

ОБЗОРЫ

УДК 634.13:632.4

<https://doi.org/10.47612/0134-9759-2021-33-205-210>

**РЖАВЧИНА ГРУШИ (*GYMNOSPORANGIUM SABINAE* (DICKS.) G. WINTER) –
ОПАСНАЯ ГРИБНАЯ БОЛЕЗНЬ**

Ю. Г. КОНДРАТЁНОК, О. А. ЯКИМОВИЧ, Т. Н. МАРЦИНКЕВИЧ

РУП «Институт плодородства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: sail9@tut.by, pear.belsad@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье приведены анализ распространенности в мире вредоносной болезни на груше – ржавчины, вызываемой базидиальным грибом *Gymnosporangium sabiniae* (Dicks.) G. Winter, а также систематика и биология возбудителя. Представлены предварительные данные об устойчивых к этому заболеванию образцах груши коллекции РУП «Институт плодородства» (Беларусь): Аллегро, Виктория, Мария, Особльва, Смеричка, Сувенир, Щедра, производные от *Pyrus communis* L.; Августовская роса, Верная, Десертная росошанская, Краснобокая, Подгорянка, ДУ 20-3, Чуспан – от *Pyrus ussuriensis* Maxim.; Чухуан – от *P. ussuriensis* × *Pyrus ovoidea*; Феерия – производный сорт от груши грушелистной (песчаной) *Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nakai.

Ключевые слова: ржавчина, *Gymnosporangium sabiniae*, жизненный цикл, распространение, груша, сорт, устойчивость, Беларусь.

Распространение болезни в мире

Распространение ржавчины груши в Европе долгое время ограничивалось естественным ареалом основного хозяина – возбудителя заболевания: можжевельника казацкого (*Juniperus sabiniae*), древовидного (*J. exelensa*), красного (*J. oxycedrus*), среднего (*J. × media*) и некоторых других [1–3]. Однако широкое вовлечение в садово-парковое строительство данных видов можжевельника вкупе с отсутствием должного фитосанитарного контроля, расширение сортимента и площадей, занятых грушей, и изменение климата привели в начале 2000-х гг. к постепенному нарастанию заболеваемости ржавчиной и последовавшему ее массовому распространению в насаждениях груши, особенно в частном секторе [4–8].

В настоящее время ржавчина широко распространена в Европе – от Швеции и Норвегии на севере до стран Средиземноморья, отмечена также в Малой Азии, Северной Африке, завезена в Северную Америку, где считается опасным заболеванием груши и находится под строгим карантинным надзором (рис. 1) [9–16].

В Австрии в 2007–2008 гг. ржавчина вызвала серьезное поражение листьев, плодов и побегов груши в большинстве садов. Особенно сильно пострадали сады, возделываемые по органической технологии [17]. Начиная с 2012 г. отмечено усиление развития ржавчины в Нечерноземье Российской Федерации, в частности в Подмоскowie, которое к 2015 г. достигло эпифитотии со 100%-ной распространенностью болезни практически на всех сортах [5]. Хотя еще до 2000 г. основными регионами распространения ржавчины груши в Российской Федерации являлись Краснодарский и Ставропольский края, республики Адыгея, Карачаево-Черкессия, горные районы

