СНИЖЕНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ФИТОФТОРОЗА И ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

РАБИНОВИЧ Галина Юрьевна, ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

ТИХОМИРОВА Дарья Васильевна, ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

Приведены результаты изучения эффективности совместного применения под картофель минеральных и органических удобрений. Исследования проводили в 2017–2018 гг. на осушаемых землях Тверской области. Объекты исследований – картофель сорта Скарб, минеральные и органические удобрения в различных дозах. Органические удобрения – продукты переработки органического сырья на основе процессов ферментации – компост многоцелевого назначения (КМН) и БиГуЭм. Минеральные удобрения – аммиачная селитра, двойной суперфосфаты хлоридкалия. В работе использовали экспериментальные методы – полевые опыты и теоретические методы исследования – математическая статистика. Оценка оптимальных доз удобрений показала, что органическое удобрение БиГуЭм в дозе 3 т/га при совместном использовании с минеральными удобрениями в дозе, эквивалентной содержанию азота, фосфора и калия в 3т БиГуЭм, обеспечивало большую сопротивляемость растений картофеля фитофторозу по сравнению с вариантом, где использовался КМН – почти на 8 % в 2017 г. и на 12 % – в 2018 г., а по сравнению с вариантом без использования удобрений (контролем) – на 61 % и 23 % соответственно. Данное сочетание удобрений обеспечило получение максимальной урожайности (как общей, так и товарной) по сравнению с контролем на 45 % при подсчете обеих видов урожайности в 2017 г., а в 2018 г. – на 38 % общей и 53 % товарной урожайности. Выявлено также увеличение урожайности картофеля на варианте с БиГуЭм в сравнении с вариантом использования КМН на 4,5 % и 5,7 % в 2017 г. и на 6,1 % и 10 % в 2018 г. Отмечено улучшение качества картофеля: невысокое содержание в клубнях нитратов, а также повышенное содержание крахмала, так в 2017 г. оно составляло 34,3 мг/кг и 15,99 % соответственно.

Введение. Картофель считается одной из главных овощных культур на столе потребителя не только в странах постсоветского пространства (России, Белоруссии, Украине), но и во многих государствах мира. По своей значимости этот корнеплод является вторым продуктом после хлебобучных изделий. В связи с этим агротехника возделывания картофеля постоянно совершенствуется, что дает возможность получить хорошие запланированные урожаи в разных зонах.

При возделывании картофеля учитывают, что он очень требователен к питательным веществам, поступающим из почвы, и удобрениям. Применяемые органические удобрения служат не только полноценным источником питания растений картофеля, но к тому же улучшают физическое состояние почвы под ним и повышают действие минеральных удобрений. Совместное применение органических и минеральных удобрений, в сравнении с раздельным внесением полной нормы каждого их вида, не только обеспечивает увеличение содержания углерода и улучшение состава гумуса почв [28], но также способствует увеличению урожая и повышению качества большинства сельскохозяйственных культур [3, 8, 9, 31–33], в том числе картофеля [2, 7, 29, 30, 34].

Картофелю свойственно заражаться разнообразными патогенными микроорганизмами. Опаснейшей болезнью данной культуры, поражающей как листву, так и клубни, является фитофтороз, возбудителем которого является *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. От этого заболевания в среднем ежегодно теряется 10–15 % урожая картофеля, но известны случаи потерь урожайности, достигающие до 40–50 % [6].

Устойчивость к фитофторе – важнейший признак сорта картофеля, который имеет большое практическое значение, так как развитие этой болезни в естественных условиях наблюдается ежегодно практически

повсюду и представляет существенную опасность для картофелепроизводства во всех регионах России. Достаточно сложным процессом в селекции является получение высокоурожайных сортов картофеля, устойчивых к патогену этой болезни, так как, оказавшись под давлением генов сверхчувствительности, которые вводятся в новые гибридные линии, патоген начинает формировать новые расы. Таким образом, борьбу против фитофтороза проводят в двух направлениях: выведение новых высокоиммунных сортов и интегрированная защита посевов, включающая комплекс организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий (биологических и химических средств защиты растений) [1].

