

## Tổng quan các loài nấm gây bệnh thuộc chi *Ceratocystis* Ellis & Halst (1980)

Nguyễn Minh Chí, Phạm Quang Thu

Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

### A review of *Ceratocystis* canker and wilt pathogens

Nguyen Minh Chi, Pham Quang Thu

Forest Protection Research Centre, VAFS

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.1.2024.022-032>

#### TÓM TẮT

Bệnh loét và héo do nấm *Ceratocystis* gây thiệt hại kinh tế nghiêm trọng ở nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ. Nghiên cứu này nhằm tổng hợp các kết quả nghiên cứu về bệnh do nấm *Ceratocystis* và cung cấp thông tin bao quát phục vụ quản lý bệnh hại. Các nghiên cứu đã ghi nhận 80 loài thuộc chi *Ceratocystis* là mầm bệnh của hơn 70 loài cây trồng thuộc 50 chi thực vật. Một số loài nấm là mầm bệnh trên nhiều loài cây chủ, trong đó nhóm loài trồng nông nghiệp: 4 loài, nhóm loài cây ăn quả: 7 loài, nhóm loài cây trồng lâm nghiệp: 74 loài và cây trồng khác: 10 loài. Nhiều loài cây lâm nghiệp đã bị nấm *Ceratocystis* gây hại, tập trung nhiều nhất ở các loài keo, bạch đàn và thông. Ngoài ra, một số loài côn trùng có thể vô tình lây truyền bệnh do nấm *Ceratocystis*. Các mầm bệnh này rất nguy hiểm, một số đã xâm nhiễm và gây hại trên diện rộng đối với các loài cây trồng chủ lực ở nhiều nơi. Khả năng lây lan của các mầm bệnh này rất nhanh, cả về diện tích và cây chủ. Những dữ liệu này sẽ góp phần quản lý hiệu quả bệnh loét, héo trong sản xuất nông lâm nghiệp. Ngoài ra, cần giám sát liên tục và có các nghiên cứu chuyên sâu về phòng trừ các mầm bệnh này.

#### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/10/2023

Ngày phản biện: 14/11/2023

Ngày quyết định đăng: 29/11/2023

#### Từ khóa:

Bệnh héo, bệnh loét, cây lâm nghiệp, cây trồng, *Ceratocystis*.

#### ABSTRACT

Canker and wilt disease caused by *Ceratocystis* spp. have caused serious economic losses in many countries and territories. This article aims to review recent publications on canker and wilt disease caused by *Ceratocystis* species and to provide comprehensive information for disease management. It has been reported in the literature that there are 80 species of the genus *Ceratocystis* as pathogens of over 70 plant species belonging to 50 plant genera. Some *Ceratocystis* species were found in many host plant species, including agricultural plants (4 species), fruit trees (7 species), forestry plants (74 species) and other crops (10 species). *Ceratocystis* pathogens could damage many forestry plant species, such as *Acacia*, *Eucalyptus* and *Pinus* species. In addition, some insect pests could be vectors for *Ceratocystis* canker and wilt pathogens. The severe impact of these pathogens on main crop species has been noticed in several countries and territories with rapid spreading in both area and host plant. This data will contribute to the effective management of canker and wilt diseases in agricultural and forestry production. Further studies are required, including continuous monitoring and managing of *Ceratocystis* diseases, and identifying insect pests that could be vectors for disease transfection.

#### Keywords:

Canker disease, *Ceratocystis*, forest tree, plant, wilt disease.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

*Ceratocystis* là một chi nấm thuộc họ Ceratocistidaceae được phát hiện và công bố vào năm 1890. Trong một số nghiên cứu, dữ liệu trình tự các gen của 79 loài thuộc chi *Ceratocystis sensu lato* đã được phân tích phát sinh gen một cách nghiêm ngặt, qua đó cho phép phân biệt chi tổng hợp này có bảy chi bao

gồm *Ceratocystis*, *Chalaropsis*, *Endoconidiophora*, *Thielaviopsis*, *Ambrosiella*, *Davidsoniella* và *Huntia* [1, 2]. Chi *Ceratocystis* Ellis & Halst gồm nhiều loài là mầm bệnh thực vật quan trọng của cả thực vật hạt kín và thực vật hạt trần trên toàn thế giới. Nhiều loài nấm tạo ra chất chuyển hóa dễ bay hơi có mùi trái cây, thu hút nhiều loài côn

trùng đến các mô bị nhiễm bệnh. Vì vậy côn trùng đã vô tình trở thành nguyên nhân lây truyền nấm bệnh.

Các nghiên cứu về chi nấm *Ceratocystis* gây bệnh trên các loài cây trồng ở trên thế giới và Việt Nam cho thấy rất nhiều loài đã được phân lập từ cây bị bệnh cũng như từ các loài côn trùng gây hại trên cây. Đến nay đã có hàng trăm loài thuộc chi *Ceratocystis* được ghi nhận, trong đó một số loài mới đã được giám định lại và tách ra từ tổ hợp loài *C. fimbriata*. Tính đến năm 2023, có rất nhiều loài thuộc chi *Ceratocystis* đã được xác định là mầm bệnh trên các loài thực vật ở nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ. Bài báo này nhằm tổng hợp các kết quả nghiên cứu về bệnh loét, héo do nấm *Ceratocystis* và cung cấp thông tin bao quát phục vụ công tác quản lý bệnh hại trong sản xuất nông lâm nghiệp.

## 2. TRIỆU CHỨNG BỆNH LOÉT, HÉO

Triệu chứng của bệnh gây ra đối với thực vật rất đa dạng: gồm bệnh héo, chảy nhựa, gỗ giác bị biến màu, loét thân, thối rễ và thối quả. Hầu hết cây bị bệnh loét, héo do các loài nấm thuộc chi *Ceratocystis* gây ra đều có triệu chứng điển hình với lá bị vàng, héo, và chết [3, 4]. Phần vỏ của cây ở vị trí bị bệnh thường bị nứt, loét, vỏ và gỗ ở vùng bị bệnh bị chuyển màu sẫm hơn bình thường. Bên ngoài vỏ ở quanh vết bệnh có hiện tượng chảy nhựa hoặc chảy nước [4, 5]. Đối với một số loài cây

thân thảo, cây lấy củ và cây lấy quả, nấm *Ceratocystis* có thể gây ra triệu chứng thối đen trên rễ, củ, thân [6], hoặc quả [7].

Hiện tượng chảy nước ở vết bệnh là do nấm *Ceratocystis* spp. xâm nhiễm, phát triển trong thân hoặc cành cây với mật độ lớn, gây tắc mạch dẫn nước. Trong khi đó hệ rễ của cây vẫn hút nước để cung cấp cho tán cây nhưng đã bị chặn lại tại vùng bị bệnh, gây hiện tượng vỡ vỏ chảy nước từ trong thân cây ra ngoài [4]. Ngoài triệu chứng tán lá chuyển vàng hay héo, hiện tượng chảy nước hoặc bọt nước ở trên thân hoặc cành cây cũng là một đặc điểm rất dễ nhận biết của bệnh loét, héo.

Nấm *Ceratocystis* spp. thường xâm nhiễm vào cây thông qua vết thương vào mùa mưa ẩm. Sau đó hiện tượng “tán cây bị héo” sẽ biểu hiện rõ nhất vào mùa khô, khi độ ẩm không khí thấp, tán cây bị thoát hơi nước mạnh. Hầu hết các cây bị bệnh sẽ bị héo, chết và thời gian ủ bệnh tùy thuộc vào độc tính của loài nấm và sức chống chịu của cây chủ.

