

**Studien an lichenicolen Pilzen und Flechten VIII**  
***Perigrapha*, eine neue Ascomycetengattung für**  
**“*Melanotheca*” *superveniens* Nyl. (Arthoniales)**

von

Josef Hafellner

Institut für Botanik, Karl-Franzenz-Universität Graz  
Holteigasse 6, A-8010 Graz, Austria

Mit 9 Abbildungen

Hafellner, J. (1996): Studien an lichenicolen Pilzen und Flechten VIII. *Perigrapha*, eine neue Ascomycetengattung für “*Melanotheca*” *superveniens* Nyl. (Arthoniales). - Nova Hedwigia 63: 173-181.

**Zusammenfassung:** *Melanotheca superveniens* Nyl., ein lichenicoler Ascomycet auf *Parmelia* s. str., wird als Vertreter der Arthoniales erkannt. Für die Art wird die neue Gattung *Perigrapha* Hafellner (Opegraphaceae) beschrieben. Als charakteristisch für die Gattung werden die perithecioiden Carpocentren und die geschwänzten Ascosporen erachtet. Die Bedeutung des Auftretens mehrerer auf *Parmelia* s. str. beschränkter, lichenicolen Pilzen für die Systematik der Wirte wird kurz diskutiert.

**Summary:** *Melanotheca superveniens* Nyl., a lichenicolous ascomycete on *Parmelia* s. str. is recognized as a member of Arthoniales. The new genus *Perigrapha* Hafellner (Opegraphaceae) is described for it, characterized by complex ascomata with perithecioid carpocentres and caudate ascospores. The importance of several lichenicolous fungi restricted to *Parmelia* s. str. for the taxonomy of *Parmelia* coll. is shortly discussed.

**Key words:** Arthoniales, Ascomycotina, Opegraphaceae, *Perigrapha* gen. nov., *Parmelia* s. str., lichenicolous fungi, taxonomy.

## 1. Einleitung

Die Gattung *Melanotheca* wurde von Fée (1837) beschrieben und ist auf *Melanotheca achariana* Fée, heute bekannt als *Melanotheca anomala* (Ach.) A. Massal., gegründet. Die Gattung gilt als Vertreter der Pyrenulales beziehungsweise Melanomatales und wird in dieser Ordnung den Pyrenulaceae (Harris 1986: 57) zugerechnet oder sogar mit *Pyrenula* vereinigt (Harris 1989: 82, Eriksson & Hawksworth 1993: 106). Eines der die Gattung *Melanotheca* definierenden Merkmale ist, daß die Ascomata in Pseudostromata zusammengefaßt sind, die nach den Beobachtungen von Harris (1989: 76) aus lateraler Fusion von Einzelfruchtkörpern entstehen.

VII in Nova Hedwigia 48: 357-370 (1989).

0029-5035/96/0063-0173 \$2.25  
© 1996 J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger  
Verlagsbuchhandlung, D-14129 Berlin · D-70176 Stuttgart

In die Gattung *Melanotheca* hat Nylander (1864) eine lichenicole Art gestellt, *Melanotheca superveniens* Nyl., die aber nach unseren Untersuchungen nicht zu den Pyrenulales sondern zu den Arthoniales (Opegraphaceae) gehört. In den Opegraphaceae steht sie aber so isoliert, daß für diese Art hier eine neue Gattung beschrieben wird.

