

«ЧЁРНАЯ НОЖКА» — ОПАСНОЕ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЕВОДСТВА ЗАБОЛЕВАНИЕ

BLACKLEG OF POTATO IS A DANGEROUS DISEASE FOR NATIONAL POTATO GROWING

Ерохова М.Д., Кузнецова М.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»
143050, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п.п. Большие Вязёмы, ул. Институт, владение 5
E-mail: maria.erokhova@gmail.com

«Чёрная ножка» картофеля признана опасным заболеванием на основе проведённого анализа фитосанитарного риска для *Dickeya dianthicola* и приданием возбудителям заболевания статуса регулируемых некарантинных вредных организмов в ЕС. Заболевание вызывается комплексом бактериальных патогенов из pp. *Dickeya* и *Pectobacterium*. В настоящее время эти патогены получили широкое распространение в европейских странах и угрожают широко акклиматизироваться в России. Вследствие высокой вредоносности этих бактерий в Европе реализуются научно-исследовательские проекты, позволяющие изучить структуру популяции патогенов, экологию и предложить решения для борьбы с ними. Передовой зарубежный опыт позволит помочь в организации диагностики, научно-исследовательских работ и сертификации семенного картофеля в рамках в рамках подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 года

Ключевые слова: картофель, чёрная ножка, *Dickeya*, *Pectobacterium*, симптом, сертификация, регулируемый некарантинный вредный организм.

Для цитирования: Ерохова М.Д., Кузнецова М.А. «ЧЁРНАЯ НОЖКА» — ОПАСНОЕ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЕВОДСТВА ЗАБОЛЕВАНИЕ. *Аграрная наука*. 2019; (3): 44–48.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-44-48>

«Чёрная ножка» является экономически значимым бактериозом картофеля и некоторых важных декоративных культур (гвоздики, гиацинта, ириса) (Sigee D.C., 1993). В нашей стране наиболее экономически значимой поражаемой сельскохозяйственной культурой является картофель. Это заболевание вызывается бактериями из семейства *Enterobaceae*. Так, по состоянию на 2019 год «чёрную ножку» картофеля в Европе вызывает комплекс бактерий из рода *Dickeya* (*D. dadantii*, *D. chrysanthemi*, *D. zeae*, *D. dianthicola*, *D. solani* van der Wolf *et al.* 2014) и рода *Pectobacterium* (*P. atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *P. wasabiae* (Goto and Matsumoto 1987) Gardan *et al.* 2003, “*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*” Nabhan *et al.* 2012, *P. parmentieri* sp. nov. Khay *et al.* 2016 (Игнатов А. Н. и соавтор., 2018; Humphris S. N. *et al.* 2015; Picard C. *et al.*, 2019; Taxonomy, 2019). Также было обнаружено, что картофель является растением-хозяином для *D. paradisiaca* (Picard C. *et al.*, 2019). Стоит отметить, что у разных европейских авторов (J. Van der Wolf (van der Wolf *et al.*, 2016) (Нидерланды), С. Picard (Picard C. *et al.*, 2019) (Франция)) существуют разные мнения о видовом составе возбудителей «чёрной ножки» на картофеле. В этой статье приведён наиболее полный список патогенов, как часто встречаемых видов, так и относительно малораспространённых. Стоит отметить, что вследствие перехода с одних растений-хозяев на другие, адаптации к новым климатическим

Yerokhova M.D., Kuznetsova M.A.

All-Russian Research Institute of Phytopatology (VNIIF)
Institute st., 5, Bolshie Vyazomy, Odintsovsky district, Moscow region 143050, Russia
E-mail: maria.erokhova@gmail.com

Blackleg of potato is recognized as a dangerous disease based on the developed Pest Risk Analysis for *Dickeya dianthicola* and by obtaining the status of Regulated Non-Quarantine Pests for these causative agents on seed potatoes in EU. The disease is caused by the complex of bacteria from genera *Dickeya* and *Pectobacterium*. Currently, these pathogens widely spread in European countries and are able to take establishment in Russia. As extensive damage of these bacteria, scientific projects are being carried out in Europe. These projects may help to properly understand the structure of their populations, epidemiology and take correct decisions to control them. Up-to-date experience of foreign experts may help to organize diagnostics, scientific projects, and the certification of seed potatoes in the frame of subprogram ‘The development of selection and seed potato production in Russia’ of Federal scientific program of development of agriculture for 2017–2025.