Следует отметить, что большого внимания заслуживают сорта картофеля с относительно высокой (на уровне 7–8 баллов по 9-балльной шкале) или хотя бы средней (5–6 баллов) степенью полевой устойчивости к фитофторозу. Возделывание устойчивых сортов картофеля (Удача, Луговской, Ласунок) и относительно устойчивых (Лорх, Невский, Юбилей Жукова) позволяет избежать раннего и массового распространения фитофтороза на полях при минимальном количестве обработок химическими средствами [24].

Понятно, что химический метод защиты картофеля от вредных организмов как при возделывании, так и во время хранения считается дорогим и к тому же экологически небезопасным, поэтому в последнее время ведется поиск других безопасных способов защиты культуры. В настоящее время известно множество биопрепаратов, которые используются для защиты картофеля и других сельскохозяйственных культур от фитопатогенной микрофлоры и вредителей. Так, обработка семенного материала и опрыскивание растений картофеля препаратом Нигор не только уменьшает развитие фитофтороза на всех стадиях

развития культуры (в среднем на 10 % по сравнению с контролем), но и увеличивает ее урожайность (на 9,5 %) [4]. Хорошо зарекомендовали себя препараты Фитоспорин-М, Гуми-20 и Борогум, применяемые против болезней растений картофеля (альтернариоз, фитофтороз) в полевых условиях, эффективность которых составила от 38 до 79 %, что сопоставимо с биологической эффективностью химических средств защиты растений [16]. Положительный эффект получен при использовании препарата Квадрис: задержка в проявлении фитофтороза составила от 18 до 26 дней по сравнению с необработанным контролем [5].

Вместе с тем правильно рассчитанные оптимальные дозы вовремя внесенных органических и минеральных удобрений могут самостоятельно, даже без использования биопрепаратов, повышать резистентность растений картофеля к различным заболеваниям. Например, известно [18], что сочетание четырехкратной междурядной обработки гербицидами и фунгицидами с оптимально подобранной органо-минеральной системой удобрений в качестве фона увеличивало урожайность картофеля сорта Ломоносовский на 33–79 % и противодействовало фитофторозу в 72 % случаев.

Цель работы заключалась в выявлении степени поражения растений картофеля сорта Скарб фитофторозом при различных дозах используемых удобрений, определении оптимального соотношения доз совместно вносимых минеральных и эффективности использования нового удобрения БиГуЭм.

Методика исследований. Опыты выполняли на мелиоративном объекте Губино опытного полигона ВНИИМЗ в 2017–2018 гг., осушаемом закрытым гончарным дренажом (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9–1,2 м). Учетная площадь делянок – 7 м², повторность опыта трехкратная. Почва – дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу легко- и среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,1–2,7 % (по Тюрину, ГОСТ 26213-91), P₂O₅ – 244–333 мг/кг, K₂O – 70–200 мг/кг (по Кирсанову, ГОСТ P54650-2011), pH солевой вытяжки 5,0–5,7.

Годы исследований были различными по погодно-климатическими условиями. Так, вегетационный период 2017 г. в целом по температурному режиму был близким к норме и влажным. Сумма средних активных температур составила 97,7 % от нормы. Сумма осадков в целом за вегетацию составила 335 мм, или 118 % от нормы. Особенно переувлажненным оказался период от посадки картофеля до начала ветвления стебля. Количество осадков в этот период было в 1,2–2,3 раза выше нормы и составляло 167–228 %. Гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову [26] достигал 1,88. Более благоприятным для возделывания сельскохозяйственных культур, в частности картофеля, был 2018 г., который был теплым (108,7 % активных температур от нормы) и засушливым. За вегетационный период выпало осадков 67,5 % от нормы (188 мм). И только в первой декаде июля и начале фазы бутонизации влажность была выше оптимальной – 93,9 % от НВ. ГТК за вегетационный период составил 0,96.

В опытах возделывали сорт картофеля Скарб столового назначения, включенный в Госреестр, районированный в Тверской области – среднеспелый со светлой мякотью [25]. Технология возделывания общепринятая, размещение делянок в опытах рендомизированное с выделением защитных полос. Агротехнические

мероприятия по уходу за картофелем соответствовали общепринятым рекомендациям. Вели фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, а также за фитосанитарным состоянием посадок картофеля.