## 2. Material und Methode

Die Merkmale wurden an den bei Zimmertemperatur getrockneten, weiter unten zitierten Herbarbelegen ermittelt. Äußere morphologische Merkmale wurden mit einer Stereolupe (WILD M3, 6,4× - 40×), anatomische Merkmale des Thallus und der Ascomata wurden mit einem binokularen Hellfeld-Lichtmikroskop (REICHERT POLYVAR, 40× - 1000×) mit Photoautomat, Zeichen- und Polarisations-einrichtung, teils im Hellfeld, teils im Interferenzkontrast untersucht. Schnitte wurden grundsätzlich mit einem Gefriermikrotom (LEITZ, Schnittdicke 12-15 µm) hergestellt; für Ascusstrukturuntersuchungen war allenfalls noch ein Quetschen notwendig. Als Einschlußmedium diente in der Regel Leitungswasser, für spezielle Fragestellungen wurden die Schnitte in Lactophenol-Baumwollblau (MERCK 13741) vorbehandelt. Die Sporen von *Parmelia sulcata* wurden nach dem Studium in Wasser mit wässrigem Natriumhypochlorit behandelt.

Amyloidreaktionen im Hymenium wurden mit Lugol-Lösung (MERCK 9261) hervorgerufen und progressiv beobachtet. Wenn nicht anders angegeben, wurden die Schnitte nicht mit Kalilauge vorbehandelt.

Meßwerte wurden an Präparaten in Leitungswasser ermittelt.

## 3. Ergebnisse

### **Perigrapha Hafellner gen. nov.**

Genus novum ad Opegraphaceas pertinet. Fungi lichenicoli. Ascomata cum carpocentris perithecioideis in pseudostromata nigra aggregatis. Ascosporae caudis ex strato perisporico formato munitae. Differt a genere *Plectocarpum* carpocentris perithecioideis et ascosporis caudatis.

Species holotypica adhuc unica: *Perigrapha superveniens* (Nyl.) Hafellner

### **Perigrapha superveniens (Nyl.) Hafellner comb. nov.**

Bas.: *Melanotheca superveniens* Nylander, Flora 47: 358 (1864).

Syn.: *Metasphaeria* (subg. *Sagediopsis*) *superveniens* (Nyl.) Sacc. & D. Sacc., Syll. Fung. 17: 706 (1905).

Typus: "Supra thallum *Parmeliae sulcatae* Tayl. prope Brest (Crouan)". (H-Nyl. 4361 - Holotypus)!

Icon.: Abb. 1-7 in dieser Arbeit; die von Keissler (1930: 483, Fig. 91) publizierte Habituszeichnung von *Metasphaeria superveniens* zeigt einen anderen lichenicolen Pilz, dessen Anatomie von Bachmann (1929: 469-476) sehr genau untersucht wurde.

Exs.: Santesson, Fungi lichenicoli exs. no. adhuc ined.

Lichenicol, nach dem Stand der Kenntnisse auf *Parmelia* str. (*P. sulcata*) beschränkt, cecidogen (der Pilz induziert eine Umwallung der zusammengesetzten Ascomata mit einem Lagerrand); vegetative Hyphen das Wirtslager durchsetzend, hyalin, von Hyphen der *Parmelia* nicht deutlich unterschieden. Ascomata oberflächlich schwarz, mit meist 5-10 leicht eingedrückten, punktförmigen Mündungen, von ei-

