

УДК 634.13:632.4

## РЖАВЧИНА ГРУШИ В БЕЛАРУСИ КАК РЕЗУЛЬТАТ ИНВАЗИИ ГРИБА *GYMNOSPORANGIUM SABINAE* (DICKS.) G. WINTER

В. Д. ПОЛИКСЕНОВА<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Ржавчина груши в Беларуси впервые была зарегистрирована в 2007 г., а через 12 лет приобрела характер эпифитотии. Составлена карта распространения заболевания в республике. Детально описаны и проиллюстрированы симптомы поражения груши и можжевельника, а также споры возбудителя заболевания (гриб *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter). Показано, что перезимовавшие в побегах эцио- и телиоспоры не прорастают в следующий вегетационный период. Телиоспоры текущего года на можжевельнике прорастают не только фрагмобазидиями с базидиоспорами, но и мицелием, что обеспечивает повторное заражение этого хозяина. Определен высокий инфекционный потенциал как груши (до 15 млн эциоспор на 1 см<sup>2</sup>), так и можжевельника (2 млн телиоспор на 1 см<sup>2</sup>). Констатируется гибель вследствие ржавчины годичных побегов груши и отдельных растений можжевельника казацкого. Отмечено, что инвазия *G. sabinae* на территорию Беларуси совпадает с широкой интродукцией в озеленение восприимчивых к ржавчине видов можжевельника.

**Ключевые слова:** ржавчина груши; *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter; можжевельник; инвазия; Беларусь.

**Благодарность.** Автор выражает благодарность кандидату сельскохозяйственных наук А. В. Чашинскому за помощь в сборе материала и ассистенту кафедры ботаники И. А. Федюшко за помощь в подготовке карты распространения ржавчины груши.

---

### Образец цитирования:

Поликсенова В.Д. Ржавчина груши в Беларуси как результат инвазии гриба *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter. *Экспериментальная биология и биотехнология*. 2022;3:73–84. <https://doi.org/10.33581/2957-5060-2022-3-73-84>

### For citation:

Poliksenova V.D. Pear rust in Belarus because of fungus *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter invasion. *Experimental Biology and Biotechnology*. 2022;3:73–84. Russian. <https://doi.org/10.33581/2957-5060-2022-3-73-84>

---

### Автор:

**Валентина Дмитриевна Поликсенова** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; доцент кафедры ботаники биологического факультета.

### Author:

**Valentina D. Poliksenova**, PhD (agricultural sciences), docent; associate professor at the department of botany, faculty of biology. [polyksenova@gmail.com](mailto:polyksenova@gmail.com)

## PEAR RUST IN BELARUS BECAUSE OF FUNGUS *GYMNOSPORANGIUM SABINAE* (DICKS.) G. WINTER INVASION

V. D. POLIKSENOVA<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Belarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Pear rust in Belarus was first registered in 2007, and after 12 years the disease acquired the character of epiphytosis. A map of the distribution of pear rust in the republic has been compiled. The symptoms of damage to pear and juniper, spores of the causative agent (fungus *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter) are described and illustrated. It has been shown that aecio- and teliospores overwintered in the shoots do not germinate in the next growing season. The teliospores of the current year on juniper germinate not only with phragmobasidia with basidiospores, but also with mycelium, which probably ensures the re-infection of this host plant. The high infectious potential of both pear (up to 15 mln aecio-spores per 1 cm<sup>2</sup>) and juniper (2 mln teliospores per 1 cm<sup>2</sup>) was determined. The death due to rust of annual shoots of pear and individual plants of the Cossack juniper was ascertained. The invasion of *G. sabinae* on the territory of Belarus coincides with the wide introduction of susceptible species of juniper into landscaping.

**Keywords:** pear rust; *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter; juniper; invasion; Belarus.

**Acknowledgements.** The author expresses his gratitude to A. V. Chashinsky, PhD (agricultural sciences), for his help in collecting the material and to I. A. Fedyushko, assistant at the department of botany, for his help in preparing the map of pear rust distribution.

### Введение

Ржавчина груши, эпифитотия которой разразилась в Беларуси в 2019 г. и продолжается до настоящего времени (хотя и в меньшей степени), – новое для республики, но известное в фитопатологии и микологии заболевание. По данным Глобальной информационной системы о биоразнообразии (*Global Biodiversity Information Facility*, GBIF)<sup>1</sup>, болезнь широко распространена в странах Европы, Азии (Япония, Китай), на севере Африки, на восточном и западном побережье Северной Америки (США, Канада) [1; 2]. В Бельгии и Словении являющийся возбудителем заболевания гриб отмечен как инвазивный [3–5].

На Европейском континенте ржавчину груши вызывают виды *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter (syn. *G. fuscum* DC.) и *G. dobrozracovae* Mitr. [6; 7, с. 384–385]. Первый из них поражает в основном листья, второй – преимущественно ветви, реже листья и плоды. В Японии, Китае и Корее в качестве возбудителя ржавчины распространен вид *G. asiaticum* Miyabe ex G. Yamada [8]. Этот вид также указан для Дании, а в США он отмечен как инвазивный.

Наиболее часто встречается и имеет важное экономическое значение европейская ржавчина груши (возбудитель *G. sabinae*), распространение которой значительно усилилось в 2000-х гг. [6]. Особенно от этой болезни страдают грушевые сады с органической технологией возделывания и грушевые деревья на приусадебных участках [9; 10].

Гриб *G. sabinae* является облигатным паразитом на растениях и представляет собой гетеросексуальный демициклический (с отсутствием урединий) ржавчинный гриб, который зимует в ветвях можжевельника. Для прохождения полного жизненного цикла этого патогена, его успешного размножения и расселения необходимо наличие двух растений-хозяев – груши и можжевельника [11; 12, с. 384–385]. Именно на можжевельнике, который является основным (первичным) хозяином для возбудителя болезни, формируются следующие стадии развития ржавчины – телии с телиоспорами и базидии с базидиоспорами. Груша же является промежуточным (вторичным) хозяином для видов *G. sabinae*, *G. asiaticum* и *G. dobrozracovae*.

Заболевшая ржавчиной груша постепенно замедляет свой рост, теряет зимостойкость и сопротивляемость другим болезням. В ее листьях накапливаются фенольные соединения [13]. При сильном развитии заболевание вызывает преждевременный листопад, снижает урожай и ухудшает общее состояние дерева (вплоть до его гибели) [14]. Сведения о потерях урожая противоречивы – от 5 до 50–100 % [7, с. 384–385; 14].

