

# ИММУНИТЕТ РАСТЕНИЙ КАК ФАКТОР, СДЕРЖИВАЮЩИЙ СОПРЯЖЕННЫЕ УВЯДАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

## PLANT IMMUNITY AS A FACTOR SUPPRESSING PLANT COMBINED WILTS UNDER URBANIZED CONDITIONS

Смирнов А.Н.<sup>1,2</sup>, Смирнова О.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49  
E-mail: smirnov@timacad.ru, oxsmir1@mail.ru

<sup>2</sup> Федеральный Верхневолжский аграрный научный центр  
601261, Россия, Владимирская обл., Суздальский р-н,  
пос. Новый, ул. Центральная

**Цель исследования** — уточнить роль микозов в подавлении нормального развития листвы картофеля. Проводили фитопатологическое (микологическое) обследование образцов увядающих растений картофеля и древесных растений и почв под их корневой системой, собранных в урбанизированных условиях г. Москва в 2012–2018 годах. Проведенные исследования на принципиально разных растениях показали, что в настоящее время загрязненные урбанизированные условия (с учетом контрастных метеорологических, включающих периоды со значительными осадками и засушливые периоды) создают специфический потенциал инокулюма в виде естественного провокационного фона. Он не характеризуется гомогенностью, но характеризуется огромными инфекционными нагрузками. Последние создают значительный инфекционный пресс как на корневую, так и на побеговую системы растений. На разных растениях инфекционная нагрузка представлена довольно сходными факультативными паразитами грибной природы из родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, а также различные нематоды. Сопряженное трахеомикозное увядание картофеля (СТУК) следует относить к особо опасным инфекциям, приводящим к критическим потерям урожая, ухудшающим фитосанитарное и санитарное состояние. Защитные мероприятия против СТУК должны быть направлены на предотвращение механических повреждений и потери иммунитета корневой системы и листвы картофеля. Сопряженное увядание листвы древесных растений (СУЛДР) — серьезное заболевание древостоев в условиях Москвы, состоящее из двух этапов. На первом этапе существенно ослабляется иммунитет побегов и листовых почек из-за загрязненной агрессивной внешней среды и развития инфекционных заболеваний. На втором этапе осуществляется микоз листовых почек, вследствие чего листва древесных растений развивается неравномерно или не развивается вовсе.

**Ключевые слова:** *Alternaria*, *Fusarium*, сопряженное трахеомикозное увядание картофеля (СТУК), сопряженное увядание листвы древесных растений (СУЛДР).

**Для цитирования:** Смирнов А.Н., Смирнова О.Г. ИММУНИТЕТ РАСТЕНИЙ КАК ФАКТОР, СДЕРЖИВАЮЩИЙ СОПРЯЖЕННЫЕ УВЯДАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ. Аграрная наука. 2019; (2): 45–49.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-45-49>

По ходу исследований картофеля и древесных растений последних лет, проводимых в г. Москва, мы столкнулись с рядом проблем, на стыке иммунитета растений, фитопатологии и экологии урбанизированных территорий (Смирнова, Смирнов, 2017; Smirnov et al., 2018; Смирнов и др., 2019). Эти проблемы актуальны для науки и практики. В этой связи, мы хотим привлечь внимание специалистов по иммунитету и защите растений на очень опасные заболевания в условиях урбанизированной среды.

