

УДК 630\*44: 633.877

Д. Б. Беломесяцева, ст. науч. сотрудник; Н. И. Федоров, профессор

## ВОЗБУДИТЕЛЬ ПОБУРЕНИЯ ХВОИ *RHIZOSPHAERA KALKOFFII* БУБАК

The results of the investigation of *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubak in Belarus are given. The comparisons with other representatives are presented. The affected needles grew brown and eventually the fungus caused needle cast. The pathogen was revealed on two plant-hosts: *Picea abies* and *Abies alba*. The expansion of the disease didn't exceed two numbers of the standard scale. The disease very seldom occurs, in contrast to the European countries, where *R. kalkhoffii* is provoked numerous epiphytotics. In the sequel it is necessary to carry out the monitoring of the spread of this pathogen and detect all the disease development centers for the purpose of the protective measure conducting.

**Введение.** В нашей республике встречается целый ряд возбудителей усыхания хвои. Чаще всего они вызывают заболевания, протекающие по типу шютте, т. е. пораженная хвоя вначале желтеет, на ней появляются признаки плодоношения гриба, затем она усыхает и опадает. Наиболее часто встречающиеся в наших условиях патогены относятся к роду *Lophodermium* Chevall.: на их долю приходится до 90% всех случаев развития шютте [1]. Тем не менее не следует выпускать из виду, что помимо хорошо изученных представителей лофодермиумовых и фацидиевых грибов имеется значительное количество видов других родов, причиняющих ущерб хвойным культурам, хотя и в меньших масштабах.

Одним из таких относительно редко встречающихся в Беларуси видов является *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubak – возбудитель побурения хвои ели. До последнего времени этот гриб практически не отмечался на нашей территории и был известен в основном по литературным данным [2].

В связи с тем, что в ряде стран отмечен серьезный ущерб, наносимый *R. kalkhoffii* различным хвойным породам [3], изучение данного вида представляет собой значительный интерес для белорусских лесопатологов.

**Материалы и методы.** В 2000–2007 гг. в ходе научно-исследовательских работ по установлению видового состава микромицетов, развивающихся на хвойных культурах, (проект БРФФИ Б06-271 и грант на выполнение диссертационной работы по постановлению Бюро Президиума НАН Беларуси № 157 от 11.04.07) были проведены микофлористические исследования в различных ботанико-географических подзонах республики. В ходе маршрутных обследований проводился отбор проб пораженной хвои. Пораженность растений оценивалась по стандартной 5-балльной шкале [4, 5]. При документировании и обработке гербарных образцов использовались общепринятые методы [6]. Идентификация

микромицетов проводилась в соответствии с культуральными и морфологическими признаками по определителям В. А. Мельника и Б. Саттона [7, 8]. При определении таксономического положения возбудителей мы базировались на системе, опубликованной в «Словаре грибов Айнсворта и Бисби» [9].

**Результаты и их обсуждение.** В ходе проведенных исследований были установлены случаи развития *R. kalkhoffii* на двух растениях-хозяевах из семейства сосновых: на ели европейской *Picea abies* (Оршанский р-н, окр. д. Вязмичи; Смолевичский р-н, окр. д. Слобода, ельник кислично-мшистый) и пихте белой *Abies alba* (г. Гродно, зеленые насаждения).

В связи с тем, что ранее этот патоген не привлекал к себе внимания отечественных специалистов микологов, представляется целесообразным поместить в данной статье развернутое описание данного вида микромицета.

*Rhizosphaera kalkhoffii* Bubak, Ber. de utsch. bot. Ges. 32: 190 (1914)

Синонимы: *Phoma pini* (Desm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 3: 101 (1884); *Rhizophoma pini* (Desm.) Petr. & Syd., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih. (1927); *Sclerophoma pini* (Desm.) Hohn., (1909); *Sphaeropsis pini* Desm., (1848).

Анатомо-морфологическая характеристика вида: конидиомы гриба пикнидиальные, всегда поверхностные, образующиеся чаще всего над устьицами хвои и связанные с субстратом гипостромой, 50–100 × 110 мкм в диаметре.

В большинстве конидиомы почти шаровидные, угольно-черные, однокамерные, с тонкой оболочкой, состоящей из одного слоя крупных толстостенных клеток угловатой текстуры. Округлая пора в конидиоме (порус), через которую выходят наружу конидии после их отделения от конидиогенной клетки, расположена обычно по центру конидиомы и открывается очень широко.