Key words: potato, blackleg, *Dickeya*, *Pectobacterium*, symptom, certification, regulated non-quarantine pest.

For citation: Yerokhova M.D., Kuznetsova M.A. BLACKLEG OF POTATO IS A DANGEROUS DISEASE FOR NATIONAL POTATO GROWING. *Agrarian science*. 2019; (3): 44–48. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-44-48>

ским условиям предполагается обнаружение и признание новых видов, поражающих картофель, в этих родах.

Вред, вызываемый этими патогенами культурным растениям, позволил в рамках двухгодичного проекта ЕС и ЕОКЗР по регулируемым некарантинным вредным организмам (контракт SANTE\2016\G1\SI2.726941) признать в 2018 году эти фитопатогены на уровне pp. *Pectobacterium*, *Dickeya* РНКВО на семенном картофеле (*Solanum tuberosum*) (Picard C. *et al.*, 2018; Picard C. *et al.*, 2019). Придание бактериям статуса РНКВО на уровне рода может значительно облегчить выявление и идентификацию бактерий в семенном картофеле, и тем самым сертификацию картофеля. Из-за того, что возбудители заболевания хорошо сохраняются в посадочном материале, опасность этого заболевания для ряда вегетативно размножаемых культур признана в европейских странах, что доказано Европейским агентством по безопасности продуктов питания (EFSA) через проведённый в 2013 году анализ фитосанитарного риска для *Dickeya dianthicola* (EFSA Panel on Plant Health, 2013). Этот патоген (как *Erwinia chrysanthemi*) признан рекомендованным к регулированию как карантинный организм в ЕОКЗР (из Перечня A2) в 1975 году и карантинный организм в ЕС (из Перечня II/A2) в 1992 (EPPO, 2019), но теперь он на уровне рода относится к РНКВО. АФР позволяет на научном уровне «спрогнозировать» распространение бактерий из pp. *Pectobacterium* и *Dickeya* на картофеле

при несоблюдении фитосанитарных мероприятий. По итогам этого АФР была установлена высокая вероятность акклиматизации патогена на культурах, выращиваемых в открытом грунте, но низкая — для культур, выращиваемых в закрытом грунте в Европе (EFSA Panel on Plant Health, 2013). Также в АФР предложено для предотвращения распространения патогенов применять сертификацию посадочного материала, выращивание устойчивых сортов, выращивание высших репродукций культуры в защищённых зонах/территориях, в которых подтверждено отсутствие заболевания (EFSA Panel on Plant Health, 2013). Условия для создания защищённых зон прописаны в МСФМ 04 «Требования по установлению свободных зон» (МСФМ № 4, 1995). Для сертификации посадочного материала в Европе и ЕАЭК в настоящее время существует целый ряд нормативных документов, регламентирующих выращивание здорового посадочного материала из исходного материала и его сертификацию в отношении картофеля (например, региональный стандарт ЕОКЗР РМ 4/028 (1) «Схема сертификации для семенного картофеля») (ЕОКЗР, 2011). В ЕАЭК с 1 января 2018 года был введён в действие межгосударственный стандарт на семенной картофель ГОСТ 33996–2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества» (Анисимов Б.В., 2018). В этом стандарте прописаны нулевые допуски к содержанию *Dickeya* spp. и *Pectobacterium* spp. в оригинальном и элитном картофеле, для репродукционных семенных клубней — не более 1%.

По данным «Глобальной базы данных ЕОКЗР» и Международного центра по сельскохозяйственным и биологическим наукам стран Британского содружества (CABI) «чёрная ножка», вызванная *Dickeya dianthicola*, широко распространена в европейских странах (рис. 1) (CABI, 2019; EPPO, 2019).