Smirnov A.N.<sup>1,2</sup>, Smirnova O.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Russian Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Timiryazev st., 49, Moscow, 127550, Russia

<sup>2</sup> Federal Verhnevolgsky agrarian scientific center  
Central st., settlement Noviy, Suzdal District, Vladimir Region,  
601261, Russia

E-mail: smirnov@timacad.ru, oxsmir1@mail.ru

**Objective of investigation** is to assess role of mycoses at suppression of normal development of potato haulm. Phytopathological (mycological) investigation of samples of wilted plants and trees as well soils collected in urbanized conditions of Moscow in 2012–2018. Conducted investigations at principally different plants revealed currently polluted urbanized conditions and contrasting meteorological conditions (periods with strong rains and dried periods) provide specific inoculums potential as natural provocative infection. This infection is very strong, not homogeneous and in general is able to essentially influence plant roots, stems and leaves. Infective complex includes rather similar facultative parasites of fungal nature from genera *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* as well as different nematodes. Potato combined wilt (PCW) should be classified as extremely bad infection which leads to crucial yield loss as well as negative phytosanitary and sanitary situation. Protective measures against PCW must be directed to the escaping mechanical injuries and immunity losses of root system and potato foliage. Combined wilt of arboreal foliage (CWAF) is a serious disease of tree stands, including two stages. At a first stage, immunity of stems and leaf buds essentially become weakened, what is caused with polluted aggressive external environment and development of some infective dangerous diseases. At a second stage, mycosis affects weakened leaf buds, after this foliage of trees is developing unequally or is not developing at all.

**Key words:** *Alternaria*, *Fusarium*, potato combined wilt (PCW), combined wilt of arboreal foliage (CWAF).

**For citation:** Smirnov A.N., Smirnova O.G. PLANT IMMUNITY AS A FACTOR SUPPRESSING PLANT COMBINED WILTS UNDER URBANIZED CONDITIONS. Agrarian science. 2019; (2): 45–49. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-45-49>

Цель настоящего исследования — уточнить роль микозов в подавлении нормального развития листвы картофеля и древесных растений и определить характер заболевания растений в урбанизированных загрязненных условиях Московского региона.

### Материалы и методы

В работе исследовали образцы увядающих растений картофеля и древесных растений, собранных в урбани-

зированных условиях г. Москва и почв под их корневой системой.

Образцы увядающего картофеля сорта Невский и других сортов собирали на территории лаборатории защиты растений РГАУ-МСХА в 2012–2018 годах.

Образцы побегов ослабленных древесных растений из крупномерных посадок 2017 года и посадок советского периода собирали в июле 2018 года в центре г. Москва. Изучали разновидности и сорта липы, клена, рябины, яблони, дуба в следующих местах: Новинский бульвар, Краснопресненская набережная, Новый Арбат, Самотечная площадь, ул. Серафимовича, Таганская площадь.

Фитопатологическое (микологическое) исследование образцов побегов картофеля и древесных растений проводили путем инкубации их фрагментов во влажных камерах до 4–5 суток, соскобов с них и их микроскопирования посредством светового микроскопа при рабочем увеличении  $\times 400$  и  $1000$ .

Фитопатологическое (микологическое) исследование образцов грунта из ризосферы или на границе с ней проводили путем получения 1 г почвенной рендомизированной навески из образца. Разведение навески в 10 мл воды (1:10) и последующих 10 кратных разведений до 1:100 и 1:1000. 0,1 мл каждого разведения наносили в чашки Петри с овсяным агаром, агаром Чапека и картофельно-глюкозный агаром, далее размазывали шпателем. Чашки Петри инкубировали в течение 8 суток и микроскопировали выросшие колонии посредством светового микроскопа при рабочем увеличении  $\times 400$  и  $1000$ .

### Результаты и их обсуждение

Ослабленный и увядающий картофель. В 2014 году на территории лаборатории защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева нам удалось проследить проявление, этиологию и причины увядания картофеля на сорте картофеля Невский. Заболевание проявляется в виде пожелтения листьев растений картофеля в течение фазы бутонизации заканчивающееся их увяданием. Растения не входят нормально в фазу цветения, клубни не способны набрать массу (Приходько и др., 2019; Приходько, Смирнов, 2019).

Развитию заболевания предшествуют контрастные перепады метеоусловий: период до двух декад дождливой погоды сменяется периодом засушливой погоды (Приходько и др., 2019).

