

Zeitschrift: Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany
Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
Band: 56 (2001)
Heft: 1

Artikel: Les oïdiums des pivoines au Jardin botanique de Genève
Autor: Bolay, Adrien
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-879359>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Les oïdiums des pivoines au Jardin botanique de Genève

ADRIEN BOLAY

In memoriam Patricia Geissler

ABSTRACT

BOLAY, A. (2001). Powdery mildews of peony (*Paeonia* sp.) at the Botanical Garden of Geneva (Switzerland). *Candollea* 56: 85-96. In French, French and English abstracts.

Peonies at the Botanical Garden of Geneva are infected by two powdery mildews. The herbaceous species *Paeonia coriacea*, *P. mollis*, *P. officinalis* and *P. wittmanniana* are infected by *Erysiphe paeoniae* R. Y. Zheng & G. Q. Chen. *Paeonia lutea*, a tree-like peony, is infected by another mildew, forming cleistothecia belonging to the genus *Microsphaera* Lév. The anamorph and teleomorph of this second powdery mildew correspond perfectly with *Microsphaera hypophylla* Nevod., a frequent species on oak trees in Geneva.

RÉSUMÉ

BOLAY, A. (2001). Les oïdiums des pivoines au Jardin botanique de Genève (Suisse). *Candollea* 56: 85-96. En français, résumés français et anglais.

Les pivoines du Jardin botanique de Genève sont parasitées par deux oïdiums. Les espèces herbacées: *Paeonia coriacea*, *P. mollis*, *P. officinalis* et *P. wittmanniana* sont attaquées par *Erysiphe paeoniae* R. Y. Zheng & G. Q. Chen. *Paeonia lutea*, une pivoine arborescente, est infectée par un autre oïdium qui forme des cleistothèces du genre *Microsphaera* Lév. L'anamorphe et le téléomorphe de ce deuxième oïdium correspondent parfaitement avec ceux de *Microsphaera hypophylla* Nevod., espèce fréquente sur les chênes indigènes à Genève.

KEW-WORDS: *Paeonia* – *Quercus* – Powdery mildews – *Erysiphe paeonia* – *Microsphaera hypophylla*.

Introduction

Depuis 1994, nous établissons un inventaire des champignons parasites des plantes croissant en pleine terre au Jardin botanique de Genève. Au cours de ce travail, nous avons voué une attention toute particulière à la riche collection de pivoines. Chaque année, elles sont attaquées par une rouille hétéroïque causée par *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. dont l'hôte épicéon, le pin sylvestre, pousse à proximité. Cette Urédinée provoque le dessèchement prématuré du feuillage en fin d'été. En octobre 1998, nous avons constaté que cette rouille était moins virulente que les années précédentes. Par contre, le feuillage, encore indemne, portait les symptômes d'une infection d'oïdium.

L'examen microscopique des organes parasités révéla la présence non pas d'une, mais de deux espèces d'Erysiphacées se distinguant, tant par leur anamorphe que par leur téléomorphe. L'une correspond à *Erysiphe paeoniae* R. Y. Zheng & G. Q. Chen, espèce actuellement largement distribuée dans le monde, sauf en Suisse où elle n'avait jusqu'alors pas encore été identifiée. L'autre espèce possède des cleistothèces contenant plusieurs asques et ornés de fulcres se terminant par 4-6 divisions dichotomiques, caractères qui la rattachent au genre *Microsphaera* Lév. Toutefois, à notre connaissance, aucune espèce de ce genre n'a été décrite, jusqu'à ce jour, sur les pivoines (BRAUN, 1987, 1995). Par conséquent, il s'agit, soit d'une espèce nouvelle, soit de l'adaptation aux pivoines d'une espèce de *Microsphaera* inféodée à un autre hôte. Les caractères morphologiques de ce champignon sont très semblables à ceux de l'un des deux oïdiums parasitant les chênes indigènes: il pourrait donc s'agir de *Microsphaera hypophylla* Nevod., espèce fréquente sur *Quercus petraea* (Matt.) Lieblein et *Q. robur* L. au Jardin botanique.

A la fin des années 90, les nouvelles techniques d'investigation offertes par le microscope à balayage (SEM) et par les analyses génétiques (séquences des acides nucléiques) ont profondément remis en cause les caractères morphologiques utilisés pour distinguer les genres des Erysiphacées. Les travaux anglais de COOK & al. (1997) et de INMAN & al. (2000) au microscope à balayage ont mis en évidence l'importance de l'aspect de la paroi externe des conidies. D'autre part, les analyses génétiques effectuées par SAENZ & TAYLOR (1999) ainsi que par des chercheurs japonais (TAKAMATSU & al., 1998, 1999; MORI & al., 2000) ont démontré que la forme des fulcres ornant les cleistothèces n'est pas un caractère phylogénique fiable. Ces découvertes ont incité COOK & al. (1997), BRAUN (1999) ainsi que BRAUN & TAKAMATSU (2000) à procéder à une importante révision des genres des Erysiphacées: les espèces des genres *Microsphaera* et *Uncinula* sont transférées dans le genre *Erysiphe* tandis que celles du genre *Sphaerotheca* sont incorporées au genre *Podosphaera*. En outre, le genre *Erysiphe*, très hétérogène, est séparé en trois nouveaux genres:

Erysiphe DC. emend. U. Braun & S. Takam.

Anamorphe: *Oidium* subgen. *Pseudoidium* Jacz. Conidies isolées, appressoria lobés.

Neoerysiphe U. Braun

Anamorphe: *Oidium* subgen. *Striatooidium* R. T. A. Cook & al. Conidies en chaîne, paroi externe striée, appressoria lobés.