Биологический цикл возбудителя европейской ржавчины груши начинается на восприимчивых видах можжевельника. В ряде исследований с разной степенью детализации описаны симптомы поражения, приведены варьирующие сроки их проявления, образования телиоспор и начала распространения базидиоспор, заражающих грушу [5; 14–19]. Хотя жизнеспособность базидиоспор на воздухе и при прямом

<sup>1</sup>*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter // GBIF backbone taxonomy [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.15468/39omei> (date of access: 26.07.2022).

солнечном освещении невысока [20, p. 577], есть сведения о том, что при благоприятных условиях они могут вызвать незначительное заражение груши даже в 60 км от источника инфекции. Особенно сильное заражение происходит, когда груша и можжевельник растут рядом [14; 21]. Так, на расстоянии 30 м от можжевельника могут заболеть до 100 % листьев груши. Период выхода базидиоспор в целом зависит от погодных условий, но, как правило, совпадает с началом распускания почек груши [4]. В разных регионах на можжевельнике отмечается несколько волн спорообразования (от 3 до 9 раз) [14; 16].

Базидиоспоры вызывают первичное заражение листьев груши. На них появляются яркие желто-оранжевые пятна, на верхней стороне которых формируются спермогонии (пикнии) с гаплоидными пикниоспорами. Сами пикниоспоры не являются инфекционными структурами и не вызывают заражения новых листьев, но, сливаясь между собой, они выполняют важную функцию дикариотизации мицелия. Только дикариотический мицелий способен к дальнейшему распространению и развитию других типов спороношения ржавчинных грибов. На нижней стороне листа в пределах пятна дикариотический мицелий формирует следующий тип спороношения – эции с эциоспорами [12, с. 384–385], которые с августа по ноябрь заражают можжевельник, продолжая жизненный цикл патогена [22]. Бессимптомный период развития гриба в ветвях можжевельника длится 1,5–3,0 года и заканчивается весной формированием телий с телиоспорами. То есть зимующей стадией патогена является многолетний мицелий [5].

Анализ публикаций показывает, что в качестве первичного хозяина для *G. sabinae* указываются девять видов можжевельника: в европейских странах – *Juniperus sabina* L. (можжевельник казацкий), *J. virginiana* L. (можжевельник виргинский), *J. chinensis* L. (можжевельник китайский), *J. × media* Melle (можжевельник средний), *J. scopulorum* Sarg. (можжевельник скальный), *J. excelsa* M. Bieb. (можжевельник древовидный, или высокий), *J. oxycedrus* L. (можжевельник красный); в Узбекистане – *J. seravschanica* Kom. (syn. *J. excelsa* ssp. *seravschanica* (Kom.) R. Kam. ex Imch.) (можжевельник зеравшанский) и *J. pseudosabina* Fisch. & C. A. Mey. (syn. *J. turkestanica* Kom.) (можжевельник ложноказацкий) [5; 13; 15; 23–25]. Среди восприимчивых можжевельников отмечены не только виды, но и многочисленные сорта, используемые в озеленении. Они также становятся постоянным источником инфицирования грушевых деревьев. Подчеркнуто, что виды родов *Thuja* и *Chamaecyparis*, а также вид *J. communis* L. (можжевельник обыкновенный) не поражаются грушевой ржавчиной [5].

В русскоязычных изданиях по фитопатологии в 1970–80-х гг. регионами распространения ржавчины груши и обусловленных ею больших потерь назывались Молдова, Северный Кавказ и Закавказье, южное побережье Крыма, Краснодарский и Ставропольский край, Грузия [14; 25]. На этой территории были выделены зона высокой вредоносности (1 раз в 2 года поражение составляет 50–100 %), зона средней вредоносности (1 раз в 3 года поражение составляет 30–50 %) и зона слабой вредоносности (1 раз в 5 лет поражение составляет 15–30 %). Севернее Киева на груше ржавчина не наблюдалась [12, с. 384–385]. В настоящее время отмечено распространение заболевания в северном направлении [26] (в частности, в Нечерноземной зоне России), вызвавшее в 2015 г. эпифитотию практически на всех сортах груши. Высказано предположение, что эта ситуация связана с изменением климата, расширением площадей посадок и сортового состава культуры, а также активным использованием в озеленении и ландшафтном дизайне можжевельников – первичных хозяев возбудителя болезни [26; 27].

Информация о ржавчине груши в Беларуси и ее вредоносности в научных публикациях крайне ограничена. Вместе с тем очевидно, что это новое для территории республики заболевание должно быть охарактеризовано. Это даст возможность понять причины его появления, особенности течения болезни и перспективы борьбы с ней.

### Материалы и методы исследования

Обследование груши и можжевельника для выявления симптомов ржавчины проводилось выборочно во всех областях республики на приусадебных и дачных участках, в парках, коллекционных посадках, зеленых зонах и лесополосах. Пораженные листья и побеги гербаризировались с регистрацией сорта, места и даты сбора. Спороношение исследовали с использованием бинокля (*Carl Zeiss*, Германия) и микроскопа Axiolab (*Carl Zeiss*). С помощью морфометрических методов определяли количественные характеристики объектов (выборка 20–25 листьев). Площадь листьев вычисляли согласно работе [28], интенсивность спорообразования на единицу пораженной поверхности – в соответствии с методическими указаниями [29]. Проращивание эцио- и телиоспор проводили на картофельно-глюкозной среде и в капле воды с внесением фрагментов листьев растений-хозяев (хвой можжевельника или листьев груши). Искусственное заражение листьев груши осуществляли общеизвестными фитопатологическими методами [30, с. 139–151].

Для построения карты распространения ржавчины груши в дополнение к гербарным сборам использовали сведения портала *gbif.org*.

## Результаты и их обсуждение

**Развитие ржавчины на груше.** Для Беларуси ржавчина груши – сравнительно новое заболевание. В специализированных изданиях по болезням плодовых культур Беларуси в 2008–2010 гг. [31, с. 39–40] эта проблема не упоминалась. Лишь начиная с 2013 г. в научных публикациях появляются первые сообщения о выявлении ржавчины на груше [32–34] и можжевельнике казацком [35], хотя единичные симптомы заболевания на груше отмечены автором еще в 2007 г.

Если в предыдущие годы ржавчина незначительно поражала листья груши, то в 2019–2020 гг. в Беларуси наблюдалось широкое распространение и интенсивное развитие заболевания (эпифитотия), что отмечено также в работе [36, с. 29–41]. Наблюдение за фитосанитарным состоянием груши в различных посадках и естественных местообитаниях показало, что особенно сильно грушевые деревья поражаются ржавчиной на приусадебных и дачных участках, в общественных садах и коллекционных посадках областных экоцентров, некоторых селекционных центрах. Симптомы ржавчины отмечены также на листьях дикой груши в лесном массиве возле санатория в Волковысском районе Гродненской области, на территории которого был высажен можжевельник казацкий. На основе гербарных сборов и зарегистрированных мест обитания составлена карта распространения ржавчины груши в Беларуси (рис. 1).

