

ISSN 1817-7204(Print)

ISSN 1817-7239(Online)

УДК 635.132:[631.811:579.64]

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-319-329>

Поступила в редакцию 22.12.2020

Received 22.12.2020

Г. Ю. Рабинович, Н. В. Фомичева, Ю. Д. Смирнова*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный исследовательский центр
«Почвенный институт имени В. В. Докучаева», Москва, Россия***ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКОФАЗНЫХ БИОСРЕДСТВ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МОРКОВИ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ**

Аннотация: Одним из приоритетных направлений при возделывании моркови является разработка новых приемов в технологиях, позволяющих повысить не только урожайность, но и качество корнеплодов. Обработка вегетирующих растений различными биопрепаратами, регуляторами роста, геминными препаратами является наиболее перспективным технологическим приемом повышения урожайности и качества моркови. Цель работы – исследование влияния жидкофазных биосредств различной природы на урожайность и качество моркови сорта Карини, выращиваемой на торфяной почве. Опыт проводили в 2015–2016 гг. на базе Дмитровского отдела ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева» (Московская обл.). Испытывали два микробных биосредства (ЖФБ и Азотовит) и два гуминовых (БоГум и ФлорГумат). Азотовит и ФлорГумат – известные зарегистрированные препараты, а ЖФБ и БоГум – разработки ВНИИМЗ. Биосредства применяли трижды за вегетацию по фону основного удобрения $P_{40}K_{60}$. Наибольшая прибавка урожайности моркови получена в случае использования ЖФБ и БоГум – 19,4 и 18,3 %. Применение гуминовых препаратов способствовало более высокому уровню минерализационных процессов в почве, обеспечивающих растения доступными элементами питания. Отмечено улучшение качественных показателей корнеплодов моркови от всех тестируемых биосредств: большее содержание каротина в корнеплодах в варианте с БоГум – 101 мг/кг, сухого вещества – от применения Азотовит – 9,35 %, минимальное содержание нитратов от препарата ФлорГумат – 101 мг/кг. В целом механизм действия используемых биосредств заключался в их комплексном влиянии на растения и почву, что имеет определенную ценность для фундаментальных исследований. Методом кластерного анализа показана высокая степень сходства эффективности биосредств ЖФБ и БоГум по совокупности показателей (урожайности, качества моркови, агрохимических и микробиологических показателей почвы). Наиболее перспективным определено гуминовое биосредство БоГум. Применение рассмотренных биосредств при возделывании моркови на торфяных почвах позволит улучшить обеспечение перерабатывающей промышленности сырьевой базой, а населения – качественной овощной продукцией. **Благодарности.** Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ВНИИМЗ на 2015–2017 гг. по теме «Разработать научные и технологические основы получения новых полифункциональных биоудобрений и биопрепаратов на базе природных и вторичных биоресурсов для целевого использования в инновационных агротехнологиях в гумидной зоне».

Ключевые слова: морковь, торфяная почва, биосредство, ЖФБ, Азотовит, БоГум, ФлорГумат, урожайность, качество, коэффициент минерализации, кластерный анализ

Для цитирования: Рабинович, Г. Ю. Эффективность жидкофазных биосредств при возделывании моркови на торфяных почвах / Г. Ю. Рабинович, Н. В. Фомичева, Ю. Д. Смирнова // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, №3. – С. 319–329. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-319-329>

Galina Yu. Rabinovich, Natalia V. Fomicheva, Yulia D. Smirnova*FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia***EFFICIENCY OF LIQUID-PHASE BIOLOGICAL PREPARATIONS WHEN CULTIVATING CARROTS
ON PEAT SOILS**

Abstract: One of priority directions in cultivation of carrots is development of new techniques in technologies allowing to increase not only the yield, but also the quality of root crops. Treatment of vegetative plants with various biological products, growth regulators and hemin preparations is the most promising technological method for increasing carrots yield and quality. The purpose of the research is to study the effect of liquid-phase biological means of various natures on yield and quality of Karini variety carrots grown on peat soil. The experiment had been carried out in 2015–2016 on peat soil of the Dmitrovsky department of VNIIMZ branch FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute (Moscow region). Two microbiological preparations (LPB and Azotovit) and two humic (BoHum and FlorHumat) were tested. Azotovit and FlorHumat are known registered preparations, and LPB and BoHum are the latest developments of VNIIMZ. The biological means were applied three times during growing season against the background of the main fertilizer $P_{40}K_{60}$. The largest increase in carrot yield

was obtained when using LPB and BoHum - 19.4 and 18.3 %. Humic preparations contributed to a higher level of mineralization processes in soil, providing plants with available nutrients. Improvement in quality indicators of carrots for all tested biological means was noted: a higher content of carotene in root crops in the variant with BoHum - 101 mg/kg, dry matter - when using Azotovit - 9.35 %, the minimum content of nitrates when using FlorHumat preparation - 101 mg/kg. In general, the impact mechanism of the biological means used was their complex effect on plants and soil, which is of certain value for fundamental research. The method of cluster analysis showed a high degree of similarity in efficiency of bio-means LPB and BoHum in terms of set of indicators (yield, quality of carrots, agro-chemical and microbiological indicators of soil). The most promising is the humic biological mean BoHum. The considered biological means used for cultivation of carrots on peat soils will improve provision of processing industry with a raw material base, and population with high-quality vegetable products. Acknowledgments. The research was carried out as part of State program of the FSBSI VNIIMZ for 2015-2017 on the subject "To develop scientific and technological basis for obtaining new multifunctional biofertilizers and biological products based on natural and secondary biological resources for targeted use in innovative agricultural technologies in the humid zone".

Keywords: carrots, peat soil, biological mean, LPB, Azotovit, BoHum, FlorHumat, yield, quality, mineralization coefficient, cluster analysis

For citation: Rabinovich G. Yu., Fomicheva N. V., Smirnova Yu. D. Efficiency of liquid-phase biological preparations when cultivating carrots on peat soils. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 3, pp. 319-329 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-319-329>

Введение. Среди овощных культур корнеплодные растения занимают важное место. В частности, морковь помимо основного ее использования в пищу имеет хозяйственное значение как техническая культура для получения каротина, а также применяется в качестве кормового растения. Среднемировая урожайность моркови столовой с 2013 по 2017 г. возросла на 4 т/га – от 33,3 до 37,3 т/га. Прирост за 2013–2017 гг. посевных площадей составил 6,0 тыс. га, валового сбора – 4,8 млн т [1]. Морковь столовую в 2017 г. выращивали в 149 странах на общей посевной площади 1,15 млн га, валовой сбор составил 42,8 млн т. Мировым лидером по производству моркови столовой является Китай – около 40 % от общего объема производства моркови в мире. В России с 2007 по 2015 г. валовой сбор моркови столовой увеличился на 32 % [2]. По данным Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, валовой сбор моркови в России в 2016 г. составил 14,5 млн ц, в 2017 г. – 14,4 млн ц, в 2018 – 14,1 млн ц. За период 2013–2017 гг. производство данной культуры в Республике Беларусь сократилось в 1,5 раза – с 56,1 до 38,0 тыс. т [3]. Наблюдаемая тенденция к снижению производства моркови в России и Беларуси в последние годы увеличивает актуальность повышения ее урожайности.