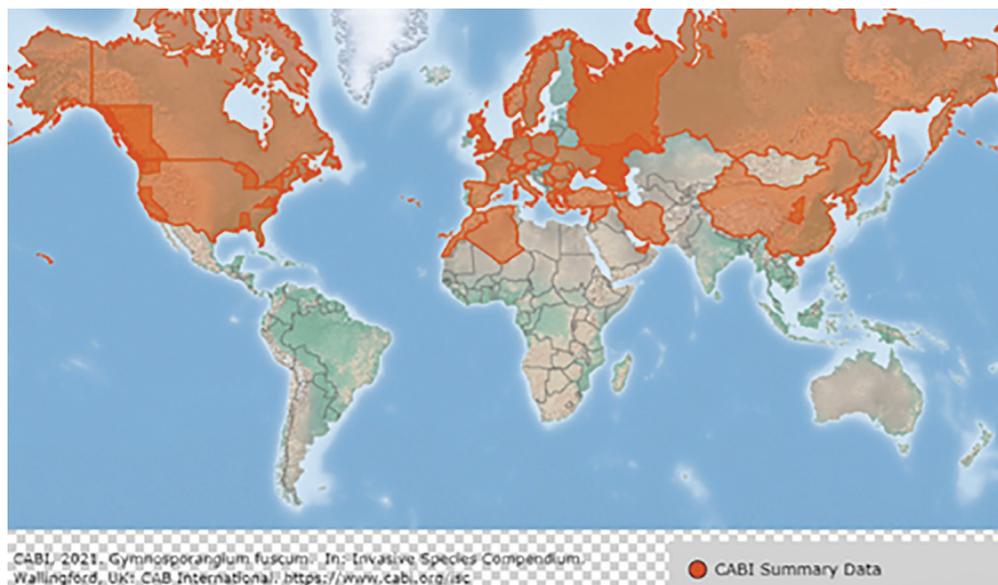


Рис. 1. Сводные данные о распространении ржавчины груши в мире (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/26229>)

Дагестана [18, 19]. Широко распространена ржавчина в странах Балтии, в частности в Латвии, где она наряду с паршой является наиболее хозяйственно значимым заболеванием груши [4, 20].

Высокая степень инфицированности груши ржавчиной была установлена и в Беларуси [21].

Систематическое положение и биология возбудителя

Возбудитель ржавчины груши – гриб *G. sabinae* (Dicks.) G. Winter (синоним – *G. fuscum*) относится к отделу Базидиомицеты – Basidiomycota, подотделу Pucciniomycotina, классу Pucciniomycetes, порядку Pucciniales (ржавчинные). Как и большинство ржавчинных грибов, данный патоген является типичным двуххозяйным облигатным паразитом. Обладает выраженным плеоморфизмом и имеет несколько типов спороношений – в зависимости от стадии развития гриба. Для прохождения полного цикла развития ему необходимы два растения: можжевельник казацкий и некоторые другие виды можжевельников (древовидный, красный и другие различные виды рода *Juniperus* sect. *sabinae*) как основной хозяин, на котором проходят телейтостадия и базидиостадия развития гриба, и груша (вторичный хозяин), на которой развивается эцидиальная стадия гриба [4, 22].

Цикл развития гриба начинается рано весной с формирования мицелием, перезимовавшим в коре ветвей основного хозяина – можжевельника казацкого, телейтоспор (телиоспор) на поверхности телейтолож – роговидных выростов 4–7 мм высотой. При наступлении теплой погоды в конце апреля – начале мая телиоспоры на выростах образуют характерные желеобразные базидии с базидиоспорами. Споры размером 30–49×19–28 мк, двуклеточные, яйцевидные и немного заостренные на концах, ржаво-бурые, с толстой стенкой. При подсыхании они легко отчлениваются и разносятся потоками ветра (рис. 2).

Существует взаимосвязь усиления заболевания с выпадением осадков на фоне умеренно теплой погоды. Максимальная распространенность заболевания фиксировалась именно в дождливые годы [19]. Высшая степень тяжести болезни наблюдалась в годы с обильными осадками, средней относительной влажностью воздуха и умеренной температурой в период третьей декады апреля и до конца мая [23]. Оптимальными для заражения груши являются температура воздуха от +10 °С и выпадение более 10 мм осадков. В целом период заражения приходится на середину апреля – май. Распространение базидиоспор достигает максимума через 6–10 ч после начала дождя. Процесс образования и рассеивания базидиоспор довольно продолжителен – порядка 1,5–2,0 мес. с начала их образования, что приводит, соответственно, к растянутому периоду заражения



Рис. 2. Телейтоложа (а), базидии (б) и базидиоспоры (в) возбудителя ржавчины груши *G. sabinae*

листьев, побегов и завязей груши [13]. Данный период наиболее важен для контроля заболевания груши ржавчиной: обработка насаждений системными препаратами во время рассеивания базидиоспор, особенно после дождей, способна значительно сдержать развитие болезни.

Инкубационный период болезни при инфицировании груши составляет в среднем 2–3 нед. По его истечении на поверхности зараженных органов появляются небольшие округлые пятна от светло-желтой до красновато-оранжевой окраски, которые постепенно увеличиваются, достигая диаметра 2 см. На верхней стороне пятен, под кутикулой или эпидермисом, по центру формируются мелкие темные спермогонии (пикниды) со спермациями – оплодотворяющими клетками, участвующими в половом процессе гриба. Спермогонии выделяют на своей поверхности листьев сладковатую липкую жидкость, привлекающую насекомых-переносчиков, но сами заражать растения они не могут.