Установлено, что плановое орошение посадок картофеля способно минимизировать развитие увядания растений (сорт Удача), при условии того, что уровень залегания грунтовых вод находится на глубине не выше, чем 1–2 м (Приходько, Смирнов, 2019).

При микологическом обследовании увядающей листвы картофеля выявлено, что заболевание в основном вызывается патоконкомплексом грибов из родов *Alternaria* (развиваются преимущественно на листе в филлоплане) и *Fusarium* (развиваются преимущественно в почве, в ризосфере и ризоплане, далее проникают в филлоплану растений картофеля).

Количество конидий данных патогенов достигало до 30 и 1000 штук на  $\text{мм}^2$  пораженной поверхности соответственно (Смирнов и др., 2015).

В настоящее время данное заболевание выявлено и описано в исследованиях Ф. Ф. Замалиевой с соавторами для Татарстана и близлежащих регионов (Замалиева и др., 2015). В ряде регионов России от Московской области (Приходько и др., 2019) до Кировской области (Замалиева и др., 2015) заболевание способно приве-

сти к критическому снижению урожая картофеля, до почти полного уничтожения формирующихся дочерних клубней. Те клубни, которые удается собрать, характеризуются низкой лежкостью, после 2–3 месяцев хранения на них критически прогрессирует сухое фузариозное увядание и другие болезни при хранении (Смирнов и др., 2019).

Выявлены основные этапы развития данного заболевания картофеля (Приходько и др., 2019; Приходько, Смирнов, 2019).

1. Контрастные погодные условия в июне-начале июля при отсутствии планового орошения посадок в засушливый период (фактор № 1).

2. Значительное развитие возбудителей альтернариоза в листе картофеля, возбудителей фузариозного увядания в почве и ризосфере картофеля (фактор № 2).

3. Снижение иммунитета и жизнеспособности растений картофеля: поникание листьев, механическое повреждение корневой системы усыхающей почвой.

4. Значительная некротизация листвы, вызванная возбудителями альтернариоза картофеля, акропетальное системное развитие фузариозного увядания, вызванное грибами рода *Fusarium* (фактор № 3).

5. Пожелтение и увядание листвы картофеля.

6. Критические потери урожая картофеля.

7. Снижение лежкости клубней в картофелехранилище.

8. Ухудшение фитосанитарного и санитарного состояния растений на полях и в картофелехранилище за счет значительного развития на листве и клубнях картофеля различных грибов из родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium* и *Aspergillus*.

Характер развития возбудителей на фоне контрастных метеоусловий позволяет утверждать, что данное заболевание имеет характер сопряженного трахеомикозного увядания картофеля (СТУК), состоящего из трех действующих последовательно факторов (контрастных погодных условий, альтернариоза и фузариозного увядания) (Приходько, Смирнов, 2019).

В мониторинговом обследовании на территории лаборатории защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, проводимом с 2012 по 2018 годы, сопряженное трахеомикозное увядание выявили только в 2014 году, хотя патоконкомплекс *Fusarium-Alternaria* выявляли во все годы обследований (Смирнов и др., 2015; Приходько и др., 2019). Кроме 2014 года, число конидий патогенов не было столь значительным, за счет проявления иммунитета картофеля. В Татарстане с 2011 по 2014 годы фузариозное увядание картофеля наблюдали довольно часто, причем интенсивность поражения растений зависела от сорта картофеля (Замалиева и др., 2015).

В исследованиях 2013 и 2014 годов было установлено, что применение химических препаратов (протравитель Максим, фунгициды Танос и Скор) не сдерживало развитие патоконкомплекса *Fusarium-Alternaria*. Не имело эффекта и применение по отдельности в 2014 году ассоциированного азотфиксатора бактериальной природы *Klebsiella planticola* и органоминерального удобрения Экофус. Напротив, их применение усугубляло фитосанитарную ситуацию на опытных делянках, а впоследствии и в картофелехранилище (Приходько и др., 2019; Смирнов и др., 2019). Однако применение смеси *K. planticola* с Экофусом замедлило развитие патоконкомплекса, хотя без орошения потери урожая предотвратить не удалось (Приходько и др., 2019).