Одним из путей увеличения урожайности моркови является совершенствование технологии ее возделывания. Многие страны мира предлагают свои технологические решения и приемы возделывания моркови столовой [4–7]. Обработка вегетирующих растений различными биопрепаратами, регуляторами роста, гуминовыми препаратами является наиболее перспективным технологическим приемом повышения урожайности моркови [8–10]. При этом механизмы действия препаратов не всегда раскрываются авторами. Чаще всего в научных материалах, представленных в открытой печати и сети Интернет, содержатся сведения об эффективности их действия. Использование биологически активных препаратов независимо от сорта моркови позволяет стимулировать ее рост и развитие, сокращать период появления всходов, повышать продуктивность и качество овощной культуры [9, 11].

Так, обработка семян моркови в водном растворе биологически активного препарата Вэрва (концентрация 0,2–2,0 мг/л) за двое суток до посева и дальнейшая двукратная некорневая подкормка вегетирующих растений при норме расхода 400 л/га позволили сократить период появления всходов, снизить период вегетации, повысить урожайность моркови на 19,2 %, увеличить количество сахаров и каротина в корнеплодах на 0,6 % и 2,9 мг% соответственно [12].

Трехкратное опрыскивание растений моркови препаратами Эпин-экстра и Циркон способствовало активизации ростовых процессов, что приводило к повышению урожайности на 19,0–24,2 % по отношению к контролю. По содержанию сухого вещества, каротина и сумме сахаров корнеплоды опытных вариантов также превышали контрольный вариант [13].

Урожайность корнеплодов моркови при двукратной некорневой обработке вегетирующих растений моркови полимерно-хелатным микроудобрением Аквадон-Микро с набором микроэлементов в дозе 3 л/га на фоне внесения минерального удобрения ($N_{28}P_{36}K_{36}$) составила 66,6 т/га, что на 24 % выше контрольного варианта. Кроме этого, отмечалось существенное увеличение содержание сахара и каротина в корнеплодах на 2,5 и 23,4 % соответственно [14].

Для повышения урожайности моркови используют также гуминовые удобрения [15–17]. Исследования Кемеровского ГСХИ показали высокую эффективность применения гуминовых препаратов Гумостима и Гумата калия для предпосевной обработки семян моркови столовой. Максимальная урожайность моркови сорта Нантская 4 формировалась при обработке семян растворами препаратов в концентрации 0,001 % – 13,5 кг/м² (Гумостим) и 13,6 кг/м² (Гумат калия). Также выявлено достоверное увеличение массы и длины корнеплода [18].

На фоне большого разнообразия препаратов для выращивания овощных культур, в частности моркови, вопрос использования их на торфяной почве малоизучен. По данным Международного торфяного общества (IPS), суммарная площадь торфяных месторождений мира оценивается в 176 млн га, из них в России – 50,7 млн га [19]. Наибольшие месторождения сосредоточены в странах СНГ (около 40 %), Индонезии (13,6 %), Финляндии (7,0 %), Канаде (7,0 %), США (7,0 %), Китае (5,4 %) и Швеции (2,4 %). Торфяные месторождения преимущественно используются для добычи торфа с последующей его переработкой или использованием в качестве энергетического ресурса. При этом торфяные почвы имеют сложный, многокомпонентный состав, органическая часть которых состоит как из растительных остатков, так и из продуктов их превращения [20], что делает их пригодными для выращивания овощных культур, в частности моркови. Активное использование торфяных почв для возделывания сельскохозяйственных культур ведется в России и Республике Беларусь. В составе сельскохозяйственных земель Беларуси более 1 млн га составляют осушенные торфяные почвы – это 13,1 % всех земель, из которых 556,7 тыс. га с органогенными почвами. Эти земли являются важным урожаеобразующим звеном аграрного производства, их агробиологический потенциал составляет 4,5–5,5 млн т к. ед. [21].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ – филиал ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева») разработана технология получения жидкофазных биосредств из органического сырья (из смеси торфа и навоза) для роста и развития растений: биопрепарат ЖФБ и гуминовое биосредство БоГум. Биосредства в течение нескольких лет апробировали на дерново-подзолистых почвах и на тепличных грунтах при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Применение ЖФБ в составе общих агротехнических мероприятий способствовало повышению урожайности картофеля на 20–25 %, зерновых – на 15–20 % и огурцов (тепличный грунт) – на 15–18 % [22]. Однократная некорневая подкормка кукурузы гуминовым биосредством БоГум способствовала прибавке урожая на 12–15 %; трехкратная обработка растений картофеля по фазам всходов, бутонизации и цветения – на 20–30 % [23]. Использование ЖФБ и БоГум положительно отражалось не только на урожайности сельскохозяйственных культур, но и на качестве получаемой продукции, а также на микробиологических и агрохимических показателях почвы.

Цель настоящей работы – исследование влияния жидкофазных биосредств различной природы на урожайность и качество моркови сорта Карини, выращиваемой на торфяной почве.

Материалы и методы исследования. Мелкоделяночный опыт по возделыванию моркови сорта Карини проводили на низинной торфяной почве Яхромской поймы (Московская обл., 56°39'83"N; 37°43'31"E) в 2015–2016 гг. Сорт моркови Карини включен в Госреестр Российской Федерации в 2011 г., характеризуется среднепоздним созреванием, корнеплод конической формы со слегка заостренным кончиком. Особенностью данного сорта является длительное сохранение товарных качеств¹. Технология возделывания – общепринятая для культуры, при этом в качестве основного удобрения вносили вразброс суперфосфат и хлористый калий. Данная торфяная почва относится к высокому классу обеспеченности элементами питания (P₂O₅ – 400–430 мг/кг; K₂O – 300–350 мг/кг, C – 38–41 %, pH_{KCl} 5,35), поэтому минеральные удобрения вносили в минимальном количестве P₄₀K₆₀ [24]. Азотные удобрения под овощные культуры на этих почвах, как правило, не вносят, так как здесь большая часть потребности овощных культур в азоте удовлетворяется за счет минерализации органического вещества почвы [20].

Размещение делянок в опыте систематическое и с выделением защитных полос. Учетная площадь делянок – 4,2 (3,0 × 1,4) м², повторность – трехкратная. Контролем служили учетные

¹ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 680 с.

делянки с фоном основного минерального удобрения. Уборку моркови проводили вручную при полном созревании и формировании корнеплодов, сортируя их на стандартные и нестандартные.