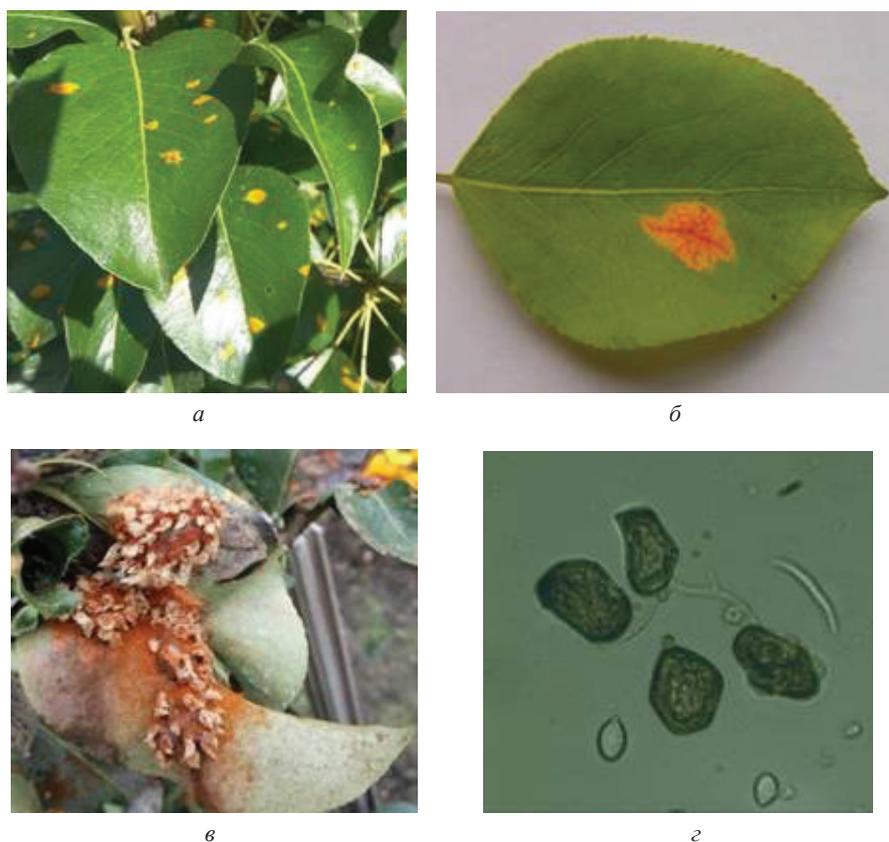


Рис. 3. Начальная стадия ржавчины на груше (а), спермогонии на верхней (б) и эцидии (в) на нижней поверхностях листа, эцидиоспоры возбудителя ржавчины под микроскопом (г)

К августу на нижней стороне листьев развивается эцидиальное спороношение патогена в виде сгруппированных конусовидных или сосковидных выростов-эцидиев. По мере роста они раскрываются и рассеивают сформировавшиеся в них одноклеточные, округлые бурые эцидиоспоры размером 24–34×19–27 мк. Эцидиоспоры ветром разносятся на большие расстояния и, попадая на кору или хвою основного растения-хозяина – можжевельника соответствующего вида, прорастают и заражают его (рис. 3). Мицелий гриба внеклеточный, разрастаясь в коре зараженных веток, он вызывает образование утолщений и деформации, почки на пораженных участках отмирают, и ветвь в этом месте оголяется. В стадии мицелия гриб зимует. Следует отметить, что патоген не способен перезимовать на пораженных побегах груши. В среднем развитие гриба на можжевельнике от момента заражения до появления телеитоспор занимает 1,5–2,0 года.

Опасность ржавчины груши заключается, прежде всего, в поражении ассимилирующего аппарата растения: листьев и молодых, неодревесневших побегов. Сильное развитие ржавчины на листьях приводит к их преждевременному опадению, что ослабляет деревья и снижает их зимостойкость, в результате чего уменьшается прирост, ухудшается качество плодов. При сильном развитии заболевания пораженные деревья часто не плодоносят в следующем году [19]. При инфицировании побегов и ветвей на них образуются некрозы, что приводит к отмиранию в течение года. Отмечены случаи развития ржавчины и на коре взрослых ветвей дерева. Заражение завязей вызывает их осыпание, либо из них развиваются деформированные, уродливые плоды. По устным сообщениям, при сильном развитии заболевания осыпается до 100 % завязей с дерева. Ранее указывалось, что недобор урожая от ржавчины может составлять 3–5 % [2]. Актуальные данные об экономическом ущербе, наносимом ржавчиной насаждениям груши в складывающейся в последние годы фитосанитарной ситуации, в частности в Беларуси, отсутствуют, что на фоне нарастающего распространения данного заболевания обуславливает необходимость глубокого изучения и комплексного подхода к решению данной проблемы.