В России учеными также были предприняты попытки обследования посадок картофеля с помощью современных диагностических методов и был сделан предварительный прогноз распространения бактерий в России. По данным специалистов из РГАУ-МСХА, вид *D. solani* (штамм D. Fil) выявлен в Воронежской области. *D. dianthicola* обнаружена в Липецкой области (2009 г.), *Dickeya* sp. (штамм D23) — в Московской (2010 г.) и *D. dianthicola* (D33, D9, D8, D17) — в Нижегородской области (2010 г.) (Карлов А.Н. и др., 2011). По результатам обследований, проведенных учеными ВНИИ фитопатологии в 2001–2004 годах, *P. atrosepticum* и *P. carotovorum* были обнаружены в Московской, Тульской, Калужской, Брянской, Самарской, Воронежской, Липецкой, Псковской, Новгородской, Калининградской, Свердловской и Магаданской областях, бактерии из р. *Dickeya* были выделены только из кукурузы и хризантемы в Краснодарском крае. В 2013 г. «черную ножку» картофеля, вызванную бактериями *Dickeya*, обнаружили также в Калужской, Тверской, Тамбовской, Курской и Орловской областях. Встречаемость бактерий р. *Dickeya* в этом обследовании составляла 28,6 % (Игнатов А. Н. и др., 2014). По сведениям Игнатова с соавторами за 2009 год комплекс бактерий, ранее отнесённый к виду *Erwinia chrysanthemi*, встречается в России и будет распространяться с запада на восток нашей страны (Игнатов

Рис. 1. Географическое распространение *Dickeya dianthicola* (EPPO, 2019)

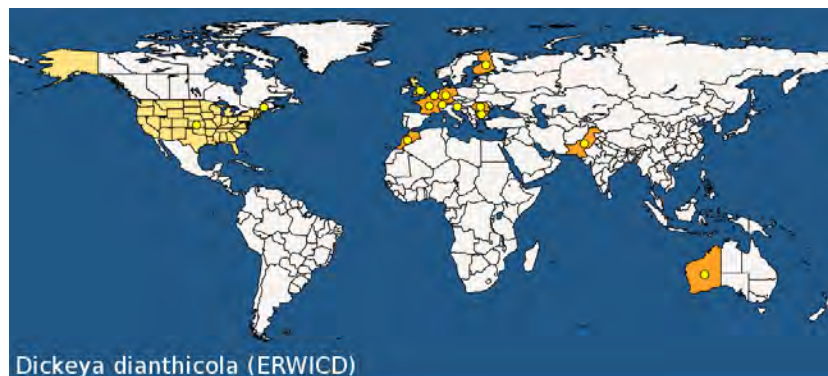


Рис. 2. Выпадение всходов картофеля, вызванное заражением материнских клубней бактериозами © Maria A. Kuznetsova



А.Н. и др., 2009). По данным 2018 года *P. atrosepticum* встречается в Ленинградской, Костромской, Московской, Тверской, Нижегородской, Иркутской областях (Malko A. et al., 2019). Патоген *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* обнаружен в Ленинградской, Костромской, Московской, Тверской, Нижегородской, Самарской, Иркутской областях и в Ставропольском крае (Malko A. et al. 2019). Патоген *D. dianthicola* — в Иркутской области. *D. solani* — в Костромской и Тверской областях (Malko A. et al., 2019). Детали использования этого формата ПЦР в «реальном времени» для мультиплексной диагностики нескольких патогенов в России приведены в соответствующей литературе (Nikitin M. et al., 2018). По результатам фитосанитарного мониторинга, проведённого в 2017–2018-х годах в различных регионах РФ М.А. Кузнецовой (неопубликованные данные) и диагностической экспертизы в научной лаборатории ООО «Сингента» в «Сколково» на картофеле встречаются различные виды *Pectobacterium* spp. и *Dickeya* spp., но с большей частотой *P. atrosepticum*, “*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*”, *Dickeya solani*.