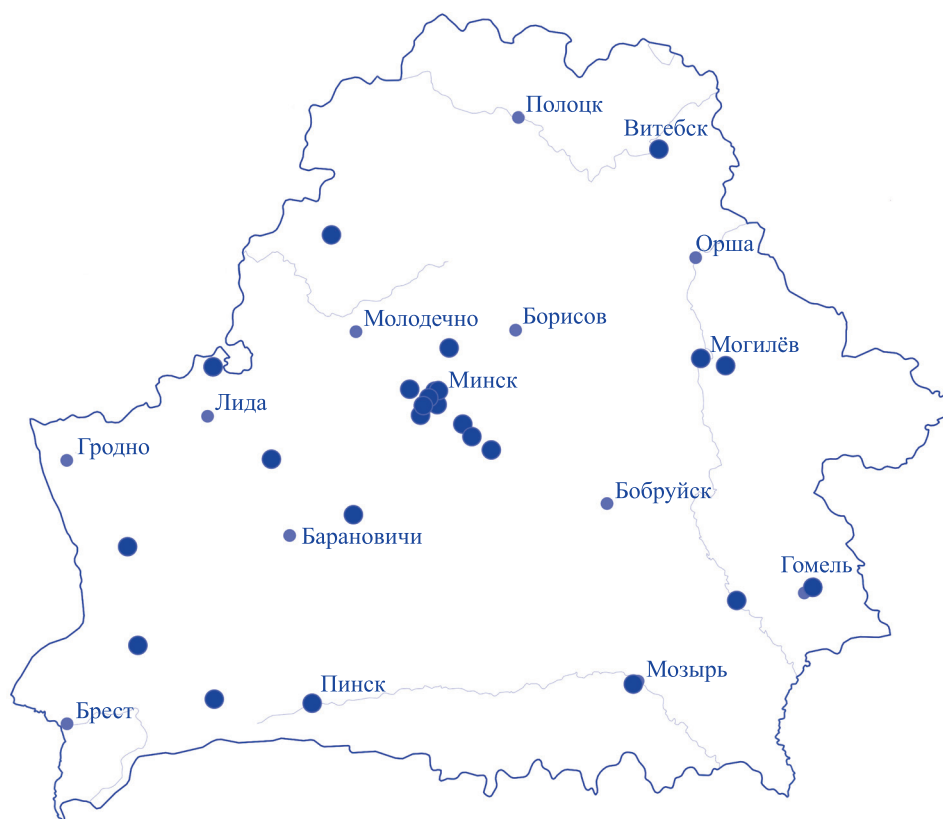


Рис. 1. Распространение ржавчины груши на территории Беларуси  
Fig. 1. Distribution of pear rust on the territory of Belarus

Как видно из рис. 1, в настоящее время заболевание встречается во всех областях республики.

По наблюдениям автора, симптомы заболевания на груше проявляются через 2–3 недели после цветения на зеленых частях растения (прежде всего на листовых пластинках, черешках, реже на зеленых веточках и плодах) в виде довольно крупных округлых пятен ярко-желтого (до оранжевого и пурпурного) цвета, иногда с пурпурной каймой. В 2019 г. яркие пятна были окаймлены полосой отмирающей ткани листа (рис. 2, а, б). Характер окраски, количество и размеры пятен, по-видимому, связаны с сортом груши (см. таблицу). Средний диаметр пятен колебался в пределах 6–7 мм, у некоторых сортов достигал 10–20 мм. Количество пятен ржавчины на листе при сильном поражении (в зависимости от размеров листовой пластинки) доходило до 105 шт. При средней площади листа 23,2 см<sup>2</sup> и наличии 48–50 пятен размером 0,42 см<sup>2</sup> каждое снижение зеленой фотосинтезирующей поверхности листа составляло 87–90 %.





Рис. 2. Симптомы ржавчины на груше:

*a, б* – пораженные листья разных сортов; *в* – пикнии; *г* – массовая дефолиация;  
*д* – поражение стебля; *е* – больной плод с эциями; *ж* – начало образования эций;  
*з, и* – зрелые вскрывшиеся эции; *к* – эциоспоры

Fig. 2. Symptoms of rust on a pear:

*a, b* – affected leaves of different varieties; *c* – picnia; *d* – mass defoliation; *e* – damage to the stem;  
*f* – diseased fruit with aecia; *g* – the beginning of the formation of aecia;  
*h, i* – mature opened aecia; *j* – aeciospores

Со временем на верхней стороне пятен в центре появляются темнеющие при созревании точечные спермогонии (пикнии). Центральная часть пятна темнеет, ткани некротизируются (рис. 2, в). В спермогониях формируются мелкие гаплоидные спермации. Пятна становятся липкими от сахаристых выделений, привлекающих насекомых. Количество спермогоний, развивающихся на одном пятне, колебалось в пределах 50–75 шт., максимальное значение достигало 90 шт. Скорость развития болезни и патогена в годы наблюдения различалась. Так, в 2007 г. на листьях груши сорта Белорусская поздняя в течение вегетационного периода наблюдались немногочисленные пятна, спермогонии начинали формироваться в конце июля и к середине августа были еще незрелыми, светлоокрашенными. В 2019 г. массовое поражение груши отмечалось уже в начале июня, к середине июня на листьях груши сорта Белорусская поздняя насчитывалось до 55 пятен, спермогонии были сформированы. Пораженные листья и завязь начинали массово опадать (рис. 2, г).

Степень поражения и интенсивность образования эциоспор на листьях груши  
The degree of damage and the intensity of formation of aeciospores on pear leaves

Место сбора	Дата	Сорт	Среднее количество пятен на лист, шт.	Средний диаметр пятна, мм	Интенсивность спорообразования, шт./см <sup>2</sup>
Мозырь	18.08.2019	Чижевская	4	7,0 ± 0,2	1,62 · 10 <sup>6</sup>
Минск, ботанический сад БГУ	22.08.2019	Белорусская поздняя	11	7,0 ± 0,2	2,75 · 10 <sup>6</sup>
Минск, частный сектор	30.08.2019	Белорусская поздняя	45	6,0 ± 0,18	5,04 · 10 <sup>6</sup>
Минск, Центральный детский парк имени М. Горького	16.09.2019	Неизвестен	24	9,0 ± 0,2	9,05 · 10 <sup>6</sup>
Мозырь	15.09.2019	Чижевская	15	7,0 ± 0,3	3,21 · 10 <sup>6</sup>
Минск, частный сектор	17.09.2019	Белорусская поздняя	68	7,0 ± 0,2	15,04 · 10 <sup>6</sup>

На листьях и завязи, оставшихся на дереве, с нижней стороны пятен постепенно формируются группы серо-белых конусовидных выростов (эций), в которых находится масса эциоспор размером от 20 × 24 до 24 × 29 мкм. При созревании эции вскрываются продольно, споры высыпаяются (рис. 2, *e – u*). На опавших листьях, несмотря на наличие пикниоспор, эциостадия не сформировалась.

