналитической повторности. Направленность преобразований в процессе получения биоудобрения БиГуЭм оценивали путем отбора образцов исходной торфопометной смеси, ферментируемой массы (через 96 ч) и готового продукта (через 144 ч), которые анализировали на содержание микроорганизмов, способных развиваться на крахмалоаммиачном агаре (КАА) и мясопептонном агаре (МПА), а также микромицетов, учитываемых на сусло-агаре (СА) и актиномицетов (КАА). Рассчитывали коэффициенты минерализации по азоту и углероду путем соотношения численности указанных микроорганизмов:  $K_{mn}$  (по азоту КАА/МПА) и  $K_{mc}$  [по углероду СА/КАА (актиномицеты)]. Также для оценки течения процессов получения БиГуЭм использовали окислительно-восстановительный коэффициент ОВК (у.е.), представляющий собой отношение каталазной активности к дегидрогеназной после перевода их абсолютных значений в условные.

Оценку эффективности полученных биоудобрений проводили в течение трех лет (2017-2019 г.) на агрополигоне ВНИИМЗ в мелкоделяночных опытах с картофелем сорта Скарб. Закладку опытов, учет урожайности картофеля и оценку качества клубней осуществляли, руководствуясь общепринятыми методиками [4]. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая, различающаяся по годам (табл. 1).

**1. Агрохимическая характеристика почвы опытных участков**

Год наблю- дения	pH <sub>сол.</sub>	N <sub>лг.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Гумус, %
		мг/кг почвы			
2017	5,3	44,4	157,0	193,0	2,4
2018	4,9	41,4	182,2	211,2	2,5
2019	4,8	43,9	169,2	178,6	2,1

Биоудобрения БиГуЭм-1, БиГуЭм-2 и БиГуЭм-3 вносили локально при посадке картофеля из расчета 4 т/га. В качестве биоудобрения сравнения использовали компост многоцелевого назначения (КМН), полученный аэробной ферментацией навоза крупного рогатого скота, куриного помета и торфа. Технология его получения разработана и успешно внедрена институтом в конце 20 в., а позже модернизирована [15]. Общим для КМН и БиГуЭм контролем служил вариант без удобрений. Опыты заложены в четырехкратной повторности. Общая площадь опытных делянок 29,4 м<sup>2</sup>, учетная – 10,0 м<sup>2</sup>.

Все три вегетационных периода различались по метеорологическим условиям. Вегетационный период 2017 г. характеризовался повышенным увлажнением – ГТК = 1,79 (по Г.Т. Селянинову). При этом практически весь период, за исключением первой и третьей декад июля и августа, количество осадков превышало норму на 50-130 % на фоне температуры воздуха ниже климатической нормы.

Вегетационный период 2018 г. в целом характеризовался достаточной влагообеспеченностью, несмотря на засушливый период в августе; температура воздуха была на 2-3 °C выше климатической нормы, за исключением июня и начала июля (ГТК = 1,21).

В 2019 г. до начала августа наблюдался дефицит почвенной влаги – количество осадков было существ-

венно ниже нормы. В августе прошли обильные дожди – всего за месяц выпало 147 мм осадков (216 % от нормы), что повлияло на величину гидротермического коэффициента увлажнения – ГТК = 1,43.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel и STATGRAPHICS Centurion XVI.II. При обработке полученных данных использовали элементы вариационной статистики: среднеарифметические значения и доверительный интервал конкретного значения (объем выборки  $n = 6$ ). Статистическую значимость отличий анализировали с использованием t-критерия Стьюдента ( $p < 0,05$ ). Статистическую достоверность различий урожайности и показателей качества клубней картофеля оценивали по значениям НСР при 5 %-ном уровне значимости.

**Результаты и их обсуждение.** В течение 96 часов ферментации температуру поддерживали на уровне  $37^{\circ}\text{C}$ , что благоприятно для развития мезофильной микрофлоры и ее ферментативных систем. Дальнейшую трансформацию ферментируемой массы осуществляли в условиях пастеризации, необходимой для обеззараживания получаемого продукта. Из рисунка, отражающего динамику ОВК, видно, что процессы окислительно-восстановительной трансформации ферментируемой смеси при получении биоудобрения БиГуЭм-1 снижались линейно. Близким к этому варианту по течению биохимических преобразований был вариант с получением БиГуЭм-2, а процесс с введением в исходную смесь магния уксуснокислого (БиГуЭм-3) приобретал выраженную параболическую форму с максимальной величиной коэффициента ОВК спустя 96 ч – в 2-3 раза выше по сравнению с процессами получения БиГуЭм-1 и БиГуЭм-2. Очевидно, что на протяжении мезофильного периода процесса ферментации указанный стимулятор активизировал уровень трансформационных изменений, что способствовало более глубокому преобразованию ферментируемой массы, образованию легкоусвояемых соединений.