Конидиеносцы в конидиомах отсутствуют. Конидиогенные клетки фиалидные,

энтеробластические, образующие конидии в базипетальной последовательности (в образовании стенки конидии ни один из существующих слоев конидиогенной клетки не участвует), конидии выходят из клетки через фиксированный локус, имеющий вид канала, снабженного воротничком (остатком внешней стенки фиалидной конидиогенной клетки), детерминированные (прекращающие рост одновременно с образованием конидии на апикальном конце), дискретные (в данном случае имеется ввиду не поддерживаемые конидиеносцем), ампуловидные, бледно-бурые, гладкие, канал в зоне апекса фиалидной конидиогенной клетки широкий, периклиальная стенка (не поддающийся окраске участок конидиогенной клетки) утолщенная, воротничок маленький, практически незаметный при стандартном увеличении микроскопа.

Конидии выходят из пикниды в виде очень хорошо заметной беловатой массы по центру. Обычно споры  $5-10 \times 3-5$  мкм размером, в наших исследованиях наблюдались и более мелкие –  $4 \times 3$  мкм. Форма конидий варьирует от цилиндрической до эллипсоидальной, конидии строго одноклеточные, тонкостенные, гладкие, бесцветные или почти бесцветные, с каплями масла (рис. 1, 2).

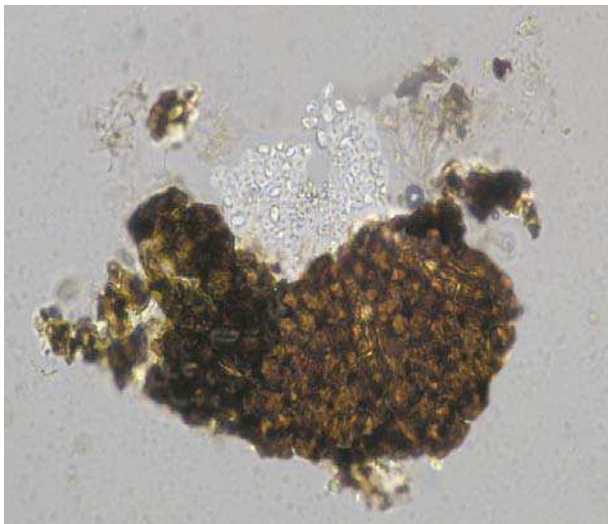


Рис. 1. Пикнида, конидиогенные клетки и споры *Rhizosphaera kalkhoffii*

По многочисленным литературным данным, *Rhizosphaera kalkhoffii* является достаточно распространенным патогенным различными видами ели и пихты. Гриб отмечен на *Picea abies*, *P. pungens*, *P. engelmannii*, а также на *Abies alba*, *A. lasiocarpa*, *A. grandis*, *A. koreana*, *A. nordmanniana*, *A. procera* и *A. born-muelleriana* [2, 3, 7, 8].

По ареалу распространения *R. kalkhoffii* представляет собой типичный голарктический вид, встречающийся практически по всему Северному полушарию. Способность к паразити-

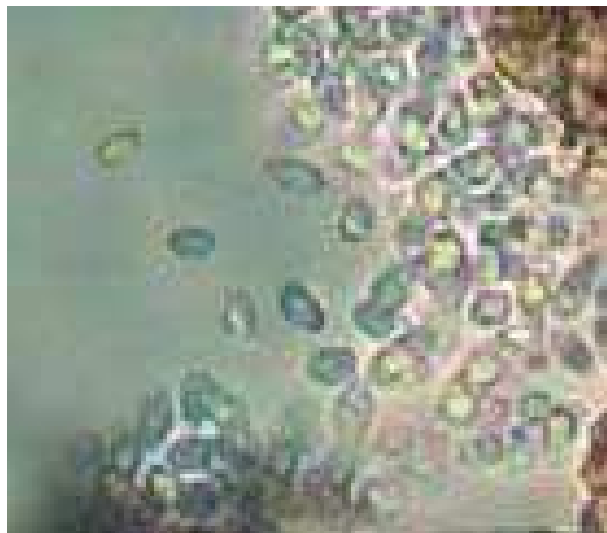


Рис. 2. Споры *R. kalkhoffii*

рованию на различных видах елей и пихт позволила *R. kalkhoffii* приспособиться к существованию по всей Европе (от Скандинавии на севере до Италии на юге) и значительной части Азии (включая территорию России и Казахстана). Например, в Норвегии *R. kalkhoffii* относится к числу наиболее опасных возбудителей шютте, в некоторых районах ее вредоносность даже выше, чем у *Lophodermium seeditiosum* Minter, Staley & Millar [3], достаточно опасна она и для елей альпийских лесов [8]. Однако наибольшая распространенность и вредоносность *R. kalkhoffii* наблюдается последние годы в Северной Америке – болезнь встречается практически на всей территории США и Канады, в частности высокий уровень развития болезни отмечался в ельниках района Rocky Mountain [3]. Вместе с тем в Прибалтике и России *R. kalkhoffii* хотя и встречается, но значимый ущерб не наносит. Можно отметить, что ведущим российским специалистом по анаморфным грибам В. А. Мельником *R. kalkhoffii* была отнесена к числу «редких и малоизвестных на территории России видов» [7]. Сходного мнения придерживается литовский миколог А. Трейгиене [10].