Факторы устойчивости

Исследования анатомической структуры листа сортов груши различной степени устойчивости к ржавчине выявили положительную корреляцию между толщиной кутикулы листьев и степенью устойчивости сорта: кутикула листьев устойчивых сортов была вдвое толще, чем у восприимчивых сортов; толщина верхнего эпидермиса была больше на 5,5 мкм, а толщина палисадной ткани – на 42,1 мкм [24].

Важную роль в профилактике ржавчины играют агротехнические мероприятия. Так, согласно исследованиям Б. Ласе (2013), на степень тяжести заболевания влияет расположение груши в садовом квартале. Самый высокий балл поражения был отмечен на крупных и сильнорослых деревьях, расположенных на внешних рядах, которые больше подвержены воздействию преобладающего ветра, несущего споры патогенов [23]. Безусловно, на распространенность и развитие ржавчины груши оказывает непосредственное влияние близость насаждений основного хозяина – возбудителя болезни: можжевельника казацкого, высокого, красного и других родственных видов. На необходимость пространственной изоляции насаждений груши от растения-хозяина ограждение садов ветрозащитными полосами, которые способны значительно уменьшить занос базидиоспор, как один из важных элементов защиты указывали в своих работах в середине XX в. отечественные фитопатологи С. Е. Грушевой (1965) и В. Ф. Пересыпкин (1969, 1974) [1, 2].

Создание устойчивых сортов

Поиск и создание устойчивых сортов являются одним из наиболее экономически и экологически выгодных способов защиты растений от болезней. Многолетние наблюдения показывают наличие дифференциации между сортами груши по устойчивости к ржавчине. Особый интерес представляют исследования, проведенные в зонах естественного распространения ржавчины, где эволюция груши тесно сопряжена с эволюцией патогена. В таких регионах наиболее вероятно получение устойчивых к заболеванию форм [25]. Проведенные в 70–80-х годах прошлого века учеты заболевания ржавчиной местных сортов груши в условиях горного Дагестана выявили среди них устойчивые генотипы с незначительной степенью поражения заболеванием: от 0 бал-

лов у сорта Сапудал до 0,6 балла у Маллал Эч [19]. Из 21 сорта груши, выращенного в Грузии и испытанного против *G. sabinae*, сорта Наназини, Суниани, Сахарная, Гулаби, Гордзама и Сасело были относительно устойчивы [24].

По результатам учетов, проведенных Б. Ласе (2013, 2016), ни один из исследованных ею сортов груши не обладает полной устойчивостью к этому патогену, но имеет различия в уровнях восприимчивости. Наиболее устойчивыми в условиях естественного инфекционного фона оказались сорта Лива (*Līva*) [*Kursa* × (*Max Red Bartlett* + *Clapp's Favourite*)], Духмяная (Александровка × *Clapp's Favourite*), *Narrow Delight* [(*Old Home* × *Early Sweet*) × *Bartlett*], Тёма (*P. ussuriensis* × Финляндская желтая), Сибирячка (Бере козловская × *P. ussuriensis*), *Doyenne d'Hiver*, латвийские сорта *Kazraušu* № 5, *Petrilas* № 11, *Doria*, *Elia*, *U 678*, видовой груша *P. ussuriensis*. Искусственное заражение сеянцев местного латышского сорта *Kazraušu* № 5 показало, что устойчивость к болезни контролируется генетически и может передаваться по наследству [4, 23].

Учеты распространенности и развития ржавчины в коллекционных и селекционных насаждениях груши РУП «Институт плодоводства», проведенные в 2019–2020 гг., также показали, что иммунных к данному заболеванию сортов и гибридов нет, однако они отличаются по степени поражения. Максимальное развитие ржавчины при 100%-ной распространенности заболевания наблюдалось в 2019 г., что позволило оценить потенциал устойчивости генотипов груши и разделить их на группы.

В группу устойчивых к ржавчине при минимальной химической системе защиты растений (6–8 обработок; поражение до 1 балла по девятибалльной шкале) по результатам двухлетних наблюдений отнесены сорта Аллегро, Виктория, Мария, Особлыва, Смеричка, Сувенир, Щедра, производные от *P. communis* L.; Августовская роса, Верная, Десертная росошанская, Краснобокая, Подгорянка, ДУ 20-3, Чуспан – от *P. ussuriensis* Maxim.; Чухуан – от *P. ussuriensis* × *P. ovoidea*; Феерия – производный сорт от груши грушелистной (песчаной) *P. pyrifolia* (Burm.) Nakai.