Органические удобрения, разработанными во ВНИИМЗ и полученными путем ферментации, в опыте представлены компостом многоцелевого назначения – КМН [19] и новым удобрением БиГуЭм [20]. Удобрение КМН – это положительно зарекомендовавшее себя на рынке органических удобрений средство, эффективность которого доказана в многочисленных исследованиях при возделывании овощных и плодовых культур [12, 22, 23]. Новое удобрение БиГуЭм характеризуется высоким содержанием основных элементов питания и полезной микрофлоры, благоприятной кислотностью, может использоваться как самостоятельное удобрение, так и в комплексе с минеральными удобрениями [17].

В состав минеральных удобрений входили аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлорид калия. Расчет дозы внесения каждого вида минеральных удобрений без учета коэффициента использования элементов питания из почвы производили таким образом, чтобы их действующие вещества (аммиачная селитра содержит 34,4 % азота, двойной суперфосфат – 46 % фосфора и хлорид калия – 60 % калия) были эквивалентны содержанию NPK в соответствующей дозе вносимого органического удобрения КМН или БиГуЭм [14].

Посадку клубней картофеля осуществляли вручную в нарезанные гребни. Самым удобным и практичным способом внесения удобрений под картофель при посадке является локальное внесение, при котором корневая система культуры получает доступ к полезным веществам с самого начала, а количество удобрений расходуется в разы меньше [27]. В наших исследованиях удобрения в дозах, согласно вариантам опыта, вносили в гребни локально.

Ввиду того, что площадь опытных делянок была небольшой, поражение растений картофеля фитофторозом учитывалось у всех растений, произрастающих на каждой повторности опыта, и выражалось в процентах. Уборку картофеля проводили вручную при полном его созревании. Учет урожайности и фракционный состав картофеля определяли в соответствии с методикой [15]. Клубни картофеля исследовали на различные показатели качества, в том числе на содержание нитратов и крахмала.

Варианты опыта с различными дозами органических и минеральных удобрений представлены в табл. 1. Контролями служили варианты № 1 (без использования удобрений) и № 2 (КМН в дозе 3 т/га + мине-

Таблица 1

Схема микрополевого опыта по изучению ленточного внесения удобрений БиГуЭм и NPK

№	Вариант опыта
1	Без использования удобрений
2	КМН (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га КМН)
3	БиГуЭм (1 т/га) + NPK (экв. 5 т/га БиГуЭм)
4	БиГуЭм (2 т/га) + NPK (экв. 4 т/га БиГуЭм)
5	БиГуЭм (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га БиГуЭм)
6	БиГуЭм (4 т/га) + NPK (экв. 2 т/га БиГуЭм)
7	БиГуЭм (5 т/га) + NPK (экв. 1 т/га БиГуЭм)
8	БиГуЭм (6 т/га)
9	КМН (6 т/га)
10	NPK (экв. 6 т/га БиГуЭм)

ральные удобрения в дозе, эквивалентной содержанию NPK в 3 т КМН). Второй вариант был выбран в качестве контроля, в связи с тем, что в предыдущие годы исследований он показал наибольшую эффективность.

Согласно рекомендованным дозам внесения КМН под картофель его максимальная доза в нашем исследовании равнялась 6 т/га. Придерживаясь принципа единого логического различия, дозы внесения БиГуЭм и минеральных удобрений хотя и отличались между собой по вариантам (варианты 3–7), но в сумме их доза была одинаковой. В опыте также были заложены варианты с внесением только органических удобрений (8 и 9) или только минеральных удобрений (10) в максимальных дозах 6 т/га.

Статистическая обработка данных проводилась по методу дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову. Использовались также компьютерные программы Excel, пакеты программ Ландшафт и Statgraphics [9].

Результаты исследований. Как известно, на развитие ботвы и клубней картофеля влияют не только условия выращивания, но также развитие и распространение вредителей и болезней. Картофель сорта Скарб, изучаемый в опыте, относится к группе относительно устойчивых против фитофтороза сортов [10, 13].

При поражении фитофторой наиболее уязвимыми растения картофеля считаются в первой–второй декаде июля, особенно если в это время выпадает много дождевых осадков, так как оптимальными условиями для развития данного возбудителя, в том числе спорообразования являются высокая влажность воздуха и температура от 20 до 25 °С.