В опыте использовали следующие препараты: ЖФБ, Азотовит, БоГум, ФлорГумат. Состав ЖФБ характеризуется высокой численностью агрономически полезной микрофлоры (аммонифицирующей, амилотической, аминокислосинтезирующей, мобилизующей органофосфаты и др.) и варьируется от $n \times 10^9$ до $n \times 10^{12}$ КОЕ/мл в зависимости от состава исходного сырья, содержание P_2O_5 доходит до 10,0 г/л, K_2O – до 9,5 г/л, в составе ЖФБ также присутствуют другие макро- и микроэлементы, гуминовые вещества, аминокислоты, сахара [25]. В жидком гуминовом биосредстве БоГум содержание гуминовых кислот составляет не менее 5 г/л, гуматов калия – не менее 20 г/л, набор макро- и микроэлементов [25, 26].

Азотовит и ФлорГумат являлись препаратами сравнения для ЖФБ и БоГум соответственно. Такой выбор обосновывался рядом критериев: действующее начало биосредств (микроорганизмы, гуминовые кислоты), норма их расхода, разбавление и др.

Бактериальный препарат Азотовит (ООО «Промышленные Инновации», Москва, Россия), действующим веществом которого является *Azotobacter chroococcum*, рекомендуется к использованию на различных сельскохозяйственных культурах. Азотовит стимулирует прорастание семян, способствует активному росту растений и формированию дополнительного урожая [27].

Действующим началом ФлорГумата (ООО «ГЕРА», Московская обл., Россия) являются гуминовые вещества – 90 г/л, кроме этого, в его состав входит набор элементов питания и микроэлементов. Данный препарат также рекомендуется для обработки семян перед посевом и некорневой подкормки вегетирующих растений [28, 29].

Все биосредства использовали согласно рекомендациям производителей: ЖФБ, БоГум и ФлорГумат – в качестве некорневой подкормки, Азотовит – путем увлажнения прикорневой зоны. Биосредства вносили трехкратно: в фазу 3–4 листочков, начала формирования корнеплодов и активного роста корнеплодов. Применялись следующие нормы расхода препаратов: ЖФБ, БоГум и Азотовит – 1 л/га (расход рабочего раствора 300 л/га), ФлорГумат – 2 л/га (расход рабочего раствора 500 л/га). Опрыскивание растений моркови проводили в сухую безветренную погоду после 18 ч, когда уменьшается опасность быстрого испарения с поверхности листьев.

В течение вегетационного периода дважды проводили отбор почвенных образцов асептически из пахотного горизонта (0–20 см) для определения микробиологических и агрохимических показателей (NH_4 , P_2O_5 , K_2O). Численность аммонифицирующих, амилотических микроорганизмов, мобилизующих органофосфаты, микроскопических грибов осуществляли методом предельных разведений на твердых питательных средах – мясо-пептонный агар (МПА), крахмало-амиачный агар (КАА), Менкиной, сусло-агар (СА) соответственно.

Интенсивность минерализационных процессов в торфяной почве под морковью оценивали по значению условного коэффициента минерализации по азоту, рассчитанного через соотношение численности микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота (питательная среда КАА) к численности микроорганизмов, потребляющих органические формы азота (питательная среда МПА) [30]. Определение физиологических групп, участвующих в минерализации, позволяет косвенно выявить направленность трансформационных изменений, происходящих в почве. При этом по величине коэффициента минерализации можно судить об уровне высвобождения доступных элементов питания, в частности, минерального азота, принимающего участие в развитии культуры.

Оценку качества корнеплодов моркови проводили по содержанию каротина, нитратов и сухого вещества. Содержание каротина в корнеплодах определяли в аккредитованной испытательной лаборатории ФГБУ ГЦАС «Тверской», нитраты – ионометрическим методом, сухое вещество – методом высушивания до абсолютно сухой массы.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2003, STATGRAPHICS Centurion XVI.II. В таблицах и на графиках представлены среднеарифметические значения показателей с доверительным интервалом. Статистическую значимость отличий анализировали с использованием *t*-критерия Стьюдента ($p < 0,05$). Статистическую достоверность различий урожайности и биометрических показателей моркови оценивали по значениям НСР при 5%-ном уровне значимости. Кластерный анализ

проводили методом Варда (мерой сходства служил квадрат евклидова расстояния) с учетом следующих переменных: урожайность, агрохимическая характеристика почвы, содержание определяемых групп микроорганизмов и показатели качества культуры.

Погодные условия и водно-воздушный режим пахотного слоя торфяной почвы в годы исследований несколько различались. Так, 2016 г. в целом являлся более теплым и менее влажным (ГТК – 1,51 против 1,63 в 2015 г.). В 2015 г. в период активного роста корнеплодов наблюдалось повышенное выпадение осадков (~ 119 мм) при средней температуре 17 °С. На фоне высокой влагоемкости торфяных почв увеличение влажности пахотного слоя негативно отразилось на вегетирующих растениях моркови.

Результаты и их обсуждение. Применение различных препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур в первую очередь направлено на стимуляцию их роста и развития. При этом основными показателями эффективности любых агротехнических приемов является урожайность и качество возделываемой культуры.

Все тестируемые биосредства в разной степени способствовали достоверной прибавке ($p < 0,05$) урожая моркови (табл. 1). Максимальная урожайность получена от применения разработанных во ВНИИМЗ препаратов ЖФБ и БоГум, увеличение урожая от использования ФлорГумата меньше, но достоверной разницы между этими вариантами не обнаружено.

Полученные прибавки урожая согласуются с данными научной литературы, описывающими опыт применения известных гуминовых препаратов при возделывании моркови. Так, в Великолукской ГСХА проводили испытания ряда гуминовых препаратов (Гумимакс, Гумат натрия, Росток в концентрации 0,01 %) для обработки семян моркови и дальнейшего опрыскивания растений. В среднем за три года исследований прибавки урожайности корнеплодов варьировались от 0,7 до 5,5 т/га. Наибольший прирост наблюдался от применения препарата Гумимакс – 10,6 % [11]. В Республике Тыва проводили двукратную некорневую подкормку моркови Гуматом калия торговой марки «ЛиСт-Форте» в дозах 8–20 кг/га на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$, что позволило увеличить урожайность корнеплодов на 6–23 % [31].

Т а б л и ц а 1. Биологическая эффективность применения биосредств при выращивании моркови сорта Карини на торфяной почве, 2015–2016 гг.

Table 1. Biological efficiency biological preparations when cultivating carrots of Karini variety on peat soils, 2015-2016

Вариант опыта	Общая урожайность, т/га				Средние значения за 2015–2016 гг.			
	2015 г.	2016 г.	средняя за 2 года	прибавка, %	Товарность, %	Число товарных корнеплодов, шт/м ²	Средняя масса 1 товарного корнеплода, г	Масса ботвы 1 товарного корнеплода, г
Контроль – фон ($P_{40}K_{60}$)	34,2	35,6	35,0	—	75	33,8	78,2	38,7
Фон + ЖФБ	40,5	43,1	41,8	19,4	72	35,7	85,0	43,4
Фон + Азотовит	36,7	39,1	37,9	8,3	74	32,1	87,0	40,8
Фон + БоГум	39,2	43,0	41,4	18,3	81	40,0	83,9	42,1
Фон + ФлорГумат	38,6	41,2	39,9	14,0	77	38,0	80,5	39,5
HCP ₀₅	2,11	2,29	2,18		1,8	1,73	4,31	1,31

П р и м е ч а н и е. Представлены среднеарифметические значения показателей с указанием HCP при 5%-ном уровне значимости.