## 3. CÁC LOÀI NẤM *Ceratocystis* GÂY BỆNH LOÉT, HÉO TRÊN CÂY TRỒNG NÔNG NGHIỆP

Trong tổng số 87 loài thuộc chi *Ceratocystis* đã được tổng hợp trong nghiên cứu này, chỉ có 4 loài đã được xác định là tác nhân gây bệnh trên 4 loài trồng nông nghiệp (Bảng 1). Với mỗi loài khoai lang, khoai môn, khoai sọ và khoai sấp có hai loài nấm gây bệnh.

Bảng 1. Các loài nấm *Ceratocystis* gây bệnh trên cây trồng nông nghiệp

| TT | Loài nấm                        | Loài cây chủ  |                                 | Trích dẫn |
|----|---------------------------------|---------------|---------------------------------|-----------|
|    |                                 | Tên phổ thông | Tên khoa học                    |           |
| 1  | <i>Ceratocystis changhui</i>    | Khoai môn     | <i>Colocasia esculenta</i>      | [8]       |
| 2  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Khoai lang    | <i>Ipomoea batatas</i>          | [6]       |
| 3  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Khoai môn     | <i>Colocasia esculenta</i>      | [9]       |
| 4  | <i>Ceratocystis manginecans</i> | Khoai lang    | <i>Ipomoea batatas</i>          | [10]      |
| 4  | <i>Ceratocystis manginecans</i> | Khoai sọ      | <i>Colocasia antiquorum</i>     | [10]      |
| 5  | <i>Ceratocystis manginecans</i> | Khoai sấp     | <i>Xanthosoma sagittifolium</i> | [10]      |
| 6  | <i>Ceratocystis uchidae</i>     | Khoai sọ      | <i>Colocasia esculenta</i>      | [11]      |
| 7  | <i>Ceratocystis uchidae</i>     | Khoai sấp     | <i>Xanthosoma sagittifolium</i> | [11]      |

Khi củ khoai lang, khoai sọ hoặc khoai sấp bị nhiễm nấm, phần bị bệnh sẽ cứng hơn bình thường, chất lượng nông sản giảm nghiêm

trọng. Tại vị trí vết bệnh, trên bề mặt vỏ củ có thể xuất hiện thể mang bào tử hữu tính nếu gặp điều kiện thuận lợi.

**4. Các loài nấm *Ceratocystis* gây bệnh loét, héo trên cây ăn quả**

Kết quả thống kê cho thấy 7 loài nấm

*Ceratocystis* gây bệnh trên 11 loài cây ăn quả. Thông tin chi tiết về nấm *Ceratocystis* gây bệnh trên cây ăn quả được tổng hợp trong Bảng 2.

**Bảng 2. Các loài nấm *Ceratocystis* gây bệnh trên cây ăn quả**

| TT | Loài nấm                        | Loài cây chủ  |                            | Trích dẫn |
|----|---------------------------------|---------------|----------------------------|-----------|
|    |                                 | Tên phổ thông | Tên khoa học               |           |
| 1  | <i>Ceratocystis changhai</i>    | Đào ăn quả    | <i>Prunus persica</i>      | [7]       |
| 2  | <i>Ceratocystis colombiana</i>  | Quýt          | <i>Citrus reticulata</i>   | [12]      |
| 3  | <i>Ceratocystis colombiana</i>  | Cam           | <i>Citrus sinensis</i>     | [12]      |
| 4  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Bòn bon       | <i>Lansium domesticum</i>  | [13]      |
| 5  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Kiwi          | <i>Actinidia</i> sp.       | [14]      |
| 6  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Lựu           | <i>Punica granatum</i>     | [15]      |
| 7  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Nhót tây      | <i>Eriobotrya japonica</i> | [9]       |
| 8  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Táo ngọt      | <i>Annona squamosa</i>     | [16]      |
| 9  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>   | Xoài          | <i>Mangifera indica</i>    | [17]      |
| 10 | <i>Ceratocystis mangicola</i>   | Xoài          | <i>Mangifera indica</i>    | [18]      |
| 11 | <i>Ceratocystis manginecans</i> | Lựu           | <i>Punica granatum</i>     | [19]      |
| 12 | <i>Ceratocystis manginecans</i> | Ổi            | <i>Psidium guajava</i>     | [20]      |
| 13 | <i>Ceratocystis manginecans</i> | Xoài          | <i>Mangifera indica</i>    | [21]      |
| 14 | <i>Ceratocystis mangivora</i>   | Xoài          | <i>Mangifera indica</i>    | [18]      |
| 15 | <i>Ceratocystis omanensis</i>   | Xoài          | <i>Mangifera indica</i>    | [22]      |
| 16 | <i>Ceratocystis papillata</i>   | Quýt          | <i>Citrus reticulata</i>   | [12]      |
| 17 | <i>Ceratocystis papillata</i>   | Cam           | <i>Citrus sinensis</i>     | [12]      |
| 18 | <i>Ceratocystis paradoxa</i>    | Dừa           | <i>Cocos nucifera</i>      | [23]      |

*C. fimbriata* và *C. manginecans* được xác định là hai loài có độc tính mạnh và lây lan nhanh trên các loài cây ăn quả [15, 17, 19, 21]. Để quản lý nấm *Ceratocystis* gây bệnh loét, héo trên cây ăn quả, nhiều chương trình nghiên cứu chọn giống kháng bệnh và phòng trừ sinh học, hóa học đã được thực hiện. Qua đó đã xác định được một số giống

kháng, đặc biệt là cho cây xoài.

**5. CÁC LOÀI NẤM *Ceratocystis* GÂY BỆNH LOÉT, HÉO TRÊN CÂY TRỒNG LÂM NGHIỆP**

Kết quả tổng quan tài liệu cho thấy có 74 loài nấm *Ceratocystis* gây bệnh loét, héo cho nhiều loài cây trồng lâm nghiệp thuộc 29 chi thực vật. Trong đó tập trung nhiều nhất ở 3 nhóm loài cây gồm bạch đàn, keo và thông.

**Bảng 3. Nấm *Ceratocystis* spp. gây bệnh trên các loài bạch đàn**

| TT | Loài nấm                           | Loài cây chủ     |                           | Trích dẫn |
|----|------------------------------------|------------------|---------------------------|-----------|
|    |                                    | Tên phổ thông    | Tên khoa học              |           |
| 1  | <i>Ceratocystis albifundus</i>     | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [24]      |
| 2  | <i>Ceratocystis atrox</i>          | Bạch đàn grandis | <i>Eucalyptus grandis</i> | [25]      |
| 3  | <i>Ceratocystis cercfabiensis</i>  | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [26]      |
| 4  | <i>Ceratocystis chinaeucensis</i>  | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [27]      |
| 5  | <i>Ceratocystis collisensis</i>    | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [26]      |
| 6  | <i>Ceratocystis corymbiicola</i>   | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [28]      |
| 7  | <i>Ceratocystis curvata</i>        | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [29]      |
| 8  | <i>Ceratocystis diversiconidia</i> | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [29]      |
| 9  | <i>Ceratocystis ecuadoriana</i>    | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [29]      |
| 10 | <i>Ceratocystis eucalypti</i>      | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.    | [30]      |

