

Die Ektomykorrhizen und Sklerotien von *Gyrodon lividus**)

R. AGERER, Kerstin WALLER & R. TREU

Institut für Systematische Botanik der Universität München
Menzinger Straße 67, D - 80638 München

Eingegangen am 5. Februar 1993

Agerer, R., Kerstin Waller & R. Treu (1993) - Ectomycorrhizae and sclerotiae of *Gyrodon lividus*. Z. Mykol. 59(2): 131-140.

Key Words: *Alnus incana*, anatomy, ectomycorrhizae, *Gyrodon lividus*, identification, morphology, sclerotia.

Summary: The ectomycorrhizae and sclerotia of *Gyrodon lividus* on *Alnus incana* are comprehensively described. They are compared with those of *Paxillus involutus* and *Pisolithus tinctorius*. Characteristic features of *Gyrodon lividus* mycorrhizae are highly differentiated rhizomorphs, inflated ends of short emanating hyphae, inflated hyphal cells arranged nest-like on the mantle; as well as sclerotia exuding a blue milk when injured under water.

Zusammenfassung: Ektomykorrhizen und Sklerotien von *Gyrodon lividus* an *Alnus incana* werden ausführlich beschrieben. Sie werden mit jenen von *Paxillus involutus* und *Pisolithus tinctorius* verglichen. Charakteristische Merkmale von *G. lividus*-Mykorrhizen sind hochdifferenzierte Rhizomorphen, verdickte Hyphenendzellen an kurzen abziehenden Hyphen und nestförmig angeordnete, angeschwollene Hyphenzellen auf dem Mantel sowie in Wasser blau milchende Sklerotien.

Einführung

Die Gattung *Gyrodon* wurde bisher noch nicht als Bildner von Ektomykorrhizen nachgewiesen (BRUNNER et al. 1990, MILLER 1982), wohl aber vermutet (HAYWARD & THIERS 1984, SCHMID-HECKEL 1985, SINGER 1986, SINGER et al. 1983, TRAPPE 1962). *Gyrodon lividus* ist als strenger Erlenbegleiter bekannt (z. B. KREISEL 1987, KRIEGLSTEINER 1981, SCHMID-HECKEL 1985). BRUNNER et al. (1990) gelang es allerdings nicht, an *Alnus tenuifolia* Ektomykorrhizen zu synthetisieren. Eine zweite Art, *Gyrodon merulioides*, bildete in Syntheseversuchen ebenfalls keine Mykorrhizen (COTTER & MILLER 1985, GODBOUT & FORTIN 1985, GRUHN et al. 1992). BRUNDRETT & KENDRICK (1987) fanden Hinweise für eine symbiontische Beziehung zwischen *Gyrodon merulioides* und Aphiden an Wurzeln (BRUNDRETT & KENDRICK 1987). Im folgenden werden die Ektomykorrhizen von *Gyrodon lividus* an *Alnus incana* beschrieben. Methoden der Isolierung und Charakterisierung sind bereits ausführlich beschrieben (AGERER 1987-1992, 1991), die Termini zusammenfassend erklärt (AGERER 1987-1992). Die Schnitte wurden nach Einbettung in Historessin untersucht.

*) Gilt als Studien an Ektomykorrhizen XLV. - Studien an Ektomykorrhizen XLIV (AGERER 1992).



Abb. 1: Ektomykorrhizen von *Gyrodon lividus* an *Alnus incana*. - a. Habitus. - b. Manteloberfläche aus lockerem, netzigem Plectenchym, alle Hyphen fein warzig, nur teilweise punktiert gezeichnet. (Alle Abbildungen von RA 11516).

Gyrodon lividus (Bull.) Quél.

Referenzbeleg: Deutschland, Bayern, Herrsching, nahe Rieder Straße am Ammersee, 26.9.1989, unter *Alnus incana*, Ektomykorrhizen und Fruchtkörper in Herb. R. Agerer, RA 11516 (M).

1. HABITUS (Abb. 1a)

Mykorrhizen unregelmäßig, monopodial-pinnat, oft dichte Systeme bildend, bis 18 mm lang, unverzweigte Enden bis 2,5 mm lang und 0,25-0,5 mm im Durchmesser, gebogen bis geschlängelt, Achsen 0,3-0,7 mm im Durchmesser mehrfach gebogen und auch stark gekrümmt; Mykorrhizen glatt, selten mit abziehenden Hyphen, Rhizomorphen häufig und von allen Bereichen des Mantels abziehend, jedoch nicht von unmittelbarer Spitze, Mantel weiß mit bräunlichen Flecken, silbrig durch im Mantel eingeschlossene Luft, ältere Bereiche bräunlich bis rotbraun, unmittelbare Spitzen weißlich; Rhizomorphen weißlich, im Alter braun.