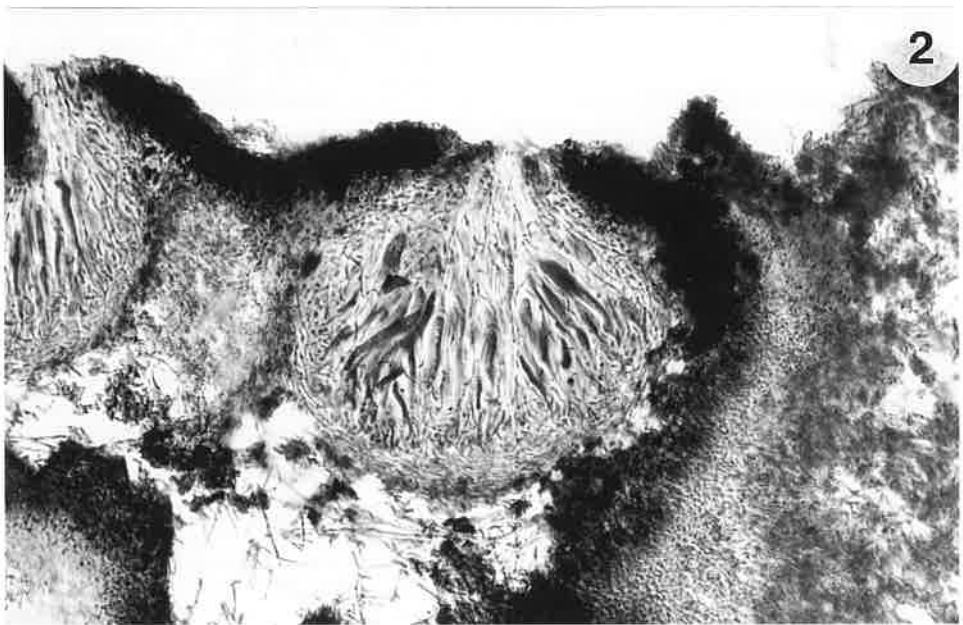
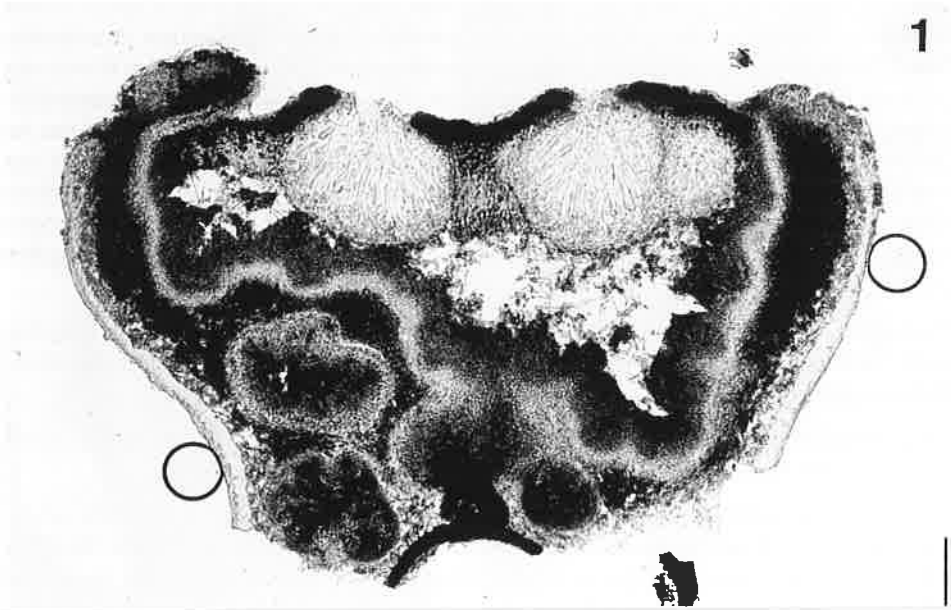


Abb. 1-2. *Perigrapha superveniens* (hb. Hafellner 23380). 1 Längsschnitt durch eine vom Lager der Wirtsflechte umwallte Carpozentrenguppe (Hellfeld, Medium: Wasser, Maßstrich = 100  $\mu\text{m}$ . 2 Längsschnitt durch ein randständiges Carpozentrum (Hellfeld, Medium: Lactophenol-Baumwollblau, Maßstrich = 50  $\mu\text{m}$ .

nem Kragen des Wirtslagers umgeben, oft diese komplexen Ascomata selbst wieder in kleinen Gruppen, diese Komplexe wie gehäufte, kleine lecanorine Apothecien dem Wirtslager aufsitzend, bis 1,5 mm im Durchmesser. Lagerkragen des Wirtes mit intakten Algen. Carpocentren perithecioid, zu mehreren (meist 5-10) in stromaähnlichen Geflechten zusammengefaßt, einzelne Carpocentren um 200 bis 300  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, Deckschicht mit granulärem, braunem Pigment, Gehäuse basal aus wenigen Lagen bräunlicher, intrikater Hyphen, unmittelbar unter den Carpocentren oft ein sehr lockeres Geflecht wenig pigmentierter Hyphen, Carpocentrenguppen außen von brauner, kleinzelliger, in Lappen ausgezogener Hüllschicht umgeben (Abb. 1, 2).