Golovinomyces (U. Braun) V. P. Gelyuta

Anamorphe: *Oidium* subgen. *Reticuloidium* R. T. A. Cook & al. Conidies en chaîne, paroi externe réticulée, appressoria mamelonnés.

Cette importante révision des Erysiphacées n'apporte pas de changement pour l'espèce *Erysiphe paeoniae*. Par contre, elle place la seconde espèce dans une position taxonomique très inconfortable. En effet, *Microsphaera hypophylla* devrait être transférée dans le genre *Erysiphe*, mais BRAUN & TAKAMATSU (2000) y ont renoncé. Dans une note en page 5, sous *Microsphaera alphitoides* var. *chenii* U. Braun, ces deux auteurs considèrent que la position taxonomique de *M. hypophylla* est incertaine parce que très proche de *M. alphitoides* Griffon & Maubl. ("Notes: The taxonomic positions of *M. hypophylla* Nevodovskij and *M. sinensis* Y. N. Yu, which are very close to *M. alphitoides*, are not yet clear"). Nous sommes donc contraint de maintenir le taxon *Microsphaera hypophylla* jusqu'à ce que la position de cet oïdium soit définitivement fixée.

Erysiphe paeoniae R. Y. Zheng & G. Q. Chen in *Sydowia* 34: 300 (1981)

Synonymes. – *Erysiphe communis* auct. p.p.; *E. polygonii* auct. p.p.; *E. nitida* auct. p.p.; *E. ranunculi* auct. p.p.; *E. communis* f. *paeoniae* Jacz.

Description. – Le champignon développe un mycélium amphigène d'abord diffus, formant ensuite des taches blanchâtres denses d'aspect laineux, occupant peu à peu toute la surface

foliaire et débordant sur les pétioles et les tiges. Les hyphes sont fixés sur l'hôte par des appressoria lobés simples ou par paire (Fig. 1 D).

Les conidiophores, de type *Pseudoidium*, ont une longueur de 30-75 µm. La cellule basale cylindrique, droite, rarement coudée, mesure 10-40 µm de long sur 5-8 µm de diamètre, légèrement constrictionnée à sa base; elle est suivie de une ou deux cellules plus courtes (Fig. 1 A, B).

Les conidiophores ne portent qu'une conidie terminale, hyaline, ellipsoïdale, cylindrique, parfois doliiforme, de 25-40 µm de long sur 10,5-16 µm de large (Fig. 1 C).

Les cleistothèces, dispersés sur les deux faces du limbe et sur les tiges, sont brun-noirâtre, de (70-)90-120 µm de diam. Les cellules de la paroi externe sont irrégulièrement polygonales ou arrondies, de 8-20 µm de diamètre. Les fulcres sont hyalins à légèrement brunâtres, de 3-8 µm de large, généralement non septés, verruqueux, sinueux, avec de fréquentes et irrégulières divisions leur donnant un aspect corallien; ils sont insérés à la face ventrale du cleistothèce, d'une longueur de 0,25 à 1,0 fois le diamètre de l'ascocarpe (fig. 2 E).

Les asques, (3-)4-6(-8) par cleistothèce, pédicellés, mesurent 50-70 × 30-45 µm et contiennent (2-)3-5(-7) ascospores ellipsoïdales, rarement ovoïdes, hyalines, contenant parfois une gouttelette d'aspect huileux, de 18-25 × 10-13,5 µm (Fig. 2 F, G).

Le champignon observé au Jardin botanique de Genève correspond tout à fait aux descriptions et illustrations qu'en donnent ZHENG & CHEN (1981) ainsi que BRAUN (1987, 1995).

Hôtes et répartition. – D'après BRAUN (1987), *Erysiphe paeoniae* parasite de nombreuses espèces du genre *Paeonia*: *P. albiflora*, *P. anomala*, *P. foemina*, *P. japonica*, *P. obovata*, *P. officinalis*, *P. oregon*, *P. peregrina*, *P. romanicum*, *P. vernalis* en Europe, en Asie (Iran, Sibérie, Chine, Japon) et en Australie. En Europe, cet oïdium a été identifié en Allemagne, Autriche, Bulgarie, France, Hongrie, Italie, Pologne, Roumanie, Russie, Tchécoslovaquie et Yougoslavie (BRAUN, 1995).

En Suisse, nous avons récolté le téléomorphe d'*E. paeoniae*, le 27 octobre 1998 au Jardin botanique de Genève sur *P. coriacea* Boiss., *P. coriacea* var. *atlantica* (Cosson) Stern, *P. officinalis* L., *P. officinalis* subsp. *microcarpa* (Boiss. & Reuter) Nyman, *P. wittmanniana* Lindl. et *P. wittmanniana* var. *macrophylla* (Albov) Grossh. Sur *P. mollis* Anderson, l'oïdium n'a formé que son anamorphe.

Erysiphe paeoniae n'est pas réapparu à Genève, ni en 1999, ni en l'an 2000. Nous ne l'avons pas non plus constaté ailleurs en Suisse. Le développement de cet oïdium a probablement été inhibé par les attaques précoces et virulentes de la rouille.