Sklerotien gehäuft, aber nicht häufig, der Mykorrhiza eng anliegend oder Rhizomorphen entspringend, 1-3,5 mm im Durchmesser; Mycelhülle weiß bis gelblich, mit dunkel durchschimmernder Schicht; ältere Sklerotien blau milchend.

2. MIKROSKOPISCHE MERKMALE

2.1. Anatomie: Mantel in Flächenansicht

Manteloberfläche (Abb. 1b, Tafel 1a,f,g): plectenchymatisch, aus einem Netz plasmatisch bräunlicher und membranär gelblicher, z. T. auch bräunlicher, Schnallen tragender Hyphen, Hyphendurchmesser 3-4 μm , Zellen 15-65 μm lang, dünnwandig, mit nestförmig angeordneten, aufgeblähten Zellen (Mantel-Typ F: AGERER 1991), Oberfläche fein warzig.

Mittlere Mantelschichten (Abb. 2a, Tafel 1b): mit dichterem Hyphennetz, Hyphendurchmesser 3-4 μm , Zellen 15-65 μm lang, mit Schnallen, Zellwand dünn, ohne warzige Oberfläche; weiter innen Hyphenzellen kurz und breit, 5,5-9 μm im Durchmesser und 30-50 μm lang, mit Schnallen, dünnwandig; mit fließendem Übergang zur innersten Schicht.

Mantelinnenseite (Abb. 2b, Tafel 1c): nestförmig angeordnete, kurzzellige Hyphen, durch längere Hyphenbereiche voneinander getrennt, Hyphen 3,5-8 μm im Durchmesser, dünnwandig, glatt.

Mantel der Mykorrhizaspitze: mit gleichem Aufbau.

2.2. Abziehende Elemente

Abziehende Hyphen (Tafel 1f): mit Schnallen, fein warzig, farblos-hyalin, 3-4 μm im Durchmesser, Zellen 15-30 μm lang, Zellen kürzerer abziehender Hyphen terminal z. T. keulig auf 5-10 μm angeschwollen, z. T. mit brauner und bis zu 2,5 μm dicker Zellwand, z. Teil mit braunem Exsudat, Anastomosen einfach, ohne Septen, Hyphen teilweise auch um Anastomosen angeschwollen.

Rhizomorphen (Abb. 2c, Tafel 1d,e, 2a): bis 200 μm dick, häufig verzweigt, Verzweigung unter Knotenbildung (AGERER 1988) mit vielen abziehenden Hyphen; hoch organisiert, mit mehreren, zentral gelegenen, gefäßartigen Hyphen (Rhizomorphen-Typ F: AGERER 1991); Hyphen fein warzig, in verschleimter Matrix eingebettet; zentrale gefäßartige Hyphen 5-21 μm im Durchmesser, Zellen 25-290 μm lang, Wände 0,6-1,5 μm dick, dickere Hyphen oft mit rhombischen, kristallartigen Strukturen, zum Teil homogen braun gefüllt, Septen oft fast vollständig aufgelöst, manchmal Septen asymmetrisch aufgelöst, andere Septen etwas verdickt und manchmal zentral mit rhombischer, kristallartiger Struktur,