Hamathecium aus locker netzigen Paraphysoiden, ca. 2  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, apikal nicht verdickt und die allermeisten nicht pigmentiert (nur die direkt in die Mündungsregion ragenden etwas bräunlich).

Asci arthonial, vom *Opegrapha*-Typ, leicht keulig bis zylindrisch, 80-100  $\times$  12-15  $\mu\text{m}$  groß, mit 8, 6 oder 4 Sporen (Abb. 3-4).

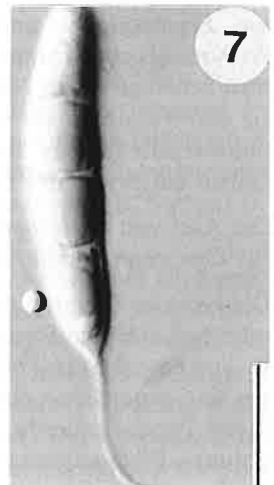
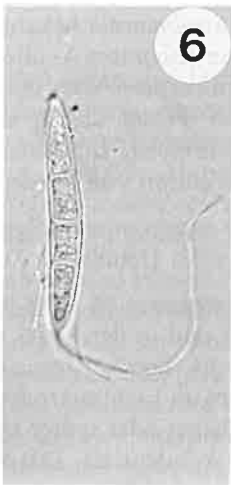
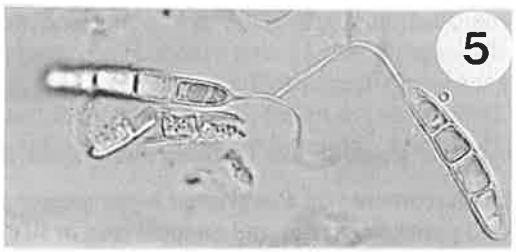
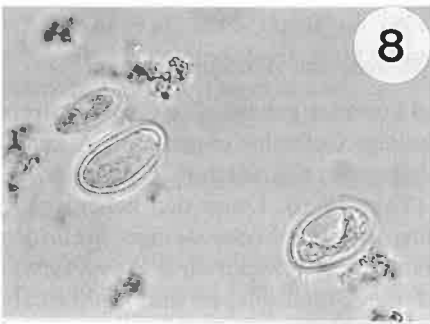
Ascosporen schlank spindelförmig, mit 3 Septen, von einem dünnen Perispor umgeben, das an der Oberfläche rasch zu einer feinkörnigen, bleibend blassen Skulptur kondensiert, Perispor an einem Ende (dieses im Ascus meist basal) zu einem schwanzartigen Fortsatz ausgezogen, Sporen (ohne Fortsatz) 30-35  $\times$  4,5-6  $\mu\text{m}$  groß, der Fortsatz bis 50  $\mu\text{m}$  lang und um 1  $\mu\text{m}$  dick und auch dieser schließlich skulptiert (Abb. 5-7).

Pyknidien nicht beobachtet.

Reaktionen: Braunes Pigment der Ascomatadeckschicht K + rußig-schwärzlich, die die Carpocentren durchsetzende Ascomagallerte hemiamyloid, K > J + blau, innerer Anteil des Endoascus apical mit kleiner Ringstruktur, dieser Anteil der Wand etwa 15-25  $\mu\text{m}$  herablaufend und der Ring hemiamyloid, K > J + blau.