Remarques. – BLUMER (1933) rattache l'oïdium des pivoines à *Erysiphe nitida* (Wallr.) Rabenh., taxon qu'il considère plus tard (BLUMER, 1967) comme synonyme d'*E. ranunculi* Grev. Toutefois, les descriptions et dessins qu'il donne de ce champignon correspondent à l'actuel taxon *E. aquilegiae* DC. et non pas à *E. paeoniae*, remarque confirmée par BRAUN (1995) dans sa note en p. 122. Dans sa publication de 1933, BLUMER ne mentionne nullement la présence en Suisse de l'oïdium des pivoines, que ce soit dans le chapitre 16, p. 229, consacré à *E. nitida* ou dans le registre des plantes hôtes en p. 463. Il n'est cependant pas exclu qu'*E. aquilegiae* puisse occasionnellement parasiter des pivoines ou d'autres hôtes appartenant à diverses familles de Phanérogames. Nous l'avons constaté au Jardin botanique sur une plante de *Swertia perennis* L. (Gentianacée) croissant à côté d'un *Delphinium elatum* L. fortement envahi par *E. aquilegiae*. Chaque année, de 1994 à 2000, l'oïdium du *Delphinium* passe sur le feuillage de *Swertia*, y formant parfois des cleistothèces. A peu de distance du massif des pivoines herbacées, se trouve un groupe d'arbustes du genre *Magnolia*. Sur les feuilles de *M. liliiflora* Desr., nous avons observé en octobre 1998, l'anamorphe et les cleistothèces d'un oïdium morphologiquement identique à ceux d'*E. aquilegiae*.

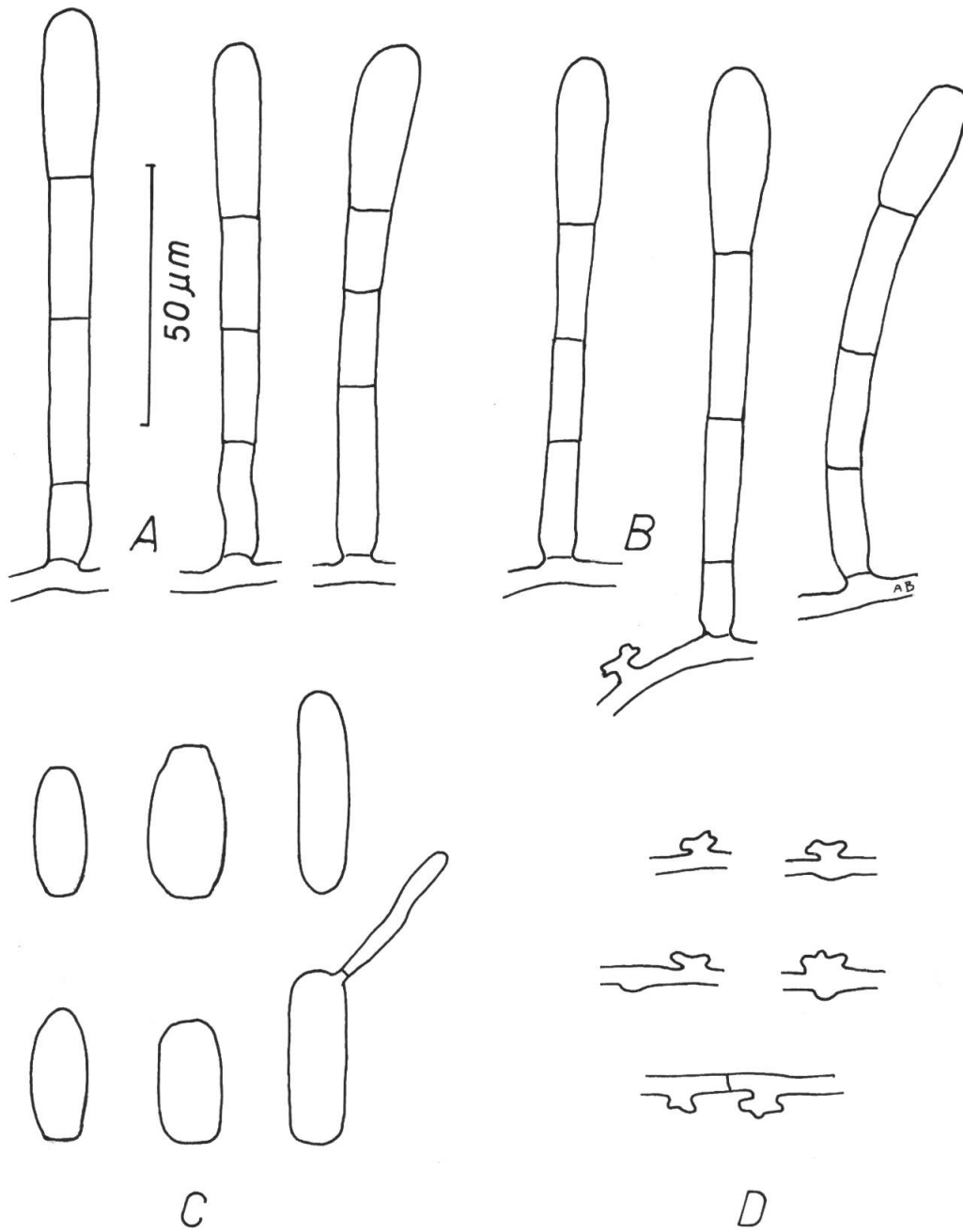


Fig. 1. – Anamorphe d'*Erysiphe paeoniae*. [A, C: *Paeonia mollis*; B: *P. wittmanniana*, Genève, Jardin botanique, 27-10-1998]. A, B: conidiophores; C: conidies; D: appressoria.