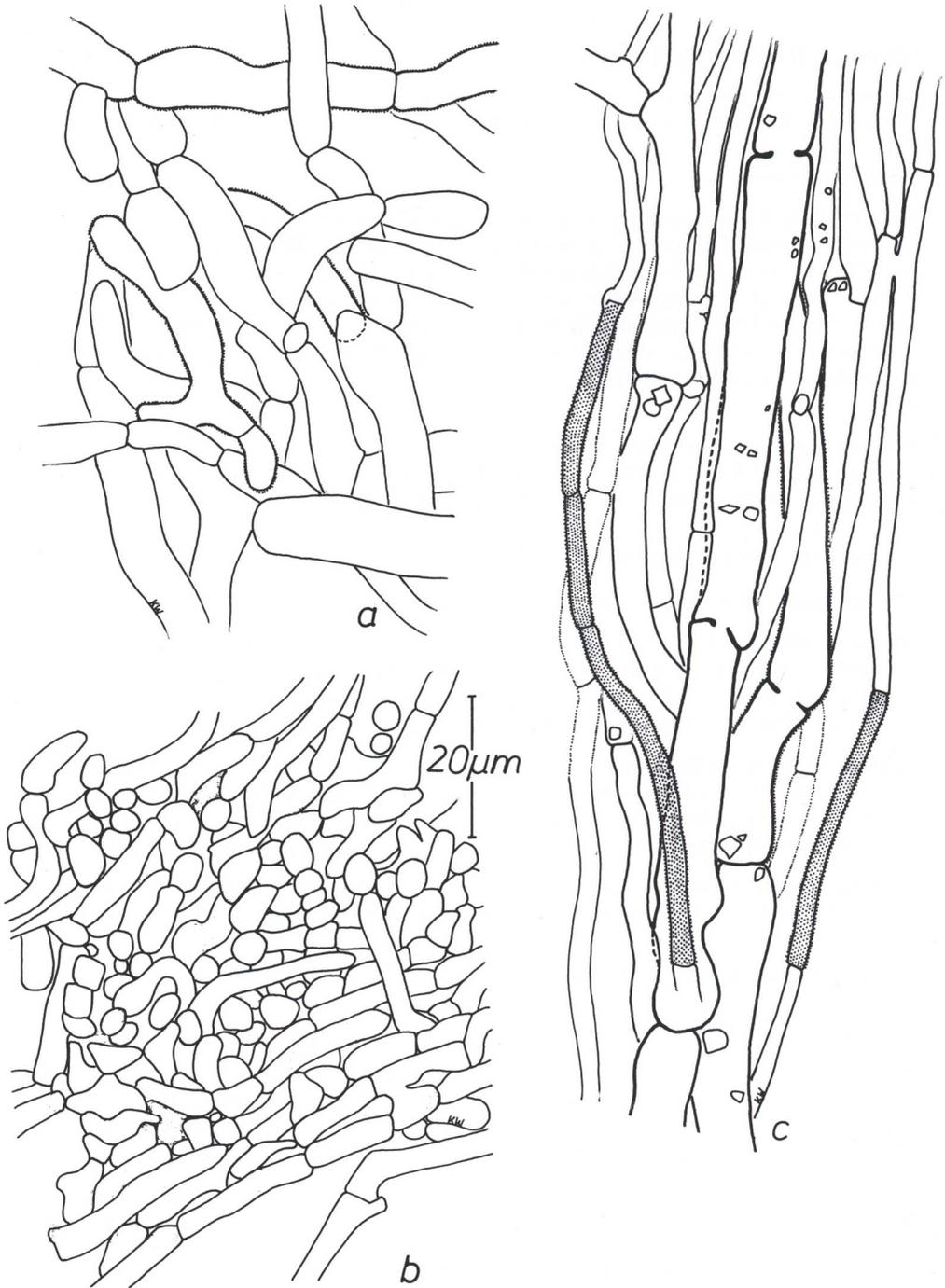


Abb. 2: Ektomykorrhizen von *Gyrodon lividus* an *Alnus incana* - a. Mittlere Mantelschicht: Plectenchym, Hyphen größerlumig, mit Schnallen. - b. Mantelinnenseite: stellenweise pseudoparenchymatisch aus nestförmig angeordneten, rundlichen Zellen, getrennt durch langgestreckte, gebündelte Hyphen. - c. Rhizomorphe: dicke Zentralhyphen mit zum Teil aufgelösten Septen und kristalloiden Strukturen, dünnere Hyphen feinwarzig, nur teilweise punktiert gezeichnet. (Alle Abbildungen von RA 11516).

Schnallen nur mehr andeutungsweise erkennbar; umgebende Hyphen 2,5-4 μm im Durchmesser, Zellen 18-80 μm lang, Wand 0,5 μm dick, mit Schnallen, Anastomosen einfach.

Cystiden fehlen.

Sklerotien (Tafel 2d, e): kugelförmig, im Schnitt aus drei Schichten bestehend; außen Netz aus farblosen, hyalinen Hyphen mit granulärer Zellwand, diese Hyphen zum Teil abziehend, Hyphen dünnwandig, leicht kollabierend, 3-4 μm im Durchmesser; unter dieser Schicht dicht plectenchymatisch bis andeutungsweise pseudoparenchymatisch, aus meist runden bis leicht ovalen Zellen, 2,5-6 μm im Durchmesser, selten länglich und dann 4-5x8-10 μm , Zellwand verschleimt, Inhalt braun; im Inneren mit farblosen, prall mit stark lichtbrechenden Tropfen angefüllten, kontrastarmen Zellen, diese meist rundlich, doch häufiger auch mit länglichen Zellen und mit Hyphen untermischt.

2.3. Anatomie: Querschnitt (Tafel 2c)

Mantel: besonders untere Schichten sehr dicht, 25-80 μm dick, plectenchymatisch, nach außen hin leicht aufgelockert; Zellen rund oder oval, aber auch tangential längsverlaufend, runde Zellen 2-6 μm im Durchmesser, ovale Zellen 4-7x2-3,5 μm , längsverlaufende Hyphen 2-4 μm im Durchmesser, Zellwände dünn; Rest der Calyptrazellen schmal und wurzelnahe liegend.