Для успешного отбора образцов растений и эффективного выявления патогенов в них весьма желательно быть хорошо знакомым с симптомами заболевания в динамике. Во-первых, заражение материнских клубней и их загнивание, вызванное видами *Pectobacterium* spp., *Dickeya* spp., приводит к выпадению всходов картофеля (рис. 1).

При поражении *P. atrosepticum* проростки могут и прорасти, а первые симптомы поражения на них проявляются в виде замедления роста по сравнению с соседними растениями. У поражённых стеблей замед-

ляется рост, их верхние листья скручиваются краями внутрь. Листья начинают желтеть, и ботва сильно увядает. Стоит отметить, что не на каждом стебле, выросшем из материнского клубня, проявляются симптомы. При поражении *P. atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *P. wasabiae* на поверхности почвы стебель у основания загнивает (классическое проявление «чёрной ножки») (рис. 3). Этот симптом дал название заболеванию — «чёрная ножка».

Бактерии видов *Dickeya* spp., «*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*» могут попадать из почвы или с расположенной у основания стебля «чёрной ножки» («классическая чёрная ножка»), а также с поражённых стеблей, черешков или листьев на точку поражения, часто в месте прикрепления листьев к стеблю, вызывая «аэральное проявление «чёрной ножки») (рис.4).

Над загнившей зоной листва желтеет, увядает и погибает. Стебель в зоне загнивания размягчается, высвобождая бактериальную массу. Если разрезать стебель, то на срезе по краям загнившей зоны на сосудистых тканях наблюдается коричневое или бурое изменение цвета.

Как уже отмечалось выше, поражение видами *Dickeya* spp., «*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*» приводит к развитию «аэральной формы чёрной ножки», в отличие от *P. atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. «Аэральная форма чёрной ножки», увядание и симптомы на листьях появляются позднее, чем при поражении *P. atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *P. wasabiae* и возможно, поэтому поражение *Dickeya* spp. называется медленным увяданием.

При поражении *P. atrosepticum* и *Dickeya* spp. заболевание распространяется от материнского клубня на стебель. Бактерии способны передаваться через stolony со стеблей развивающимся клубням. При большом количестве инфекционного начала гниль может развиваться в точке прикрепления клубня сначала на небольшом участке, а затем распространиться на весь клубень. Клубни могут загнивать при хранении на земле и в хранилище (рис.5).

Если на клубнях содержится значительное количество бактерий *P. atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Dickeya* spp. или на них есть заселённые бактериями ранки, то на клубни быстро загнивают. Если у клубней отсутствуют ранки, то поражение клубня начинается с ткани вокруг чечевичек. Сначала поражённая ткань вокруг чечевичек имеет комковатую структуру и кремовую окраску. Поражённая ткань резко отличается от здоровой ткани. Постепенно поражённая ткань чернеет. При сильном загнивании клубня жидкость, содержащая экссудат бактерий попадает на здоровые клубни в хранилище, заражая их. Часто клубни, поражённые бактериальной гнилью, вторично заселяются грибами и другими бактериями. После этого подтвердить, что первичной причиной загнивания клубня стала «чёрная ножка» становится затруднительно. Характерным симптомом поражение «чёрной ножкой» является присутствие запаха селёдки, хотя часто при раннем поражении бактериями запах может и не появляться. Следует отметить и ещё раз подчеркнуть, что ранее в Европе симптомы «чёрная ножка» на стеблях связали с *P. atrosepticum*. Однако недавние исследования показали, что *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, «*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*», *P. parmentieri* sp. nov, *P. wasabiae* вызывают такие же симптомы (Picard C. et al., 2019).

Вследствие постоянного пересмотра таксономического положения и сложности диагностики возбу-

Рис. 3. Гниль прикорневой части стебля, вызванная *P. atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* («классическая чёрная ножка») © Maria A. Kuznetsova



Рис. 4. «Аэральная форма чёрной ножки», вызванная видами *Dickeya* spp., «*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*» © Maria A. Kuznetsova



Рис. 5. Мягкая гниль клубня, вызванная *Pectobacterium* spp. © Maria A. Kuznetsova



дителей в растительном материале и поливной воде в Европе запущен ряд исследовательских проектов по изучению фитопатогенов, вызывающих «чёрную ножку».

