

Phyton (Austria)	Vol. 29	Fasc. 2	263-275	17. 11. 1989
------------------	---------	---------	---------	--------------

Die Feinstruktur der Zystiden von *Strobilurus stephanocystis* und *St. tenacellus* (Tricholomataceae)

Von

Irmtraud THALER*), Felizitas VENNIGERHOLZ**) und Manfred GAILHOFER *)

Mit 13 Abbildungen

Eingelangt am 15. März 1989

Key words: *Basidiomycetes*, *Agaricales*, *Tricholomataceae*, *Strobilurus*, cystidia, excretion, cell wall.

Summary

THALER I., VENNIGERHOLZ F. & GAILHOFER M. 1989. Ultrastructure of cystidia of *Strobilurus stephanocystis* and of *St. tenacellus* (Tricholomataceae). – *Phyton* (Austria) 29 (2): 263–275, with 13 figures. – German with English summary.

Ultrastructure of differently shaped cystidia of *Strobilurus stephanocystis* and of *St. tenacellus* shows certain similarities. Cystidia are polykaryotic and contain tubular smooth ER. After Thiéry staining method the cell wall of cystidia of *St. stephanocystis* shows two layers, the wall of *St. tenacellus* consists of three layers respectively. The third layer is considered an excret probably consisting of a mucilaginous substance. Vesicles in cystidia of *St. tenacellus* contain silver contrast after staining with Thiéry reaction and seem to be involved in excretion process. After successive treatment with KOH, laminarinase, and chitinase cell walls of basidia of both fungi and the cell wall of cystidia of *St. stephanocystis* are completely removed, parts of the cell wall of cystidia of *St. tenacellus* persist after the same procedure. Globular excret of cystidia of *St. stephanocystis* reacts with Sudan Black B and consists of lipid.

Zusammenfassung

THALER I., VENNIGERHOLZ F. & GAILHOFER M. 1989. Die Feinstruktur der Zystiden von *Strobilurus stephanocystis* und *St. tenacellus* (Tricholomataceae). – *Phyton* (Austria) 29 (2): 263–275, 13 Abbildungen. – Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

*) Univ.-Prof. Dr. Irmtraud THALER, Univ.-Doz. Dr. Manfred GAILHOFER, Institut für Pflanzenphysiologie, Karl-Franzens-Universität Graz, Schubertstraße 51, A-8010 Graz, Austria.

**) Dr. Felizitas VENNIGERHOLZ, present adress: Stockholms Universitet, Botaniska institutionen, S-10691 Stockholm, Sweden.

Die Feinstruktur der verschiedenen gestalteten Zystiden von *Strobilurus stephanocystis* und *St. tenacellus* zeigt gewisse Ähnlichkeiten. Sie sind vielkernig und durch ein glattes, tubuläres ER ausgezeichnet. Nach der PAT-AgProt-Reaktion erscheint die Zellwand der Zystide von *St. stephanocystis* zweischichtig, die von *St. tenacellus* ist von einer dritten Schicht bedeckt. Dabei handelt es sich vermutlich um eine schleimartige Substanz. Ausgeschiedenes Material und Vesikel im Cytoplasma reagieren nach der PAT-AgProt-Reaktion positiv. Es wird angenommen, daß die Vesikel an der Ausscheidung beteiligt sind. Durch sukzessive Behandlung mit KOH, Laminarinase und Chitinase werden die Zellwände der Basidien beider Pilze und die Zellwand der Zystiden von *St. stephanocystis* vollständig abgebaut. Bei der Zellwand der Zystide von *St. tenacellus* ist der Abbau unvollständig. Das PAT-AgProt-negative Exkret von *St. stephanocystis* besteht hauptsächlich aus Lipid.