Hartigisches Netz paraepidermal, aus einer Hyphenreihe bestehend, 3 μm im Durchmesser, Hyphenzellen meist lang zylindrisch, Wurzelzellen mit Hartigischem Netz radial gestreckt, tangential 10-16 μm , radial 19-32 μm , im Durchschnitt tangential 12 μm lang (CCt), durchschnittlicher Quotient tangential: radial 0,5 (CCq); mit bläschenförmigen Einstülpungen aus dem Hartigischem Netz; Tanninzellen nicht vorhanden.

2.4. Anatomie: Längsschnitt (Tafel 2b)

Mantelaufbau dem Querschnitt entsprechend; Zellen tangential gestreckt aber auch querschnitten, 2-6 μm im Durchmesser, Zellwand dünn; Reste der Calyptrazellen die ganze Wurzel entlangziehend; Mantel der Mykorrhizaspitze 50-80 μm dick; Hyphen 2-4 μm im Durchmesser, vor allem tangential orientiert.

Hartigisches Netz wie im Querschnitt gestaltet, vom Palmetti-Typ, Loben 2-3 μm breit; Rindenzellen tangential zylindrisch, tangential (17)25-35(45) μm , radial 14-23 μm , durchschnittliche tangentielle Länge (CCt) ca. 18 μm , durchschnittlicher Quotient tangential:radial = 1,6 (CCq).

3. CHEMISCHE REAKTIONEN DES MANTELS

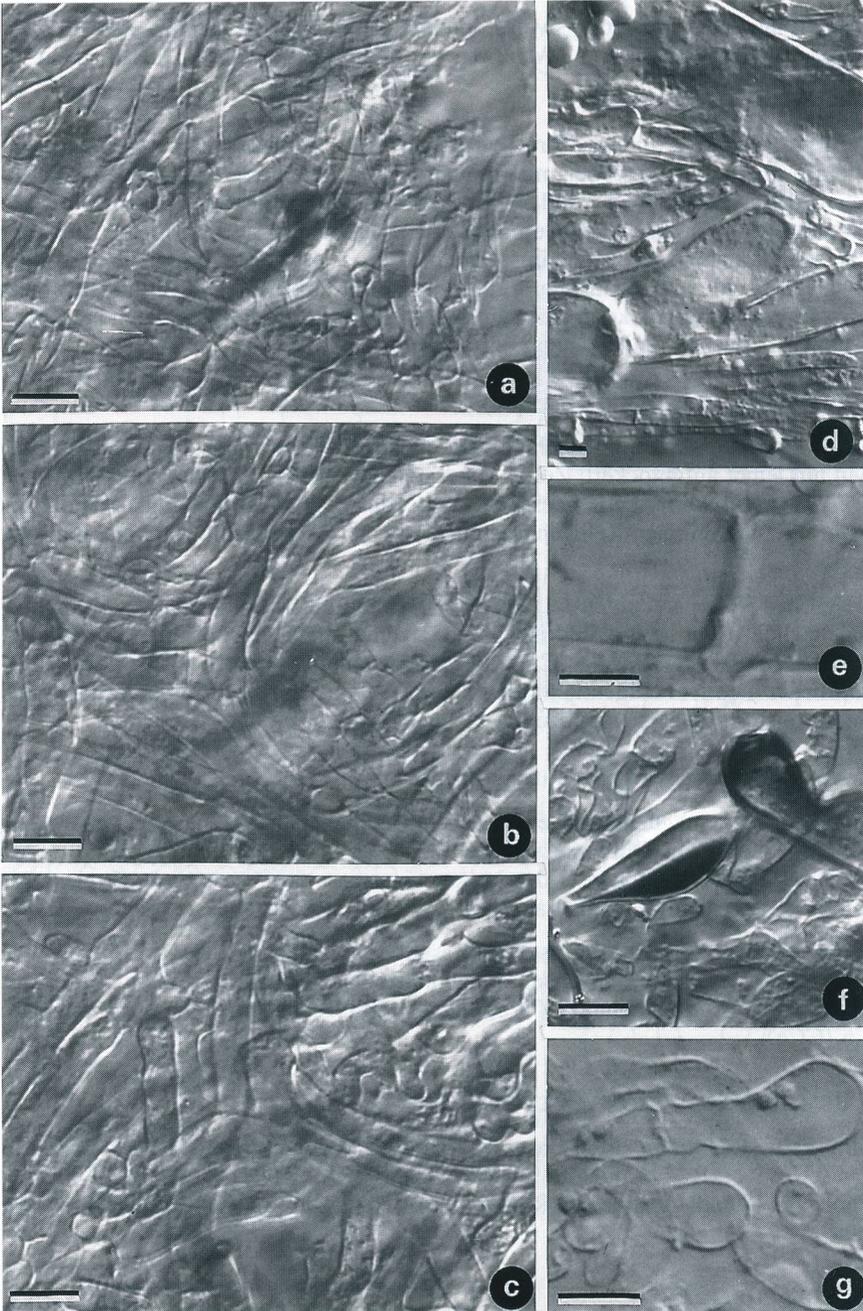
Anilin: keine Reaktion (=kR), Baumwollblau: kR; Brillantkresylblau: kR; Eisensulfat: kR; Ethanol 70 %: kR; Formol 40 %: kR; Guajak: kR; KOH 15 %: kR; Milchsäure: kR; Phenol: kR; Phenol-Anilin: kR; Rutheniumrot: kR; Säurefuchsin: kR; Sulfo-Vanillin: rosa-braun.