В данной работе определена интенсивность спорообразования на листьях груши, так как этот показатель характеризует ее инфекционную способность. Как видно из таблицы, на всех сортах груши интенсивность спорообразования в эциях велика, что свидетельствует о ее высоком инфекционном потенциале. Сорт Чижевская в настоящем исследовании имел сравнительно меньше инфекционных пятен и наименьшее количество эциоспор, что согласуется с данными литературы, где этот сорт характеризуется как относительно устойчивый к ржавчине [36, с. 29–41].

Популярный сорт Белорусская поздняя значительно поражался в разных локалитетах. Различия в степени поражения сортов груши приведены также в работах [23; 36, с. 29–41; 37], при этом иммунных сортов авторами не отмечено. Согласно работе [38] абсолютную устойчивость проявляют только межродовые гибриды F<sub>1</sub> груши и яблони, груши и рябины обыкновенной, груши и рябины мучнистой, а также гибриды F<sub>2</sub> груши и рябины обыкновенной.

Необходимо отметить, что, несмотря на сильное поражение листьев, верхушечные почки побегов в год эпифитотии сформировали побеги продолжения (годовой прирост), листья которых до конца вегетации оставались полностью здоровыми. Очевидно, эти побеги развились уже после окончания весеннего лёта базидиоспор и периода восприимчивости листьев, который составляет 12 дней [14]. Кроме того, данный факт свидетельствует о том, что перезаражение листьев груши в течение лета пикниоспорами с других листьев или эциоспорами не происходит.

Вредоносность ржавчины груши проявилась не только в виде массового опадения листьев (2019), но и в отмирании после зимы побегов прироста, а также почек, сформировавшихся в год эпифитотии.

На рис. 3, *a*, можно видеть, что в месте прикрепления укороченного побега, листья на котором были сильно поражены в прошлом сезоне, образуется своеобразный бородавчатый опробковевший нарост. Кроме того, наблюдаются отмирание тканей и высыхание стебля по всем направлениям. В результате уже следующей после эпифитотии весной весь годичный прирост оказался отмершим, почки не распустились (рис. 3, *b*).

При вскрытии нароста обнаружены перезимовавшие эциоспоры ржавчины, которые, предположительно, могли бы участвовать в заражении можжевельника в следующий вегетационный период. Однако прорастить эциоспоры в воде, в капле воды с добавлением хвои можжевельника казацкого и на агаризованной среде не удалось.

Поскольку в течение 2019–2020 гг. автором не найден источник ржавчины на основном хозяине – можжевельнике казацком, но при этом обнаружены эциоспоры на перезимовавших побегах груши, была предпринята попытка заразить молодые побеги груши перезимовавшими эциоспорами ржавчины. Заражения листьев не произошло, что лишний раз доказывает: источником инфекции для груши являются только виды можжевельника, на которых образуются телио- и базидиоспоры. Подобный результат подтвержден и другими исследователями ржавчины груши [4; 39]. В связи с этим говорить о жизнеспособности и инфекционной способности перезимовавших эциоспор мы не можем, хотя сами споры не имели значительной деформации.



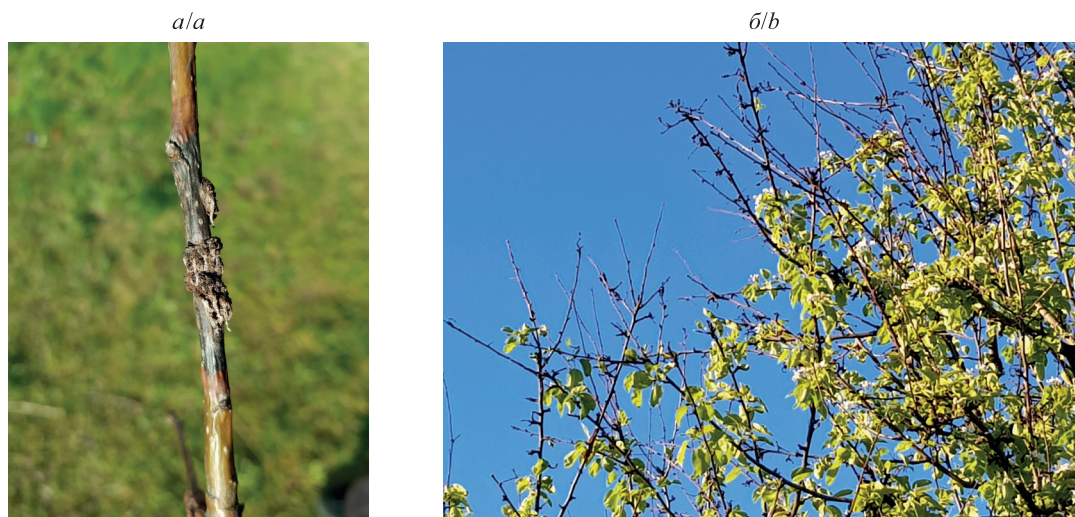


Рис. 3. Отмирание побегов груши после эпифитотии 2019 г. и последующей зимы:  
а – отмирающая ветвь груши; б – общий вид дерева весной  
после сильного поражения ржавчиной

Fig. 3. Withering away of pear shoots after epiphytoty in 2019 and subsequent winter:  
a – a dying branch of a pear; b – general view of a tree  
in the spring after a strong rust attack

В годы после эпифитотии ржавчины значительно снизилась устойчивость деревьев к другим заболеваниям, таким как парша и плодовая гниль. В результате общего ослабления переболевших ржавчиной грушевых деревьев произошло массовое отмирание отдельных ветвей и гибель некоторых экземпляров.

**Развитие ржавчины на можжевельнике.** Можжевельник казацкий известен как основной хозяин, наличие которого определяет распространение *G. sabinae* на груше. Только весной 2021 г. автору удалось наблюдать массовое поражение ржавчиной можжевельника казацкого из разных районов Беларуси.