В 2017 г. первые пораженные фитофторой растения (конкретно их листья) на некоторых вариантах были зафиксированы только в фазу начала выбрасывания бутонов. В последующем количество пораженных фитофторой растений увеличивалось, пятна проявлялись и на стеблях некоторых растений картофеля. После фазы цветения на всех вариантах отмечали больные растения, однако этот показатель был намного меньше, чем поражение растений картофеля фитофторой в 2018 г. В среднем за сезон самым восприимчивым к поражению этой грибковой инфекцией оказался вариант без удобрений (68,89 %) (рис. 1).

Рис. 1. Поражение растений картофеля фитофторозом за сезон 2017 г. (варианты опыта см. табл. 1; здесь и далее)

Среди вариантов с совместным использованием минеральных и органических удобрений наименьшее за сезон количество больных растений картофеля было отмечено в вариантах 3 и 5 (в обоих случаях 7,78 %). Следует отметить поражение растений за вегетационный период 2017 г. в вариантах с максимальной дозой внесения органических удобрений – это 31,11 % при

внесении БиГуЭм (вариант 8) и 34,44 % – КМН (вариант 9), что в два раза превышало поражение растений на варианте с максимальной дозой использования минеральных удобрений в 10-м варианте – 15,55 %.

Повышенная влажность к середине вегетации 2018 г. привела к распространению фитофторы, которая в описываемом году уже с начала фазы всходов поражала растения картофеля. После фазы цветения количество больных растений резко увеличилось, и к началу фазы отмирания ботвы этот показатель практически во всех вариантах достигал 90 % от всех произрастающих растений. Как и в 2017 г., наибольшему воздействию фитофторы, хотя и не такому явному, подвергся 1-й вариант без использования удобрений, в котором было отмечено максимальное поражение растений за сезон – 74,17 % (рис. 2). Наименьшее поражение фитофторозом было выявлено в 3–5-м вариантах согласно увеличению дозы органического удобрения: 51,67 %, 55,50 и 55,67 % соответственно.

Рис. 2. Поражение растений картофеля фитофторозом за сезон 2018 г.

Подсчет урожайности картофеля сорта Скарб в 2017 г. показал (табл. 2), что наибольшие показатели получены в вариантах с совместным внесением БиГуЭм и минеральных удобрений: 4–5-й и 7-й. В 5-м варианте с использованием БиГуЭм в дозе 3 т/га и NPK (экв. 3 т/га БиГуЭм) общая и товарная урожайности были максимальными среди всех вариантов опыта этого года, превышая контроль 1 (вариант без удобрений) на 45 и 46 % соответственно и контроль 2 (аналогичный вариант, но с использованием КМН) на 4,5 и 5,5 %.

В 2018 г. наибольшие показатели урожайности картофеля среди всех вариантов опыта были в пятом

Таблица 2

Урожайность и качество картофеля сорта Скарб, 2017 г.

Вариант	2017 год			
	урожайность, т/га		крахмал, %	нитраты, мг/кг
	общая	товарная		
1	15,56	12,50	11,48 ± 0,25	90,80 ± 3,51
2	26,81	21,64	15,67 ± 0,73	78,80 ± 2,01
3	27,56	21,97	14,36 ± 0,62	62,50 ± 2,25
4	28,00	22,22	14,22 ± 0,65	41,30 ± 1,99
5	28,08	22,94	15,99 ± 0,62	34,30 ± 1,25
6	27,78	22,90	15,42 ± 0,55	73,50 ± 2,21
7	28,06	22,61	14,61 ± 0,41	62,50 ± 2,41
8	24,72	20,63	12,50 ± 0,39	68,60 ± 2,33
9	25,00	20,13	13,05 ± 0,40	90,50 ± 3,10
10	26,25	20,74	12,12 ± 0,38	113,70 ± 4,20
НСР _{0,5}	2,11	1,99

варианте. Однако следует отметить, что 3-й вариант (совместное внесение БиГуЭм с НРК) и 2-й вариант (совместное применение КМН с НРК) также продемонстрировали высокие показатели и всего лишь на 3,3 и 6,1 % уступали пятому варианту-лидеру по общей урожайности и по товарной – на 5,5 и 10 %.

Исследование обоих вегетационных периодов показало, что урожайность картофеля лимитировалась степенью поражения растений фитофторозом в течение всей вегетации, что доказывается высокими обратными коэффициентами корреляции между ними: $R = -0,95$ и $-0,87$ (при $p \leq 0,05$) соответственно 2017 и 2018 гг.

Таблица 3

Урожайность и качество картофеля сорта Скарб, 2018 г.