Бактериальный препарат Азотовит по сравнению с контролем способствовал наименьшей прибавке урожайности – 8,3 %. В Иркутской области, например, исследователи отмечали более существенное увеличение урожайности моркови от применения биопрепарата на основе *Azotobacter chroococcum* – 57,8 % по сравнению с контролем [32]. Такой прирост, по-видимому, обусловлен повышенной дозой внесения биопрепарата – 5 л/га, на фоне органического удобрения – 15 т/га перегноя (NO_3 – 0,9 %; P_2O_5 – 1,2 %; K_2O – 0,8 %).

Несмотря на то, что в варианте с применением Азотовит получена наименьшая прибавка урожая, здесь формировались самые крупные товарные корнеплоды при минимальном их количестве на 1 м² (табл. 1). Необходимо отметить, что и препарат ЖФБ, имеющий биогенную природу, также

Т а б л и ц а 2. Показатели качества
корнеплодов моркови сорта Карини, 2015–2016 гг.

Table 2. Quality indicators of root vegetables
of carrots of Karini variety, 2015–2016

Вариант опыта	Каротин, мг/кг	Нитраты, мг/кг	Сухое веще- ство, %
Контроль – фон (Р ₄₀ К ₆₀)	65 ± 3,7 ^a	230 ± 10,1 ^d	7,93 ± 0,30 ^a
Фон + ЖФБ	75 ± 4,5 ^b	180 ± 13,7 ^c	8,70 ± 0,38 ^b
Фон + Азотовит	73 ± 5,1 ^b	158 ± 10,9 ^b	9,35 ± 0,39 ^c
Фон + БоГум	101 ± 5,1 ^c	152 ± 13,1 ^b	8,90 ± 0,34 ^{bc}
Фон + ФлорГумат	75 ± 3,7 ^b	101 ± 9,6 ^a	8,87 ± 0,36 ^b

П р и м е ч а н и е. Представлены среднearифметические значения показателей с доверительным интервалом; варианты, сопровождаемые одинаковыми буквами, различаются незначимо ($p < 0,05$).

сравнению с контрольным вариантом (табл. 2). При этом максимальное содержание каротина отмечали при использовании гуминового биосредства БоГум, а сухого вещества – при применении бактериального препарата Азотовит. Несмотря на то, что содержание нитратов в корнеплодах всех вариантов находилось ниже ПДК 250 мг/кг, препарат ФлорГумат способствовал наибольшему снижению данного показателя.

Подобный эффект улучшения качественных показателей корнеплодов моркови отмечается и в других исследованиях. Например, исследователи Республики Тыва наблюдали изменения биохимического состава корнеплодов моркови столовой сорта Шантане 2461 при некорневой подкормке различными концентрациями гумата калия: содержание сухого вещества варьировало от 16,92 до 18,65 % (в контроле – 14,63 %), каротина – от 87 до 95 мг/кг (в контроле – 75 мг/кг) [31]. Венгерские ученые также отмечали увеличение содержания каротина на 19,8 % в результате применения бактериальных удобрений на основе *Azobacter vinelandii* и *Streptomyces albus* при выращивании моркови сорта Нара F1 [33].

Увеличение урожайности и улучшение качественных характеристик моркови, по всей видимости, обусловлено комплексным действием используемых в опыте биосредств: через листовую поверхность, в результате стимулирования физиологических процессов роста и развития растений, а также через почву вследствие активизирования почвенных процессов. Влияние микробиологических и гуминовых биосредств отразилось на усиленном росте растений в целом, в том числе надземной части. Большая масса ботвы способствовала увеличению фотосинтетической поверхности, тем самым также оказывая влияние на формирование корнеплодов (табл. 1).

При первой подкормке, когда листовая поверхность моркови еще слишком мала, частично при второй подкормке, а также при увлажнении прикорневой зоны растений часть биосредств попадала в почву. В результате применяемые биосредства принимали участие в почвенных процессах трансформации (минерализации) веществ, обеспечивая растения дополнительными элементами минерального питания. Известно [34–36], что и гуминовые биосредства, и микробные препараты участвуют в формировании почвенной структуры, активизируют почвенную микрофлору, влияют на миграцию питательных элементов и т.д. Так, корневая и некорневая подкормки гуминовыми препаратами Лигногумат и ВЮ-Дон посевов зерновых культур оказывали влияние на структурное состояние и биологическую активность чернозема обыкновенного: коэффициент структурности повышался от 0,7 до 2,6, численность различных групп микроорганизмов достоверно увеличивалась на 150 % [37]. Авторы [38] отмечали, что обработка посевов сахарной свеклы различными биопрепаратами влияла на биологическую активность почвы за счет увеличения активности ферментов классов оксидоредуктаз и гидролаз в 1,2–1,7 раза по сравнению с контролем и за счет повышения общей численности микроорганизмов в ризосфере: после 1-й обработки биопрепаратами – в 1,4–8,0 раза, после 2-й – в 1,9–3,6 раза. Польские исследователи отмечают повышение содержания минерального азота в слое почвы 0–0,9 м от 63,5–80,4 до 44,4–119,7 кг/га при применении микробиологических препаратов на посадках картофеля [39].

не способствовал значительному увеличению числа товарных корнеплодов, что отразилось на низкой товарности этих двух вариантов. Действие гуминовых препаратов БоГум и ФлорГумат повлияло на увеличение числа товарных корнеплодов на 1 м² и на товарность в целом, но при этом средняя масса одного товарного корнеплода в этих вариантах несколько уступала по данному показателю вариантам с использованием микробиологических препаратов.

Применение всех тестируемых биосредств для подкормки вегетирующих растений моркови в целом способствовало статистически достоверному ($p < 0,05$) улучшению важнейших характеристик корнеплодов: увеличению содержания каротина и сухого вещества, а также снижению содержания нитратов по

В наших исследованиях влияние на почву тестируемых биосредств оценивали путем расчета условного коэффициента минерализации по азоту (K_m), свидетельствующего об уровне минерализации органического вещества торфяной почвы. Установлено, что использование БоГум и ФлорГумат для подкормки вегетирующих растений моркови способствовало более высокому уровню минерализационных процессов по сравнению с ЖФБ и Азотовитом (рис. 1).

В целом тенденция значений K_m по вариантам согласуется с полученными данными по урожайности моркови. Проведенный регрессионный анализ показал, что между урожайностью моркови и коэффициентом минерализации почвы существует тесная связь, которая описывается достоверным уравнением регрессии: $y = 27,7858 + 2,65447x$ с коэффициентом корреляции $r = 0,74$ ($p < 0,05$), свидетельствующим об умеренно сильной взаимосвязи между переменными.