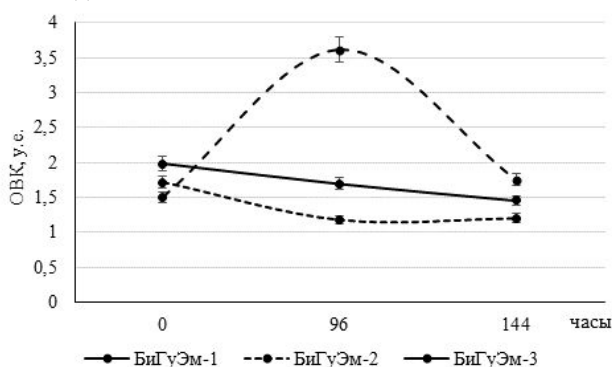


Рис. Динамика окислительно-восстановительного коэффициента при получении трех вариантов биоудобрений

В то же время в БиГуЭм-3 наблюдались явные признаки незавершенности процессов трансформации ферментируемой смеси:  $K_{mN}$  и  $K_{mC}$  существенно выше 1. В этом варианте биоудобрения спустя 144 часа ферментации продолжалась минерализация высокомолекулярных азот- и углеродсодержащих соединений, с высвобождением энергии, необходимой для параллельно идущих процессов биосинтеза. Продление эксперимента с получением БиГуЭм-3 на 36–48 ч способствовало снижению минерализационных коэффициентов:  $K_{mN} = 1,06$  и  $K_{mC} =$

0,96. Это свидетельствует о достижении стабилизации процессов трансформации ферментируемой смеси и получении качественного готового биоудобрения. Спустя 144 ч в биоудобрениях БиГуЭм-1 и БиГуЭм-2 коэффициенты минерализации по азоту  $K_{mN}$  были несколько ниже 1, что свидетельствовало о завершении активных минерализационных процессов и некотором превалировании процессов синтеза вторичных метаболитов (табл. 2).

## 2. Коэффициенты минерализации трех вариантов биоудобрений

Вариант биоудобрения	$K_{mN}$ – коэффициент минерализации по азоту	$K_{mC}$ – коэффициент минерализации по углероду
БиГуЭм-1	$0,74 \pm 0,03^a$	$0,47 \pm 0,03^a$
БиГуЭм-2	$0,78 \pm 0,04^a$	$1,45 \pm 0,06^b$
БиГуЭм-3	$1,46 \pm 0,06^b$	$1,75 \pm 0,07^c$

Примечание. Здесь и далее представлены среднеарифметические значения с доверительным интервалом ( $n = 6$ ); в каждом столбце разными буквами обозначены статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ).

Содержание ключевых элементов питания и благоприятный уровень кислотности – свидетельство ценности любых видов органических удобрений, в том числе получаемых ферментационным путем. pH всех вариантов БиГуЭм был 8-9. Основные элементы питания в БиГуЭм во всех его вариантах характеризовались достаточно высокими значениями (табл. 3).

## 3. Содержание основных элементов питания растений в трех вариантах биоудобрений

Вариант биоудобрения	Общий азот	$P_2O_5$	$K_2O$
	% а.с.в.		
БиГуЭм-1	$2,35 \pm 0,12^a$	$1,63 \pm 0,07^a$	$1,30 \pm 0,06^b$
БиГуЭм-2	$2,23 \pm 0,11^a$	$1,75 \pm 0,08^a$	$1,09 \pm 0,05^a$
БиГуЭм-3	$2,51 \pm 0,14^b$	$1,98 \pm 0,11^b$	$1,39 \pm 0,06^b$

Исследования показали, что ход ферментации, обеспечивающей получение БиГуЭм-3, характеризовался самой высокой напряженностью метаболических процессов, обусловленной действием стимулятора уксуснокислого магния. В итоге в этом варианте биоудобрения БиГуЭм отмечено максимальное количество основных элементов питания. При этом статистически значимое увеличение по сравнению с БиГуЭм-1 и БиГуЭм-2 определено в содержании общего азота и подвижного фосфора (см. табл. 3).

По содержанию подвижного калия БиГуЭм-3 и БиГуЭм-1 различаются статистически незначимо, что может быть обусловлено использованием в последнем случае стимулятора калий-натрий виннокислый.