| TT | Loài nấm                            | Loài cây chủ     |                                 | Trích dẫn |
|----|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------|
|    |                                     | Tên phổ thông    | Tên khoa học                    |           |
| 11 | <i>Ceratocystis eucalypticola</i>   | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.          | [31]      |
| 12 | <i>Ceratocystis fimbriata</i>       | Bạch đàn grandis | <i>Eucalyptus grandis</i>       | [32]      |
| 13 | <i>Ceratocystis fimbriata</i>       | Bạch đàn hemi    | <i>Eucalyptus hemipholia</i>    | [33]      |
| 14 | <i>Ceratocystis fimbriatomima</i>   | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.          | [34]      |
| 15 | <i>Ceratocystis manginecans</i>     | Bạch đàn camal   | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | [35]      |
| 16 | <i>Ceratocystis manginecans</i>     | Bạch đàn uro     | <i>Eucalyptus urophylla</i>     | [35]      |
| 17 | <i>Ceratocystis manginecans</i>     | Bạch đàn pellita | <i>Eucalyptus pellita</i>       | [36]      |
| 18 | <i>Ceratocystis moniliformis</i>    | Bạch đàn grandis | <i>Eucalyptus grandis</i>       | [37]      |
| 19 | <i>Ceratocystis moniliformopsis</i> | Bạch đàn obliqua | <i>Eucalyptus obliqua</i>       | [38]      |
| 20 | <i>Ceratocystis neglecta</i>        | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.          | [39]      |
| 21 | <i>Ceratocystis pirilliformis</i>   | Bạch đàn nitens  | <i>Eucalyptus nitens</i>        | [40]      |
| 22 | <i>Ceratocystis pirilliformis</i>   | Bạch đàn grandis | <i>Eucalyptus grandis</i>       | [37]      |
| 23 | <i>Ceratocystis tyalla</i>          | Bạch đàn         | <i>Eucalyptus</i> spp.          | [28]      |

Kết quả thống kê có 19 loài nấm *Ceratocystis* gây hại trên các loài bạch đàn. Trong số đó, *C. cercfabiensis*, *C. chinaeucensis* và *C. collisensis* gây hại phổ biến trên rừng trồng bạch đàn ở Trung Quốc [26, 27]. *C. eucalypti* gây hại phổ biến trên rừng trồng bạch đàn ở Úc [30] và đặc biệt là loài *C. fimbriata* gây bệnh loét, héo trên các rừng

trồng bạch đàn ở nhiều quốc gia [32, 33]. Giai đoạn 2016-2022, *C. manginecans* đã được ghi nhận gây hại trên bạch đàn camal và bạch đàn uro tại Việt Nam [35]. Năm 2022 các thành viên dự án ACIAR đã ghi nhận loài này gây bệnh trên bạch đàn pellita ở Indonesia, chúng gây hại cả trên cây hom tại các vườn ươm [36].

**Bảng 4. Nấm *Ceratocystis* spp. gây bệnh trên các loài keo**

| TT | Loài nấm                            | Loài cây chủ  |                              | Trích dẫn |
|----|-------------------------------------|---------------|------------------------------|-----------|
|    |                                     | Tên phổ thông | Tên khoa học                 |           |
| 1  | <i>Ceratocystis acaciivora</i>      | Keo tai tượng | <i>Acacia mangium</i>        | [41]      |
| 2  | <i>Ceratocystis albifundus</i>      | Keo caffra    | <i>Acacia caffra</i>         | [42]      |
| 3  | <i>Ceratocystis albifundus</i>      | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [24]      |
| 4  | <i>Ceratocystis albofundus</i>      | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [5]       |
| 5  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>       | Keo tai tượng | <i>Acacia mangium</i>        | [43]      |
| 6  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>       | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [44]      |
| 7  | <i>Ceratocystis inquinans</i>       | Keo tai tượng | <i>Acacia mangium</i>        | [45]      |
| 8  | <i>Ceratocystis manginecans</i>     | Keo tai tượng | <i>Acacia mangium</i>        | [41]      |
| 9  | <i>Ceratocystis manginecans</i>     | Keo lá trà    | <i>Acacia auriculiformis</i> | [46]      |
| 10 | <i>Ceratocystis manginecans</i>     | Keo lá liềm   | <i>Acacia crassicarpa</i>    | [47]      |
| 11 | <i>Ceratocystis manginecans</i>     | Keo lai       | <i>Acacia</i> hybrid         | [46]      |
| 12 | <i>Ceratocystis microbasis</i>      | Keo tai tượng | <i>Acacia mangium</i>        | [45]      |
| 13 | <i>Ceratocystis moniliformis</i>    | Keo tai tượng | <i>Acacia mangium</i>        | [45]      |
| 14 | <i>Ceratocystis moniliformis</i>    | Keo lá liềm   | <i>Acacia crassicarpa</i>    | [45]      |
| 15 | <i>Ceratocystis oblonga</i>         | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [24]      |
| 16 | <i>Ceratocystis obpyriformis</i>    | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [24]      |
| 17 | <i>Ceratocystis polyconidia</i>     | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [24]      |
| 18 | <i>Ceratocystis sumatrana</i>       | Keo tai tượng | <i>Acacia mangium</i>        | [45]      |
| 19 | <i>Ceratocystis sumatrana</i>       | Keo lá liềm   | <i>Acacia crassicarpa</i>    | [45]      |
| 20 | <i>Ceratocystis tanganyicensis</i>  | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [24]      |
| 21 | <i>Ceratocystis tsitsikammensis</i> | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [48]      |
| 22 | <i>Ceratocystis zombamontana</i>    | Keo đen       | <i>Acacia mearnsii</i>       | [24]      |

Từ các kết quả phân lập từ cây bị bệnh loét, héo và giám định mẫu bệnh đã ghi nhận 14 loài nấm *Ceratocystis* là nguyên nhân gây bệnh. Trong số này, loài *C. fimbriata* gây bệnh phổ biến trên keo đen, trong khi đó *C. manginecans* là tác nhân gây bệnh loét, héo rất mạnh và phổ biến trên keo lai, keo lá trà, keo tai tượng và keo lá liềm ở vùng Đông Nam Á [4, 46, 49]. Ngoài ra, việc phân tích sâu hơn bằng nhiều đoạn gen đã khẳng định các mẫu nấm *C. acaciivora* thu tại Indonesia tương đồng với các mẫu thuộc loài *C. manginecans* đã được công bố [46].

keo tai tượng và keo lá liềm ở vùng Đông Nam Á [4, 46, 49]. Ngoài ra, việc phân tích sâu hơn bằng nhiều đoạn gen đã khẳng định các mẫu nấm *C. acaciivora* thu tại Indonesia tương đồng với các mẫu thuộc loài *C. manginecans* đã được công bố [46].

**Bảng 5. Nấm *Ceratocystis* spp. gây bệnh trên các loài thông**

| TT | Loài nấm                             | Loài cây chủ  |                       | Trích dẫn |
|----|--------------------------------------|---------------|-----------------------|-----------|
|    |                                      | Tên phổ thông | Tên khoa học          |           |
| 1  | <i>Ceratocystis albida</i>           | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 2  | <i>Ceratocystis angusticoolis</i>    | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 3  | <i>Ceratocystis brunneocrinita</i>   | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 4  | <i>Ceratocystis capitata</i>         | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 5  | <i>Ceratocystis coerulescens</i>     | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [51]      |
| 6  | <i>Ceratocystis dolominuta</i>       | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 7  | <i>Ceratocystis europhioides</i>     | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [52]      |
| 8  | <i>Ceratocystis falcata</i>          | Thông         | <i>Pinus</i> sp.      | [52]      |
| 9  | <i>Ceratocystis ips</i>              | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 10 | <i>Ceratocystis leptographioides</i> | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 11 | <i>Ceratocystis minor</i>            | Thông taeda   | <i>Pinus taeda</i>    | [53]      |
| 12 | <i>Ceratocystis minuta</i>           | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 13 | <i>Ceratocystis nigra</i>            | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 14 | <i>Ceratocystis obscura</i>          | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 15 | <i>Ceratocystis pallida</i>          | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 16 | <i>Ceratocystis rostricylindrica</i> | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 17 | <i>Ceratocystis sagmatospora</i>     | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [52]      |
| 18 | <i>Ceratocystis schrenkiana</i>      | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 19 | <i>Ceratocystis tetropii</i>         | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 20 | <i>Ceratocystis tribiliformis</i>    | Thông nhựa    | <i>Pinus merkusii</i> | [54]      |
| 21 | <i>Ceratocystis truncicola</i>       | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |
| 22 | <i>Ceratocystis vesca</i>            | Thông         | <i>Pinus</i> spp.     | [50]      |

Kết quả nghiên cứu phân lập và giám định loài nấm gây bệnh loét, héo trên các loài thông đã ghi nhận 22 loài nấm *Ceratocystis*. Hầu hết các loài này đã được ghi nhận ở vùng Bắc Mỹ và Bắc Âu, trong đó *C. ips* đã được xác định do các loài một đực thân *Ips* spp. mang theo và lây nhiễm trên các loài thông và một số loài cây lá kim khác [55].

số loài cây lá kim khác [55].