Ослабленные и увядающие деревостои. В 2018 году в конце мая — начале июня мы проверили посадки дре-

весных насаждений советского периода и недавно высаженные крупномеры с участием специалистов ООО «Европарк». Всего обследовали около 10000 деревьев в центре Москвы и в районе МКАД. Установлено, что большинство деревьев были ослабленными и сильно ослабленными (Смирнова, Смирнов, 2019; табл. 1).

Визуально местами наблюдали загрязнения почвы, остатки антигололедных реагентов, заболачивание почвы, ее засоление, высокое стояние грунтовых вод. Повсеместно наблюдали интенсивное движение автотранспорта с активным выделением выхлопных газов.

Многие деревья разных пород характеризовались неравномерным развитием листвы, зачастую напоминали ведьмины метлы. Листовые почки многих побегов не функционировали в полном объеме, из них не развивались листья.

Фитопатологическое (микологическое) исследование образцов побегов древесных растений выявило интенсивное образование серых налетов грибного происхождения, локализующихся и развивающихся вдоль «молчащих» листовых почек и в непосредственной близости с ними. Меньшее количество грибных мицелиев развивалось вдоль междоузлий и местах излома (Смирнова, Смирнов, 2019).

Диагностика с использованием световой микроскопии выявила доминирование грибов из рода *Alternaria*. Реже встречались грибы из родов *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Phyllosticta*. Вспышки аспергиллов представляются нам неожиданным феноменом, нуждающимся в объяснении и уточнении роли аспергиллов в микозах листвы. Из-за их значительного развития она может оказаться весьма значительной. Реже встречались грибы родов *Ulocladium*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Trimmatostroma* (Смирнов и др., 2019; табл. 2).

В почве доминировали и давали вспышки развития такие роды грибов, как *Fusarium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Epicoccum*, *Cladosporium*, псевдогрибы рода *Pythium*. Достаточно часто регистрировали характерные мутовчатые спороношения и конидии грибов рода *Verticillium*. Они формировали патоконплек-

сы с конидиями *Aspergillus*. Также в почве встречались пикнидиальные анаморфные грибы *Phoma*, *Phyllosticta*, *Chaetomium*.

В почве присутствовали нематоды (их статус в рамках микологического исследования не уточнялся), иногда образующие патоконплекс с грибами рода *Aspergillus*.

Интерпретация полученных данных сводится к следующему (Смирнова, Смирнов, 2019).

Причина увядания и неравномерного функционирования листовых почек деревьев в условиях г. Москвы вызывается двумя сопряженными факторами.

Первый фактор вызывает ослабление иммунитета и жизнеспособности побегов и листовых почек. Он связан с загрязнением, засолением и заболачиванием почв (их в значительной степени нарушенным состоянием), а также инфекционным прессом мощных патоконплексов из грибов и нематод, обнаруженных в почвах очень часто, почти повсеместно. В специальном биоиндикационном исследовании установлено, что данные патогены выделяли токсины на умеренном и слабом уровне. Они, как правило, не были способны убить древесной, но определенно ослабляли его. На липе ослабление деревьев вызывал тиростромоз.

Второй фактор связан с патоконплексами грибов родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, реже *Verticillium*. Эти грибы вызывали микоз листовых почек, приводивший фактически к их уничтожению изнутри, хотя снаружи почки нередко выглядели нормально.

### Заключение

Проведенные исследования на принципиально разных растениях показали, что в настоящее время загрязненные урбанизированные условия создают специфический потенциал инокулюма в виде естественного провокационного фона. Он не характеризуется гомогенностью, но характеризуется огромными инфекционными нагрузками. Последние создают значительный инфекционный пресс как на корневую, так и на побеговую системы растений. На разных растениях инфекционная нагрузка представлена довольно сходными факультатив-

Таблица 1.