Так, в настоящее время ЕОКЗР через программу Euphresco и Euphresco-II координирует ряд междуна-

родных среднесрочных фитосанитарных проектов по изучению бактерий, вызывающих «чёрную ножку» картофеля:

- Виды *Dickeya* на картофеле и стратегии борьбы с ней (01/01/11–31/12/12) (Euphresco, 2013);
- Оценка видов *Dickeya* и *Pectobacterium* на картофеле и декоративных культурах (*Dickeya*) (01/03/2013–01/03/2015) (Euphresco-II, 2015);
- Оценка видов *Dickeya* и *Pectobacterium* на овощных и декоративных культурах (мягкая гниль) (работы по проекту продолжаются).

Работы по проекту проводились международным консорциумом организаций с участием национальных экспертов в своей области. Каждая организация финансировала участие своих национальных экспертов в проектах.

В исследованиях, выполненных в рамках этих проектов, были получены важные результаты. Так, например, в исследовании, проведённом в 2013–2015 гг. (Euphresco-II, 2015; van der Wolf *et al.*, 2016) было установлено, что “*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*” и *P. atrosepticum* были наиболее вирулентными видами и вызывали заболевание растений при инокуляции семенных клубней суспензией бактерии (10^6 КОЕ/мл) в 75–95 % случаев, *D. solani*, *P. wasabiae* — от 5 % до 25 % случаев (Euphresco-II, 2015; van der Wolf *et al.*, 2016). При инокуляции *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* и *D. dianthicola* развитие заболевания было относительно небольшим. Совместная инокуляция семенных клубней “*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*” и *D. solani* привело к такому же развитию заболевания, что и при инокуляции только “*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*” (Euphresco-II, 2015; van der Wolf *et al.*, 2016). Однако совместная инокуляция “*P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*” и *P. wasabiae* привело к уменьшению развития заболевания (Euphresco-II, 2015; van der Wolf *et al.*, 2016). Присутствие патогенов в дочерних клубнях было подтверждено ПЦР в «реальном времени» с использованием TaqMan проб.

Вследствие того, что в нашей стране пока не налажено планового мониторинга посадок картофеля разных репродукций, пост- и предуборочного досмотра клубней семенного картофеля с использованием современных методов будет особо интересен опыт Шотландского научного совета сельскохозяйственных наук (SASA), приведённый в этих проектах (Euphresco, 2013; Euphresco-II, 2015). Так как территория Шотландии обладает статусом ЕС «Территория для выращивания картофеля высших категорий» и позволяет выращивать семенной картофель высоких репродукций высокого качества, регион вкладывает значительные средства в научные исследования и мероприятия по предотвращению интродукции и акклиматизации опасных патогенов. По данным из окончательного отчёта по проекту (Euphresco, 2013) можно сделать некоторые выводы об организации проверки картофеля в Шотландии. За сертификацию семенного картофеля в Шотландии отвечает Шотландский научный совет (SASA), который является подразделением Директората по сельскому хозяйству и сельской экономики Шотландского правительства и органом по сертификации в рамках схемы классификации семенного картофеля, что позволяет проводить проверку всего семенного картофеля нешотландского происхождения на *Dickeya*. Досмотры посадок картофеля проводятся официальными инспекторами от НОК-ЗР Великобритании. При предпосадочном досмотре от каждой партии картофеля отбирается образец, состоящий из 600 клубней (не 200 клубней как обычно). По дан-

ым из окончательного отчёта по проекту (Euphresco-II, 2015) в период вегетации дважды проводится досмотр вегетирующих растений, отбор растений с симптомами поражения «чёрной ножкой» картофеля и отправка их в лабораторию SASA. Отдел по бактериологии SASA проводит рутинную диагностику картофеля как на карантинные виды (кольцевую гниль, бурую гниль картофеля, *Dickeya* spp.), так и на РНКВО (*Pectobacterium* spp.). Также в этом отделе проводится диагностика картофеля на эти патогены в рамках ежегодного мониторинга посадок семенного картофеля и водоёмов. Клубни картофеля предбазисных категорий проверяют после уборки урожая. При плановой проверке рек для анализа выбираются те водоёмы, воду из которых использовали для орошения картофеля и/или которые находились неподалёку от очагов заболевания.