Также обозначалась тесная связь между коэффициентом минерализации и показателями качества корнеплодов моркови: между содержанием каротина и K_m – коэффициент корреляции $r = 0,84$ ($p < 0,05$); между нитратонакоплением и K_m – $r = -0,74$ ($p < 0,05$). Несмотря на то, что коэффициент минерализации по азоту представляет собой условную величину, рассчитанную по данным классического микробиологического анализа, согласованность полученных данных позволяет предположить, что применение тестируемых биосредств способствует лучшей минерализации торфяной почвы.

Принимая во внимание все полученные результаты применения тестируемых жидкофазных биосредств в данных исследованиях, необходимо отметить, что каждый препарат в разной степени проявил свое действие на продуктивность моркови, ее качество и состояние почвы под ней. Для обобщения полученных результатов дополнительно проводили кластерный анализ, который объединяет варианты опытов в группы (кластеры) в зависимости от степени сходства их влияния на все исследуемые показатели. При этом применялся расширенный массив полученных экспериментальных данных, обозначенных в разделе «Материалы и методы исследования».

Построенная дендрограмма в графическом виде демонстрирует последовательность объединения вариантов в кластеры (рис. 2). Показано, что варианты с применением жидкофазных биосредств объединились в общий кластер относительно контроля, причем в первую группу вошли ЖФБ и БоГум, свидетельствуя о наиболее высокой степени сходства эффективности данных биосредств по комплексу показателей. Биосредства Азотовит и ФлорГумат сформировали второй кластер, отличающийся межкластерным расстоянием

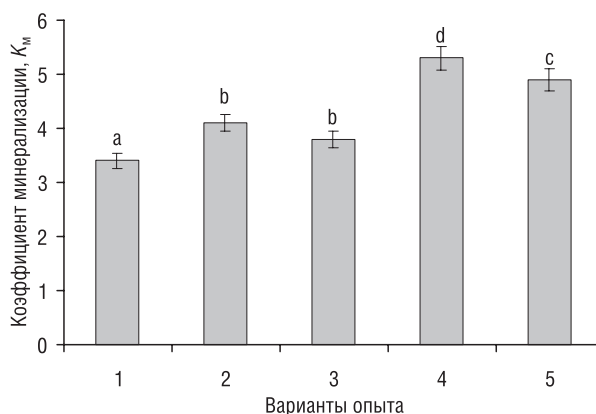


Рис. 1. Коэффициент минерализации по азоту в торфяной почве при выращивании моркови: 1 – Фон; 2 – Фон + ЖФБ; 3 – Фон + Азотовит; 4 – Фон + БоГум; 5 – Фон + ФлорГумат. Варианты, сопровождаемые одинаковыми буквами, различаются незначительно ($p < 0,05$)

Fig. 1. Mineralization coefficient for nitrogen in peat soil when cultivating carrots: 1 - Background; 2 - Background + LPB; 3 - Background + Azotovit; 4 - Background + BoHum; 5 - Background + FlorHumat. Options accompanied by the same letters differ insignificantly ($p < 0.05$)

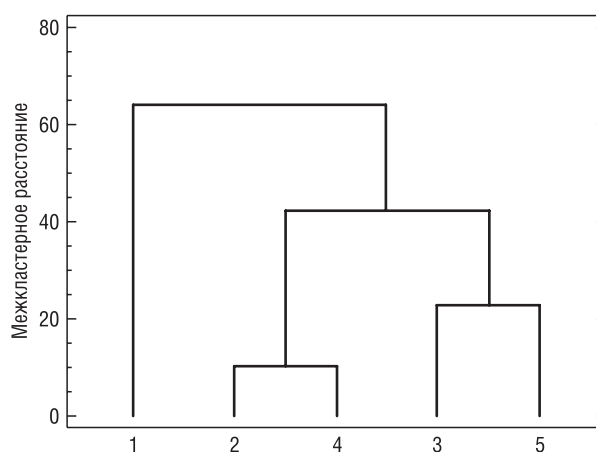


Рис. 2. Дендрограмма кластеризации вариантов опыта: 1 – Фон; 2 – Фон+ЖФБ; 3 – Фон+Азотовит; 4 – Фон+БоГум; 5 – Фон+ФлорГумат

Fig. 2. Dendrogram of clustering the experiment options: 1 - Background; 2 - Background + LPB; 3 - Background + Azotovit; 4 - Background + BoHum; 5 - Background + FlorHumat

от кластера 2–4 (биопрепарат ЖФБ и гуминовое биосредство БоГум). Проведенные исследования и построенная дендрограмма указывают о большей эффективности и конкурентоспособности новых биосредств, разработанных во ВНИИМЗ (ЖФБ и БоГум).

В 2017–2019 гг. БоГум и ЖФБ проходили апробацию на раннеспелом картофеле сорта Жуковский. Трехкратная некорневая обработка вегетирующих растений гуминовым биосредством и микробным препаратом способствовала увеличению урожайности на 27 и 15 %, крахмала в клубнях – на 1,21 и 1,08 абс. % соответственно. Содержание нитратов было на уровне 60–100 мг/кг, что существенно ниже ПДК для данной культуры (250 мг/кг).

Заключение. Оценивая полученные результаты в совокупности, следует констатировать, что все исследуемые биосредства микробной (ЖФБ и Азотовит) и гуминовой (БоГум и ФлорГумат) природы достаточно эффективны при выращивании моркови на торфяной почве. Их применение для подкормки моркови в ключевые фазы ее развития способствовало достоверному увеличению продуктивности (от 8 до 19 %) и улучшению качественных показателей корнеплодов (увеличению содержания каротина и снижению нитратов). Действие биосредств складывалось из их комплексного влияния на растения (в частности, за счет увеличения листовой поверхности) и на почву (в том числе за счет обеспечения моркови дополнительными элементами минерального питания вследствие минерализации органического вещества торфяной почвы). Полученные результаты имеют определенную ценность для фундаментальных исследований механизма действия жидких биосредств, препаратов при использовании их в качестве некорневой подкормки.

По основополагающим показателям эффективности (урожайности и качеству моркови), а также данным статистической обработки полученных результатов, к наиболее перспективному биосредству следует отнести БоГум. Его применение способствовало высокой прибавке урожая моркови (18,3 %), наибольшему содержанию каротина (101 мг/кг) на фоне более высокого уровня минерализационных процессов ($K_m = 5,3$).

Введение рассмотренных биосредств в технологические карты возделывания моркови на торфяных почвах позволит улучшить обеспечение перерабатывающей промышленности сырьевой базой, а населения – качественной овощной продукцией.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ВНИИМЗ на 2015–2017 гг. по теме «Разработать научные и технологические основы получения новых полифункциональных биоудобрений и биопрепаратов на базе природных и вторичных биоресурсов для целевого использования в инновационных агротехнологиях в гумидной зоне».