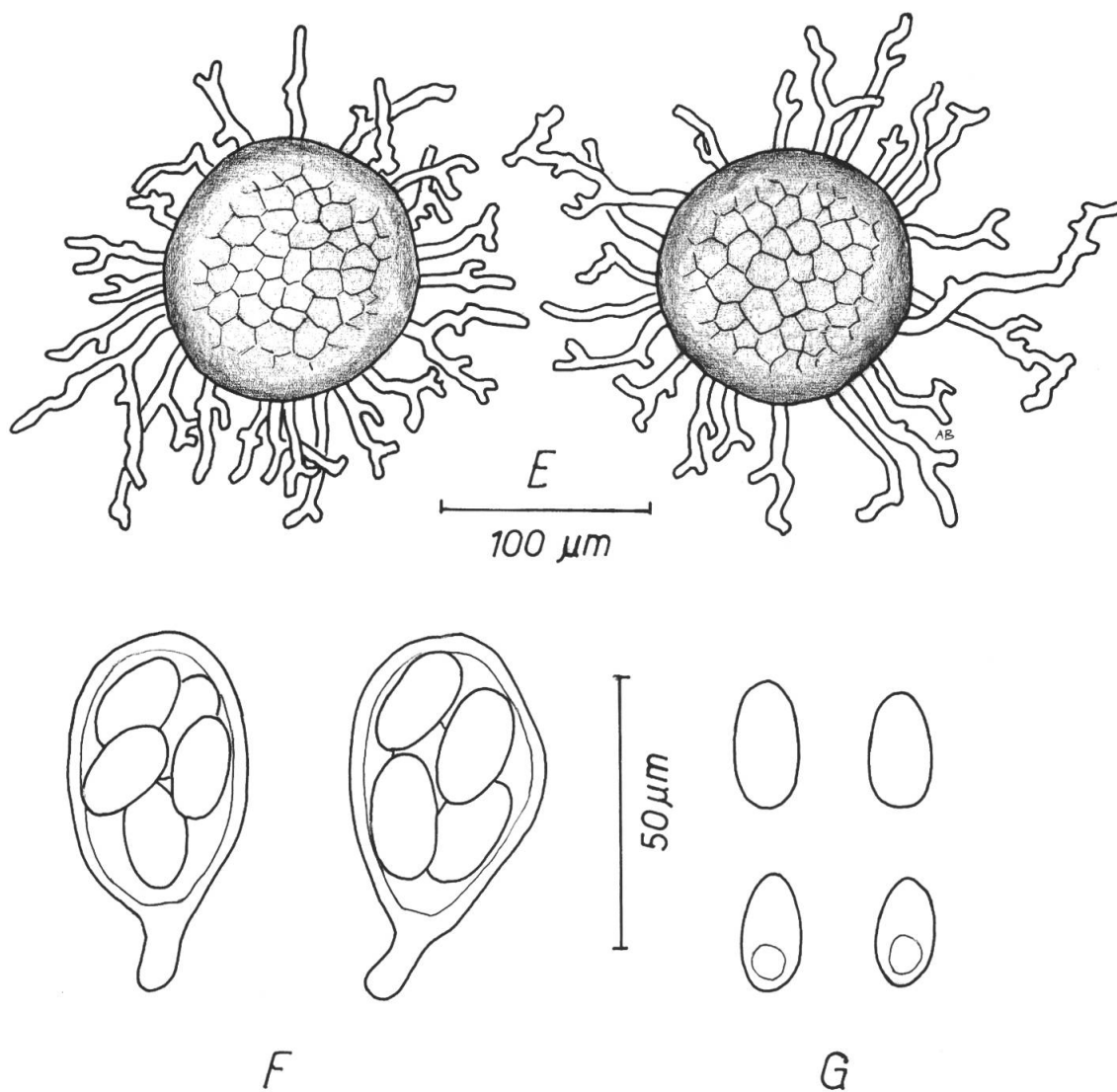


Fig. 2. – Téléomorphe d'*Erysiphe paeoniae*. [*Paeonia officinalis*, Genève, Jardin botanique, 27-10-1998]. **E**: cleistothèces; **F**: asques; **G**: ascospores.