Несмотря на то, что БиГуЭм-3 выгодно отличался от других вариантов БиГуЭм, в мелкоделяночном полевом опыте апробировали все три биоудобрения.

Картофель предъявляет определенные требования к влажности почвы в отдельные фазы развития. Особенности погодных условий в вегетационные периоды 2017–2019 г. сказались и на урожайности картофеля (табл. 4).

## 4. Урожайность картофеля сорта Скарб, т/га

Вариант опыта	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Средняя за 3 года
БиГуЭм-1	18,9	27,8	20,5	22,4
БиГуЭм-2	18,6	27,7	20,8	22,4
БиГуЭм-3	19,4	28,7	21,9	23,3
КМН	20,5	28,0	19,7	22,7
Без удобрений	13,6	20,4	16,2	16,7
НСР <sub>05</sub>	1,8	2,3	2,1	

В целом наибольшая урожайность наблюдалась в 2018 г., который не отличался критическими погодными условиями в период онтогенеза картофеля.

В фазы бутонизации и цветения, когда идет активный рост ботвы, повышена фотосинтетическая активность, формируются столоны и начинают образовываться клубни, влажность почвы должна быть оптимальной и составлять 70-80 % НВ [14]. В этот важный период роста и развития картофеля в 2017 г. наблюдался избыток почвенной влаги, а в 2019 г. – ее недостаток, что пагубно отразилось на полученном урожае. Тем не менее, использование всех видов биоудобрений по сравнению с контрольным вариантом без удобрений способствовало получению прибавки урожая каждый год в среднем на 42,3, 37,5 и 27,9 % соответственно исследуемым годам (см. табл. 4). Видно, что максимальный эффект от биоудобрений наблюдался в увлажненном 2017 г., минимальный – в 2019 г., засушливом в первой половине вегетации картофеля, что также повлияло на снижение активности биоудобрений.

При сравнении всех видов БиГуЭм необходимо отметить, что на протяжении трех лет максимальный урожай получен в варианте применения биоудобрения БиГуЭм-3. Однако разница с урожаем, сформированным в результате использования БиГуЭм-1 и БиГуЭм-2, статистически незначима.

Следует отметить, что в 2019 г. эффективность БиГуЭм-3 была выше по сравнению с КМН – урожай отличался на статистически значимую величину, но в среднем за три года разница нивелировалась.

Влияние метеословий отразилось и на качестве клубней картофеля (табл. 5, 6). Важно, что содержание нитратов во все годы было ниже ПДК (250 мг/кг) для данной культуры. При этом отличия в накоплении нитратов по годам все же наблюдались. Известно [1], что в прохладную и дождливую погоду резко снижается фотосинтезирующая деятельность растений, вследствие чего в клубнях картофеля повышается накопление нитратов. Сухая и жаркая погода тоже влияет на накопление нитратов. В исследованиях также прослеживалась определенная зависимость. Так, максимальные (близкие к ПДК) значения нитратов были в дождливом 2017 г., более низкие – в засушливом 2019 г., а минимальные – в 2018 г., наиболее оптимальном по климатическим условиям.

**5. Содержание нитратов в клубнях картофеля сорта Скарб, мг/кг**

Вариант опыта	2017 г.	2018 г.	2019 г.	В среднем за 3 года
БиГуЭм-1	242,6	93,6	161,6	165,8
БиГуЭм-2	230,3	98,3	179,4	169,3
БиГуЭм-3	200,6	93,3	150,2	149,5
КМН	213,1	101,2	164,8	159,7
Без удобрений	239,4	108,4	135,5	161,1
НСР <sub>05</sub>	19,4	11,2	15,6	

Применение биоудобрения БиГуЭм-3 в 2017 и 2018 г. способствовало статистически значимому снижению нитратов в клубнях картофеля по сравнению с контрольным вариантом без удобрений – на 14-16 %. В 2019 г. в указанном опытном варианте содержание нитратов в картофеле выше, но не существенно. Несмотря на то, что клубни картофеля в вариантах внесения различных видов биоудобрения БиГуЭм по количеству нитратов различались между собой незначительно, все же наблюдалась тенденция к их уменьшению в случае применения БиГуЭм-3.