Các nghiên cứu ở Việt Nam cho thấy loài *C. manginecans* là tác nhân gây bệnh chính trên các loài keo lai, keo lá trà, keo tai tượng [47], bạch đàn camal, bạch đàn uro [35], lát hoa [56], sưa đỏ [57] và xoan ta [58].

**Bảng 6. Nấm *Ceratocystis* spp. gây bệnh trên các loài cây lâm nghiệp trồng khác**

| TT | Loài nấm                       | Loài cây chủ        |                          | Trích dẫn |
|----|--------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------|
|    |                                | Tên phổ thông       | Tên khoa học             |           |
| 1  | <i>Ceratocystis albifundus</i> | Kim tiền            | <i>Burkea africana</i>   | [42]      |
| 2  | <i>Ceratocystis albifundus</i> | Churen bầu lá nhung | <i>Combretum molle</i>   | [42]      |
| 3  | <i>Ceratocystis albifundus</i> | Churen bầu zeyher   | <i>Combretum zeyheri</i> | [42]      |
| 4  | <i>Ceratocystis albifundus</i> | Liều liểu           | <i>Faurea saligna</i>    | [42]      |
| 5  | <i>Ceratocystis albifundus</i> | Lekkerbreek         | <i>Ochna pulchra</i>     | [42]      |

| TT | Loài nấm                           | Loài cây chủ  |                                | Trích dẫn |
|----|------------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|
|    |                                    | Tên phổ thông | Tên khoa học                   |           |
| 6  | <i>Ceratocystis albifundus</i>     | Ozoroa        | <i>Ozoroa paniculosa</i>       | [42]      |
| 7  | <i>Ceratocystis brunneocrinita</i> | Lãnh sam      | <i>Abies balsamea</i>          | [52]      |
| 8  | <i>Ceratocystis castaneae</i>      | Dẻ thơm       | <i>Castanea sativa</i>         | [59]      |
| 9  | <i>Ceratocystis caryae</i>         | Mạy lá tim    | <i>Carya cordiformis</i>       | [60]      |
| 10 | <i>Ceratocystis cercfabiensis</i>  | Sa mộc        | <i>Cunninghamia lanceolata</i> | [26]      |
| 11 | <i>Ceratocystis collisensis</i>    | Sa mộc        | <i>Cunninghamia lanceolata</i> | [26]      |
| 12 | <i>Ceratocystis curvata</i>        | Chiêu liêu    | <i>Terminalia</i> sp.          | [29]      |
| 13 | <i>Ceratocystis dalbergicans</i>   | Sưa sissoo    | <i>Dalbergia sissoo</i>        | [61]      |
| 14 | <i>Ceratocystis diversiconidia</i> | Chiêu liêu    | <i>Terminalia</i> sp.          | [29]      |
| 15 | <i>Ceratocystis douglasii</i>      | Thiết sam     | <i>Pseudotsuga</i> spp.        | [51]      |
| 16 | <i>Ceratocystis ecuadoriana</i>    | Chiêu liêu    | <i>Terminalia</i> sp.          | [29]      |
| 17 | <i>Ceratocystis euophioides</i>    | Vân sam       | <i>Picea</i> spp.              | [52]      |
| 18 | <i>Ceratocystis fagacearum</i>     | Sồi           | <i>Quercus</i> spp.            | [62]      |
| 19 | <i>Ceratocystis ficicola</i>       | Vả tây        | <i>Ficus carica</i>            | [63]      |
| 20 | <i>Ceratocystis fimbriata</i>      | Sung dâu      | <i>Platanus occidentalis</i>   | [6]       |
| 21 | <i>Ceratocystis fimbriata</i>      | Sung ngọt     | <i>Ficus carica</i>            | [64]      |
| 22 | <i>Ceratocystis fimbriata</i>      | Tếch          | <i>Tectona grandis</i>         | [65]      |
| 23 | <i>Ceratocystis fimbriata</i>      | Sưa sissoo    | <i>Dalbergia sissoo</i>        | [66]      |
| 24 | <i>Ceratocystis lanceolata</i>     | Sa mộc        | <i>Cunninghamia lanceolata</i> | [67]      |
| 25 | <i>Ceratocystis laricicola</i>     | Thông laris   | <i>Larix</i> sp.               | [68]      |
| 26 | <i>Ceratocystis laricicola</i>     | Vân sam       | <i>Picea</i> sp.               | [68]      |
| 27 | <i>Ceratocystis larium</i>         | Bồ đề         | <i>Styrax benzoin</i>          | [69]      |
| 28 | <i>Ceratocystis manginecans</i>    | Khejri        | <i>Prosopis cineraria</i>      | [70]      |
| 29 | <i>Ceratocystis manginecans</i>    | Lát hoa       | <i>Chukrasia tabularis</i>     | [56]      |
| 30 | <i>Ceratocystis manginecans</i>    | Sưa đỏ        | <i>Dalbergia tonkinensis</i>   | [57]      |
| 31 | <i>Ceratocystis manginecans</i>    | Sưa sissoo    | <i>Dalbergia sissoo</i>        | [70]      |
| 32 | <i>Ceratocystis manginecans</i>    | Sến xanh      | <i>Mimusops elengi</i>         | [71]      |
| 33 | <i>Ceratocystis manginecans</i>    | Xoan ta       | <i>Melia azedarach</i>         | [58]      |
| 34 | <i>Ceratocystis pinicola</i>       | Vân sam       | <i>Picea</i> spp.              | [51]      |
| 35 | <i>Ceratocystis platani</i>        | Tiêu huyền    | <i>Platanus orientalis</i>     | [72]      |
| 36 | <i>Ceratocystis polonica</i>       | Thông laris   | <i>Larix</i> sp.               | [68]      |
| 37 | <i>Ceratocystis polonica</i>       | Vân sam       | <i>Picea</i> sp.               | [68]      |
| 38 | <i>Ceratocystis polonica</i>       | Vân sam na uy | <i>Picea abies</i>             | [73]      |
| 39 | <i>Ceratocystis polychroma</i>     | Đinh hương    | <i>Syzygium aromaticum</i>     | [74]      |
| 40 | <i>Ceratocystis populicola</i>     | Dương         | <i>Populus tremuloides</i>     | [60]      |
| 41 | <i>Ceratocystis quercicola</i>     | Sồi           | <i>Quercus variabilis</i>      | [75]      |
| 42 | <i>Ceratocystis rufipenni</i>      | Thiết sam     | <i>Pseudotsuga</i> spp.        | [51]      |
| 43 | <i>Ceratocystis sagmatospora</i>   | Vân sam       | <i>Picea</i> spp.              | [52]      |
| 44 | <i>Ceratocystis smalleyi</i>       | Hồ đào đắng   | <i>Carya cordiformis</i>       | [60]      |
| 45 | <i>Ceratocystis sparsa</i>         | Vân sam trắng | <i>Picea glauca</i>            | [76]      |
| 46 | <i>Ceratocystis ulmi</i>           | Du hà lan     | <i>Ulmus hollandica</i>        | [77]      |
| 47 | <i>Ceratocystis variospora</i>     | Sồi           | <i>Quercus prinus</i>          | [60]      |

Với hơn 34 loài cây trồng khác đã bị bệnh nấm thuộc chi *Ceratocystis*. Trong số đó, *C. loét*, héo các nghiên cứu đã ghi nhận 43 loài *fimbriata* và *C. manginecans* là hai loài được

đánh giá có độc tính mạnh và rất nguy hiểm với nhiều loài cây trồng khác nhau [4, 43, 49].