4. AUTOFLUORESZENZ

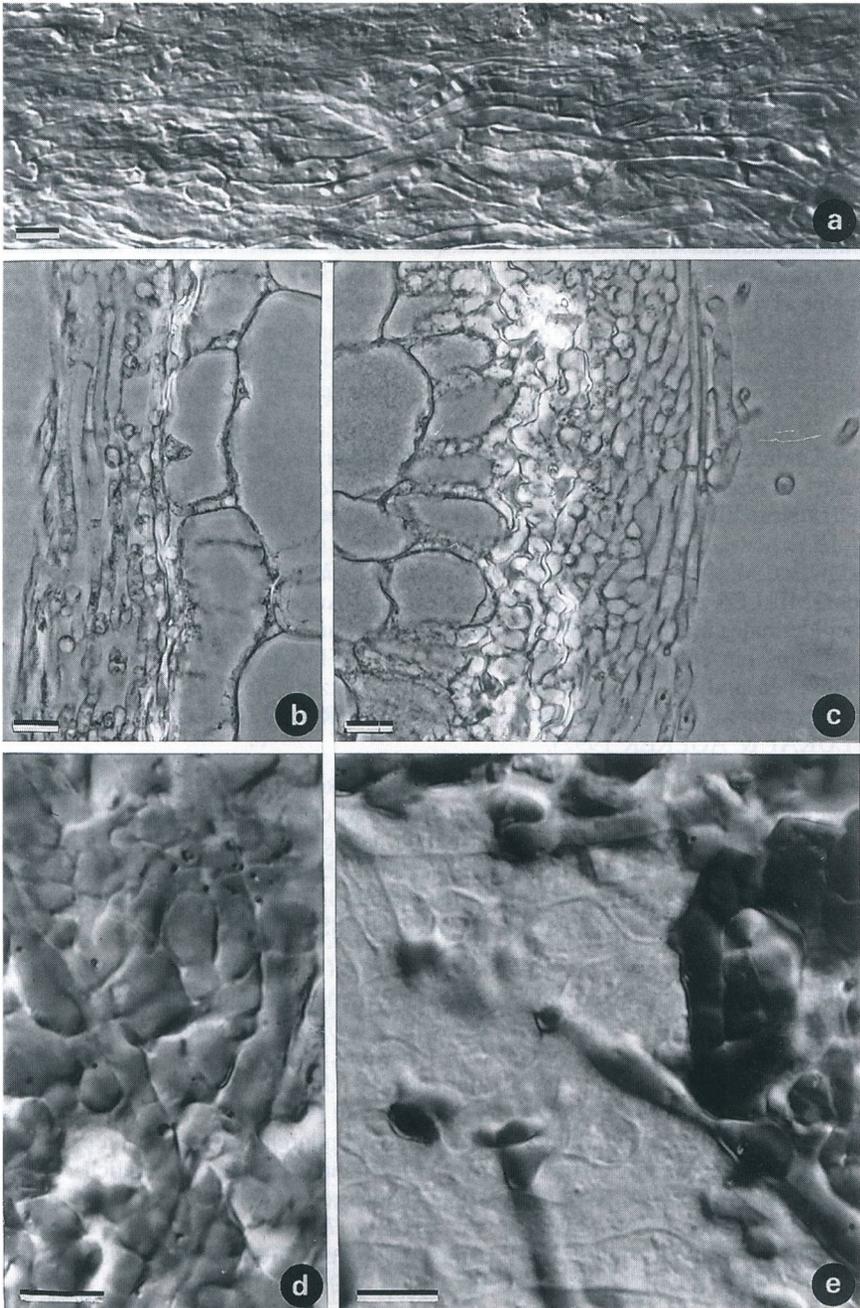
Ganze Mykorrhiza: UV 254 nm: keine; UV 366 nm: keine. Schnitte: UV-Filter 340-380 nm: fahl cremefarben; Blau-Filter 450-490 nm: gelb-orange; Grün-Filter 530-560 nm: rot.

5. KERNFÄRBUNG (mit Karmin-Essigsäure)

Zwei runde bis ovale Kerne pro Zelle, 2-3 μm im Durchmesser.