**6. Содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Скарб, %**

Вариант опыта	2017 г.	2018 г.	2019 г.	В среднем за 3 года
БиГуЭм-1	12,2	13,6	14,6	13,5
БиГуЭм-2	12,1	13,5	14,8	13,5
БиГуЭм-3	12,4	14,5	15,4	14,1
КМН	12,5	14,3	15,1	14,0
Без удобрений	11,8	12,9	13,8	12,8
НСР <sub>05</sub>	0,9	1,1	1,1	

Следует отметить, что накопление крахмала в 2017 г. клубнями картофеля всех вариантов опыта уступало по абсолютным значениям последующим годам, особенно засушливому 2019 г. (см. табл. 6). В ходе проведенного исследования были подтверждены литературные данные [3, 9, 10] о том, что средняя крахмалистость клубней картофеля находится обычно в прямой зависимости от средней температуры воздуха и в обратной зависимости от суммы осадков: сухая и жаркая погода обуславливает повышение крахмала, а дождливая и более прохладная – его снижение. В 2017 г. различия в содержании крахмала по всем вариантам мелкоделительного опыта незначительные.

В последующие годы статистически значимое увеличение содержания крахмала в клубнях картофеля относительно контроля (без удобрений) наблюдалось только в вариантах с использованием БиГуЭм-3 и КМН. В картофеле варианта с применением БиГуЭм-3 содержание крахмала и в 2018 г., и в 2019 г. на 1,6 % (абс.) выше этого показателя в клубнях контрольного варианта.

**Выводы.** Установлено, что использование магния уксуснокислого в качестве стимулятора процесса ферментации при получении биоудобрения БиГуЭм-3 способствовало более активному преобразованию ферментируемой смеси. Об этом свидетельствовали динамика окислительно-восстановительного коэффициента, величина которого через 96 ч от начала ферментации была в 2-3 раза выше по сравнению с процессами получения БиГуЭм-1 и БиГуЭм-2, и коэффициенты минерализации по азоту и углероду, которые достигали стабилизационных значений (~1) при продлении процесса ферментации на 36-48 ч. По содержанию общего азота и подвижного фосфора БиГуЭм-3 статистически значимо превосходил БиГуЭм-1 и БиГуЭм-2, а по количеству подвижного калия – БиГуЭм-2.

Апробация трех видов БиГуЭм при выращивании картофеля в течение трех лет определила, что биоудобрения способствовали получению прибавки урожая до 42 %. БиГуЭм-3 обеспечивал формирование максимального урожая – 23,3 т/га (в среднем за 2017-2019 г.), но по сравнению с БиГуЭм-1 и БиГуЭм-2, а также с КМН различия статистически незначимы.

Применение БиГуЭм-3, как и КМН, в отдельные годы способствовало статистически значимому снижению нитратов в клубнях картофеля (на 14-16 %) и увеличению содержания крахмала (на 1,6 % (абс.)) по сравнению с контрольным вариантом без удобрений.

Анализ полученной биологической урожайности картофеля и оценка его качества позволяют судить о конкурентоспособности нового биоудобрения БиГуЭм-3. В дальнейшем планируется проверить его эффективность в сравнении с другими подобными продуктами, представленными на российском рынке.

#### Литература

1. Аникина А.С. Сортовые особенности нитратонакопления в клубнях картофеля: мат. Всерос. конф. молодых исследователей «Аграрная

наука – 2022» 22-24 ноября 2022 г. г. Москва. – М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 1692-1694.

2. Белюченко И.С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов: мат. Межд. науч.-практ. конф. «Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах» 11-12 декабря 2014 г. г. Нижний Новгород. – Нижний Новгород: Нижегородский институт управления, 2014. – С. 41-47.

3. Босак В.Н., Мезенцева Е.Г., Дембицкая Т.В. Содержание нитратов в растениеводческой продукции в зависимости от погодных условий и применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1. – С. 167-171.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Киришин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 3. – С. 19-25.

6. Клебанов Н.В. Земельные ресурсы. – Минск: БГУ, 2013. – 373 с.

7. Климентова Е.Г., Рассадина Е.В., Антонова Ж.А. Физиология растений. – Ульяновск: УлГУ, 2014. – 170 с.

8. Ковалев Н.Г., Рабинович Г.Ю., Степанов В.В., Сульман Э.М., Пакшивер С.Л., Сульман М.Г., Михайлов И.А., Перевозчикова С.Ю. Способ биоконверсии органических отходов в кормовую добавку и удобрение // Патент РФ № 2151133, 20.06.2000.

9. Козлова Л., Литвяк В., Мельситова И. Накопление и морфология крахмала картофелем белорусской селекции // Наука и инновации. – 2010. – № 91. – С. 43-48.