Принципиальное распределение деревьев из новых и старых посадок по категориям санитарного состояния

Посадки, годы	Категории санитарного состояния, %					
	Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Сухостой текущего года (2018)	Сухостой прошлых лет
2016, 2017	30	50	15	5	единично	нет
СССР (1950–1980)	10	40	30	18	2	единично

Таблица 2.

Встречаемость родов возбудителей микозов в различных субстратах

Субстрат	Роды грибов																				
	<i>Alternaria</i>	<i>Ulocladium</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Acremonium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Aureobasidium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Pythium</i>	<i>Thyostroma</i>	<i>Trimmatostroma</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>Phoma</i>	<i>Phyllosticta</i>	<i>Stachybotrys</i>	<i>Arthrobotrys</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Arthrinium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Mucor</i>	Всего родов
Д	3	1	2	2	3	0	1	2	2	2	1	0	0	1	1	0	2	0	3	2	15
П	0	1	2	3	3	3	1	3	3	1	0	1	1	1	0	1	2	1	3	2	17

Примечание: Д — деревья, П — почва. 1 — редкая встречаемость грибов данного рода, 2 — умеренная встречаемость грибов данного рода, 3 — частая и обильная встречаемость грибов данного рода — в рамках проведенных обследований.

ными паразитами грибной природы, в основном грибами родов *Alternaria* и *Fusarium* (Smirnov et al., 2018; Смирнов и др., 2018). Сходство проявляется на родовом уровне, хотя виды и штаммы патогенов могут быть различными. Но здесь следует иметь в виду динамические процессы и сукцессии фитопатогенов в ризосфере и филлоплане, их широкую специализацию и агрессивные свойства. Они не гарантируют надежность отличий патоконплексов друг от друга по своей структуре и составу.

Сопряженное трахеомикозное увядание картофеля (СТУК) следует относить к особо опасным инфекциям, приводящим к критическим потерям урожая. Защитные мероприятия от сопряженного трахеомикозного увядания должны быть направлены на предотвращение механических повреждений и потери иммунитета листовой и корневой системы картофеля. Они должны сочетать нормированное орошение при установлении засушливой погоды не менее 7–10 суток с применением смесей биопрепаратов и органоминеральных удобрений. Этот подход к защите картофеля от сопряженного трахеомикозного увядания обещает профилактическую защиту от развития болезни и получение экологически чистого урожая.

Сопряженное увядание листовой древесных растений (СУЛДР) — серьезное заболевание древостоев в условиях Москвы, состоящее из двух этапов. На первом этапе существенно ослабляется иммунитет побегов и листовых почек из-за заражения и развития инфекционных заболеваний (тиростромоз липы). На втором этапе осуществляется микоз листовых почек, вследствие чего

листва древесных растений развивается неравномерно или не развивается вовсе.

В урбанизированных условиях СУЛДР представляет угрозу для возрастных древостоев, посаженных в советский период. СУЛДР представляет значительную опасность и для современных крупномерных посадок, вызывая большие проблемы с приживаемостью крупномеров в течение первого года. Агрономы по защите растений и по уходу за ними должны учитывать этиологию СУЛДР и купировать обе группы причин, его вызывающих.