Tafel 1: Ektomykorrhizen von *Gyrodon lividus* an *Alnus incana*. - a-c: Flächenansichten des Mantels in unterschiedlichen Tiefen, jeweils von der gleichen Stelle aus. - a. Manteloberfläche, knapp unter den abziehenden Hyphen. - b. Mittlere Mantelschichten. - c. Mantelinnenseite. - d. Rhizomorphe: randlicher Ausschnitt durch die optische Mitte. - e. Rhizomorphe: dicke Zentralhyphe mit sich auflösendem Septum. - f. Manteloberfläche mit z. T. angeschwollenen, braun gefärbten Zellen und z. T. mit braunem Exsudat. - g. Angeschwollene Zellen der Manteloberfläche. (Alle Abb. von RA 11516; Meßbalken = 10 µm).



Tafel 2: Ektomykorrhizen von *Gyrodon lividus* an *Alnus incana*. a. Aufsicht auf Rhizomorphen, im oberen Teil unmittelbare Oberfläche, nach unten zu schon etwas tiefer liegende Hyphen zeigend. - b. Längsschnitt: vom äußeren Bereich des Mantels bis zur einzigen Rindenzellschicht mit Hartigschem Netz. - c. Querschnitt: vom äußeren Bereich des Mantels bis zur einzigen Rindenzellschicht mit Hartigschem Netz. - d. Sklerotium: Tangentialschnitt durch braun pigmentierten, äußeren Bereich. - e. Sklerotium: Schnitt durch Hyphenzellschicht mit braunem Pigment, mit darunter liegenden ungefärbten Hyphen. (Alle Abbildungen von RA 11516; Meßbalken = 10 μm).

7. UNTERSUCHTES MATERIAL

Referenzbeleg. - Die Identifizierung erfolgte durch Nachweis von Rhizomorphenverbindungen zwischen Fruchtkörperbasis und Mykorrhizen.

8. DISKUSSION

Die einzigen Versuche, Mykorrhizen von *Gyrodon lividus* zu beschreiben, stammen aus Syntheseversuchen von BRUNNER et al. (1990). Sie konnten lediglich frühe Stadien einer Beziehung zwischen den Hyphen und den Wurzeln von *Alnus tenuifolia* charakterisieren. Einzelne Hyphen umgaben die basalen Teile der Seitenwurzeln von *Alnus tenuifolia*, ohne ein Hartigsches Netz auszubilden. Rhizomorphen wurden vereinzelt gefunden, mikroskopische Details sind jedoch nicht angeführt. Die fehlende Mykorrhizabildung wurde von BRUNNER et al. (1990) damit erklärt, daß *Alnus tenuifolia* möglicherweise kein natürlicher Partner von *Gyrodon lividus* sei.

Recht ähnliche Mykorrhizen wie jene von *Gyrodon lividus* an *Alnus incana* werden von *Paxillus involutus* (Batsch:Fr.)Fr. und *Pisolithus tinctorius* (Mich.:Pers.) Coker & Couch an *Picea abies* gebildet. Doch weisen die Mykorrhizen von *Gyrodon lividus* keine Tanninzellen auf, im Gegensatz zu jenen von *Pisolithus tinctorius* und *Paxillus involutus* an *Picea abies* (GRONBACH 1988, WEISS 1992); in *Paxillus involutus*-Ektomykorrhizen an *Alnus rubra* fanden MILLER et al. (1991) keine Tanninzellen. Außerdem bildet *Gyrodon* lediglich ein paraepidermales Hartigsches Netz, während beide anderen Arten es bis oder fast bis zur Endodermis hin entwickeln (GRONBACH l.c., WEISS l.c.). Die Unterschiede bezüglich Tanninzellen und Eindringtiefe des Hartigschen Netzes sind jedoch ausgesprochen baumgattungsbezogene Merkmalsausprägungen (AGERER 1991, GODBOUT & FORTIN 1983, PILLUKAT & AGERER 1992).

Die pilzbezogenen Gemeinsamkeiten dieser Ektomykorrhizen beziehen sich auf die anfänglich weißliche oder hellbräunliche Farbe, die im Alter etwas dunkler und zum Teil fleckig wird. Die Manteloberfläche ist in allen Fällen netzig, die Hyphen sind mit Schnallen und mit einfachen Anastomosen sowie z. T. mit rauher Oberfläche versehen. Außerdem sind die Rhizomorphen hochdifferenziert, d.h. durch gefäßartige Hyphen mit sich auflösenden Querwänden gekennzeichnet (GRONBACH 1988, WEISS 1992).