Ветви можжевельника, пораженные ржавчиной, в местах развития гриба заметно утолщены (рис. 4, а), ранней весной на них видны сухие коричневые образования – телии (телейтоложа) (рис. 4, б). На телиях обнаружены два типа перезимовавших двухклеточных яйцевидно-ромбических телиоспор – темные и светлые. Их соотношение было примерно одинаковым (20 темных и 17 светлых телиоспор) (рис. 4, ж). Спровоцировать прорастание перезимовавших телиоспор *in vitro*, как и эциоспор, не удалось.

К середине мая на ветвях и хвое можжевельника казацкого после повышения среднесуточной температуры с 7,0 до 14,5 °С и влажности воздуха с 66 до 83 % появились обильные ярко-оранжевые роговидные выросты длиной до 7–8 мм (рис. 4, в), представляющие собой столбики телиоспор. Через несколько дней выросты преобразились в желеобразную массу, содержащую телиоспоры размером от 15 × 40 до 24 × 52 мкм на ослизняющихся гиалиновых ножках (рис. 4, з). Примерно через 10 дней после образования на ветвях ярких наростов наблюдалось массовое прорастание вновь образованных телиоспор (рис. 4, з, и).

На рис. 4, з, видно, что как темные, так и светлые телиоспоры образуют четырехклеточные фрагмобазидии, т. е. функционально они равноценны. Каждая из двух клеток телиоспор формирует одну фрагмобазидию, на которой образуются четыре мелкие округлые базидиоспоры. Интенсивность образования телиоспор на можжевельнике казацком составляет  $2,1 \cdot 10^6$  шт. на 1 см<sup>2</sup>.

Наряду с формированием фрагмобазидий наблюдалось прорастание телиоспор гифами. Подобное явление отмечено также в работе [16]. Вероятно, такой способ прорастания обеспечивает патогену возможность повторного заражения побегов можжевельника дикариотическим мицелием.

Как видно из полученных данных, и груша, и можжевельник имеют высокий инфекционный потенциал. Отсюда очевидна опасность ржавчины не только для груши, но и для декоративных форм можжевельника, в первую очередь можжевельника казацкого, который наиболее широко используется в озеленении в Беларуси. Проведенные наблюдения подтвердили гибель растений можжевельника казацкого по этой причине (рис. 4, д, е). Ржавчина на других видах можжевельника автором не обнаружена.



Рис. 4. Симптомы ржавчины на можжевельнике казацком:  
а – утолщенная ветвь; б – телеитоложа; в, г – телии с телиоспорами; д, е – отмирающий можжевельник;  
ж – телиоспоры; з – начало прорастания телиоспор; и – образование фрагмобазидий с базидиоспорами

Fig. 4. Symptoms of rust on the Cossack juniper:  
а – thickened branch; б – teleitole; в, г – telia with teliospores; д, е – dying juniper; г – teliospores;  
ж – beginning of teliospore germination; и – formation of phragmobasidia with basidiospores



На данный момент в Беларуси в государственный реестр сортов включены декоративные сорта видов *J. sabina*, *J. virginiana* (с 2011 г. (оба вида)), *J. horizontalis*, *J. squamata*, *J. chinensis*, *J. pfitzeriana* (Späth) P. A. Schmidt (syn. *J. × media* Melle) (с 2007 г. (все указанные виды)), *J. scopulorum* (с 2021 г.) [40, с. 87–88]. Из них лишь *J. horizontalis* и *J. squamata* не поражаются ржавчиной [5; 39]. Таким образом, достаточно длительное выращивание восприимчивых к ржавчине видов можжевельника, вместе с которыми патоген, очевидно, и был занесен в Беларусь, стало причиной инвазии возбудителя заболевания. Результаты инвазии особенно сильно проявились на груше, вызвав массовое поражение ржавчиной и ослабление деревьев этой традиционной приусадебной культуры (вплоть до ее гибели). Кроме того, они начали проявляться на декоративных формах можжевельника. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что на тех территориях, где нет посадок можжевельника казацкого, ржавчина на груше отсутствует.

### Заключение

Впервые ржавчина груши в Беларуси была отмечена автором в гербарных сборах в 2007 г. (в научных публикациях упоминается с 2013 г.), а уже в 2019–2020 гг. наблюдалась эпифитотия этого нового для республики заболевания. Возбудителем ржавчины является базидиальный гриб *G. sabinae*. Причиной инвазии опасного патогена, по-видимому, стало широкое внедрение в практику озеленения основного хозяина гриба – можжевельника казацкого, в ветвях которого мицелий ржавчинного гриба может сохраняться в течение многих лет. Карта распространения ржавчины груши в Беларуси показывает присутствие патогена во всех областях республики. Установлено, что у груши ржавчина не только поражает листья и завязь, вызывая их преждевременное опадение, но и приводит к гибели прироста побегов текущего года выше места поражения ржавчиной. Эцио- и телиоспоры сохраняются в перезимовавших побегах груши и можжевельника, однако их роль как инфекционных структур не доказана. Впервые определена интенсивность спорообразования на листьях груши и побегах можжевельника казацкого, которая свидетельствует о высоком инфекционном потенциале патогена.

Установлено, что поражение можжевельника казацкого ржавчиной через некоторое время также приводит его к гибели.

Очевидно, оптимальное решение возникшей проблемы состоит в классическом фитопатологическом подходе: необходимо разорвать жизненный цикл возбудителя заболевания, постепенно заменив в озеленении восприимчивые формы можжевельника на устойчивые, или отказаться от выращивания груши на близлежащих территориях. При этом стоит принимать во внимание, что селекция новых устойчивых к ржавчине сортов груши является долговременным и дорогостоящим процессом, пока не имеющим аналогов, а опрыскивание фунгицидами, которое в определенной степени защищает растения, несовместимо с развитием органического земледелия.