Остановимся подробнее на симптомах поражения ризосферой. Признаки проявления болезни у ели и пихты значительно различаются. В первом случае на хвое текущего года в конце лета – начале осени появляются малозаметные светло-желтые пятна, увеличивающиеся со временем в размерах и постепенно охватывающие всю поверхность хвои. Гриб зимует в зараженной хвое, которая долгое время не опадает. Весной (конец апреля – начало мая) с нижней стороны хвоинок образуются черные мелкие округлой формы пикниды. В них формируются овальные бесцветные конидии, о чем подробно было рассказано выше. Другой отличительной особенностью проявления этой болезни на ели является наличие перетяжек на

зараженных хвоинках, из-за чего они иногда выглядят какбы перекрученными. Во втором случае перегибки не образуются. Хвоя выглядит очень жесткой, как будто сделана из бронзы (рис. 3). Характер отмирания веточек такой же, как и при вышеописанном типе повреждения. В наших исследованиях наблюдалось оба варианта. Если судить по литературным данным [3], чаще всего наблюдается развитие поражения по первому типу.



Рис. 3. Побурение хвои пихты в следствии развития *R. kalkhoffii*

Рассматривая ризосферу, следует упомянуть, что в России наблюдается как минимум еще 1 вид данного рода, развивающийся на хвойных породах: *Rhizosphaera pini* (Corda) M aubl., Bull. Soc. mycol. Fr. 23: 171 (1907).

Синонимы: *Coniothyrium pini* Corda, Icon. fung. (Prague) 4: 38 (1840); *Leptothyrium pini* (Corda) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 3: 627 (1884); *Sacidium pini* (Corda) Fr., (1849).

По результатам многолетних исследований В. А. Мельника, данный вид встречается в РФ, в частности в Ленинградской области, примерно в 2 раза чаще, чем *R. kalkhoffii*, но поражает почти исключительно различные виды пихты [7].

Кроме того, еще один вид относящийся к этому роду, *Rhizosphaera radicata* Naumov, Champ. Ural. 1:30 (1915) относится к числу спорных и в некоторых случаях выделяется как самостоятельный, но большинством авторов таковым не считается [8].

*R. pini* очень сходна с *R. kalkhoffii* по строению конидиомы, небольшое различие на-

блюдается только в форме. У гриба *R. kalkhoffii* пикниды почти шарообразные, в то время как у *R. pini* они немного вытянутые, в форме овоида. Основное различие можно выявить только путем микроскопирования собранного материала, и заключается оно в разнице в размерах спор, которые значительно крупнее у *R. pini* (13–25 × 7–12,5 мкм).

В некоторых странах Западной Европы (Франция, Нидерланды, Германия) и Северной Америке (США) встречается еще 1 вид ризосферы: *Rhizosphaera oudemansii* Maubl. Bull. Soc. mycol. Fr. 23: 173 (1907). Этот вид поражает в одинаковой мере и ели, и пихты, кроме того он отмечен как патоген *Tsuga heterophylla*, что говорит о его потенциальной вредоносности для зеленого строительства [8]. Отличить последний вид от вышеописанных не просто, т. к. симптомы поражения хвои у всех представителей рода ризосфера практически одинаковые. Пикниды гриба такие же, как у *R. kalkhoffii*, как по размеру, так и по форме, отличия имеются только в размере конидий (9–16 × 5,5–9 мкм).

Изучая побурение хвои как болезнь хвойных культур, следует констатировать, что она имеет значительное распространение. По литературным данным побурение хвои отмечено в культурах и молодняках естественного происхождения, особенно часто в пригородных лесах, находящихся под воздействием промышленных выбросов или ослабленных другими неблагоприятными факторами.

Источником инфекции для окружающих деревьев являются отмершие побеги с развивающимися на них плодовыми телами гриба – возбудителя болезни. Пораженные и усохшие побеги осенью опадают либо остаются на зараженных деревьях. Наиболее часто поражаются молодые растения, произрастающие в понижениях, где скапливается много снега и таяние его затягивается. Развитию болезни благоприятствует повышенная влажность при невысоких температурах воздуха. В конечном итоге при длительном развитии патогена на одном растении происходит его ослабление и отмирание [2].

В наших исследованиях развитие побурения происходило в 2 случаях в ельниках, фитосанитарное состояние которых было неудовлетворительным, и ризосфера являлась видом, сопутствующим более вредоносным патогенам (отмечалось поражение корневыми гнилями, шютте). Также развитие ризосферы отмечалось нами на интродуцентах в черте города, т. е. в данном случае можно говорить о влиянии антропогенного загрязнения как воздуха, так и почвы.