Diese drei Ektomykorrhizen lassen sich trotzdem gut unterscheiden. Nur *Paxillus involutus* und *Gyrodon lividus* besitzen aufgeblähte Hyphenendzellen an Mykorrhizenmänteln, bzw. an abziehenden Hyphen. Zur Unterscheidung von *Gyrodon lividus* und *Paxillus involutus* können die nur bei *Gyrodon lividus* auftretenden, dickwandigen Hyphenendzellen des Ektomykorrhizamantels und das bräunliche Exsudat herangezogen werden, das diese umgibt. Unterschiede zwischen *Gyrodon lividus*- und *Paxillus involutus*-Mykorrhizen liegen auch in der Färbung des Mantels und im Hyphendurchmesser der äußeren Rhizomorphenhyphen. Die Ektomykorrhizen von *Gyrodon lividus* zeigen anfänglich eher gelbliche Mäntel, jene von *Paxillus involutus* besitzen jedoch recht früh schon einen bräunlichen Ton. Die äußeren Rhizomorphenhyphen von *Gyrodon lividus* erweisen sich als geringfügig dünner (2,3-4 μm) als jene von *Paxillus involutus* (GRONBACH 1988: 3-5,5(6) μm , INGLEBY et al. 1990: 2,5-5,0 μm ; PILLUKAT 1991: 2,5-5,5 μm).

Sklerotien sind in Natur nur für *Gyrodon lividus* (vorliegende Studie) und *Paxillus involutus* (GRONBACH 1988, INGLEBY et al. 1990, LAIHO 1970) beschrieben. Beide milchen bei Verletzung in Wasser blau. Für *Paxillus involutus* wurde dies erst von PILLUKAT (1991) nachgewiesen. GODBOUT & FORTIN (1985) konnten in Syntheseexperimenten auch von *Pisolithus tinctorius* Sklerotien finden. Im Aufbau der Sklerotien unterschieden sich diese drei Arten (GODBOUT & FORTIN 1985, GRONBACH 1988, INGLEBY et al. 1990, PILLUKAT 1991).

Die Sklerotien von *Paxillus involutus* sind im Schnitt pseudoparenchymatisch und aus angulären, zumindest im Inneren des Sklerotiums recht großen Zellen (5-30(50) μm) aufgebaut. Jene von *Gyrodon lividus* sind im Schnitt eher plectenchymatisch strukturiert mit Anklängen an ein Pseudoparenchym aus rundlichen bis länglichen Zellen (2,5-6 μm im Durchmesser, bzw. 4-5x8-10 μm). Die äußere Sklerotienschicht ist lediglich bei *G. lividus* plasmatisch braun gefärbt. Nach GODBOUT & FORTIN (1985) weisen die Sklerotien von *Pisolithus tinctorius* zwei äußere Schichten auf, die jeweils aus Zellen von 6-10 μm im Durchmesser bestehen. Die äußere Schicht setzt sich aus braun gefärbten, die innere aus hyalinen Zellen zusammen. Den inneren Bereich der Sklerotien von *P. tinctorius* bauen kompakte Hyphenelemente (7-17 μm im Durchmesser) auf.

Die wohl nicht mykorrhizogene Spezies *Gyrodon merulioides* (Schw.) Sing. formt ebenfalls Sklerotien (COTTER & MILLER 1985, PANTIDOU 1961), die sich von obigen Arten gut abtrennen lassen. Sie zeigen sich im Schnitt dicht plectenchymatisch bis überwiegend pseudoparenchymatisch aus unregelmäßig gestalteten Zellen. Ein hohles Zentrum wird von zylindrischen, stark braun imprägnierten Hyphen ausgekleidet. Die Rinde ist dunkelbraun gefärbt (COTTER & MILLER 1985, PANTIDOU 1961). Für die nah verwandte Mykorrhizapilz-Art *Phlebopus sudanicus* (Har. & Pat.) Heinem. (SINGER 1986) wiesen THOEN & DUCOUSSO (1989) die Bildung von Sklerotien nach. Diese Überdauerungsorgane zeichneten sich im Schnitt durch ebenfalls geschichteten, aber durchgehend plectenchymatischen Bau aus.

Danksagung

Wir danken für die finanzielle Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Literatur