### Библиографические ссылки

1. Habib W, Wakim S, Hobeika C, Choueiri E. First report of *Gymnosporangium sabinae* on cultivated pear in Lebanon. *Journal of Plant Pathology*. 2012;94(4 supplement):S4.104.
2. Gjørsum HB, Gauslaa Y, Talgø V. *Gymnosporangium sabinae* found in Norway. *Plant Pathology*. 2008;57(2):376. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2007.01730.x.
3. Lāce B. *Gymnosporangium* species – an important issue of plant protection. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. 2017;71(3):95–102.
4. Juhásová G, Praslička J. Occurrence and harmful effects of *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Winter in Slovak Republic. *Plant Protection Science*. 2002;38(3):89–93. DOI: 10.17221/4856-PPS.
5. Karlsson K. *Distribution of Gymnosporangium fuscum and its implication on pear cultivation in Sweden*. Alnarp: Department of Plant Protection Biology, Swedish University of Agricultural Sciences; 2008. 38 p.
6. Helfer S. Overview of the rust fungi (Uredinales) occurring on Rosaceae in Europe. *Nova Hedwigia*. 2005;81(3–4):325–370. DOI: 10.1127/0029-5035/2005/0081-0325.
7. Пересыпкин ВФ. *Сельскохозяйственная фитопатология*. 4-е издание. Минск: Агропромиздат; 1989. 480 с.
8. Cummins GB, Hiratsuka Y. *Illustrated genera of rust fungi*. 3<sup>rd</sup> edition. Saint Paul: American Phytopathological Society Press; 2003. 223 p.
9. Kellerhals M, Szalatnay D, Hunziker K, Duffy B, Nybon H, Ahmadi-Afzadi M, et al. European pome fruit genetic resources evaluated for disease resistance. *Trees*. 2012;26(1):179–189. DOI: 10.1007/s00468-011-0660-9.
10. Filipp M, Spornberger B, Schildnerger B. Monitoring of pear rust (*Gymnosporangium sabinae*) in Austria and implications for possible control strategies. In: *Ecofruit. Proceedings of the 15<sup>th</sup> International conference on organic fruit-growing; 2012 February 20–22; Hohenheim, Germany*. Weinsberg: Foerdergemeinschaft Oekologischer Obstbau e. V.; 2012. p. 65–73.
11. Купревич ВФ, Траншель ВГ. *Ржавчинные грибы. Выпуск 1. Семейство мелямносоровые*. Москва: Издательство Академии наук СССР; 1957. 420 с. (Савич ВП, редактор. Флора споровых растений СССР; том 4).
12. Грушевой СЕ. *Сельскохозяйственная фитопатология*. Москва: Колос; 1965. 448 с.
13. Kalisz S, Oszmiański J, Wojdyło A. Increased content of phenolic compounds in pear leaves after infection by the pear rust pathogen. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2015;91:113–119. DOI: 10.1016/j.pmpp.2015.07.001.

14. Митрофанова ОВ. *Ржавчина груши и меры борьбы с ней*. Симферополь: Крым; 1970. 46 с.
15. Ruske E, Dörfelt H. Studien zur Lebensgeschichte des Rostpilzes *Gymnosporangium sabinae*. *Hercynia N. F.* 2010;43(2):277–298.
16. Hilber U, Schüepp H, Schwinn FJ. Studies on infection biology of *Gymnosporangium fuscum* DC. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 1990;97(3):299–305.
17. Gebauer J, Ebert G, Büttner C. Birnengitterrost – eine zunehmende Gefahr in unseren Kleingärten (pear rust – an increasing threat for pear trees in allotments and gardens). *Gesunde Pflanzen*. 2001;53(2):44–47.
18. Hau B, de Vallavieille-Pope C. Wind-dispersed diseases. In: Cooke BM, Jones DG, Kaye B, editors. *The epidemiology of plant diseases*. 2<sup>nd</sup> edition. Dordrecht: Springer; 2006. p. 387–416. DOI: 10.1007/1-4020-4581-6\_15.
19. Pearson RC, Seem RC, Meyer FW. Environmental factors influencing the discharge of basidiospores of *Gymnosporangium juniperi-virginianae*. *Phytopathology*. 1980;70(3):262–266. DOI: 10.1094/Phyto-70-262.
20. Agrios GN. *Plant pathology*. 4<sup>th</sup> edition. San Diego: Academic Press; 1997. XVI, 635 p.
21. Ormrod DJ, O'Reilly HJ, van der Kamp BJ, Borno C. Epidemiology, cultivar susceptibility, and chemical control of *Gymnosporangium fuscum* in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 1984;6(1):63–73. DOI: 10.1080/07060668409501592.
22. Schildberger B. Untersuchungen zur Biologie des Birnengitterrostes (*Gymnosporangium sabinae*) und zum Befallsverlauf an der Birne. In: *Mitteilungen Klosterneuburg. Wissenbericht 2011*. Klosterneuburg: Höhere Bundeslehranstalt für Wein- und Obstbau; 2011. S. 173–176.
23. Булгаков ТС. Грибы на хвойных растениях в условиях Ростовской области. В: *Молодежь XXI века – будущее российской науки. Сборник материалов докладов 5-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых; 14–17 мая 2007 г.; Ростов-на-Дону, Россия. Выпуск 3, том 1*. Ростов-на-Дону: ЦВВР; 2007. с. 9–11.
24. Mustafaeв IM, Islomiddinov ZSh, Iminova MM, Ortqov IZ. Distribution of species of the genus *Gymnosporangium* (Pucciniales) in Uzbekistan. *Ukrainian Botanical Journal*. 2021;78(1):39–46. DOI: 10.15407/ukrbotj78.01.039.
25. Поликсенова ВД, Храмов АС, Стадниченко МА, Грушецкая ЗЕ, Кононович СА. Об инвазии *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter и эпифитотии ржавчины груши в Беларуси. В: Тихомиров ВН, Поликсенова ВД, Карпук ВВ, Гельтман ДВ, Аначнов Г, Сенников АН, редакторы. *Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микробиоты. Материалы III Международной научно-практической конференции; 11–13 ноября 2020 г.; Минск, Беларусь*. Минск: БГУ; 2020. с. 54–56.
26. Зейналов АС. Эпифитотия ржавчины на груше в Подмосковье и способы ее ограничения. *Садоводство и виноградарство*. 2016;6:23–28.
27. Антоненко ВВ, Зубков АВ, Кручина СН. Особенности развития грибных болезней яблони и груши в условиях Нечерноземья. *Вестник аграрной науки*. 2020;2:9–14. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.2.9.
28. Киселева НС. Способ вычисления площади листа груши по линейным измерениям с помощью расчетных коэффициентов и методов вариационной статистики. *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(1):211–217. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.211rus.
29. Поликсенова ВД, Храмов АС, Пискун СГ. *Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4-го курса дневного отделения специальности G 31 01 01 «Биология»*. Минск: БГУ; 2004. 36 с.
30. Дорожкин НА, Неофитова ВК, Бельская СИ, Бондарь ЛВ, Чекалинская НИ, Нитиевская ВИ и др. *Методы повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к болезням*. Минск: Наука и техника; 1982. 216 с.
31. Крикунова НИ, Супранович РВ, Ярчаковская СИ. *Вредители и болезни плодово-ягодных, овощных культур и картофеля*. Минск: Белорусская наука; 2007. 169 с.
32. Храмов АС. Материалы о разнообразии головневых и ржавчинных грибов Национального парка «Нарочанский». В: Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси. *Ботаника (исследования)*. Выпуск 42. Минск: Институт радиологии; 2013. с. 136–150.
33. Поликсенова ВД, Храмов АС. Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси. *Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География*. 2015;3:43–48.
34. Комардина ВС. Фитосанитарное состояние и структура доминирования патогенных микроорганизмов в молодых семечковых садах Беларуси. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 2017;144(2):181–185.
35. Беломесяцева ДБ, Гапиев ОА, Звягинцев ВБ, Жданович СА. Инвазивные виды фитопатогенных организмов в Беларуси и сопредельных странах. В: Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси. *Ботаника (исследования)*. Выпуск 42. Минск: Институт радиологии; 2013. с. 87–98.
36. Колтун НЕ, Комардина ВС. *Защита молодых насаждений и питомников семечковых культур от вредных организмов*. Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси; 2014. 63 с.
37. Кондратёнок ЮГ, Якимович ОА, Марцинкевич ТН. Ржавчина груши (*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter) – опасная грибная болезнь. В: Таранов АА, Матвеев ВА, Шибут ЖВ, Баранов ОЮ, Криворот АМ, Кухарчик НВ и др., редакторы. *Плодоводство*. Том 33. Минск: Белорусская наука; 2021. с. 205–210.
38. Долматов ЕА, Хрыкина ТА. Источники устойчивости к ржавчине груши. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021;1:42–45. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/42-45.
39. Lāce B, Bankina B. Evaluation of European pear rust severity depending on agro-ecological factors. In: *Research for rural development 2013. Annual 19<sup>th</sup> International scientific conference proceedings; 2013 May 15–17; Jelgava, Latvia. Volume 1*. Jelgava: Latvia University of Agriculture; 2013. p. 6–12.
40. Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. *Государственный реестр сортов*. Минск: [б. и.]; 2021. 279 с.