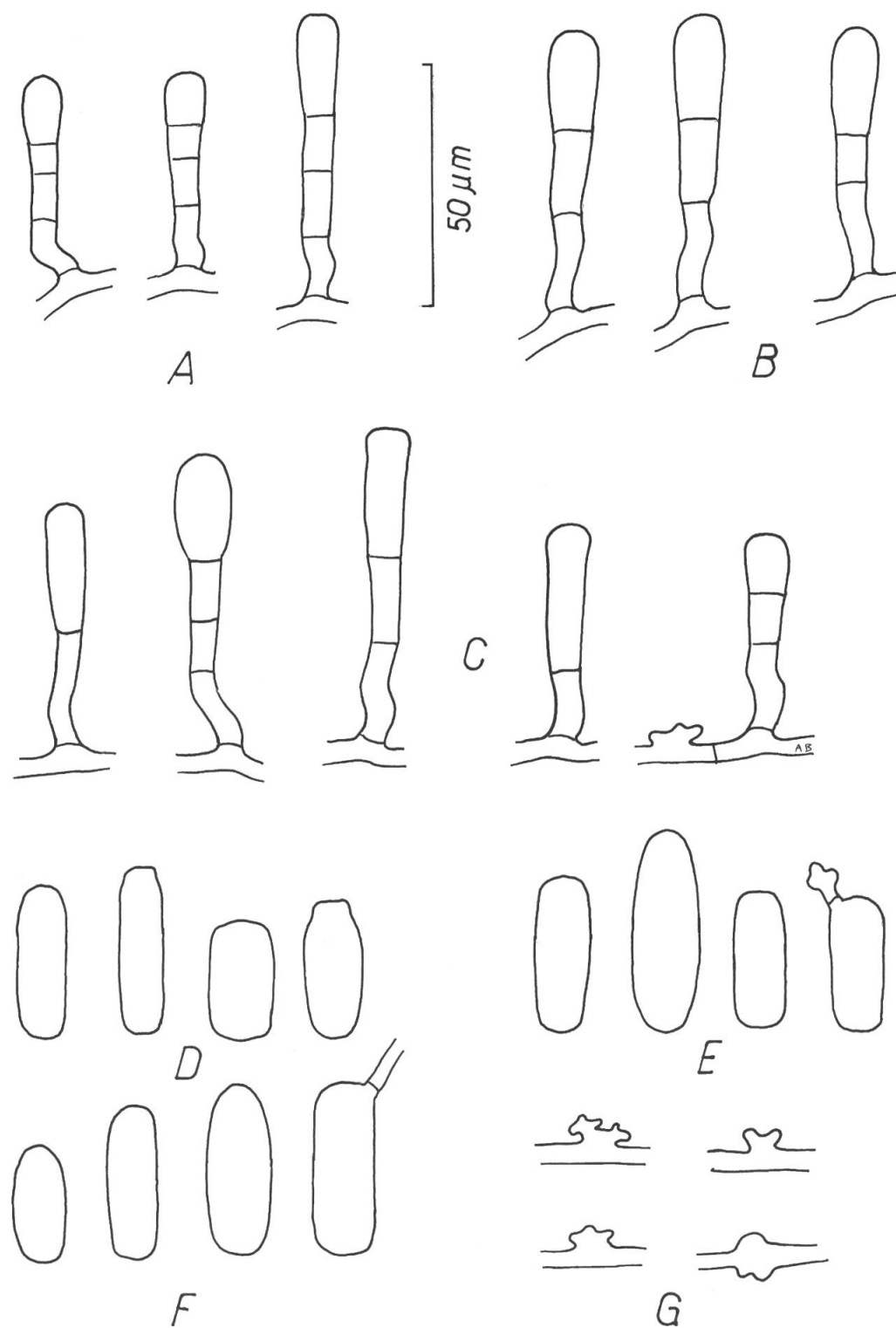


Fig. 3. – Anamorphe du *Microsphaera* des pivoines. [*Paeonia lutea* var. *ludlowii*, Jardin botanique de Genève, **A, D**: 4-10-2000, **B, F**: 24-10-2000; *P. lutea*, Montreux, **C, E**: 13-9-2000]. **A-C**: conidiophores; **D-F**: conidies; **G**: appressoria.

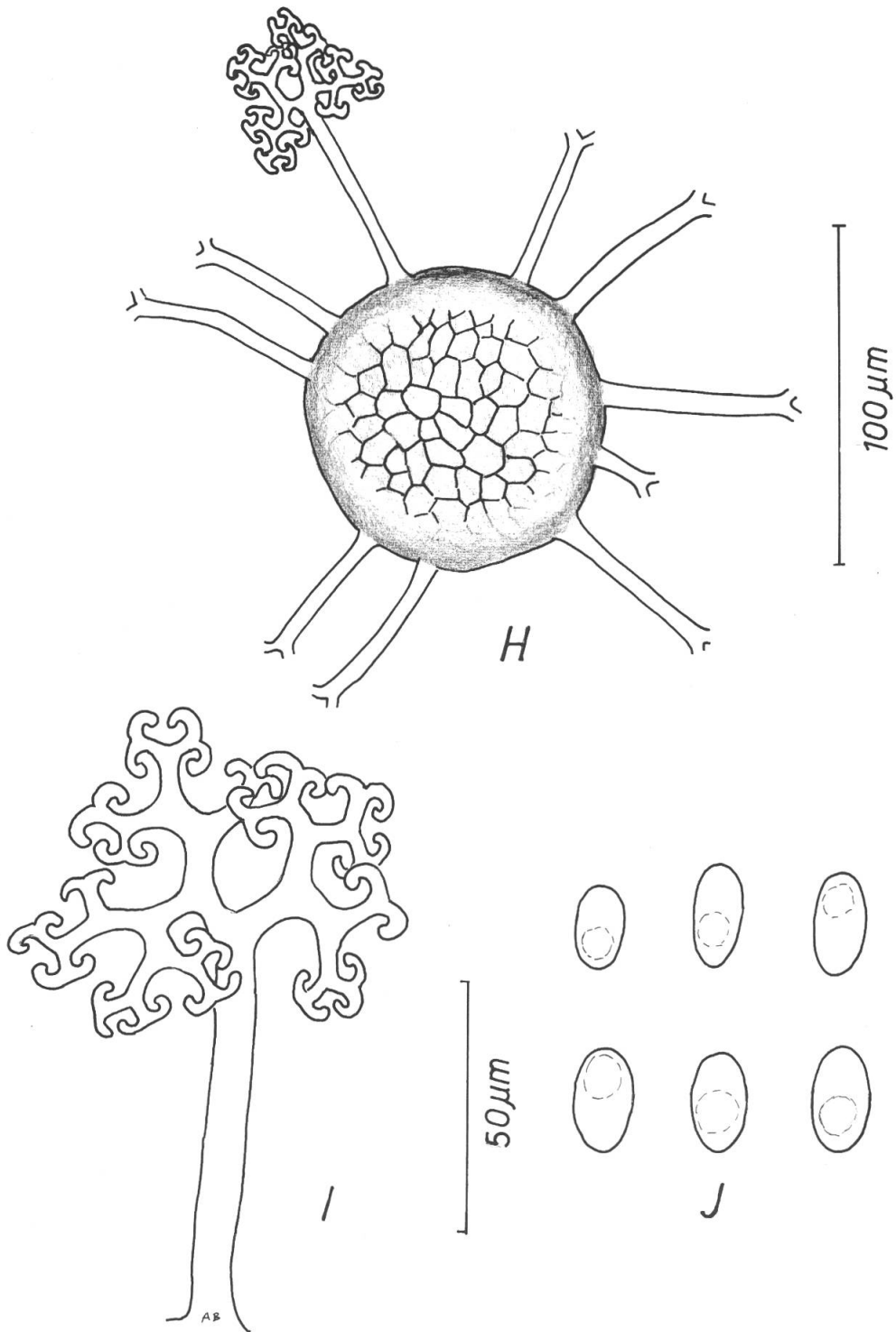


Fig. 4. – Téléomorphe du *Microsphaera* des pivoines. [*Paeonia lutea* var. *ludlowii*, Genève, Jardin botanique, 7-11-2000].
H: cleistothèce; **I:** fulcre avec 5-6 divisions dichotomiques; **J:** ascospores.