Wirte: *Parmelia sulcata* (Thallus); nach Clauzade & al. (1989: 53) "auf verschiedenen *Parmelia*-Arten und *Xanthoria parietina*". Diese Angaben dürften auf Keissler (1930: 485) zurückgehen, der neben Arten der *Parmelia saxatilis*-Gruppe auch *Xanthoparmelia conspersa* und *Xanthoria parietina* als Wirte nennt. Dabei handelt es sich aber offenbar um Falschbestimmungen von Proben, die Bachmann an Keissler zur Bestimmung gesandt hatte, denn die Habitus-Federzeichnung (Keissler 1930: 483, Fig. 91) zeigt sicher nicht *Perigrapha superveniens*.

Abb. 3-7. *Perigrapha superveniens* (hb. Hafellner 23380). 3 Asci in verschiedenen Reifestadien: Ascus im Bildzentrum mit apikal hellblau gefärbter innerer Endoascuswandschicht (Hellfeld, Medium: Lugol nach Vorgehandlung mit K, Maßstrich auf Abb. 4 = 10  $\mu\text{m}$ ). 4 schiefe Aufsicht auf Hymenium, innere Wandschichten der Endoasci apikal gefärbt und Ringstrukturen bildend (Hellfeld, Medium: Lugol nach Vorgehandlung mit K, Maßstrich = 10  $\mu\text{m}$ ). 5, 6 reife Ascospores mit schwanzartig ausgezogenen Perisporbildungen (Hellfeld, Medium: Wasser, Maßstrich auf Abb. 4 = 10  $\mu\text{m}$ ). 7 reife Ascospore mit proximalem Abschnitt des schwanzartig verlängerten Perispor (Interferenzkontrast, Medium: Wasser, Maßstrich = 10  $\mu\text{m}$ ). Abb. 8 *Parmelia sulcata*. Ascosporen (Hellfeld, Medium: Wasser, Maßstrich auf Abb. 4 = 10  $\mu\text{m}$ , Probennachweis: Österreich, Steiermark, Gesäuse, hb. Hafellner 11930). Abb. 9 *Parmelia saxatilis*: Ascosporen (Interferenzkontrast, Medium: Wasser, Maßstrich auf Abb. 4 = 10  $\mu\text{m}$ , Probennachweis: Italien, Trentino, Val di Moena, hb. Hafellner 2533).



Bisher bekannte Verbreitung: Europa (Frankreich), Afrika (Makaronesische Inselwelt: Madeira); offenbar selten, nach unserem Wissen keine weiteren rezenten Funde, nicht enthalten in den Sippenkatalogen von Großbritannien (Cannon & al. 1985), Schweden und Norwegen (Santesson 1993), Österreich (Türk & Poelt 1993), Deutschland (Wirth 1994), Katalonien (Navarro-Rosinés & al. 1994). Die Angaben aus Deutschland auf *Xanthoparmelia conspersa* und *Xanthoria parietina* — beide bestimmt von Keissler — (Bachmann 1929: 469-481, Keissler 1930: 485) beziehen sich auf andere lichenicole Pilze.

Gesehene Belege (alle auf *Parmelia sulcata*):

Europa

Frankreich: Bretagne, nahe Brest, leg. Crouan (H-Nyl. 4361 - Holotypus). - Ohne Fundort und Sammler (H-Nyl. 4364).

Afrika

Makaronesische Inselwelt: Madeira, an der Straße von Camacha nach Poiso, sanft geneigter, nach SE offener Taleinschnitt kurz unterhalb Carreiras, ca. 890 m, 32°40'30''N/16°52'W; lockerer Eichen-Kastanienwald; an Zweigen einer umgestürzten *Quercus*, 12. Feb. 1990, leg. J. H. no. 23380 & A. Hafellner (Hafellner, Kalb sowie in den Herbarien, die das Exsikkat Santesson, Fungi Lichenicoli exs. erhalten).