10. Кориунов А.В., Филиппова Г.И., Гацкова Н.А., Кутовенко Л.Н. Управление содержанием крахмала в картофеле // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 19-22.

11. Косолапов В.М., Чуёков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография. – М: ООО «Угрешская типография», 2019. – 272 с.

12. Михайлова Л.А., Субботина М.Г., Алёшин М.А. Удобрение и диагностика минерального питания плодово-ягодных культур. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2019. – 247 с.

13. Орлова О.В. Ускорение созревания компоста из ТБО при введении активизирующих биоорганических добавок // Экология и промышленность России. – 2008. – № 10. – С. 38-40.

14. Петрова Л. И., Митрофанов Ю. И., Гуляев М. В., Первушина Н. К. Влияние различных факторов на формирование урожая и качество продукции картофеля // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 4. – С. 34-42. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-34-42.

15. Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Смирнова Ю.Д. Способ приготовления компоста // Патент РФ № 2598041, 20.09.2016.

16. Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В., Мартмянова И.А., Пушкина Л.В. Способ получения биоудобрения // Патент РФ № 2579254, 10.04.2016.

17. Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Ковалёв Н.Г., Рабинович Р.М., Сульман Э.М. Способ получения биологически активного средства для роста и развития растений // Патент РФ № 2264460, 10.06.2005.

18. Романов В.И. Материальная экскретология. – М., 2018. – 272 с.

19. Романов Е.М., Мухомтов Д.И., Гордеева С.С., Мичеева Э.В. Применение биоактивизирующих добавок при переработке органических отходов в нетрадиционные удобрения // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2012. – №1. – С. 74-84.

20. Теучеж А.А. Применение птичьего помета в качестве органического удобрения // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 128. – С. 914-931. doi: 10.21515/1990-4665-128-061.

21. Chen Z., Jiang X. Microbiological Safety of Chicken Litter or Chicken Litter-Based Organic Fertilizers: A Review // Agriculture. 2014. 4(1). P. 1-29. doi:10.3390/agriculture4010001.

22. Perera J., Nakhshiniev B., Gonzales H., Yoshikawa K. Effect of Hydrothermal Treatment on Macro-Micronutrients Extraction from Chicken Manure for Liquid Organic Fertilizer Production // British Journal of Environment and Climate Change. 2015. 5(1). P. 64-75. doi:10.9734/bjcc/2015/15434.

#### VARIANTS OF A NEW MANURE-BASED BIOFERTILIZER AND THEIR EFFECTIVENESS IN POTATO CULTIVATION

G. Yu. Rabinovich, N.V. Fomicheva

Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,  
Pyzhevsky per., 7, bld. 2, 119017, Moscow, Russia, E-mail: [nvfomi@mail.ru](mailto:nvfomi@mail.ru)

Three options for obtaining bio-fertilizer BiGuEm by fermentation of a peat dung mixture using various stimulants are presented: potassium-sodium tartrate (BiGuEm-1), manganese acetic acid (BiGuEm-2) and magnesium acetate (BiGuEm -3). According to a number of indicators (oxidation-reduction coefficient, mineralization coefficient, macroelement content), it was found that magnesium acetate contributed to a more active transformation of the fermented mixture. Approbation of biofertilizers was carried out during 2017-2019. at the agro-polygon VNIIMZ (Tver region) when growing potatoes of the Skarb variety. Biofertilizers were applied locally when potatoes were planted at the rate of 4 t/ha. All types of BiGuEm contributed to obtaining an increase in yield up to 42%. BGUEM-3 ensured the formation of the maximum yield – 23.3 t/ha (on average over 3 years). The use of BiGuEm -3 in some years contributed to a statistically significant decrease in nitrates in potato tubers (by 14-16%) and an increase in starch content (by 1.6% (abs.)) compared to the control variant without fertilizers.

Keywords: fermentation, stimulants, biofertilizer, BiGuEm, mineralization coefficient, redox coefficient, potato, crop, nitrates, starch.

\*\*\*\*\*

#### ПЕРЕЧЕНЬ

рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы  
основные научные результаты диссертаций на соискание  
ученой степени кандидата, на соискание ученой степени доктора наук  
(по состоянию на 07.12.2022 года)  
журнал Плодородие ISSN 1994-8603

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым присуждаются ученые степени
1.5.15. Экология (сельскохозяйственные науки)
1.5.19. Почвоведение (сельскохозяйственные науки)
4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные, биологические науки)
4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные, биологические, химические науки)
4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные, биологические науки)
4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (сельскохозяйственные, биологические науки)