## References

1. Habib W, Wakim S, Hobeika C, Choueiri E. First report of *Gymnosporangium sabinae* on cultivated pear in Lebanon. *Journal of Plant Pathology*. 2012;94(4 supplement):S4.104.
2. Gjerum HB, Gauslaa Y, Talgø V. *Gymnosporangium sabinae* found in Norway. *Plant Pathology*. 2008;57(2):376. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2007.01730.x.

3. Lāce B. *Gymnosporangium* species – an important issue of plant protection. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. 2017;71(3):95–102.
4. Juhásová G, Praslička J. Occurrence and harmful effects of *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Winter in Slovak Republic. *Plant Protection Science*. 2002;38(3):89–93. DOI: 10.17221/4856-PPS.
5. Karlsson K. *Distribution of Gymnosporangium fuscum and its implication on pear cultivation in Sweden*. Alnarp: Department of Plant Protection Biology, Swedish University of Agricultural Sciences; 2008. 38 p.
6. Helfer S. Overview of the rust fungi (Uredinales) occurring on Rosaceae in Europe. *Nova Hedwigia*. 2005;81(3–4):325–370. DOI: 10.1127/0029-5035/2005/0081-0325.
7. Peresypkin VF. *Sel'skokhozyaistvennaya fitopatologiya* [Agricultural phytopathology]. 4<sup>th</sup> edition. Minsk: Agropromizdat; 1989. 480 p. Russian.
8. Cummins GB, Hiratsuka Y. *Illustrated genera of rust fungi*. 3<sup>rd</sup> edition. Saint Paul: American Phytopathological Society Press; 2003. 223 p.
9. Kellerhals M, Szalatnay D, Hunziker K, Duffy B, Nybon H, Ahmadi-Afzadi M, et al. European pome fruit genetic resources evaluated for disease resistance. *Trees*. 2012;26(1):179–189. DOI: 10.1007/s00468-011-0660-9.
10. Filipp M, Spornberger B, Schildnerger B. Monitoring of pear rust (*Gymnosporangium sabinae*) in Austria and implications for possible control strategies. In: *Ecofruit. Proceedings of the 15<sup>th</sup> International conference on organic fruit-growing; 2012 February 20–22; Hohenheim, Germany*. Weinsberg: Foedergemeinschaft Oekologischer Obstbau e. V.; 2012. p. 65–73.
11. Kuprevich VF, Transhel' VG. *Rzhavchinnye griby. Vypusk 1. Semeistvo melampsorovyie* [Rust fungi. Issue 1. Family Melampsoraceae]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1957. 420 p. (Savich VP, editor. Flora sporovykh rastenii SSSR; volume 4). Russian.
12. Grushevoi SE. *Sel'skokhozyaistvennaya fitopatologiya* [Agricultural phytopathology]. Moscow: Kolos; 1965. 448 p. Russian.
13. Kalisz S, Oszmiański J, Wojdyło A. Increased content of phenolic compounds in pear leaves after infection by the pear rust pathogen. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2015;91:113–119. DOI: 10.1016/j.pmpp.2015.07.001.
14. Mitrofanova OV. *Rzhavchina grushi i mery bor'by s nei* [Pear rust and measures to combat it]. Simferopol: Krym; 1970. 46 p. Russian.
15. Ruske E, Dörfelt H. Studien zur Lebensgeschichte des Rostpilzes *Gymnosporangium sabinae*. *Hercynia N. F.* 2010;43(2):277–298.
16. Hilber U, Schüepp H, Schwinn FJ. Studies on infection biology of *Gymnosporangium fuscum* DC. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 1990;97(3):299–305.
17. Gebauer J, Ebert G, Büttner C. Birnengitterrost – eine zunehmende Gefahr in unseren Kleingärten (pear rust – an increasing threat for pear trees in allotments and gardens). *Gesunde Pflanzen*. 2001;53(2):44–47.
18. Hau B, de Vallavieille-Pope C. Wind-dispersed diseases. In: Cooke BM, Jones DG, Kaye B, editors. *The epidemiology of plant diseases*. 2<sup>nd</sup> edition. Dordrecht: Springer; 2006. p. 387–416. DOI: 10.1007/1-4020-4581-6\_15.
19. Pearson RC, Seem RC, Meyer FW. Environmental factors influencing the discharge of basidiospores of *Gymnosporangium juniperi-virginiana*. *Phytopathology*. 1980;70(3):262–266. DOI: 10.1094/Phyto-70-262.
20. Agrios GN. *Plant pathology*. 4<sup>th</sup> edition. San Diego: Academic Press; 1997. XVI, 635 p.
21. Ormrod DJ, O'Reilly HJ, van der Kamp BJ, Borno C. Epidemiology, cultivar susceptibility, and chemical control of *Gymnosporangium fuscum* in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 1984;6(1):63–73. DOI: 10.1080/07060668409501592.
22. Schildberger B. Untersuchungen zur Biologie des Birnengitterrostes (*Gymnosporangium sabinae*) und zum Befallsverlauf an der Birne. In: *Mitteilungen Klosterneuburg. Wissenbericht 2011*. Klosterneuburg: Höhere Bundeslehranstalt für Wein- und Obstbau; 2011. S. 173–176.
23. Bulgakov TS. [Fungi on coniferous plants in the conditions of the Rostov Region]. In: *Molodezh' XXI veka – budushchee rossiiskoi nauki. Sbornik materialov dokladov 5-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh; 14–17 maya 2007 g.; Rostov-na-Donu, Rossiya. Vypusk 3, tom 1* [The youth of the 21<sup>st</sup> century – the future of Russian science. Collection of materials of reports of the 5<sup>th</sup> All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduate students and young scientists; 2007 May 14–17; Rostov-on-Don, Russia. Issue 3, volume 1]. Rostov-na-Donu: TsVVR; 2007. p. 9–11. Russian.
24. Mustafaei IM, Islomiddinov ZSh, Iminova MM, Ortiqov IZ. Distribution of species of the genus *Gymnosporangium* (Pucciniales) in Uzbekistan. *Ukrainian Botanical Journal*. 2021;78(1):39–46. DOI: 10.15407/ukrbotj78.01.039.
25. Poliksenova VD, Khramtsov AK, Stadnichenko MA, Gruschetskaya ZE, Kononovich SA. About invasion *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter and epiphytosity of pear rust in Belarus. In: Tikhomirov VN, Poliksenova VD, Karpuk VV, Gel'tman DV, Anachkov G, Sennikov AN, editors. *Aktual'nye problemy izucheniya i sokhraneniya fito- i mikrobioty. Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; 11–13 noyabrya 2020 g.; Minsk, Belarus* [Actual problems of studying and preserving phyto- and microbiota. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International scientific and practical conference; 2020 November 11–13; Minsk, Belarus]. Minsk: Belarusian State University; 2020. p. 54–56. Russian.
26. Zeynalov AS. Epidemics of rust on pears in the Moscow Region and ways of its limitations. *Horticulture and Viticulture*. 2016; 6:23–28. Russian.
27. Antonenko VV, Zubkov AV, Kruchina SN. Peculiarities of the development of apple trees and pear fungous diseases under the conditions of Non-Black Earth Zone. *Vestnik agrarnoi nauki*. 2020;2:9–14. Russian. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.2.9.
28. Kiseleva NS. Method of determination of pear leaf area on linear measurements by calculation of correction factors and variation statistics approach. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2017;52(1):211–217. Russian. DOI: 10.15389/agrobiol.2017.1.211rus.
29. Poliksenova VD, Khramtsov AK, Piskun SG. *Metodicheskie ukazaniya k zanyatiyam spetspraktikuma po razdelu «Mikologiya. Metody eksperimental'nogo izucheniya mikroskopicheskikh gribov» dlya studentov 4-go kursa dnevnogo otdeleniya spetsial'nosti G 31 01 01 «Biologiya»* [Guidelines for the special workshop on the section «Mycology. Methods of experimental study of microscopic fungi» for 4<sup>th</sup> year students of the full-time department of the specialty G 31 01 01 «Biology»]. Minsk: Belarusian State University; 2004. 36 p. Russian.
30. Dorozhkin NA, Neofitova VK, Belskaya SI, Bondar' LV, Chekalinskaya NI, Nitievskaya VI, et al. *Metody povysheniya ustoi-chivosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur k boleznyam* [Methods for increasing the resistance of agricultural crops to diseases]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1982. 216 p. Russian.
31. Krikunova NI, Supranovich RV, Yarchakovskaya SI. *Vrediteli i bolezni plodovo-yagodnykh, ovoshchnykh kul'tur i kartofelya* [Pests and diseases of fruit and berry, vegetable crops and potatoes]. Minsk: Belorusskaya nauka; 2007. 169 p. Russian.