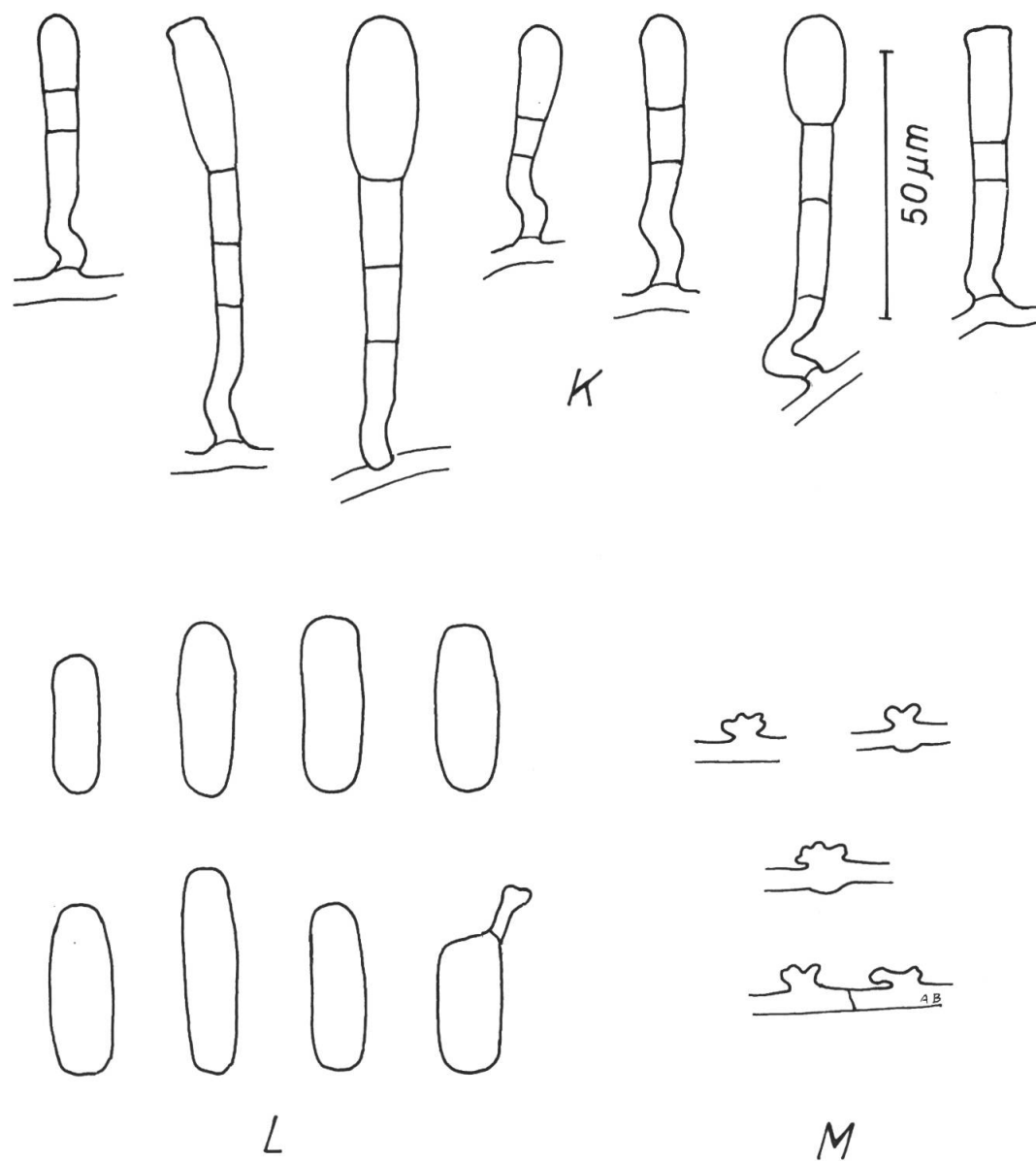


Fig. 5. – Anamorphe de *Microsphaera hypophylla*. [*Quercus robur*, Genève, Jardin botanique, 21-10-1997]. **K**: conidio-
phores; **L**: conidies; **M**: appressoria.

Microsphaera sp. sur *Paeonia* spp.

Description. – Le champignon développe un mycélium amphigène diffus, peu apparent sur le feuillage; il est rare sur les pétioles et les tiges. Les organes parasités ne sont pas déformés. Les appressoria sont lobés à multilobés, isolés ou appariés (Fig. 3 G).

Les conidiophores sont de type *Pseudoidium*, courts, de 40-60 µm. La cellule basale érigée, flexueuse, rarement droite, mesure de 15-30 µm de long sur 6-8 µm de large, non constrictionnée à sa base; elle est suivie de une ou deux autres cellules plus courtes ou d'égale longueur (Fig. 3 A, B, C).

Les conidies, isolées à l'extrémité du conidiophore, sont cylindriques, ellipsoïdales ou ovoïdes, de (20-)25-39 × (8-)10-14,5 µm. Le tube germinatif prend naissance à l'apex de la conidie et se termine par un appressorium lobé (Fig. 3 D, E, F).

Les cleistothèces sont dispersés ou en petits groupes, amphigènes, brun-noirâtre, de 90-110(-125) µm de diamètre. Les cellules de la paroi externe sont polygonales ou arrondies, de 10-20 µm de diamètre. Les fulcres, de 2 à 20 par cleistothèce, insérés en position équatoriale, sont hyalins, non septés, de 6-8 µm de large et d'une longueur égale à 0,7-1,3 fois le diamètre de l'ascocarpe: ils se terminent par 4-6(-8) divisions dichotomiques généralement régulières; l'apex est recourbé en crosse à maturité (Fig. 4 H, I).