В России добровольную сертификацию картофеля и мониторинг посадок и посадочного материала на «чёрную ножку» проводит Российский сельскохозяйственный центр (Россельхозцентр).

В целях предотвращения накопления инфекции и борьбы с «чёрной ножкой» рекомендуется использование сертифицированного здорового посадочного материала в соответствии с межгосударственными (ГОСТ 33996–2016) и региональными стандартами.

Для производителей картофеля весьма желательно соблюдение комплекса агротехнических мероприятий, направленных на снижение инфекции в полях и посадочном материале, например, соблюдение севооборота, отказ от протравливания клубней путем погружения, внесение сбалансированных норм органических и минеральных удобрений. Так, для семенного картофеля рекомендуется внесение удобрений с соотношением N:P:K 1:1–1,2:1,6–2, а для продовольственного картофеля — 1:0,8–1:1,5–1,8. Для снижения травмируемости клубней рекомендуется внесение кальциевой селитры. Некоторые приемы агротехники (лушение стерни, глубокая зяблевая вспашка и др.) способствуют минерализации растительных остатков, которые могут быть источником первичной инфекции. Для уменьшения повреждения растений в поле рекомендуется создание технологической колеи. Снижению инокуляма способствует борьба с сорными растениями, вредителями (нематодами, проволочниками, колорадским жуком и др.). В сорных растениях может в неблагоприятный период сохраняться инфекция и впоследствии передаваться молодым растениям весной, а также в период вегетации. Вредители могут быть потенциальными переносчиками инфекции и ослаблять растения, нанося им раны, которые впоследствии могут стать «воротами для инфекции». При уборке следует использовать более щадящие приёмы выкопки, транспортировки и сортировки. При закладке клубней на хранение следует провести ряд профилактических и фитосанитарных мероприятий, а также соблюдать правильные режимы хранения клубней.

Для исследователей и разработчиков нормативных документов проведение научных исследований по изучению свойств популяции фитопатогенов, создание устойчивых сортов и сертификация семенного картофеля в России с учётом передового научного опыта может способствовать устойчивому развитию картофелеводческой отрасли в рамках подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 года (Подпрограмма № 559, 2018).