Во всех наблюдаемых случаях развитие болезни было незначительным, процент поражения по стандартной лесопатологической шкале

находился в пределах 1–2 баллов и непосредственной опасности для роста и развития хвойных растений не представлял.

При неблагоприятной фитосанитарной ситуации в посадках хвойных культур, в частности в зонах воздействия химических поллютантов, а также в районах повышенной рекреационной нагрузки, *R. kalkhoffii* может развиваться в синузальной связи с такими патогенами ели и пихты, как сумчатые грибы *Lirula macrospora* (R. Hartig) Darker и *Lophodermium abietis* Rostr., вызывающие соответственно обыкновенное и низинное шютте ели.

В нашей республике меры борьбы с этим заболеванием не разработаны. При подготовке почвы, посеве семян и уходе за сеянцами необходимо строго соблюдать правила агротехники выращивания посадочного материала. Питомники следует поддерживать в хорошем состоянии. Важно своевременно убирать опавшую хвою, уничтожать усохшие сеянцы, соблюдать севооборот.

При выкопке посадочного материала производить отбраковку пораженных сеянцев. Для посадки лесных культур не рекомендуется использовать сеянцы, у которых отмечено развитие данного заболевания. Такие сеянцы должны уничтожаться.

В случае если развитие болезни наблюдается на городских объектах зеленого строительства, в качестве лечебно-профилактического мероприятия можно, вероятно, рекомендовать обрезку пораженных побегов.

**Заключение.** В ходе изучения микобиоты хвойных пород в Беларуси нами были установлены случаи поражения растений болезнью, известной под общим названием «побурение хвои» и вызванной развитием анamorфного микромицета *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubak. Болезнь была отмечена на двух растениях-хозяевах из семейства сосновых: на ели европейской *Picea abies* и пихте белой *Abies alba*. В процессе обследования были обнаружены единичные экземпляры пораженных *R. kalkhoffii* растений. Степень развития болезни была незначительной во всех изученных случаях, как правило, поражение хвои затрагивало преимущественно нижние ветви.

Таким образом, можно сказать, что данные находки представляют чисто научный интерес для узких специалистов-микологов.

Однако поскольку заметное тяготение *R. kalkhoffii* к лесным массивам высокогорья позволяет нам отнести этот вид к числу горных с точки зрения микогеографии, то исходя из этого

можно сделать вывод, что мы сегодня наблюдаем процесс медленной миграции типично горного вида на равнинную территорию Беларуси.

Поскольку в соседних с Беларусью европейских странах, в частности в странах Скандинавии и Германии, данное заболевание носит характер выраженной эпифитотии и наносит экономический ущерб посадкам ели и пихты, следует считать необходимой задачей для фитопатологов проведение мониторинговых исследований по изучению путей проникновения *R. kalkhoffii* на территорию нашей страны и фиксации всех случаев развития данного микромицета на хвойных породах, а также по изучению его экологических особенностей.

### Литература

1. Федоров, Н. И. Грибы рода *Lophodermium* Chevall., развивающиеся на хвойных породах в Беларуси / Н. И. Федоров, Д. Б. Беломесяцева // Ботаника (исследования). – Минск, 2006. – Вып. 34. – С. 281–287.
2. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология / Н. И. Федоров. – Минск: БГТУ, 2004. – 462 с.
3. Talgo, V. Rhizosphaera species / V. Talgo, A. Stensvard // Gronn Kunnskap (Plante forsk). – 2003. – № 101. – P. 1–3.
4. Мозолевская, Е. Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е. Г. Мозолевская, О. А. Катаев, Э. С. Соколова. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 152 с.
5. Соколова, Э. С. Указания по диагностике болезней хвойных пород в питомниках и лесных культурах / Э. С. Соколова, Н. М. Ведерников. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 77 с.
6. Билай, В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 551 с.
7. Мельник, В. А. Определитель грибов России. Класс *Coelomycetes*. Редкие и малоизвестные роды / В. А. Мельник. – СПб.: Наука, 1997. – 281 с.
8. Sutton, B. C. The Coelomycetes. Fungi imperfecti with perithecia, a cervicium and stromata / B. C. Sutton. – Kew: CAB, 1980. – 696 p.
9. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi / P. M. Kirk [et. al.]. – 9th ed. – Wallingford: CABI Publishing, 2001. – 655 p.
10. Treigienė, A. Mycological and lichenological investigations in Eastern Lithuania. Micromycetes / A. Treigienė [et. al.] // Botanica Lithuanica. – 1998. – Vol. 4. – №. 4. – P. 415–425.