En dépit de nombreux examens au microscope, il ne nous a pas été possible d'observer des asques. Lorsqu'on écrase la préparation, les cleistothèces laissent échapper de 20 à 40 ascospores, mais jamais d'asques. En tenant compte du nombre des ascospores sortant d'une fructification, on peut estimer qu'il correspond à 3-6 asques renfermant 6-8 ascospores. Celles-ci sont ovoïdes à ellipsoïdales, hyalines avec une grosse gouttelette d'aspect huileux et mesurent 17,5-25 × 7,0-12,5 µm (Fig. 4 J).

La présence de cleistothèces, à divers stades de maturité, indique qu'ils se sont bien formés à partir du mycélium développé sur les pivoines et qu'ils n'y ont pas été transportés par le vent qui les aurait détachés d'un autre hôte, comme c'est souvent le cas avec *Phyllactinis guttata* (Wallr.: Fr.) Lév.

Hôtes et répartition. –

Paeonia lutea var. *ludlowii* Stern & G. Taylor

Genève, Jardin botanique, à proximité de l'entrée, Place A. Thomas.

27-10-1998; 27-10-1999; 4, 24-10-2000; 7-11-2000.

Durant les trois années, le champignon est apparu sur le même buisson, en formant ses cleistothèces en fin d'octobre.

Paeonia lutea Franch.

Montreux, VD, Promenade au bord du lac, près du Palace-Hôtel.

13-9-2000.

Seul l'anamorphe était présent sur plusieurs buissons.

Paeonia californica Torr. & A. Gray

Genève, Jardin botanique.

26-8-1996.

L'oïdium ne s'est manifesté qu'une fois et de manière très discrète. Les quelques rares conidies et conidiophores observés se rapportent davantage à l'anamorphe du *Microsphaera* qu'à celui d'*Erysiphe paeoniae*. En l'absence de cleistothèces, l'identification de cet oïdium reste incertaine.

Identification. – Dans sa monographie des *Erysiphales* du monde entier, BRAUN (1987) ne répertorie que deux oïdiums parasites des pivoines: *Podosphaera paeoniae* (Z. Y. Zhao)

U. Braun & S. Takam. (\equiv *Sphaerotheca paeoniae* Z. Y. Zhao) et *Erysiphe paeoniae*. La première est une espèce asiatique, se distinguant facilement du *Microsphaera* des pivoines par ses cleistothèces ne contenant qu'un seul asque et par ses conidiophores de type *Euoidium*. Quant à la deuxième espèce, elle est décrite et illustrée dans le présent travail.

Avant de créer un nouveau taxon pour désigner cet oïdium, nous avons recherché à quelle espèce, déjà connue, notre champignon pourrait s'identifier. Nous avons alors été très surpris par son étroite ressemblance avec *Microsphaera hypophylla* (= *M. silvatica* Vlasov), l'un des deux oïdiums des chênes d'Europe centrale: *Quercus petraea* et *Q. robur*. Les caractères morphologiques de *M. hypophylla* sont comparés à ceux du *Microsphaera* des pivoines au tableau 1.

Tableau 1. – Comparaison des caractères morphologiques du <i>Microsphaera</i> des pivoines et de <i>M. hypophylla</i> Nevod.		
	<i>Microsphaera hypophylla</i>	<i>Microsphaera</i> des pivoines
Hôtes	<i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i>	<i>Paeonia lutea</i>
Mycélium	amphigène, surtout hypophylle, diffus, peu visible	amphigène, surtout hypophylle, diffus, peu visible
Appressoria	lobés, multilobés	lobés, multilobés
Conidiophores	<i>Pseudoidium</i> très rares, non décrits	<i>Pseudoidium</i> rares
Cellule basale	flexueuse 20-28 \times 7,5 μ m	flexueuse 15-30 \times 6-7 μ m
Autres cellules	1-2	1-2
Conidies	solitaires, cylindriques, ellipsoïdales 25-42 \times 12-21 μ m	solitaires, cylindriques, ellipsoïdales-ovoïdes 25-39 \times 10-14,5 μ m
Cleistothèces	amphigènes, surtout hypophylles, abondants, dispersés à grégaires	amphigènes, surtout hypophylles, peu nombreux, dispersés à grégaires
Diamètre	80-110(-140) μ m	90-110(-125) μ m
Fulcres	10-30 par cleistothèce	2-20 par cleistothèce
Largeur	7-11 μ m	6-8 μ m
Longueur	(0,75-)-1-1,5(-2) fois le diamètre du cleistothèce	0,7-1,3 fois le diamètre du cleistothèce
Insertion	équatoriale	équatoriale
Divisions dichotomiques	4-8	4-6(-8)
Asques	(3-)-4-6	non observés
Ascospores	6-8 par asque ellipsoïdales-ovoïdes 14-26 \times 10-14 μ m	nombre non observé ellipsoïdales-ovoïdes 17,5 – 25 \times 7-12,5 μ m

La lecture du tableau 1 et l'examen des figures 3, 4 et 5 montrent qu'il n'y a pas de différences notables entre le *Microsphaera* des chênes et celui des pivoines. Les valeurs des mensurations des organes du champignon des pivoines sont comprises dans les limites des variations de celles données pour *M. hypophylla* par CRUCHET (1962), BLUMER (1967) et BRAUN (1995). Il est vrai que nos mesures sont peu nombreuses car nous ne disposons que de trois années de récoltes sur un seul hôte croissant dans deux localités. Les cleistothèces sur les pivoines sont beaucoup moins nombreuses que sur les feuilles des chênes et l'anamorphe est tout aussi difficile à observer sur le premier hôte que sur le second.