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Б.В. Нормативное регулирование товарного качества семенного картофеля // Защита и карантин растений. 2018. 9. С. 25–27.
2. ЕОКЗР, РМ 4/028 (1) «Схема сертификации для семенного картофеля»: пер. с англ. (11/17304) / ЕОКЗР, 2011
3. Игнатов А. Н., Лазарев А. М., Панычева Ю. С., Проворов Н. А., Чеботарь В. К. Бактериальные патогены картофеля: мини-обзор по систематике и этиологии заболеваний // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. N 1. С. 123–131.
4. Игнатов А. Н., Пунина Н.В., Матвеева Е.В., Корнев К.П., Пехтерева Э.Ш., Политико В.А. Новые возбудители бактериозов и прогноз их распространения в России // Защита и карантин растений, 2009, N 4, с. 38–40.
5. Игнатов А.Н., Карлов А.Н., Джалитов Ф.С. Распространение *Dickeya dianthicola* и *Dickeya solani* в Российской Федерации // Защита картофеля, 2014, N 2, с. 50–52.
6. Карлов А.Н., Игнатов А.Н., Карлов Г.И., Пехтерева Э.Ш., Матвеева Е.В., Шаад Н., Варицев Ю.А. Диагностика бактериального патогена картофеля *Dickeya dianthicola* // Известия ТСХА, 2011, N 3, с. 38–48.
7. МСФМ № 4. 1995. Требования по установлению свободных зон. Рим, МКЗР, ФАО
8. Подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы []
9. CABI, 2019. *Dickeya dianthicola* distribution map. In: Plantwise Knowledge Bank. Wallingford. UK: CAB International. http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Map/GLOBAL/Dickeya_dianthicola/
10. EFSA Panel on Plant Health; Scientific Opinion on the risk of *Dickeya dianthicola* for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. EFSA Journal 2013; 11 (1): 3072. [115 pp.]
11. EPPO (2019) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>
12. Euphresco, 2013. *Dickeya* species in potato and management strategies (Dickeyaspp). Final report, <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>
13. Euphresco-II, 2015. Assessment of *Dickeya* sp. and *Pectobacterium* sp. on potatoes and ornamentals (*Dickeya*). Final report, <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>
14. Humphris S.N., Cahill G., Elphinstone J.G., Kelly, R., Parkinson, N. M., Pritchard, L., Toth, I.K., Saddler, G.S. 2015. Detection of the bacterial potato pathogens *Pectobacterium* and *Dickeya* spp. using conventional and Real-Time PCR. In: Plant Pathology: Techniques and Protocols — New York: Springer, pp. 1–16.
15. Malko, A., Frantsuzov, P., Nikitin, M., Statsyuk, N., Dzhavakhiya V., Golikov, V. 2019. Potato pathogens in Russia's regions: an instrumental survey with the use of real-time PCR/RT-PCR in matrix format. Pathogens. 8(1), Article ID 18. Doi:10.3390/pathogens8010018
16. Nikitin, M.; Statsyuk, N.; Frantsuzov, P.; Dzhavakhiya, V.; Golikov, A. 2018. Matrix approach to the simultaneous detection of multiple potato pathogens by real-time PCR. J. Appl. Microbiol. 124, 797–809
17. Picard, C., Afonso, T., Benko-Beloglavec, A., Karadjova, O., Matthews-Berry, S., Paunovic, S.A., Pietsch, M., Reed, P., van der Gaag, D.J., Ward, M. 2018. Recommended regulated non-quarantine pests (RNQPs), associated thresholds and risk management measures in the European and Mediterranean region. EPPO Bulletin. 48 (3), 552–568
18. Picard, C., Jeffries, C., Ponserre, N., Kortemaa, H., Ward, M. 2019 Recommended Regulated Non-Quarantine Pests: towards a wider and better application of the international concept in the EPPO region. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 23 (1), 36–45
19. Sigee, D.C. Bacterial plant pathology: cell and molecular aspects. Cambridge University Press, 1993, 325 p.
20. Taxonomy [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information; [1994] — [cited 23.03.2019]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy/>
21. van der Wolf, J. M. et al. 2016. Virulence of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* on potato compared with that of other *Pectobacterium* and *Dickeya* species under climatic conditions prevailing in the Netherlands. Plant Pathology. 66 (4), 1–13. Doi: 10.1111/ppa.12600

ОБ АВТОРАХ:

Ерохова М.Д., технолог, лаборатория бактериальных болезней, отдел болезней картофеля и овощных культур

Кузнецова М.А., кандидат биологических наук, заведующая отделом болезней картофеля и овощных культур