## 4. Diskussion

### 4.1. Die Position der Gattung *Perigrapha* im System der Arthoniales

Die Ascomata von *Perigrapha superveniens* sind komplex gebaut. Die Carpocentren sind perithezienartig und zu mehreren in stromaartige Geflechte eingesenkt. Ähnlich gebaute Ascomata sind bei den lichenisierten Gattungen *Chiodecton*, *Dichosporidium*, *Erythrodictyon* und *Streimannia* bekannt (Thor 1990). Unter den lichenicolen Arthoniales sind komplexe Ascomata — allerdings mit mehr oder weniger lirelliformen Scheiben — für *Plectocarpon*-Arten charakteristisch (Diederich & Etayo 1994). In der Terminologie von Tehler (1990) sind die Fruchtkörper mit multiascalpluricarpocentral zu beschreiben. Ihr Auftreten in kleinen Gruppen in einzelnen Gallen entspricht der Definition von Synascomata.

Die Asci von *Perigrapha superveniens* zeigen alle von Torrente-Paños (1987: 164) für *Opegrapha* beschriebenen Details im Aufbau der Ascuswand.

Die typische Opegraphaceenspore ist 3- bis mehrfachseptiert, ellipsoidisch, spindel- oder fast stäbchenförmig und in der Regel über der Mitte am breitesten (vergl. z. B. Torrente & Egea 1989: 41, Fig. 8, Anm.: Tafel auf dem Kopf stehend!). Die Sporen sind generell mit einem im Lichtmikroskop erkennbaren Perispor umgeben, das in der Jugend gallertig, früher oder später aber oft zu blaß bräunlichen bis dunkelbraunen Pigmentgranula kondensiert. Das Perispor ist bei den allermeisten Arten rundum gleich mächtig, nur bei *Bactrospora patellarioides* und *Roccella fimbriata*

haben Letrouit-Gallinou & al. (1994: 397) auf die Sporenden beschränkte Perisporbildungen gefunden. Ungewöhnliche Sporenformen arthonialer Pilze finden wir bei *Bactrospora* (Egea & Torrente 1993). Ferner wurden solche von Thor (1990) beschrieben, hakig gekrümmte bei mehreren Arten der Gattungen *Ancistrospora* und *Dichosporidium*, spermatozoidenähnliche bei *Graphidastra multiformis* und biclavate bei *Dichosporidium*-, *Erythrodecton*- und *Graphidastra*-Arten. In allen genannten Gattungen bedingt die Sporenwandschicht, die Bellemère & Letrouit-Galinou (1987): 146 "proper wall" bezeichnen, die Gestalt des äußeren Umrisses, denn das Perispor umgibt die Sporen in einer rundum gleich dicken Schicht. Bei *Perigrapha superveniens* beeinflusst das frühzeitig kondensierte Perispor die Sporengestalt ganz wesentlich mit (vergl. Abb. 5-7); im gegenständlichen Fall umgibt dieses die Spore nicht in Form einer gleichmäßig dicken Schicht, sondern es ist am basalen Ende schwanzartig verlängert. Das ist ein in dieser Form in den Arthoniales bisher nicht beobachtetes Merkmal. Cilienartige Anhängsel sind beispielsweise bei Ascosporen verschiedener dothidealer und sordarialer Ascomyceten (z.B. Lundqvist 1972, Barr 1987, 1990) und Conidien zahlreicher Deuteromyceten (Nag Raj 1993) bekannt. In der Terminologie von Nag Raj (1993: 27) sind die schwanzartigen Fortsätze von *Perigrapha superveniens* als extrazellulär (etwa Typ B) zu bezeichnen. Die genaue Typologie ist auf exogen entstandene Conidien ausgelegt und auf in freier Zellbildung entstandene Ascosporen nur mit Einschränkungen anwendbar.