32. Khramtsov AK. Materials about diversity of smut and rust fungi of the «Narochansky» National Park. In: Institute of Experimental Botany named after V. F. Kuprevich of the National Academy of Sciences of Belarus. *Botanika (issledovaniya). Vypusk 42* [Botany (research). Issue 42]. Minsk: Institut radiologii; 2013. p. 136–150. Russian.
33. Poliksenova VD, Khramtsov AK. [Alien phytopathogenic micromycetes of Belarus]. *Vestnik BGU. Seriya 2. Khimiya. Biologiya. Geografiya*. 2015;3:43–48. Russian.
34. Komardina VS. Phytosanitary state and structure domination pathogens in young pome gardens of Belarus. *Woks of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2017;144(2):181–185. Russian.
35. Belomesyatseva DB, Gapienko OS, Zvyagintsev VB, Zdanovich SA. The invasive species of phytopathogenic organisms in Belarus and in the adjacent countries In: Institute of Experimental Botany named after V. F. Kuprevich of the National Academy of Sciences of Belarus. *Botanika (issledovaniya). Vypusk 42* [Botany (research). Issue 42]. Minsk: Institut radiologii; 2013. p. 87–98. Russian.
36. Koltun NE, Komardina VS. *Zashchita molodykh nasazhdenii i pitomnikov semechkovykh kul'tur ot vrednykh organizmov* [Protection of young plantations and nurseries of pome crops from harmful organisms]. Minsk: Institute of System Studies in the Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus; 2014. 63 p. Russian.
37. Kondratyionok YuH, Yakimovich OA, Martsinkevich TN. Dangerous fungal disease – pear mildew (*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter). In: Taranov AA, Matveev VA, Shibut ZhV, Baranov OYu, Krivorot AM, Kukharchik NV, et al., editors. *Plodovodstvo. Tom 33* [Fruit-growing. Volume 33]. Minsk: Belaruskaja navuka; 2021. p. 205–210. Russian.
38. Dolmatov EA, Khrykina TA. Sources of resistance to pear rust. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2021;1:42–45. Russian. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/42-45.
39. Lāce B, Bankina B. Evaluation of European pear rust severity depending on agro-ecological factors. In: *Research for rural development 2013. Annual 19<sup>th</sup> International scientific conference proceedings; 2013 May 15–17; Jelgava, Latvia. Volume 1*. Jelgava: Latvia University of Agriculture; 2013. p. 6–12.
40. State Inspection for Testing and Protection of Plant Varieties. *Gosudarstvennyi reestr sortov* [State register of varieties]. Minsk: [s. n.]; 2021. 279 p. Russian.

Получена 08.10.2022 / исправлена 08.10.2022 / принята 10.10.2022.  
Received 08.10.2022 / revised 08.10.2022 / accepted 10.10.2022.