ВЫВОДЫ

Ржавчина груши – вредоносная грибная болезнь, получившая в последние десятилетия широкое распространение как в Европе, так и в Северной Америке. Актуальные данные об экономическом ущербе, наносимом ржавчиной насаждениям груши в складывающейся в последние годы фитосанитарной ситуации, в частности в Беларуси, отсутствуют, что на фоне нарастающего распространения данного заболевания обуславливает необходимость глубокого изучения и комплексного подхода к решению данной проблемы.

Многолетние наблюдения и проведенные учеты распространенности и развития ржавчины в Беларуси показали отсутствие иммунных генотипов и выявили дифференциацию по степени поражения заболеванием. В период эпифитотии (2019–2020 гг.) незначительно поразились (до 1 балла) интродуцированные сорта груши Аллегро, Виктория, Мария, Особлыва, Смеричка, Сувенир, Щедра, производные от *P. communis* L.; Августовская роса, Верная, Десертная росошанская, Краснобокая, Подгорянка, ДУ 20-3, Чуспан – от *P. ussuriensis* Maxim.; Чухуан – от *P. ussuriensis* × *P. ovoidea*; Феерия – производный сорт от груши грушелистной (песчаной) *P. pyrifolia* (Burm.) Nakai.

Наиболее важным для контроля заболевания груши ржавчиной является период рассеивания базидиоспор, который продолжается 1,5–2,0 мес. с момента их образования в конце апреля – начале мая. Обработка насаждений системными препаратами в это время, особенно в течение 6–10 ч после начала дождя, способна значительно сдержать развитие болезни.

Профилактика заболевания ржавчиной должна включать пространственную изоляцию насаждений груши от растений-хозяев и ограждение садов ветрозащитными полосами, препятствующими заносу базидиоспор патогена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грушевой, С. Е. Фитопатология / С. Е. Грушевой. – М. : Колос, 1965. – С. 384–385.
2. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В. Ф. Пересыпкин. – М. : Колос, 1974. – С. 430–431.
3. Пидопличко, Н. М. Грибы-паразиты культурных растений : определитель / Н. М. Пидопличко. – Киев : Наук. думка, 1977. – Т. 1. – С. 236–241.