Вариант	2018 г.			
	урожайность, т/га		крахмал, %	нитраты, мг/кг
	общая	товарная		
1	18,10	12,73	10,44 ± 0,49	88,70 ± 4,23
2	27,45	24,18	11,20 ± 0,51	146,50 ± 7,09
3	28,27	25,37	12,44 ± 0,54	188,80 ± 9,15
4	25,98	21,47	11,34 ± 0,54	160,60 ± 7,69
5	29,24	26,86	12,63 ± 0,59	127,60 ± 6,16
6	26,39	21,90	11,61 ± 0,51	238,50 ± 11,27
7	25,57	20,14	10,98 ± 0,55	244,50 ± 11,82
8	21,98	16,47	11,71 ± 0,55	106,10 ± 5,20
9	22,51	17,20	12,41 ± 0,60	97,60 ± 4,21
10	26,18	21,98	13,46 ± 0,64	212,00 ± 10,21
НСР _{0,5}	6,23	3,24		

Самые высокие цифры содержания крахмала в клубнях картофеля были выявлены в 2, 5 и 6-м вариантах опыта в 2017 г. и в 3, 5, и 10-м вариантах в 2018 г. (табл. 2, 3). На этот показатель также оказывало воздействие поражения растений грибной инфекцией, формируя явную обратную связь, что особенно четко прослеживалось в 2017 г.: $R = -0,71$ (при $p \leq 0,05$).

При использовании органических и особенно минеральных удобрений следует помнить, что наряду с положительным влиянием на урожай они могут являться причиной повышенного содержания нитратов в клубнях картофеля. Картофель почти полностью транспортирует поступившие в корни нитраты в вегетативные органы, в том числе в клубни и может накапливать их выше предельно допустимой концентрации (250 мг/кг). Накопление нитратов в клубнях определяется многими факторами, главными из которых являются избыточное азотное питание, получаемое растением как из органических, так и минеральных удобрений, а также несбалансированность азота с фосфором и калием. Поэтому при применении удобрений необходимо установить такие сбалансированные соотношения этих питательных элементов, при которых растения могли бы более полно использовать поглощенные нитраты на синтез белковых веществ и не накапливать их в своих тканях.

В наших исследованиях применение удобрений во всех опытных вариантах 2017 и 2018 гг. не превышало предельно допустимой концентрации содержания нитратов в клубнях картофеля (табл. 2, 3). Антилидером по этому показателю качества, особенно в 2017 г., можно назвать пятый вариант.

Заключение. Проведенными исследованиями доказана эффективность совместного применения органических и минеральных удобрений (2–7-й варианты) при возделывании картофеля. В этих вариантах

растения оказались в более выгодном положении, так как в почве установилось оптимальное соотношение питательных элементов, обеспечившее бесперебойное снабжение ими растений в течение всего периода вегетации. При этом минеральные удобрения, отличаясь высоким процентом питательных веществ в легкодоступной для растений форме, снабжали картофель элементами питания с самого раннего периода его развития, а органическое удобрение доставляло питание преимущественно во второй половине вегетации, после того как прошли процессы его минерализации и элементы питания органического удобрения стали доступными для растений и микроорганизмов.