Список использованных источников

1. Производство моркови столовой в России / М. В. Шатилов [и др.] // Аграр. Россия. – 2020. – № 1. – С. 21–30. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-1-21-30>
2. Состояние развития рынка моркови столовой / С. С. Литвинов [и др.] // Аграр. Россия. – 2017. – № 4. – С. 29–35.
3. Макрак, С. В. Анализ производственно-экономических показателей и перспективные направления повышения эффективности возделывания моркови столовой в Республике Беларусь / С. В. Макрак // Никоновские чтения – 2018. Аграрная экономическая наука: истоки, состояние, задачи на будущее : материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., 22–23 окт. 2018 г. / Всерос. ин-т аграр. проблем и информатики. – М., 2018. – С. 110–112.
4. Perdana, T. Is it possible to build an inclusive carrot supply chain to meet modern market demand? Lessons learned from agribusiness cluster development in Indonesia / T. Perdana, E. Renaldi // Acta Horticulturae. – 2017. – N 1179. – P. 341–346. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2017.1179.53>
5. Comparison of the nutritional value and storage life of carrot roots from organic and conventional cultivation / A. Wrzodak [et al.] // Vegetable Crops Research Bull. – 2012. – Vol. 7, N 1. – P. 137–150. <https://doi.org/10.2478/v10032-012-0010-5>
6. Agbede, T. M. Impact of poultry manure and NPK fertilizer on soil physical properties and growth and yield of carrot / T. M. Agbede, A. O. Adekiya, E. K. Eifediyi // J. of Horticultural Research. – 2017. – Vol. 25, N 1. – P. 81–88. <https://doi.org/10.1515/johr-2017-0009>
7. The effects of increasing mycorrhiza applications on some biological properties of baby carrot (*Daucus carota* L.) plant / F. E. Acikgoz [et al.] // Intern. J. of Secondary Metabolite. – 2018. – Vol. 5, N 1. – P. 7–11. <https://doi.org/10.21448/ijsm.341081>
8. Agronomic biofortification of carrot with selenium / V. C. de Oliveira [et al.] // Ciencia e Agrotecnologia. – 2018. – Vol. 42, N 2. – P. 138–147. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018422031217>
9. Лящева, Л. В. Применение регуляторов роста при выращивании столовой моркови / Л. В. Лящева, А. С. Семенов, Е. А. Лящев // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2007. – № 2. – С. 31–35.

10. Rademacher, W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production / W. Rademacher // J. of Plant Growth Regulation. – 2015. – Vol. 34, N 4. – P. 845–872. <https://doi.org/10.1007/s00344-015-9541-6>
11. Малхасян, А.Б. Урожайность и качество столовой моркови при применении гуминовых препаратов / А.Б. Малхасян, И.Ф. Устименко, О.А. Яковчук // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2017. – №4 (66). – С. 90–91.
12. Коковкина, С.В. Новый биопрепарат Вэрва на посевах моркови столовой / С.В. Коковкина, С.Н. Триандафилова, Т.В. Хуршайнен // Земледелие. – 2010. – №1. – С. 38–39.
13. Перегудов, С.В. Оценка действия препаратов Эпин-экстра и Циркон на рост и продуктивность моркови / С.В. Перегудов, Л.А. Таланова, А.В. Перегудова // Агрохим. вестн. – 2010. – №2. – С. 30–31.
14. Осипов, А.И. Влияние некорневого питания на урожай и качество овощных культур / А.И. Осипов, Е.С. Шкрабак // Изв. С.-Петербург. гос. аграр. ун-та. – 2018. – №2 (51). – С. 35–41.
15. Effect of humic acid and crop residue application on emergence and wheat phenology / K. Akhtar [et al.] // Pure a. Appl. Biology. – 2015. – Vol. 4, N 1. – P. 97–103. <https://doi.org/10.19045/bspab.2015.41013>
16. Comparison of the effect of liquid humic fertilizers on yield of maize genotypes in Ardabil region / A. Mohammadpourkhaneghah [et al.] // Afr. J. of Biotechnology. – 2012. – Vol. 11, N 21. – P. 4810–4814. <https://doi.org/10.5897/ajb11.3646>
17. Crop yields and soil phosphorus lability under soluble and humic-complexed phosphate fertilizers / W.F. B. Herrera [et al.] // Agronomy J. – 2016. – Vol. 108, N 4. – P. 1692–1702. <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0561>
18. Оценка реакции моркови столовой на предпосевную обработку семян гуминовыми препаратами / Е.П. Кондратенко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, №1. – С. 22–25.
19. Завалин, А.А. Проблемы рационального использования ресурсов торфа в сельском хозяйстве / А.А. Завалин // Инновационные технологии использования торфа в сельском хозяйстве = Innovative technologies of agricultural use of peat : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. / Всерос. науч.-исслед. ин-т орган. удобрений и торфа Россельхозакадемии [и др.]. – Владимир, 2010. – С. 16–18.
20. Ефимов, В.Н. Торфяные почвы / В.Н. Ефимов. – М. : Россельхозиздат, 1980. – 120 с.
21. Мееровский, А.С. Осушенные торфяные почвы Белорусского Полесья в начале XXI в. / А.С. Мееровский, Н.М. Авраменко // Мелиорация. – 2020. – №2 (92). – С. 58–69.
22. Рабинович, Г.Ю. Применение новых биоудобрений и биопрепаратов при возделывании яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и картофеля (*Solanum tuberosum* L.) / Г.Ю. Рабинович, Н.Г. Ковалев, Ю.Д. Смирнова // С.-х. биология. – 2015. – Т. 50, №5. – С. 665–672. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.665rus>
23. Фомичева, Н.В. Использование жидкого гуминового биосредства БоГум при выращивании картофеля / Н.В. Фомичева, Г.Ю. Рабинович, Н.А. Лукичева // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : I Междунар. науч.-практ. Интернет-конф., 29 февр. 2016 г. / Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. земледелия. – с. Солёное Займище, 2016. – С. 2182–2186.
24. Ковалев, Н.Г. Эколого-экономическое обоснование мелиорации торфяно-болотных комплексов и технологии их рационального использования / Н.Г. Ковалев, Ю.А. Можайский. – М. ; Рязань : РГАТУ, 2012. – 300 с.
25. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии / Г.Ю. Рабинович [и др.] // Регион. экология. – 2015. – №6 (41). – С. 32–40.
26. Rabinovich, G. Yu. Development of a production algorithm for a liquid humic fertilizer / G. Yu. Rabinovich, N. V. Fomicheva, E. M. Sulman // Intern. J. of Current Research. – 2016. – N 8. – P. 25979–25982.
27. Бактериальные удобрения, урожай и качество зерна озимой пшеницы / О.В. Семенюк [и др.] // Земледелие. – 2014. – №6. – С. 33–34.
28. Зотиков, В.И. Эффективность применения ФлорГумата универсального на семенах и вегетирующих растениях / В.И. Зотиков, А.И. Ерохин, М.В. Барбашов // Земледелие. – 2011. – №8. – С. 44–45.
29. Медведев, Г.А. Альбит, ФлорГумат и Акварин: что между ними общего и чем они хороши / Г.А. Медведев, Н.В. Малышев // Изв. Нижневолж. агроунив. комплекса: наука и высш. проф. образование. – 2008. – №4 (12). – С. 17–21.
30. Платонова, Ю.Н. Эффективность влияния Микромака и биопрепаратов на биологическую активность сеяных лесных почв / Ю.Н. Платонова // Плодородие. – 2009. – №3. – С. 33–35.
31. Соловьева, В.М. Изучение действия гумата калия в сочетании с минеральными удобрениями на корнеплоды моркови / В.М. Соловьева, Е.В. Мельникова, Е.А. Порядина // Агрохим. вестн. – 2017. – №6. – С. 35–37.
32. Соколова, М.Г. Эффективность применения биопрепаратов ассоциативных бактерий на различных овощных культурах / М.Г. Соколова, Г.П. Акимов, Ш.К. Хуснидинов // Агрохимия. – 2009. – №7. – С. 54–59.
33. Agrochemical effect of bacteria fertilizer on carrot (*Daucus Carota* L.) cultivation / F. Lantos [et al.] // Russ. J. of Agr. a. Socio-Economic Sciences. – 2016. – N 8 (56). – P. 99–104. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2016-08.13>
34. Смирнова, Ю.В. Механизм действия и функции гуминовых препаратов / Ю.В. Смирнова, В.С. Виноградова // Агрохим. вестн. – 2004. – №1. – С. 22–23.
35. Попов, А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / А.И. Попов ; под ред. Е.И. Ермакова. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 246 с.
36. Tan, K. H. Agronomic importance of humic matter / K. H. Tan // Humic matter in soil and the environment: principles and controversies / K. H. Tan. – 2nd ed. – Boca Raton, 2014. – Chap. 10. – P. 333–370. – (Books in Soils, Plants, and the Environment). <https://doi.org/10.1201/b17037-11>
37. Влияние гуминовых препаратов на структурное состояние и биологическую активность чернозёма обыкновенного карбонатного / В.А. Лыхман [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, №2. – С. 16–20.
38. Пусенкова, Л.И. Влияние биопрепаратов на биологическую активность почвы и продуктивность сахарной свеклы / Л.И. Пусенкова, Е.Ю. Ильясова, Н.А. Киреева // Агрохимия. – 2012. – №10. – С. 20–26.
39. Kolodziejczyk, M. Effectiveness of nitrogen fertilization and application of microbial preparations in potato cultivation / M. Kolodziejczyk // Tur. J. of Agriculture a. Forestry. – 2014. – Vol. 38, N 3. – P. 299–310. <https://doi.org/10.3906/tar-1305-105>