Кафедра фитопатологии РГАУ-МСХА — серьезная научная школа в области иммунитета растений. Под руководством заведующих кафедрой академика ВАСХНИИЛ М.С. Дунина, профессоров К.В. Попковой и В.А. Шкаликова с 1944 по 2010 годы проводили много профильных исследований и готовили специалистов в области иммунитета растений, ценили и развивали идеи Н.И. Вавилова. В настоящее время кафедры фитопатологии как автономной единицы в университете нет, что недопустимо. Для ответа на вызовы в области сельского хозяйства (СТУК) и урбанизированной среды обитания большинства населения (СУЛДР) необходимо выстраивание емкой системы, способной работать на предотвращение проблем голода и экологической катастрофы урбанизированных территорий (Смирнов и др., 2017). Для укрепления данной системы в стране необходимо воссоздание кафедры фитопатологии в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Это повысит престиж как этого великого ВУЗа, так и профильного министерства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Замалиева Ф. Ф., Тагиров М. Ш., Зайцева Т. В., Рыжих Л. Ю. Эпифитотия фузариозного увядания на картофеле в Среднем Поволжье // Нива Татарстана. 2015. № 1. С. 21–24.
2. Замалиева Ф. Ф., Зайцева Т. В., Рыжих Л. Ю., Салихова З. З. Фузариозное увядание картофеля и рекомендации по защите // Защита картофеля. 2015. № 2. С. 3–9.
3. Приходько Е. С., Смирнов А. Н. Закономерности проявления и вредоносность патоконплекса *Fusarium* — *Alternaria* на картофеле — опыт фитопатологов РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева // Картофель и овощи. 2019. В печати.
4. Приходько Е. С., Хохлов В. П., Биби́к Т. С., Россинская Т. М., Селицкая О. В., Смирнов А. Н. Влияние метеоусловий на развитие патоконплекса *Alternaria* — *Fusarium* в посадках картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 1. С. 14–22.
5. Смирнов А.Н., Биби́к Т.С., Приходько Е.С., Белошопкина О.О., Кузнецов С.А. Листостебельный комплекс фитопатогенных и сопутствующих грибов в агроценозах картофеля и томата различных регионов России // Известия ТСХА. 2015. Вып. 3. С. 36–46.
6. Смирнов А.Н., Кузнецов С.А., Смирнова О.Г., Приходько Е.С., Хохлов В.П., Биби́к Т.С. Статистические подходы и методы в учете болезней растений / Реализация методологических и методических идей профессора Б. А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия: материалы конференции. Иваново: «ПресСтоп». 2017. Т. 2. С. 57–61.

## REFERENCES

1. Zamalieva F.F., Tagirov M.Sh., Zaytseva T.V., Rjigih L.Yu. Epiphytotoy of Fusarium wilt on Potato in the territory near Middle Volga // Niva Tatarstana (Tatarstan Crops). 2015. № 1. P. 21–24.
2. Zamalieva F.F., Zaytseva T.V., Rjigih L.Yu., Salikhova Z.Z. Fusarium wilt of potato and recommendations on protection // Zashita kartofelja (Potato protection). 2015. № 2. P. 3–9.
3. Prikhodko E.S., Khokhlov V.P., Bibik T.S., Rossinskaya T.M., Selitskaya O.V., Smirnov A.N. Influence of agroclimatic conditions on pathocomplex *Alternaria* — *Fusarium* development and harvest on potato // Dostidgenija nauki i tekhniki APK (Achievements of science and technique of APC). 2019. № 1. P. 14–22. (In Russian with English Abstract).

7. Смирнов А. Н., Приходько Е. С., Смирнова О. Г. Проявление, возможные причины и экологические следствия вспышки фузариоза клубней картофеля после двух месяцев хранения // Успехи медицинской микологии. 2019. Т. 20. С. 586–593.
8. Смирнов А. Н., Приходько Е. С., Хохлов В. П., Биби́к Т. С. Комплекс *Fusarium* — *Alternaria* как универсальный вызов // Успехи медицинской микологии. 2018. Т. 19. С. 62–65.
9. Смирнов А. Н., Смирнова О. Г., Горбаневский А. М., Зайцев Д. В., Чебаненко С. И. Сравнение родового состава возбудителей микозов ослабленных древостоев, почв под ослабленными древостоями, завезенных грунтов и урбосферы Москвы // Успехи медицинской микологии. 2019. Т. 20. С. 581–585.
10. Смирнова О.Г., Смирнов А.Н. Микозы древостоев как одна из основных причин их ослабления и массового падения в Москве летом 2016 г. // Современная микология в России. Материалы четвертого съезда микологов России. — М., 2017. —Том 6. Дополнение. — С. 269–270.
11. Smirnov A. N., Smirnova O. G., Prikhodko E. S., Surkova E. A., Zaitsev D. V., Khokhlov V. P., Gorbanevsky A. M., Bibik T. S. Necessity for forecasting similar fungal complexes in agricultural crop, forestry and biodestruction of technogenic constructions. Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза. — Монография под редакцией профессора В. Романюк. Институт технологических и естественных наук в Фалентах, отделение в Варшаве. 2018. Т. 23. С. 175–178.