Авторами было выявлено результативное использование нового органического удобрения БиГуЭм при совместном внесении с минеральными удобрениями, его различные дозы при совместном использовании с минеральными удобрениями оказали положительное влияние как на растения в течение вегетации, что проявилось в более низком проценте зараженных фитофторой растений, так и в более высокой урожайности и в улучшенных показателях качества клубней. В лидерах по вышеописанным данным был пятый вариант (БиГуЭм в дозе 3 т/га + минеральные удобрения в дозе, эквивалентной содержанию НРК в 3 т БиГуЭм), баланс питательных элементов которого и правильно подобранная доза оказались эффективнее других вариантов. Благодаря выполненному исследованию и анализу полученных результатов был разработан и запатентован способ повышения урожайности картофеля [21].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болиева З.А., Басиев С.С., Джигоева Ц.Г. Оценка растений сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции по устойчивости к фитофторе в условиях горной зоны РСО-Алания // Известия горского аграрного университета (Владикавказ). – 2015. – Т. 52. – № 2. – С. 25–30.
2. Владимиров К.В., Владимиров В.П. Продуктивность картофеля в зависимости от системы применения удобрений на серых лесных почвах // Вестник Чувашской Государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 9–13.
3. Влияние непрерывного внесения органических и минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы / И.В. Понкратенкова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2019. – Т. 186. – № 7. – С. 39–44.
4. Влияние нового средства защиты растений на рост и развитие картофеля / Д.Б. Бородин [и др.] // Проблемы экологизации сельского хозяйства и пути их решения: материалы Национальной науч.-техн. конф. 9 ноября, 2017. – Брянск: Брянский ГАУ, 2017. – С. 58–62.
5. Влияние припосадочного внесения Квадриса на снижение вредоносности фитофтороза и альтернариоза картофеля в период вегетации растений / Т.А. Деренко [и др.] // Защита картофеля. – 2014. – № 1. – С. 39–40.
6. Вредитель-стой. Защита картофеля от фитофтороза. – Режим доступа: <http://vreditel-stoi.ru/ogorod/kartofel/kartofelnaya-gnil-fitoftoroz.html> (дата обращения 01.10.2018).
7. Гасанова Р.Т. Влияние густоты посадки и удобрения на продуктивность клубней картофеля // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – № 10. – С. 107–114.
8. Гейдарова Р.Х. Влияние совместного внесения минеральных и органических удобрений на развитие и урожайность кукурузы // Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т. 6. – № 3. – С. 236–240.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2010. – 352 с.

10. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов [и др.]. – М.: Картофелевод, 2009. – 272 с.
11. Земледелие с почвоведением: учеб. для сред. спец. учеб. заведений / А.А. Коротков [и др.] // М.: Колос, 2000. – 446 с.
12. Зинковская Т.С., Ковалев Н.Г. Продуктивность картофеля и баланс элементов питания при удобрении и орошении осушаемой дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука евро-северо-востока. – 2015. – № 4 (47). – С. 47–50.
13. Иванов В.Г. Фитофтороз картофеля и пути его снижения // Защита и карантин растений. – 2009. – № 5. – С. 52–55.
14. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 386 с.
15. Майсурия Н.А. Практикум по растениеводству. – М.: Колос, 1970. – 446 с.
16. Максимов И.В., Пусенкова Л.И., Абизгильдина Р.Р. Влияние биопрепаратов на основе эндофитной бактерии *Bacillus subtilis* 26Д на поствегетационное сохранение защитного потенциала клубней картофеля против патогенов // Агрохимия. – 2011. – № 6. – С. 43–48.
17. Научные и технологические основы целевого использования новых полифункциональных биоудобрений и биопрепаратов винновационных агротехнологиях с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и качества продукции. Методическое пособие. – Тверь: Твер. гос. университет, 2017. – 34 с.
18. Отзывчивость картофеля на удобрение и потери урожая от фитофтороза в условиях Северо-Запада России / А.И. Иванов [и др.] // Картофель и овощи. – 2019. – № 8. – С. 23–26.
19. Патент РФ № 2598041 МПК C05F 3/00 (2006.01), C05F 17/02 (2006.01) Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Смирнова Ю.Д. Способ приготовления компоста / ФГБНУ ВНИИМЗ. Заяв. № 2015141267/13, 28.09.2015. Оpubл. 20.09.2016.
20. Патент РФ № 2646630 МПК C05F 3/00 (2006.01), C05F 11/02 (2006.01) Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. Способ получения биоудобрения / ФГБНУ ВНИИМЗ. Заяв. № 2017119620, 05.06.2017. Оpubл. 06.03.2018.
21. Патент РФ № 2710319 МПК A01G 22/25 (2018.01), A01C 21/00 (2006.01) Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. Способ повышения урожайности картофеля / ФГБНУ ВНИИМЗ. Заяв. № 2019108749, 26.03.2019. Оpubл. 25.12.2019.
22. Предварительная оценка биологизированной технологии возделывания картофеля на северо-западе России / В.Б. Минин [и др.] // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 2 (99). – С. 204–214.
23. Смирнова Ю.Д., Фомичева Н.В. Влияние основных удобрений и некорневой подкормки на продуктивность ячменя // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2019. – № 4. – С. 24–29.
24. Современные технологии производства картофеля. Рекомендации / В.И. Старовойтов [и др.] // М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 72 с.
25. Сортовые ресурсы картофеля для возделывания в регионах России – 2018: справочное издание. – М.: ООО Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2018. – 172 с.
26. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечерноземная зона Европейской части РСФСР / под ред. И.Г. Грингофа. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 191 с.
27. Удобрения для картофеля при посадке. – Режим доступа: <https://svoimiryami.ru/uchastok/udobreniya/udobrenie-dlya-kartofelya-pri-posadke.html> (дата обращения 25.02.2019).
28. Хайдуков К.П., Шевцова Л.К., Коваленко А.А., Милутина А.А. Влияние длительного применения и последствий различных систем удобрения на кислотность, содержание и качественный состав органического вещества почвы // Плодородие. – 2014. – № 1 (76). – С. 30–33.
29. Холов Б.Н. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность картофеля в условиях Дангаринского района // Доклады Таджикской Академии сельскохозяйственных наук (Душанбе). – 2012. – № 4 (34). – С. 31–34.
30. Чеботарев Н. Т., Конкин П.И., Юдин А.А. Эффективность комплексного применения органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве севера // Аграрная наука. – 2018. – № 6. – С. 56–59.
31. Elbl J. (2019). Use of organic-mineral fertilizers as alternative to conventional organic and mineral fertilizers: effect on soil quality. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems. – URL: sgem.org/index.php/elibrary.
32. El-Gizawy N. (2019). Effect of organic, inorganic and nano fertilizers on agronomic traits of maize // Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 57(1), 11–20.
33. Kareem I., Akinrinde E.A., Oladosu Y., Eifediyi E.K., Abdulmaliq S.Y., Alasinrin S.Y., Adekola O.F. (2020). Influence of organic, inorganic and organo-mineral fertilizers on yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batatas*) // Journal of applied sciences and environmental management, 24(1), 111.
34. Pospisil A., Pospisil M., Švenčbir M. Influence of organic and mineral fertilizers on agronomic traits of potato // Poljoprivreda/Agriculture, 2017, 23, 11–16.