References

1. Shatilov M.V., Razin A.F., Razin O.A., Ivanova M.I., Sokolova L.M., Platitsyn A.A., Shilov S.V., Orlova N.A. Production of garden carrot in Russia. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2020, no. 1, pp. 21-30 (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-1-21-30>
2. Litvinov S.S., Razin A.F., Ivanova M.I., Shatilov M.V. State of the carrot markets. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2017, no. 4, pp. 29-35 (in Russian).
3. Makrak S.V. Analysis of production and economic indicators and promising directions for increasing the efficiency of cultivation of canteen carrots in the Republic of Belarus. *Nikonovskie chteniya - 2018. Agrarnaya ekonomicheskaya nauka: istoki, sostoyaniye, zadachi na budushchee: materialy XXIII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 22-23 oktyabrya 2018 g.* [Nikon readings – 2018. Agrarian economic science: origins, state, tasks for the future: proceedings of the XXIII international scientific and practical conference, October 22-23, 2018]. Moscow, 2018, pp. 110-112 (in Russian).
4. Perdana T., Renaldi E. Is it possible to build an inclusive carrot supply chain to meet modern market demand? Lessons learned from agribusiness cluster development in Indonesia. *Acta Horticulturae*, 2017, no. 1179, pp. 341-346. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2017.1179.53>
5. Wrzodak A., Szwejd-Grzybowska J., Elkner K., Babik I. Comparison of the nutritional value and storage life of carrot roots from organic and conventional cultivation. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 2012, vol. 76, no. 1, pp. 137-150. <https://doi.org/10.2478/v10032-012-0010-5>
6. Agbede T.M., Adekiya A.O., Eifediyi E.K. Impact of poultry manure and NPK fertilizer on soil physical properties and growth and yield of carrot. *Journal of Horticultural Research*, 2017, vol. 25, no. 1, pp. 81-88. <https://doi.org/10.1515/johr-2017-0009>
7. Eryilmaz Acikgoz F., Adiloglu S., Solmaz Y., Adiloglu A. The effects of increasing mycorrhiza applications on some biological properties of baby carrot (*Daucus carota* L.) plant. *International Journal of Secondary Metabolite*, 2018, vol. 5, no. 1, pp. 7-11. <https://doi.org/10.21448/ijsm.341081>
8. Oliveira V.C. de, Faquin V., Guimaraes K.C., Andrade F.R., Pereira J., Guilherme L.R.G. Agronomic biofortification of carrot with selenium. *Ciencia e Agrotecnologia*, 2018, vol. 42, no. 2, pp. 138-147. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018422031217>
9. Lyashcheva L.V., Semenov A.S., Lyashchev E.A. Use of growth regulators when growing garden carrot. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2007, no. 2, pp. 31-35 (in Russian).
10. Rademacher W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Journal of Plant Growth Regulation*, 2015, vol. 34, no. 4, pp. 845-872. <https://doi.org/10.1007/s00344-015-9541-6>
11. Malkhasyan A.B., Ustimenko I.F., Yakovchuk O.A. Yields and quality of garden carrot with the use of humic preparations. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2017, no. 4 (66), pp. 90-91 (in Russian).
12. Kokovkina S.V., Triandafilova S.N., Khurshkainen T.V. New biopreparation Verva for carrot cultivation. *Zemledelie*, 2010, no. 1, pp. 38-39 (in Russian).
13. Peregudov S.V., Talanova L.A., Peregudova A.V. Estimation of Epina-ekstra and Zircon preparations action on growth and productivity of carrot. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2010, no. 2, pp. 30-31 (in Russian).
14. Osipov A.I., Shkrabak E.S. Influence of foliar nutrition treatment on yield and quality of vegetable crops. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2018, no. 2 (51), pp. 35-41 (in Russian).
15. Akhtar K., Khan A., Jan M.T., Afridi M.Z., Ali S., Zaheer S. Effect of humic acid and crop residue application on emergence and wheat phenology. *Pure and Applied Biology*, 2015, vol. 4, no. 1, pp. 97-103. <https://doi.org/10.19045/bspab.2015.41013>
16. Mohammadpourkhaneghah A., Shahryari R., Alaei Y., Shahmoradmoghanlou B. Comparison of the effect of liquid humic fertilizers on yield of maize genotypes in ardabil region. *African Journal of Biotechnology*, 2012, vol. 11, no. 21, pp. 4810-4814. <https://doi.org/10.5897/ajb11.3646>
17. Herrera W.F.B., Rodrigues M., Teles A.P.B., Barth, G., Pavinato P.S. Crop yields and soil phosphorus lability under soluble and humic-complexed phosphate fertilizers. *Agronomy Journal*, 2016, vol. 108, no. 4, pp. 1692-1702. <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0561>
18. Kondratenko E.P., Chumanova N.N., Sergeeva I.A., Pozdnyakova O.G., Voroshilin R.A. Evaluation of the reaction of table carrot to pre-treatment of seeds by humic preparations. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2017, vol. 31, no. 1, pp. 22-25 (in Russian).
19. Zavalin A.A. Problems of sustainable use of peat resources in agriculture. *Innovatsionnye tekhnologii ispol'zovaniya torfa v sel'skom khozyaistve = Innovative technologies of agricultural use of peat*. Vladimir, 2010, pp. 16-18 (in Russian).
20. Efimov V.N. *Peat soils*. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1980. 120 p. (in Russian).
21. Meerovskii A.S., Avramenko N.M. Drained peat soils in Belarusian Polesie at the beginning of the XXI century. *Melioratsiya [Land Reclamation]*, 2020, no. 2 (92), pp. 58-69 (in Russian).
22. Rabinovich G.Yu., Kovalev N.G., Smirnova Yu.D. Application of new biofertilizers and biological products in the cultivation of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and potato (*Solanum tuberosum* L.). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2015, vol. 50, no. 5, pp. 665-672 (in Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2015.5.665rus>
23. Fomicheva N.V., Rabinovich G.Yu., Lukicheva N.A. The use of liquid humic biological agent BoHum for growing potatoes. *Sovremennoe ekologicheskoe sostoyaniye prirodnoi sredy i nauchno-prakticheskie aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: I mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya Internet-konferentsiya, 29 fevralya 2016 g.* [The modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management: I International scientific and practical Internet conference, February 29, 2016]. Salty Zaymishche, 2016, pp. 2182-2186 (in Russian).