Trong tổng số 74 loài nấm *Ceratocystis* gây bệnh loét, héo trên các loài cây trồng lâm nghiệp nêu trên, có nhiều loài là tác nhân gây bệnh trên nhiều cây chủ và có tốc độ lây lan nhanh. Do đó cần liên tục cập nhật dữ liệu về bệnh hại để góp phần quản lý hiệu quả bệnh loét, héo trong sản xuất lâm nghiệp.

**6. CÁC LOÀI NẤM *Ceratocystis* GÂY BỆNH LOÉT, HÉO TRÊN CÁC LOÀI CÂY KHÁC**

Ngoài những loài cây trồng nông lâm nghiệp và cây ăn quả, 9 loài cây khác bao gồm: bồ kết tây, cà phê, cacao, cao su, chà là, cọ dầu, hạnh nhân, mía và cây lehua (*Metrosideros polymorpha*) cũng bị các loài nấm *Ceratocystis* xâm nhiễm và gây bệnh. Dữ liệu về một số loài nấm *Ceratocystis* gây bệnh trên cây trồng khác được tổng hợp trong Bảng 7.

**Bảng 7. Các loài nấm *Ceratocystis* gây bệnh trên các loài cây khác**

| TT | Loài nấm                         | Loài cây chủ  |                                | Trích dẫn |
|----|----------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|
|    |                                  | Tên phổ thông | Tên khoa học                   |           |
| 1  | <i>Ceratocystis cacaofunesta</i> | Cacao         | <i>Theobroma cacao</i>         | [78]      |
| 2  | <i>Ceratocystis colombiana</i>   | Cacao         | <i>Theobroma cacao</i>         | [12]      |
| 3  | <i>Ceratocystis colombiana</i>   | Cà phê        | <i>Coffea spp.</i>             | [12]      |
| 4  | <i>Ceratocystis destructans</i>  | Hạnh nhân     | <i>Prunus dulcis</i>           | [79]      |
| 5  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>    | Lehua         | <i>Metrosideros polymorpha</i> | [80]      |
| 6  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>    | Cacao         | <i>Theobroma cacao</i>         | [6]       |
| 7  | <i>Ceratocystis fimbriata</i>    | Cao su        | <i>Hevea brasiliensis</i>      | [81]      |
| 8  | <i>Ceratocystis huliohia</i>     | Lehua         | <i>Metrosideros polymorpha</i> | [82]      |
| 9  | <i>Ceratocystis lukuohia</i>     | Lehua         | <i>Metrosideros polymorpha</i> | [82]      |
| 10 | <i>Ceratocystis manginecans</i>  | Bồ kết tây    | <i>Abizia lebeck</i>           | [83]      |
| 11 | <i>Ceratocystis papillata</i>    | Cacao         | <i>Theobroma cacao</i>         | [12]      |
| 12 | <i>Ceratocystis papillata</i>    | Cà phê        | <i>Coffea spp.</i>             | [12]      |
| 13 | <i>Ceratocystis paradoxa</i>     | Cọ dầu        | <i>Elaeis guineensis</i>       | [84]      |
| 14 | <i>Ceratocystis paradoxa</i>     | Cacao         | <i>Theobroma cacao</i>         | [85]      |
| 15 | <i>Ceratocystis paradoxa</i>     | Mía           | <i>Saccharum officinarum</i>   | [86]      |
| 16 | <i>Ceratocystis radicolica</i>   | Chà là        | <i>Phoenix dactylifera</i>     | [87]      |

Kết quả tổng hợp ở Bảng 7 cho thấy các nghiên cứu đã ghi nhận 10 loài nấm *Ceratocystis* trên 9 loài cây trồng khác, chủ yếu là cây công nghiệp. Trong số này *C. fimbriata* cũng vẫn là loài nấm gây bệnh nguy hiểm nhất [6, 81]. Trong đó *Ceratocystis paradoxa* là mầm bệnh phổ biến trên nhiều loại cây.

Ngoài ra, một số loài côn trùng có thể vô tình lây truyền bệnh và một số loài đã được phân lập từ côn trùng hoặc đường hang của chúng như *Ceratocystis distorta* và *C. gossypina* phân lập từ đường hang của một đực thân *Ips spp.* và *Dendroctonus spp.*, *C. francke-grosmanniae* phân lập từ loài *Hylecoetus dermestoides* [76]; *C. ficicola* phân

lập từ một *Euwallacea interjectus* [88]; *C. ips* phân lập từ ba loài một *Ips avulsus*, *I. calligraphus* và *I. grandicollis* [55]; *C. laricicola* phân lập từ một *I. cembrae* [89], *C. platani* phân lập từ một *Platypus cylindrus* [90] và *C. rufipenni* phân lập từ loài *Dendroctonus rufipennis* [91]. Những dữ liệu này sẽ góp phần tích cực trong hoạt động quản lý bệnh loét, héo trong sản xuất nông lâm nghiệp.

Hiện nay ở Việt Nam đã ghi nhận loài *C. manginecans* gây bệnh loét, héo trên một số loài cây chủ như các loài keo [46], bạch đàn [35], sưa đỏ [57], lát hoa [56], xoan ta [58], trên củ khoai lang, khoai sọ và chúng cũng tồn tại trong đất [10]. Loài nấm gây bệnh này đã

gây thiệt hại lớn về kinh tế cho các chủ rừng, đặc biệt là đối với các đơn vị và hộ gia đình đang kinh doanh cây keo lai và keo tai tượng.

## 7. KẾT LUẬN

80 loài nấm thuộc chi *Ceratocystis* đã được ghi nhận là mầm bệnh trên hơn 70 loài thực vật thuộc 50 chi. Các loài nấm này là mầm bệnh nguy hiểm, nhiều loài đã xâm nhiễm và gây hại các loài cây trồng chủ lực ở nhiều quốc gia, vùng lãnh thổ. Tình hình gây hại của các mầm bệnh này có xu hướng lan rộng cả về quy mô diện tích và cây chủ. Do vậy, cần giám sát liên tục và có các nghiên cứu chuyên sâu để quản lý hiệu quả những nguồn bệnh.