Рабинович Галина Юрьевна, д-р биол. наук, директор филиала, ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева». Россия.

Тихомирова Дарья Васильевна, научный сотрудник отдела биотехнологий, ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева». Россия.

119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2.

Тел.: 8 (4822) 37-85-44.

Ключевые слова: картофель; органические удобрения; минеральные удобрения; совместное внесение; фитофтороз; урожай; крахмал; нитраты.

REDUCING THE MANIFESTATION OF PHYTOPHTOROSIS AND INCREASING POTATO YIELD WHEN APPLYING FERTILIZERS

Rabinovich Galina Yuryevna, Doctor of Biological Sciences, FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute. Russia.

Tikhomirova Daria Vasilievna, Researcher, FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute. Russia.

Keywords: potato; organic fertilizers; mineral fertilizers; coapplication; late blight; crop; starch; nitrates.

The results of a study of the effectiveness of the joint application of potato mineral and organic fertilizers are presented. The studies were carried out in 2017–2018, on the drained lands of the Tver region. Objects of research - potatoes of the Scarb variety, mineral and organic fertilizers in various doses. Organic fertilizers are products of the processing of organic raw materials based on fermentation processes - multipurpose compost (KMN) and BiGuEM. Mineral fertilizers - ammonium nitrate, double superphosphate and potassium chloride. In the work we used experimental methods - field experiments

and theoretical research methods - mathematical statistics. Evaluation of the optimal fertilizer doses showed that BiHuEM organic fertilizer at a dose of 3 t / ha, when used together with mineral fertilizers at a dose equivalent to 3 t BiGuEM, provided potato resistance to late blight compared to the version where KMN was used - almost 8% in 2017 and 12% - in 2018, and compared with the option without the use of fertilizers (control) - by 61% and 23%, respectively. This combination of fertilizers provided the maximum yield (both general and marketable) in comparison with the control by 45% when calculating both types of yield in 2017, and in 2018 by 38% of the total and 53% of the commodity yield. A greater increase in potato yield was also revealed in the variant with BiGuEM in comparison with the variant of using KMN - by 4.5% and 5.7% in 2017 and in 2018 by 6.1% and 10%, respectively. An increase in the quality of potatoes was noted, which is confirmed by the low content of nitrates in them, as well as by the increased content of starch, which was especially noted in 2017 - 34.3 g / kg and 15.99%, respectively.