4. Prikhodko E.S., Smirnov A.N. Manifestation and risk of pathocomplex *Fusarium* — *Alternaria* on potato // Kartofel' i ovoshi (Potato and vegetables). 2019. In Press. (In Russian with English Abstract).
5. Smirnov A.N., Bibik T.S., Prikhodko E.S., Beloshapkina O.O., Kuznetsov S.A. Complex of phytopathogeneous and affiliated fungi from potato and tomato foliage and stems of different regions of Russia // Izvestija TSHA (Proceedings of Moscow Timiryazev Agricultural Academy). 2015. Issue 3. P. 36–46. (In Russian with English Abstract).
6. Smirnov A.N., Kuznetsov S.A. Smirnova O.G., Prikhodko E.S., Khokhlov V.P., Bibik T.S. Statistical approaches and methods in assessment of plant diseases / Realization of methodological and

methodical ideas of Professor B. A. Dospelkov for improvement of adaptive-landscape systems of agriculture: materials of conference. Ivanovo: "PressStop". 2017. V. 2. P.57–61.

7. Smirnov A.N., Prikhodko E.S., Khokhlov V.P., Bibik T.S. Complex Fusarium — Alternaria as universal challenge // *Uspekhi meditsinskoj mikologii* (Successes of medical mycology). 2018. V. 19. P. 62–65.

8. Smirnov A.N., Prikhodko E.S., Smirnova O.G. Manifestation, possible reasons, and ecological consequences of fusariosis burst of potato tubers after two months storage // *Uspekhi meditsinskoj mikologii* (Successes of medical mycology). 2019. V. 20. P. 586–593.

9. Smirnov A.N., Smirnova O.G., Gorbanevsky A.M., Zaitsev D.V., Chebanenko S.I. A comparison of genus composition of mycosis agents of weakened tree stands, soils under weakened tree stands, imported soils and urbosphaera of Moscow // *Uspekhi*

*meditsinskoj mikologii* (Successes of medical mycology). 2019. V. 20. P.581–585.

10. Smirnov A.N., Smirnova O.G., Prikhodko E.S., Surkova E.A., Zaitsev D.V., Khokhlov V.P., Gorbanevsky A.M., Bibik T.S. Necessity for forecasting similar fungal complexes in agricultural crop, forestry and biodestruction of technogenic constructions. Problems of intensification of livestock and protection of external environment and producing alternative sources of energy including biogas. Monograph under editing Professor V. Romanjuk. Institute of technological and natural sciences in Falenty, branch in Warsaw. 2018. V. 23. P.175–178.

11. Smirnova O.G., Smirnov A.N. Mycoses of tree stands as one of main causes of their weakening and mass fall in Moscow during summer of 2016 // *Modern mycology in Russia. Materials of fourth congress of mycologists in Russia.* — Moscow, 2017. — V.6. Appendix. — P. 269–270.

#### ОБ АВТОРАХ:

**Смирнов А.Н.**, доктор биологических наук, профессор  
**Смирнова О.Г.**, кандидат биологических наук, доцент

#### ABOUT THE AUTHORS:

**Smirnov A.N.**, Dr. Sc., Professor  
**Smirnova O.G.**, Ph. D., Associate Professor