En Suisse, l'oïdium des chênes est actuellement causé par *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. (\equiv *Microsphaera alphitoides*) et par *M. hypophylla*. Les deux espèces sont très proches et ne se distinguent que par la nature des dégâts qu'elles occasionnent à l'hôte et par la forme et les dimensions des conidies. Certains auteurs, cités par BRAUN (1995), estiment même que la seconde espèce n'est qu'un synonyme de la première.

Microsphaera hypophylla, venant de l'Est, est parvenu dans notre pays après la dernière guerre mondiale. Cet oïdium est identifié en Suisse alémanique en 1947 (BLUMER, 1948, 1967) et en Suisse romande, dès 1953 (CRUCHET, 1962). Il est maintenant largement répandu dans l'ensemble du territoire helvétique sur *Quercus petraea* et *Q. robur*.

BOESEWINKEL (1978) signale une infection d'*E. alphitoides* sur un buisson de *Cotinus coggygia* Scop. (Anacardiaceae) en Nouvelle-Zélande. Il y a donc déjà un exemple du passage de l'oïdium du chêne sur un autre hôte. Dans les conditions suisses, on pourrait admettre que les chênes sont les hôtes habituels de *M. hypophylla* et que les pivoines sont ses hôtes occasionnels.

Sur la base de nos connaissances actuelles et jusqu'à ce que des analyses génétiques nous démontrent le contraire, nous considérons que l'oïdium présent sur *Paeonia lutea* à Genève et à Montreux appartient à l'espèce *Microsphaera hypophylla*.

Par la présente note, nous espérons attirer l'attention des biochimistes pour qu'ils entreprennent des analyses génétiques pour déterminer les degrés de parenté entre *M. hypophylla* et le *Microsphaera* des pivoines, d'une part, et entre *M. hypophylla* et *E. alphitoides*, d'autre part. Les échantillons récoltés au Jardin botanique de Genève et à Montreux sont déposés à l'herbier G et sont à la disposition des chercheurs disposés à entreprendre ces analyses.

REMERCIEMENTS

Nous remercions très sincèrement le professeur Rodolphe Spichiger, directeur des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève ainsi que M^{me} Patricia Geissler et M. Philippe Clerc, conservateurs, de même que toute l'équipe des jardiniers pour leur accueil chaleureux et pour leur précieuse aide. Notre gratitude s'adresse encore à notre ancien collègue de la Station agronomique de Changins sur Nyon, M. O. Viret, pour la correction du manuscrit et la rédaction du résumé anglais.

BIBLIOGRAPHIE

- BLUMER, S. (1933). Die Erysiphaceen Mitteleuropas unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. *Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz* 7(1).
- BLUMER, S. (1948). Beiträge zur Kenntnis der Erysiphaceen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 58: 61-68.
- BLUMER, S. (1967). *Echte Mehltaupilze (Erysiphaceae). Ein Bestimmungsbuch für die in Europa vorkommende Arten.* G. Fischer Verlag, Jena, 436 p.
- BOESEWINKEL, H. J. (1979). Observations on the host range of powdery mildews. *Phytopathol. Z.* 94: 241-248.
- BRAUN, U. (1987). A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). *Beih. Nova Hedwigia, Suppl.* 89.
- BRAUN, U. (1995). *The powdery mildews (Erysiphales) of Europe.* G. Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York, 335 p.
- BRAUN, U. (1999). Some critical notes on the classification and the generic concept of the Erysiphaceae. *Schlechtendalia* 3: 48-54.
- BRAUN, U. & S. TAKAMATSU (2000). Phylogeny of Erysiphe, Microsphaera, Uncinula, (Erysiphaceae) and Cystotheca, Podosphaera, Sphaerotheca (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences – some taxonomic consequences. *Schlechtendalia* 4: 1-33.
- COOK, R. T. A., A. J. INMAN & C. BILLINGS (1997). Identification and classification of powdery mildew anamorphs using light and scanning electron microscopy and host range data. *Mycol. Res.* 101: 975-1002.
- CRUCHET, P. (1962). Présence en Suisse d'une Erysiphacée sur les chênes. *Microsphaera hypophylla* Nevodovskij (*Microsphaera silvatica* Vlasov). *Bull. Soc. Bot. Suisse* 72: 122-131.
- INMAN, A. J., R. T. A. COOK & P. A. BEALES (2000). A contribution to the identity of Rhododendron Powdery Mildew in Europe. *J. Phytopathol.* 147: 17-27.
- MORI, Y., Y. SATO & S. TAKAMATSU (2000). Evolutionary analysis of the powdery mildew fungi using nucleotide sequences of the nuclear ribosomal DNA. *Mycologia* 92: 74-93.

- SAENZ, G. S. & J. W. TAYLOR (1999). Phylogeny of the Erysiphales (powdery mildews) inferred from internal transcribed spacer ribosomal DNA sequences. *Canad. J. Bot.* 77: 150-168.
- TAKAMATSU, S., T. HIRATA & Y. SATO (1998). Phylogenetic analysis and predicted secondary structures of the rDNA internal transcribed spacers of the powdery mildew fungi (Erysiphaceae). *Mycoscience* 39: 441-453.
- TAKAMATSU, S., T. HIRATA, Y. SATO & Y. NOMURA (1999). Phylogenetic relationships of *Microsphaera* and *Erysiphe* section *Erysiphe* (powdery mildews) inferred from the rDNA ITS sequences. *Mycoscience* 40: 259-268.
- ZHENG, R.-Y. & G. Q. CHEN (1981). The genus *Erysiphe* in China. *Sydowia* 34: 214-327.