## Lời cảm ơn

Các tác giả xin gửi lời cảm ơn TS. Đỗ Văn Trường đã giúp đỡ trong việc kiểm tra tên tiếng Việt của các loài cây.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. De Beer Z. W., Duong T. A., Barnes I., Wingfield B. D. & Wingfield M. J. (2014). Redefining *Ceratocystis* and allied genera. *Studies in Mycology*. 79: 187-219.
- [2]. Marín Montoya M. & Wingfield M. J. (2006). A review of *Ceratocystis sensu stricto* with special reference to the species complexes *C. coerulescens* and *C. fimbriata*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 59: 3045-3375.
- [3]. Harrington T. C. (2013). *Ceratocystis* diseases. In: *Infectious forest diseases*. CABI Wallingford UK: 230-255.
- [4]. Wingfield M. J., Wingfield B. D., Warburton P., Japarudin Y., Lapammu M., Rauf M. R. A., Boden D. & Barnes I. (2023). *Ceratocystis* wilt of *Acacia mangium* in Sabah. *Journal of Tropical Forest Science*. 35: 51-66.
- [5]. Wingfield M. J., De Beer C., Visser C. & Wingfield B. D. (1996). A new *Ceratocystis* species defined using morphological and ribosomal DNA sequence comparisons. *Systematic and Applied Microbiology*. 19: 191-202.
- [6]. Engelbrecht C. J. B. & Harrington T. C. (2005). Intersterility, morphology and taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore. *Mycologia*. 97: 57-69.
- [7]. Li X., Zhang R. Q., Xu K. C., Li J., Zhang Y. & Huang Q. (2021). First Report of *Ceratocystis changhui* causing postharvest fruit rot of peach in Kunming, China. *Plant Disease*. 105: 1221-1221.
- [8]. Liu F. F., Barnes I., Roux J., Wingfield M. J. & Chen S. F. (2018). Molecular phylogenetics and microsatellite analysis reveal a new pathogenic *Ceratocystis* species in the Asian-Australian clade. *Plant Pathology*. 67: 1097-1113.
- [9]. Harrington T. C., Huang Q., Ferreira M. A. & Alfenas A. C. (2015). Genetic analyses trace the Yunnan, China population of *Ceratocystis fimbriata* on pomegranate and taro to populations on *Eucalyptus* in Brazil. *Plant Disease*. 99: 106-111.
- [10]. Nguyễn Minh Chí & Trần Trung Kiên (2017). Đánh giá tính gây bệnh của nấm *Ceratocystis* sp. thu tại vùng Tây Bắc Việt Nam đối với cây keo lai. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*. 3: 7-13.
- [11]. Li Q., Harrington T. C., McNew D. & Li J. J. m. (2017). *Ceratocystis uchidae*, a new species on *Araceae* in Hawaii and Fiji. *Mycoscience*. 58: 398-412.
- [12]. Van Wyk M., Wingfield B. D., Marin M. & Wingfield M. J. (2010). New *Ceratocystis* species infecting coffee, cacao, citrus and native trees in Colombia. *Fungal Diversity*. 40: 103-117.
- [13]. Suwandi S., Irsan C., Hamidson H., Umayah A. & Asriyani K. D. (2021). Identification and characterization of *Ceratocystis fimbriata* causing lethal wilt on the *Lansium* tree in Indonesia. *The Plant Pathology Journal*. 37: 124.
- [14]. Ferreira M. A., Harrington T. C., Piveta G. & Alfenas A. C. (2017). Genetic variability suggests that three populations of *Ceratocystis fimbriata* are responsible for the *Ceratocystis* wilt epidemic on kiwifruit in Brazil. *Tropical Plant Pathology*. 42: 86-95.
- [15]. Somasekhara Y. M. (1999). New record of *Ceratocystis fimbriata* causing wilt of pomegranate in India. *Plant Disease*. 83: 400-400.
- [16]. Silveira S. F., Harrington T. C., Mussi-Dias V., Engelbrecht C. J. B., Alfenas A. C. & Silva C. R. (2006). *Annona squamosa*, a new host of *Ceratocystis fimbriata*. *Fitopatologia Brasileira*. 31: 394-397.
- [17]. Oliveira L. S. S., Harrington T. C., Ferreira M. A., Damacena M. B., Al-Sadi A. M., Al-Mahmooli I. H. & Alfenas A. C. (2015). Species or genotypes? Reassessment of four recently described species of the *Ceratocystis* wilt pathogen, *Ceratocystis fimbriata*, on *Mangifera indica*. *Phytopathology*. 105: 1229-1244.
- [18]. Van Wyk M., Wingfield B. D., Al-Adawi A. O., Rossetto C. J., Ito M. F. & Wingfield M. J. (2011). Two new *Ceratocystis* species associated with mango disease in Brazil. *Mycotaxon*. 117: 381-404.
- [19]. Liu F. F., Roux J., Barnes I., Wingfield M. J. & Chen S. F. (2015). *Ceratocystis* species on trees in China and their potential threat to plantation tree health. In: *World Forestry Congress: Pretoria, South Africa*. Forestry and Agricultural Biotechnology Institute: 2-3.
- [20]. Anjum R., Khan I. A., Gleason M. & Hassani N. (2021). First report of a *Ceratocystis manginecans*



causing quick decline of *Psidium guajava* in Pakistan. Plant Disease. 105: 2245.

[21]. Van Wyk M., Al Adawi A. O., Khan I. A., Deadman M. L., Al Jahwari A. A., Wingfield B. D., Ploetz R. & Wingfield M. J. (2007). *Ceratocystis manginecans* sp. nov., causal agent of a destructive mango wilt disease in Oman and Pakistan. Fungal Diversity. 27: 213-230.

[22]. Al-Subhi A. M., Al-Adawi A. O., Van Wyk M., Deadman M. L. & Wingfield M. J. (2006). *Ceratocystis omanensis*, a new species from diseased mango trees in Oman. Mycological Research. 110: 237-245.

[23]. Yu F. Y., Niu X. Q., Tang Q. H., Zhu H., Song W. W., Qin W. Q. & Lin C. H. (2012). First report of stem bleeding in coconut caused by *Ceratocystis paradoxa* in Hainan, China. Plant Disease. 96: 290-290.

[24]. Heath R. N., Meke G. & Mbagwa A. (2009). *Ceratocystis* species on *Acacia mearnsii* and *Eucalyptus* spp. in eastern and southern Africa including six new species. Fungal Diversity. 34: 41-67.

[25]. Van Wyk M., Pegg G., Lawson S. & Wingfield M. J. (2007). *Ceratocystis atrox* sp. nov. associated with *Phoracantha acanthocera* infestations on *Eucalyptus grandis* in Australia. Australasian Plant Pathology. 36: 407-414.

[26]. Liu F., Mbenoun M., Barnes I., Roux J., Wingfield M. J., Li G., Li J. & Chen S. (2015). New *Ceratocystis* species from *Eucalyptus* and *Cunninghamia* in South China. Antonie Van Leeuwenhoek. 107: 1451-1473.

[27]. Chen S., Van Wyk M., Roux J., Wingfield M. J., Xie Y. & Zhou X. (2013). Taxonomy and pathogenicity of *Ceratocystis* species on *Eucalyptus* trees in South China, including *C. chinaeucensis* sp. nov. Fungal Diversity. 58: 267-279.

[28]. Nkuekam G. K., Wingfield M. J., Mohammed C., Carnegie A. J., Pegg G. S. & Roux J. (2012). *Ceratocystis* species, including two new species associated with nitidulid beetles, on eucalypts in Australia. Antonie Van Leeuwenhoek. 101: 217-241.

[29]. Van Wyk M., Wingfield B. D. & Wingfield M. J. (2011). Four new *Ceratocystis* spp. associated with wounds on *Eucalyptus*, *Schizolobium* and *Terminalia* trees in Ecuador. Fungal Diversity. 46: 111-131.

[30]. Kile G. A., Harrington T. C., Yuan Z. Q., Dudzinski M. J. & Old K. M. (1996). *Ceratocystis eucalypti* sp. nov., a vascular stain fungus from eucalypts in Australia. Mycological Research. 100: 571-579.

[31]. van Wyk M., Roux J., Nkuekam G. K., Wingfield B. D. & Wingfield M. J. (2012). *Ceratocystis eucalypticola* sp. nov. from *Eucalyptus* in South Africa and comparison to global isolates from this tree. IMA Fungus. 3: 45-58.

[32]. Barnes I., Roux J., Wingfield B. D., O'Neill M. & Wingfield M. J. (2003). *Ceratocystis fimbriata* infecting *Eucalyptus grandis* in Uruguay. Australasian Plant Pathology. 32: 361-366.