REFERENCES

1. Anisimov, B.V. 2018. Statutory regulation of the commercial quality of seed potato. Plant Protection and Quarantine. 9, 25–27.
2. CABI, 2019. *Dickeya dianthicola* distribution map. In: Plantwise Knowledge Bank. Wallingford. UK: CAB International. http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Map/GLOBAL/Dickeya_dianthicola/
3. EFSA Panel on Plant Health; Scientific Opinion on the risk of *Dickeya dianthicola* for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. EFSA Journal 2013; 11 (1): 3072. [115 pp.]
4. EPPO (2019) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>
5. EPPO, EPPO Standard PM 4/028 (1) Certification scheme for seed potatoes.
6. Euphresco, 2013. *Dickeya* species in potato and management strategies (Dickeyaspp). Final report, <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>
7. Euphresco-II, 2015. Assessment of *Dickeya* sp. and *Pectobacterium* sp. on potatoes and ornamentals (*Dickeya*). Final report, <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>
8. Humphris S.N., Cahill G., Elphinstone J.G., Kelly, R., Parkinson, N. M., Pritchard, L., Toth, I.K., Saddler, G.S. 2015. Detection of the bacterial potato pathogens *Pectobacterium* and *Dickeya* spp. using conventional and Real-Time PCR. In: Plant Pathology: Techniques and Protocols — New York: Springer, pp. 1–16.
9. Ignatov, A.N., Karlov, A.N., Dzhailov, F.S. 2014. Spreading of the blackleg of potatoes in Russia caused by bacteria of *Dickeya* genus. Potato protection. 2, 50–52.
10. Ignatov, A.N., Lazarev, A.M., Panycheva, J.S., Provorov, N.A., Chebotar V.K. 2018. Potato phytopathogens of genus *Dickeya* — a mini review of systematics and etiology of diseases. Agricultural biology. 53, (1), 123–131.
11. Ignatov, A.N., Punina, N.V., Matveeva, E.V., Kornev, K.P., Pechtereva, E.Sh., Politiko, V.A. 2009. New causative agents of bacteriases and prediction of their spreading in Russia. Plant Protection and Quarantine. 4, 38–40.
12. ISPM 4. 1995. Requirements for the establishment of pest free areas, Rome, IPPC, FAO.
13. Karlov, A.N., Ignatov, A.N., Karlov G.I. Pechtereva, E.Sh., Matveeva, E.V., Shaad, N., Yaritsev, Y.A., The diagnosis of bacterial potato pathogen *Dickeya dianthicola*. Izvestia of TSCHA. 3, 38–48.
14. Malko, A., Frantsuzov, P., Nikitin, M., Statsyuk, N., Dzhavakhiya V., Golikov, V. 2019. Potato pathogens in Russia's regions: an instrumental survey with the use of real-time PCR/RT-PCR in matrix format. Pathogens. 8(1), Article ID 18. Doi:10.3390/pathogens8010018
15. Nikitin, M.; Statsyuk, N.; Frantsuzov, P.; Dzhavakhiya, V.; Golikov, A. 2018. Matrix approach to the simultaneous detection of multiple potato pathogens by real-time PCR. J. Appl. Microbiol. 124, 797–809.
16. Picard, C., Jeffries, C., Ponserre, N., Kortemaa, H., Ward, M. 2019 Recommended Regulated Non-Quarantine Pests: towards a wider and better application of the international concept in the EPPO region. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 23 (1), 36–45.
17. Picard, C., Afonso, T., Benko-Beloglavec, A., Karadjova, O., Matthews-Berry, S., Paunovic, S.A., Pietsch, M., Reed, P., van der Gaag, D.J., Ward, M. 2018. Recommended regulated non-quarantine pests (RNQPs), associated thresholds and risk management measures in the European and Mediterranean region. EPPO Bulletin. 48 (3), 552–568.
18. Sigee, D.C. Bacterial plant pathology: cell and molecular aspects. Cambridge University Press, 1993, 325 p.
19. Subprogram 'The development of selection and seed potato production in Russia' of Federal scientific program of development of agriculture for 2017–2025.
20. Taxonomy [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information; [1994] — [cited 23.03.2019]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy/>
21. van der Wolf, J. M. et al. 2016. Virulence of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* on potato compared with that of other *Pectobacterium* and *Dickeya* species under climatic conditions prevailing in the Netherlands. Plant Pathology. 66 (4), 1–13. Doi: 10.1111/ppa.12600

ABOUT THE AUTHORS:

Yerokhova M.D., technician, laboratory of bacterial diseases, department of potato and vegetable diseases

Kuznetsova M.A., PhD in biology, chief of department of potato and vegetable diseases