Trotz mancher Ähnlichkeiten im Bau der komplexen Ascomata ist eine engere Verwandtschaft mit *Chiodecton* wenig wahrscheinlich, gibt es doch unter chiodectonartigen Arthoniales keine Ableitung zu lichenicoler Lebensweise. In den Opegraphaceae konzentrieren sich die lichenicolen Vertreter auf die Gattungen *Opegrapha* (Clauzade & al. 1989, Hafellner 1994) und *Plectocarpon* (Diederich & Etayo 1994). Letztere, gekennzeichnet durch opegraphoide, gehäufte Ascomata, dürfte die nächstverwandte Gattung sein.

#### 4.2. *Perigrapha superveniens* und andere auf *Parmelia* s. str. beschränkte lichenicole Pilze

Nur auf *Parmelia saxatilis* und verwandten Arten sind bisher folgende Micromyceten nachgewiesen: Die Ascomyceten *Homostegia piggotii* (Berk. & Broome) P. Karst., *Arthonia tabescens* (Anzi) Jatta, *Sphaerellothecium parmeliae* Diederich & Etayo ined. und *Perigrapha superveniens*, sowie der Hyphomycet *Lichenopuccinia poeltii* D. Hawksw. & Hafellner. Auch *Refractohilum achromaticum* (B. Sutton) D. Hawksw. könnte zu den spezifischen Besiedlern gehören,

Arten von *Parmelia* s. str. (*Parmelia saxatilis* und verwandte Arten) sind am hymenialen Merkmal der dicken, geschichteten Sporenwände zu erkennen (vergl. Abb. 8, 9). Der typische und von anderen Artengruppen der Sammelgattung *Parmelia* unterschiedliche Aufbau der Sporenwand wird von Elix (1993: 376) leider nicht unter den "key characters" für *Parmelia* s. str. erwähnt. Die äußere Wandschicht der Ascosporen wird von Hale (1987: 14) als Epispor interpretiert. Der Konsistenz der äußeren Wandschicht nach handelt es sich aber nicht um ein Perispor, wie es bei vielen Ascomyceten beobachtet werden kann (gallertiger Halo), denn es tritt mit

Natriumhypochlorit nur eine unwesentliche Quellung ein. Im Thallusbau sind für *Parmelia* s. str. die allermeist gestreckten Pseudocyphellen auf der grauen Thallusoberseite charakteristisch; weitere Merkmale, besonders des Sekundärstoffchemismus, können bei Elix (1993: 376) nachgelesen werden. Das Auftreten mehrerer lichenicoler Pilze mit einer engen Bindung an *Parmelia* s. str. unterstreicht die relativ isolierte Stellung der Artengruppe in der Sammelgattung *Parmelia*. Selbst auf *Punctelia* — die Gattung wird von Hale (1987: 1) als die nächste Verwandte in der Familie bezeichnet — ist keiner der obengenannten flechtenbewohnenden Pilze nachgewiesen.

#### Dank

Der Autor dankt Herrn Dr. O. Vitikainen für die Entlehnung der Belege aus dem Herbar H-Nyl und Herrn Prof. Poelt (†) für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