[33]. Alam M. W., Rehman A., Iqbal M., Saira M., Aslam S., Muhammad S., Hameed A. & Gleason M. L. (2017). First report of *Ceratocystis fimbriata* causing *Eucalyptus* wilt in Pakistan. Plant Disease. 101: 1050-1050.

[34]. Van Wyk M., Wingfield B. D., Mohali S. & Wingfield M. J. (2009). *Ceratocystis fimbriatomima*, a new species in the *C. fimbriata* sensu lato complex isolated from *Eucalyptus* trees in Venezuela. Fungal Diversity. 34: 175-185.

[35]. Trang T. T., Thu P. Q., Khai P. Q., Tuan T. A., Hinh T. X., Nam N. V., Thuy P. T. T. & Chi N. M. (2022). First report of canker and wilt disease in eucalypt caused by *Ceratocystis manginecans* in Vietnam. Indian Phytopathology. 75: 287-291.

[36]. Indrayadi H., Glen M., Halimah, Fahrizawati, Prihatini I., Beadle C., Tjahjono B. & Mohammed C. (2023). Recognising ceratocystis disease symptoms in a *Eucalyptus pellita* nursery. Australasian Plant Pathology. 52: 625-636.

[37]. Roux J., Van Wyk M., Hatting H. & Wingfield M. J. (2004). *Ceratocystis* species infecting stem wounds on *Eucalyptus grandis* in South Africa. Plant Pathology. 53: 414-421.

[38]. Yuan Z. Q. & Mohammed C. (2002). *Ceratocystis moniliformopsis* sp. nov., an early coloniser of *Eucalyptus obliqua* logs in Tasmania, Australia. Australian systematic botany. 15: 125-133.

[39]. Ca R. (2008). *Ceratocystis neglecta* sp. nov., infecting *Eucalyptus* trees in Colombia. Fungal Diversity. 28: 73-84.

[40]. Barnes I., Roux J., Wingfield B. D., Dudzinski M. J., Old K. M. & Wingfield M. J. (2003). *Ceratocystis pirilliformis*, a new species from *Eucalyptus nitens* in Australia. Mycologia. 95: 865-871.

[41]. Tarigan M., Roux J., Van Wyk M., Tjahjono B. & Wingfield M. J. (2011). A new wilt and die-back disease of *Acacia mangium* associated with *Ceratocystis manginecans* and *C. acaciivora* sp. nov. in Indonesia. South African Journal of Botany. 77: 292-304.

[42]. Roux J., Heath R. N., Labuschagne L., Nkuekam G. K. & Wingfield M. J. (2007). Occurrence of the wattle wilt pathogen, *Ceratocystis albifundus* on native South African trees. Forest Pathology. 37: 292-302.

[43]. Farid A. M., Syazwan S., Azrul W. W. M., Patahayah M., Salleh S. M. & Ong S. (2018). *Ceratocystis fimbriata*: A white listed invasive alien species (IAS) causing wilt disease on *Acacia mangium* plantation, Forest Research Institute Malaysia: F. R. I. Malaysia.

- [44]. Morris M. J., Wingfield M. J. & De Beer C. (1993). Gummosis and wilt of *Acacia mearnsii* in South Africa caused by *Ceratocystis fimbriata*. Plant Pathology. 42: 814-817.
- [45]. Tarigan M., Roux J., Wingfield M. J., Van Wyk M. & Tjahjono B. (2010). Three new *Ceratocystis* spp. in the *Ceratocystis moniliformis* complex from wounds on *Acacia mangium* and *A. crassicarpa*. Mycoscience. 51: 53-67.
- [46]. Fourie A., Wingfield M. J., Wingfield B. D., Thu P. Q. & Barnes I. (2016). A possible centre of diversity in South East Asia for the tree pathogen, *Ceratocystis manginecans*. Infection, Genetics and Evolution. 41: 73-83.
- [47]. Phạm Quang Thu, Trần Xuân Hưng, Phạm Xuân Đĩnh, Vũ Đức Bình & Nguyễn Minh Chí (2023). Sâu bệnh hại chính rừng trồng keo ở vùng Bắc Trung Bộ. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. Chuyên san: 132-140.
- [48]. Van der Colff D., Dreyer L. L., Valentine A. & Roets F. (2017). Differences in physiological responses to infection by *Ceratocystis tsitsikammensis*, a native ophiostomatoid pathogen, between a native forest and an exotic forestry tree in South Africa. Fungal Ecology. 27: 107-115.
- [49]. Thu P. Q., Quang D. N., Chi N. M., Hung T. X., Binh L. V. & Dell B. (2021). New and emerging insect pest and disease threats to forest plantations in Vietnam. Forests. 12: 1301.
- [50]. Griffin H. D. (1968). The genus *Ceratocystis* in Ontario. Canadian Journal of Botany. 46: 689-718.
- [51]. Harrington T. C. & Wingfield M. J. (1998). The *Ceratocystis* species on conifers. Canadian Journal of Botany. 76: 1446-1457.
- [52]. Elaine F. W. & Roy F. C. (1961). New species of the genus *Ceratocystis*. Canadian Journal of Botany. 39: 1215-1230.
- [53]. Hemingway R. W., McGraw G. W. & Barras S. J. (1977). Polyphenols in *Ceratocystis minor* infected *Pinus taeda*: fungal metabolites, phloem and xylem phenols. Journal of Agricultural Food Chemistry. 25: 717-722.
- [54]. Van Wyk M., Roux J., Barnes I., Wingfield B. D. & Wingfield M. J. (2006). Molecular phylogeny of the *Ceratocystis moniliformis* complex and description of *C. tribiliformis* sp. nov. Fungal Diversity. 21: 181-201.
- [55]. Yearian W. C., Gouger R. J. & Wilkinson R. C. (1972). Effects of the bluestain fungus, *Ceratocystis ips*, on development of Ips bark beetles in pine bolts. Annals of the Entomological Society of America. 65: 481-487.
- [56]. Chi N. M., Trang T. T., Nhung N. P., Quang D. N., Son V. M., Tuan T. A., Mai L. T., Hung T. X., Nam N. V., Thu P. Q. & Dell B. (2021). *Ceratocystis* wilt in *Chukrasia tabularis* in Vietnam: identification, pathogenicity and host tolerance. Australasian Plant Pathology. 50: 17-27.
- [57]. Chi N. M., Nhung N. P., Trang T. T., Thu P. Q., Hinh T. X., Nam N. V., Quang D. N. & Dell B. (2019). First report of wilt disease in *Dalbergia tonkinensis* caused by *Ceratocystis manginecans*. Australasian Plant Pathology. 48: 439-445.
- [58]. Nguyễn Minh Chí (2022). Bệnh chết héo do nấm *Ceratocystis manginecans* gây hại cây xoan ta. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 1+2: 57-64.
- [59]. Aghayeva D. N. (2001). Mycobiota of *Castanea sativa* Mill. in Azerbaijan. Forest Snow Landscape Research. 76: 405-408.
- [60]. Johnson J. A., Harrington T. C. & Engelbrecht C. J. B. (2005). Phylogeny and taxonomy of the North American clade of the *Ceratocystis fimbriata* complex. Mycologia. 97: 1067-1092.
- [61]. Haq I. U., Ijaz S., Latif M. Z., Khan I. A., Ali H. M. & Kaur S. (2023). Phylogenomics resolves the etiology of dieback disease and deciphers *Ceratocystis dalbergicans* sp.nov., causal agent of *Dalbergia sissoo* decline. Frontiers in Genetics. 14: 1-6.
- [62]. Tracy J. S., Kenaley S., Hudler G., Harrington T. & Logue C. (2009). First report of the oak wilt fungus, *Ceratocystis fagacearum*, in New York state. Plant Disease. 93: 428-428.
- [63]. Kajitani Y. & Masuya H. (2011). *Ceratocystis ficicola* sp. nov., a causal fungus of fig canker in Japan. Mycoscience. 52: 349-353.
- [64]. Hosomi A., Miwa Y., Furukawa M. & Kawaradani M. (2012). Growth of fig varieties resistant to ceratocystis canker following infection with *Ceratocystis fimbriata*. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 81: 159-165.
- [65]. Firmino A. C., Tozze Jr H. J. & Furtado E. L. (2012). First report of *Ceratocystis fimbriata* causing wilt in *Tectona grandis* in Brazil. New Disease Reports. 25: 24.
- [66]. Poussio G. B., Kazmi M. R., Akem C. & Fateh F. S. (2010). First record of *Ceratocystis fimbriata* associated with shisham (*Dalbergia sissoo*) decline in Pakistan. Australasian Plant Disease Notes. 5: 63-65.
- [67]. Li X., He S., Gao Y., Xing S., Ren H., Yang H., Gao Y., Wang J., Li N., Duan J., Yang J. & Huang Q. (2022). *Ceratocystis* and related genera causing wilt of *Cunninghamia lanceolata* Yunnan, China. Forest Pathology. 52: e12744.
- [68]. Harrington T. C., Pashenova N. V., McNew D. L., Steimel J. & Konstantinov M. Y. (2002). Species Delimitation and Host Specialization of *Ceratocystis laricicola* and *C. polonica* to Larch and Spruce. Plant Disease. 86: 418-422.