- AGERER, R. ed. (1987-1992) - Colour Atlas of Ectomycorrhizae. 1st - 6th del. Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd.
- AGERER, R. (1988) - Studies on ectomycorrhizae XVII. - The ontogeny of the ectomycorrhizal rhizomorphs of *Paxillus involutus* and *Thelephora terrestris* (Basidiomycetes) Nova Hedwigia **47**(3-4): 311-334.
- (1991) - Characterization of ectomycorrhiza. In Norris, J.R., D.J. Read & A. K. Varma (eds.): Techniques for the study of mycorrhiza. Methods Microbiol. **23**: 25-73. Academic Press, London et al.
 - (1992) - Studies on ectomycorrhizae XLIV. - Ectomycorrhizae of *Boletopsis leucomelaena* (Thelephoraceae, Basidiomycetes) and their relationship to an unidentified ectomycorrhiza. Nova Hedwigia **55**(3-4): 501-518.
- BRUNDRETT, M. C. & B. KENDRICK (1987) - The relationship between the ash bolete (*Boletinus merulioides*) and an aphid parasitic on ash tree roots. Symbiosis **3**: 315-319.
- BRUNNER, I. L., F. BRUNNER & O. K. MILLER (1990) - Ectomycorrhizal synthesis with Alaskan *Alnus tenuifolia*. Can. J. Bot. **68**: 761-767.
- COTTER, H. V. T. & O. K. MILLER (1985) - Sclerotia of *Boletinus merulioides* in nature. Mycologia **77**(6): 927-931.
- GODBOUT, C. & J. A. FORTIN (1983) - Morphological features of synthesized ectomycorrhizae of *Alnus crispa* and *A. rugosa*. New Phytol. **94**: 249-262.
- GODBOUT, C. & J. A. FORTIN (1985) - Synthesized ectomycorrhizae of aspen: fungal genus level of structural characterization. Can. J. Bot. **63**: 252-262.
- GRONBACH, E. (1988) - Charakterisierung und Identifizierung von Ektomykorrhizen in einem Fichtenbestand mit Untersuchungen zur Merkmalsvariabilität in sauer beregneten Flächen. Bibl. Mycol. **125**: 1-217.
- GRUHN, C. M., A. V. GRUHN & O. K. MILLER (1992) - *Boletinus merulioides* alters root morphology of *Pinus densiflora* without mycorrhizal formation. Mycologia **84**(4): 528-533.
- HAYWARD, D. & H. D. THIERS (1984) - *Gyrodon lividus* in California. Mycologia **76**(3): 573-575.
- INGLEBY, K., P. A. MASON, F. T. LAST & L. V. FLEMING (1990) - Identification of ectomycorrhizas. ITE Spec. Pbl. 5, Edinburgh.
- KREISEL, H. (1987) - Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik. Fischer, Jena.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (1981) - Verbreitung und Ökologie 150 ausgewählter Blätter- und Röhrenpilze in der Bundesrepublik Deutschland (Mitteleuropa). Beih. Z. Mykol. **3**: 1-276.
- LAIHO, O. (1970) - *Paxillus involutus* as a mycorrhizal symbiont of forest trees. Acta For. Fenn. **106**: 1-72.

- MILLER, O. K. (1982) - Taxonomy of ecto- and ectendomycorrhizal fungi. In Schenck, N.C. (ed.): *Methods and Principles of mycorrhizal research*, pp. 91-101. St. Paul, Minnesota.
- MILLER, S. L., C. D. KOO & R. MOLINA (1991) - Characterization of red alder ectomycorrhizae: a preface to monitoring belowground ecological responses. *Can. J. Bot.* **69**: 516-531.
- PANTIDOU, M. E. (1961) - Cultural studies of Boletaceae. *Gyrodon merulioides* and four species of *Boletinus*. *Can. J. Bot.* **39**: 1149-1162.
- PILLUKAT, A. (1991) - Vergleichende Untersuchungen der Ektomykorrhizen von *Russula ochroleuca* und *Paxillus involutus* an verschiedenen Baumarten. Diplomarbeit, München.
- PILLUKAT, A. & R. AGERER (1992) - Studien an Ektomykorrhizen LX. - Vergleichende Untersuchungen zur baumgezogenen Variabilität der Ektomykorrhizen von *Russula ochroleuca*. *Z. Mykol.* **58(2)**: 211-242.
- SCHMID-HECKEL, H. (1985) - Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen. *Nationalpark Forschungsberichte* **8**: 1-201.
- SINGER, R. (1986) - Agaricales in modern taxonomy. 4th ed. Koeltz, Königstein.
- SINGER, R., I. ARAUJO & M. H. IVORY (1983) - The ectotrophically mycorrhizal fungi of the neotropical lowlands, especially central Amazonia. *Beih. Nova Hedwigia* **77**: 1-352.
- THOEN, D. & M. DUCOUSSO (1989) - Mycorrhizal habit and sclerogenesis of *Phlebopus sudanicus* (Gyrodontaceae) in Senegal. *Agric. Ecosyst. Environ.* **28**: 519-523.
- TRAPPE, J. M. (1962) - Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot. Rev.* **28**: 538-606.
- WEISS, M. (1992) - Mycorrhizae formed by *Pisolithus tinctorius* (Basidiomycetes) on Norway spruce. *Crypt. Bot.* **2**: 337-344.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
(Name der Hefreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigibiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [59_1993](#)

Autor(en)/Author(s): Agerer Reinhard, Waller Kerstin, Treu Roland

Artikel/Article: [Die Ektomykorrhizen und Sklerotien von Gyrodon lividus 131-140](#)