#### Literatur

- BACHMANN, E. (1929): Pilz-, Tier- und Scheingallen auf Flechten. - Archiv Protistenk. **66**: 459-514.
- BARR, M.E. (1987): Prodomus to class Loculoascomycetes. Amherst.
- BARR, M.E. (1990): Prodomus to nonlichenized, pyrenomycetous members of class Hymenoascomycetes. - Mycotaxon **39**: 43-184.
- BELLEMÈRE, A. & M.A. LETROUT-GALINOU (1987): Differentiation of lichen asci including dehiscence and sporogenesis: an ultrastructural survey. - Bibl. Lichenol. **25**: 137-161.
- CANNON, P.F., D.L. HAWKSWORTH & M.A. SHERWOOD-PIKE (1985): The British Ascomycotina. An annotated checklist. Farnham Royal: CAB.
- CLAUZADE, G., P. DIEDERICH & C. ROUX (1989): Nelikenigintaj fungoj likenlogaj. Illustrita determinlibro. - Bull. Soc. Linn. Provence, Num. Spéc. **1**: 1-142.
- DIEDERICH, P. & J. ETAYO (1994): Taxonomic notes on the genus *Plectocarpon* (lichenicolous Ascomycetina). - Nord. J. Bot. **14**: 589-600.
- EGEA, J.M. & P. TORRENTE (1993): The lichen genus *Bactrospora*. - Lichenologist **25**: 211-255.
- ELIX, J.A. (1993): Progress in the generic delimitation of *Parmelia* sensu lato lichens (Ascomycotina: Parmeliaceae) and a synoptic key to the Parmeliaceae. - Bryologist **96**: 359-383.
- ERIKSSON, O.E. & D.L. HAWKSWORTH (1993): Outline of the Ascomycetes - 1993. - Systema Ascomycetum **12**: 51-257.
- HAFELLNER, J. (1994): Beiträge zu einem Prodomus der lichenicolen Pilze Österreichs und angrenzender Gebiete I. Einige neue oder seltene Arten. - Herzogia **10**: 1-28.
- HALE, M.E. (1987): A monograph of the lichen genus *Parmelia* Acharius sensu stricto (Ascomycotina, Parmeliaceae). - Smithsonian Contr. Bot. **66**: 1-55.
- HARRIS, R.C. (1986): The family Trypetheliaceae (Loculoascomycetes: lichenized Melanommatales) in Amazonian Brazil. - Acta Amazonica Suppl. **14**(1/2): 55-80.
- HARRIS, R.C. (1989): A sketch of the family Pyrenulaceae (Melanommatales) in eastern North America. - Mem. New York Bot. Garden **49**: 74-107.
- KEISSLER, K. v. (1930): Die Flechtenparasiten. In Rabenh. Krypt.-Fl., 2. Aufl. **8**: 1-712. Leipzig.
- LETROUT-GALINOU, M.A., A. BELLEMÈRE & P. TORRENTE (1994): Études ultrastructurales d'asques et d'ascospores chez quelques Opegraphaceae, Roccellaceae et Arthoniaceae. - Bull. Soc. Linn. Provence **45**: 389-416.



- LUNDQUIST, N. (1972): Nordic Sordariaceae s. lat. - Symb. Bot. Upsal. **20**(1): 1-374.
- NAG RAJ, T.R. (1993): Coelomycetous anamorphs with appendage-bearing conidia. Waterloo: Mycologue Publications.
- NAVARRO-ROSINÉS, P. M. BOQUERAS & X. LLIMONA (1994): Primer catalog dels fongs líquenicoles de Catalunya i zones pròximes (NE de la península ibèrica). Butll. Soc. Catalana Micol. **16-17**: 165-204.
- NYLANDER, W. (1864): Pyrenocarpei quidam Europaei novi. - Flora **47**: 353-358.
- SANTESSON, R. (1993): The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway. Lund: SBT-förlaget.
- TEHLER, A. (1990): A new approach to the phylogeny of Euascomycetes with a cladistic outline of Arthoniales focussing on Roccellaceae. - Can. J. Bot. **68**: 2458-21492.
- THOR, G. (1990): The lichen genus *Chiodecton* and five allied genera. - Opera Bot. **103**: 1-92.
- TORRENTE-PAÑOS, P. (1987): Documentos para la caracterizacion de los ascos del género *Opegrapha*. - Cryptogamie, Mycol. **8**: 159-166.
- TORRENTE, P. & J.M. EGEA (1989): La familia Opegraphaceae en el area mediterránea de la península Iberica y norte de Africa. - Bibl. Lichenol. **32**: 1-282.
- TÜRK, R. & J. POELT (1993): Bibliographie der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze in Österreich. - In: Morawetz, W. (ed.), Biosystematics and ecology series **3**: I-VI, 1-168. Wien.
- WIRTH, V. (1994): Checkliste der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands — eine Arbeitshilfe. - Stuttgarter Naturk., Ser. A (Biol.), **517**: 1-63.