4. Lāce, B. Impact of agro-ecological factors on development of European pear rust caused by *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter and integrated pest management possibilities for its control : summary of the Doctoral thesis for the scientific degree Dr. agr. / B. Lāce // Latvia Univ. Agriculture. – Jelgava, 2016. – 45 p.
5. Зейналов, А. С. Эпифитотия ржавчины на груше в Подмоскowie и способы ее ограничения / А. С. Зейналов // Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 6. – С. 23–28.
6. Сельскохозяйственная фитопатология : учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 437–438.
7. Fitzner, S. Bewertung von Pyrus-Arten auf Befall mit Birnengitterrost (*Gymnosporangium sabinae* Dicks.) / S. Fitzner, M. Fischer // Erwebs-Obstbau. – 2005. – Vol. 47. – S. 37–39.
8. Gebauer, J. Birnengitterrost – eine zunehmende Gefahr in unseren Kleingärten / J. Gebauer, G. Ebert, C. Büttner // Gesunde Pflanzen. – 2001. – Vol. 53 (2). – S. 44–47.
9. Karlsson, K. Distribution of *Gymnosporangium fuscum* and its implication on Pear cultivation in Sweden / K. Karlsson. – Alnarp, Sweden. – 2008. – 38 p.
10. Gjrum, H. B. *Gymnosporangium sabinae* found in Norway / H. B. Gjrum, Y. Gauslaa, V. Talg // Plant Pathol. – 2008. – Vol. 57 (2). – P. 376.
11. First report of Pear Rust (Pear Trellis Rust) caused by *Gymnosporangium sabinae* on ornamental Pear (*Pyrus calleryana*) in Virginia / M. A. Hansen [et al.] // Plant Disease. – 2016 (May). – Vol. 100 (10). – P. 2166.
12. First report of the pear trellis rust fungus, *Gymnosporangium sabinae*, on *Pyrus calleryana* ('Bradford' and 'Chanticleer') and *P. communis* in New York State / S. Kenaleu [et al.] // Plant Disease. – 2012. – Vol. 96 (9). – P. 1373–1374.
13. Hilber, U. Untersuchungen zur Entwicklung des Birnengitterrostes / U. Hilber, H. Schüepp, F. J. Schwinn // Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau. – 1990. – Vol. 126 (18). – S. 486–494.
14. Studies on the development of pear trellis rust [Electronic resource] / Invasive Species Compendium. – Mode of access: <https://www.cabi.org/isc/abstract/19902301256>. – Date of access: 15.04.2021.
15. Jolfaii, H. K. *Gymnosporangium fuscum*, a new rust fungus to Iran / H. K. Jolfaii, M. Abbasi // Rostaniha. – 2001. – № 2 (1/4). – P. 114–115.
16. Helfer, S. Overview of the rust fungi Uredinales occurring on Rosaceae in Europe / S. Helfer // Nova Hedwigia. – 2005. – B. 81, h. 3-4. – P. 325–370.
17. Filipp, M. Monitoring of pear rust (*Gymnosporangium sabinae*) in Austria and implications for possible control strategies / M. Filipp, A. Spornberger, B. Schildnerger // Ecofruit. 15th International Conference on Organic Fruit-Growing. Proceedings for the conference, Hohenheim, Germany, 20–22 febr. 2012. – Hohenheim, 2012. – P. 65–73.
18. Смольякова, В. М. Болезни плодовых пород юга России / В. М. Смольякова. – Краснодар : Весть, 2000. – 192 с.
19. Газиев, М. А. Устойчивость местных сортов яблони и груши Дагестана к ржавчине / М. А. Газиев, З. М. Асадулаев // Вестн. защиты растений. – 2014. – № 1. – С. 21–25.
20. Rankane, R. Distribution and development of European pear rust in Latvia and relationship between severity and yield. Integrated Plant Protection in Fruit Crops. Subgroup “Pome fruit Diseases” / R. Rankane, B. Lāce, G. Lacis // IOBS-WPRS Bull. – 2012. – Vol. 84. – P. 39–45.
21. Комардина, В. С. Фитосанитарное состояние интенсивных насаждений груши в Беларуси / В. С. Комардина, Н. Е. Колтун, С. И. Ярчаковская // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 1 (128). – С. 27–32.
22. Yun, H. Y. First report of *Gymnosporangium sabinae*, European pear rust, on bradford pear in Michigan / H. Y. Yun, A. Y. Rossman, J. Byrne // Plant Disease. – 2009. – Vol. 93 (8). – P. 841.
23. Lāce, B. Evaluation of European pear rust severity depending on agro-ecological factors / B. Lāce, B. Bankina // Res. Rural Development. – 2013. – Vol. 1. – P. 6–12.
24. Келадзе, В. С. Факторы устойчивости сортов груши к ржавчине *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Wint. / В. С. Келадзе, Л. П. Двуреченская-Цведадзе // Микология и фитопатология. – 1984. – Vol. 18 (2). – С. 143–144.
25. Вавилов, Н. И. Дикие родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблемы происхождения плодовых деревьев / Н. И. Вавилов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / Всесоюз. ин-т растениеводства. – Л., 1931. – Т. 26, вып. 3. – С. 85–108.

**DANGEROUS FUNGAL DISEASE – PEAR MILDEW
(*GYMNOSPORANGIUM SABINAE* (DICKS.) G. WINTER)**

Yu. H. KONDRATYONOK, O. A. YAKIMOVICH, T. N. MARTSINKEVICH

Summary

The article provides an analysis of the worldwide prevalence of a harmful disease on a pear – mildew, caused by the basidiomycete fungus *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter, the taxonomy and biology of the pathogen is given. Preliminary data on disease-resistant samples of pears from the collection of RUE “Institute of Fruit-growing” (Belarus) are presented: Allegro, Victoria, Maria, Osoblyva, Smerichka, Souvenir, Shchedra, derived from *Pyrgus communis* L.; Augustovskaya rosa, Vernaya, Desertnaya Rossoshanskaya, Krasnobokaya, Podgoryanka, DU 20-3, Chuspan – from *Pyrgus ussuriensis* Maxim.; Chukhuang – from *P. ussuriensis* × *Pyrgus ovoidea*; Feeriya species derived from pear-leaved (sandy) *Pyrgus pyrifolia* (Burm.) Nakai.

Key words: mildew, *Gymnosporangium sabinae*, life cycle, spread, pear, species, resistance, Belarus.

Поступила в редакцию 12.05.2021