- [69]. Van Wyk M., Wingfield B. D., Clegg P. A. & Wingfield M. J. (2009). *Ceratocystis larium* sp. nov., a new species from *Styrax benzoin* wounds associated with incense harvesting in Indonesia. *Persoonia-Molecular Phylogeny Evolution of Fungi*. 22: 75-82.
- [70]. Al Adawi A. O., Barnes I., Khan I. A., Deadman M. L., Wingfield B. D. & Wingfield M. J. (2014). Clonal structure of *Ceratocystis manginecans* populations from mango wilt disease in Oman and Pakistan. *Australasian Plant Pathology*. 43: 393-402.
- [71]. Pornsuriya C. & Sunpapao A. (2015). A new sudden decline disease of bullet wood in Thailand is associated with *Ceratocystis manginecans*. *Australasian Plant Disease Notes*. 10: 26-31.
- [72]. Morales O. R. G., Tsopelas P. & Harrington T. C. (2007). Origin of *Ceratocystis platani* on native *Platanus orientalis* in Greece and its impact on natural forests. *Plant Disease*. 91: 901-904.
- [73]. Krokene P. & Solheim H. (2001). Loss of pathogenicity in the blue-stain fungus *Ceratocystis polonica*. *Plant Pathology*. 50: 497-502.
- [74]. Van Wyk M., Roux J., Barnes I., Wingfield B. D., Liew E. C. Y., Assa B., Summerell B. A. & Wingfield M. J. (2004). *Ceratocystis polychroma* sp. nov., a new species from *Syzygium aromaticum* in Sulawesi. *Studies in Mycology*. 50: 273-282.
- [75]. Cho S. E., Lee D. H., Wingfield M. J. & Marinowitz S. (2020). *Ceratocystis quercicola* sp. nov. from *Quercus variabilis* in Korea. *Mycobiology*. 48: 245-251.
- [76]. Davidson R. W. (1971). New species of *Ceratocystis*. *Mycologia*. 63: 5-15.
- [77]. Brasier C. M. (1983). A cytoplasmically transmitted disease of *Ceratocystis ulmi*. *Nature*. 305: 220-223.
- [78]. Engelbrecht C. J., Harrington T. C. & Alfenas A. (2007). *Ceratocystis* wilt of cacao - a disease of increasing importance. *Phytopathology*. 97: 1648-1649.
- [79]. Maguvu T. E., Travadon R., Cantu D. & Trouillas F. P. (2023). Whole genome sequencing and analysis of multiple isolates of *Ceratocystis destructans*, the causal agent of *Ceratocystis* canker of almond in California. *Scientific Reports*. 13: 14873.
- [80]. Keith L. M., Hughes R. F., Sugiyama L. S., Heller W. P., Bushe B. C. & Friday J. B. (2015). First report of *Ceratocystis* wilt on `Ōhi`a (*Metrosideros polymorpha*). *Plant Disease*. 99: 1276.
- [81]. Valdetaro D. C. O. F., Oliveira L. S. S., Guimarães L. M. S., Harrington T. C., Ferreira M. A., Freitas R. G. & Alfenas A. C. (2015). Genetic variation, morphology and pathogenicity of *Ceratocystis fimbriata* on *Hevea brasiliensis* in Brazil. *Tropical Plant Pathology*. 40: 184-192.
- [82]. Barnes I., Fourie A., Wingfield M. J., Harrington T. C., McNew D. L., Sugiyama L. S., Luiz B. C., Heller W. P. & Keith L. M. (2018). New *Ceratocystis* species associated with rapid death of *Metrosideros polymorpha* in Hawaii. *Persoonia-Molecular Phylogeny Evolution of Fungi*. 40: 154-181.
- [83]. Razzaq K., Rehman A., Anjum R., Hanif S. & Sultan A. (2020). First Report of *Ceratocystis manginecans* Causing Siris (*Albizia lebbek*) Wilt in Pakistan. *Plant Disease*. 104: 2738.
- [84]. Eziashi E. I., Uma N. U., Adekunle A. A. & Airede C. E. (2006). Effect of metabolites produced by *Trichoderma* species against *Ceratocystis paradoxa* in culture medium. *African Journal of Biotechnology*. 5: 703-706.
- [85]. Mbenoun M., de Beer Z. W., Wingfield M. J., Wingfield B. D. & Roux J. (2014). Reconsidering species boundaries in the *Ceratocystis paradoxa* complex, including a new species from oil palm and cacao in Cameroon. *Mycologia*. 106: 757-784.
- [86]. Rahman M. A., Begum M. F. & Alam M. F. (2009). Screening of *Trichoderma* isolates as a biological control agent against *Ceratocystis paradoxa* causing pineapple disease of sugarcane. *Mycobiology*. 37: 277-285.
- [87]. Suleman P., Al-Musallam A. & Menezes C. A. (2002). The effect of biofungicide Mycostop on *Ceratocystis radicola*, the causal agent of black scorch on date palm. *BioControl*. 47: 207-216.
- [88]. Jiang Z. R., Morita T., Jikumaru S., Kuroda K., Masuya H. & Kajimura H. (2022). The role of mycangial fungi associated with ambrosia beetles (*Euwallacea interjectus*) in fig wilt disease: Dual inoculation of *Fusarium kuroshium* and *Ceratocystis ficicola* can bring fig saplings to early symptom development. *Microorganisms*. 10: 1912.
- [89]. Redfern D. B., Stoakley J. T., Steele H. & Minter D. W. (1987). Dieback and death of larch caused by *Ceratocystis laricicola* sp. nov. following attack by *Ips cembrae*. *Plant Pathology*. 36: 467-480.
- [90]. Soulioti N., Tsopelas P. & Woodward S. (2015). *Platypus cylindrus*, a vector of *Ceratocystis platani* in *Platanus orientalis* stands in Greece. 45: 367-372.
- [91]. Wingfield M. J., Harrington T. C. & Solheim H. (1997). Two species in the *Ceratocystis coerulescens* complex from conifers in western North America. *Canadian Journal of Botany*. 75: 827-834.