24. Kovalev N.G., Mozhayskij Yu.A. *Ecological and economic justification of melioration of peat-bog complexes and technologies of their rational use*. Moscow, Ryazan, Ryazan State Agrotechnological University, 2012. 300 p. (in Russian).
25. Rabinovich G.Yu., Smirnova Yu.D., Vasil'eva E.A., Fomicheva N.V. An innovative technology to solve the problems of agroecology. *Regional'naya ekologiya = Regional Ecology*, 2015, no. 6 (41), pp. 32-40 (in Russian).
26. Rabinovich G.Yu., Fomicheva N.V., Sulman E.M. Development of a production algorithm for a liquid humic fertilizer. *International Journal of Current Research*, 2016, no. 8, pp. 25979-25982.
27. Semenyuk O.V., Neshin I.V., Barkhatova O.A., Bulatov A.S. Microbial fertilizers, yield and quality of grain of winter wheat. *Zemledelie*, 2014, no. 6, pp. 33-34 (in Russian).
28. Zotikov V.I., Erokhin A.I., Barbashov M.V. Efficiency of FlorHumate universal preparation for seeds and plants. *Zemledelie*, 2011, no. 8, pp. 44-45 (in Russian).
29. Medvedev G.A., Malyshev N.V. Albit, FlorGumat and Akvarin: what they are made of and how good they are. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*, 2008, no. 4 (12), pp. 17-21 (in Russian).
30. Platonycheva Yu.N. Effect of Micromack and biopreparations on the biological activity of gray forest soils. *Plodorodie*, 2009, no. 3, pp. 33-34 (in Russian).
31. Solov'eva V.M., Mel'nikova E.V., Poryadina E.A. The study of the action of potassium humate in combination with mineral fertilizers on carrot roots. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2017, no. 6, pp. 35-37 (in Russian).
32. Sokolova M.G., Akimova G.P., Khusnidinov Sh.K. Efficiency of biopreparation associative bacteria on different vegetable crops. *Agrokhimiya [Agrochemistry]*, 2009, no. 7, pp. 54-59 (in Russian).
33. Lantos F., Papp Z., Bence S., Hódiné M.S. Agrochemical effect of bacteria fertilizer on carrot (*Daucus Carota* L.) cultivation. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2016, no. 8 (56), pp. 99-104. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2016-08.13>
34. Smirnova Yu.V., Vinogradova V.S. Mechanism of action and function of humic preparations. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2004, no. 1, pp. 22-23 (in Russian).
35. Popov A.I. *Humic substances: properties, structure, formation*. St. Petersburg, The St. Petersburg University Press, 2004. 246 p. (in Russian).
36. Tan K.H. Agronomic importance of humic matter. *Humic matter in soil and the environment: principles and controversies*. Boca Raton, 2014, pp. 333-370. <https://doi.org/10.1201/b17037-11>
37. Lykhanov V.A., Bezuglova O.S., Gorovtsov A.V., Polienko E.A. Influence of humic preparations on structural state and biological activity of typical carbonate chernozem. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2016, vol. 30, no. 2, pp. 16-20 (in Russian).
38. Pusenkova L.I., Il'yasova E.Yu., Kireeva N.A. Effect of biopreparations on the biological activity of soil and the productivity of sugar beet. *Agrokhimiya [Agrochemistry]*, 2012, no. 10, pp. 20-26 (in Russian).
39. Kolodziejczyk M. Effectiveness of nitrogen fertilization and application of microbial preparations in potato cultivation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2014, vol. 38, no. 3, pp. 299-310. <https://doi.org/10.3906/tar-1305-105>

Информация об авторах

Рабинович Галина Юрьевна – доктор биологических наук, профессор, директор ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (пос. Эммаусс, 27, Тверская обл., 170530, Российская Федерация). E-mail: vniimz@list.ru. <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>

Фомичева Наталья Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биотехнологий, ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (пос. Эммаусс, 27, Тверская обл., 170530, Российская Федерация). E-mail: nvfomi@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0002-2272-7767>

Смирнова Юлия Дмитриевна – кандидат биологических наук, заместитель директора по науке, ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (пос. Эммаусс, 27, Тверская обл., 170530, Российская Федерация). E-mail: ulayad@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0003-2435-2089>

Information about authors

Galina Yu. Rabinovich - D. Sc. (Bbiological), Professor. VNIIMZ - Branch of the FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute (27, Emmauss village, 170530 Tver region, Russian Federation). E-mail: vniimz@list.ru. <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>

Natalia V. Fomicheva - Ph. D. (Biological). VNIIMZ - Branch of the FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute (27, Emmauss village, 170530 Tver region, Russian Federation). E-mail: nvfomi@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0002-2272-7767>

Yulia D. Smirnova - Ph. D. (Biological). VNIIMZ - Branch of the FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute (27, Emmauss village, 170530 Tver region, Russian Federation). E-mail: ulayad@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0003-2435-2089>