Einleitung

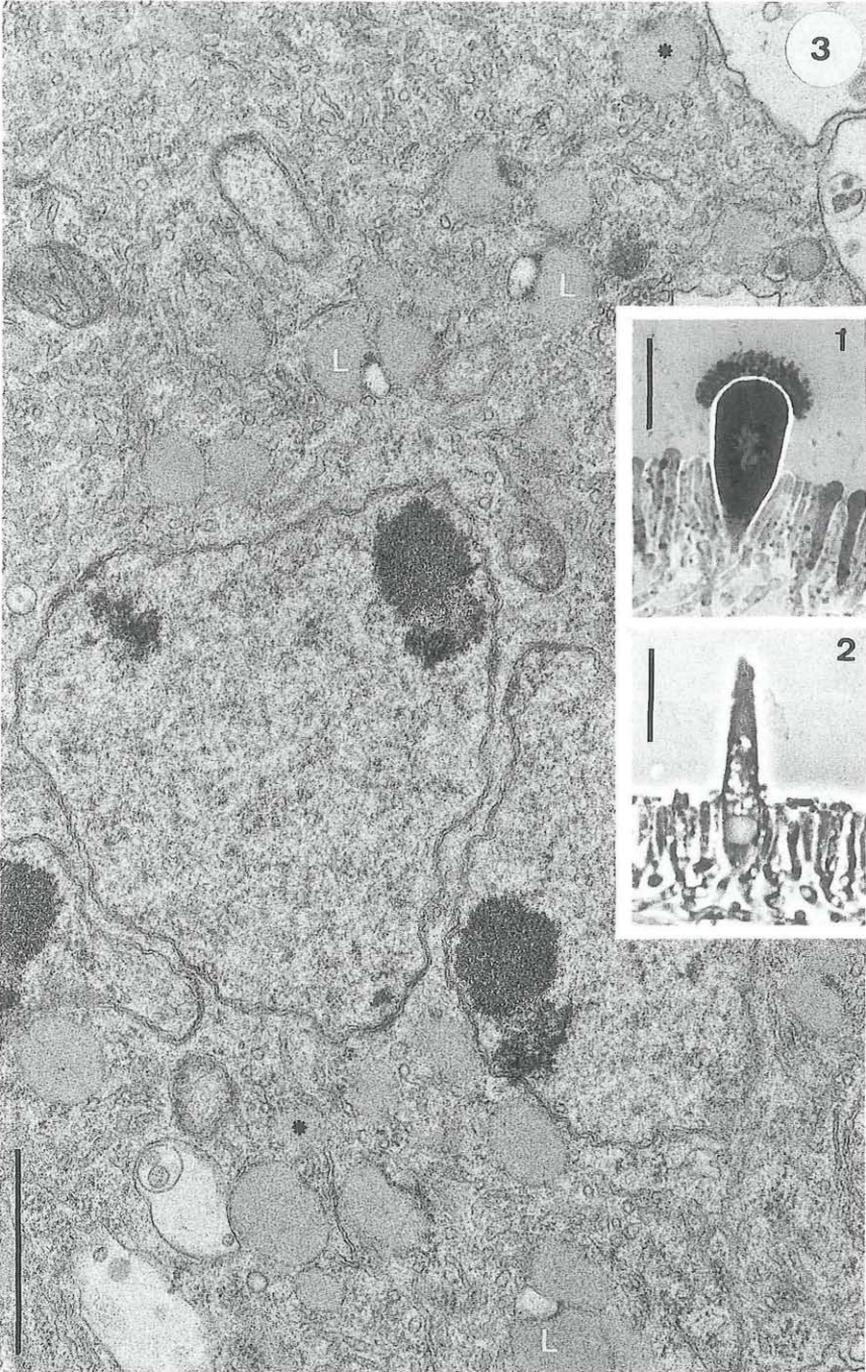
Im Fruchtkörper verschiedener Pilze aus der Ordnung der *Agaricales* fallen besonders gestaltete Zellen auf, die als Zystiden bezeichnet werden. Gestalt und Verteilung dieser Zellen an den Lamellen sind wichtige Bestimmungskriterien (vgl. SMITH 1966). Über die Entstehung der Zystiden und ihre Verteilung im Hymenium von *Coprinus cinereus* berichten HORNER & MOORE 1987. Sie nehmen an, daß die Differenzierung, die zur Zystidenbildung führt, möglicherweise durch Wasserdampf aktiviert wird.

Die Zystiden werden meist als „exkretorische Organe“ aufgefaßt (vgl. CLÉMENÇON 1972). Über den Mechanismus der Ausscheidung und über die chemische Natur der ausgeschiedenen Substanzen ist nur wenig bekannt. Einige Arbeiten über die Feinstruktur der Zystiden heben vor allem das reichliche Vorkommen von ER-Zisternen hervor ein Hinweis auf deren sekretorische Funktion (CLÉMENÇON 1972, THIELKE 1972, GULL & NEWSHAM 1975, THALER & GAILHOFER 1981). Nicht nur die Protoplasten unterscheiden sich von denen der Basidien, sondern auch Dicke und Struktur der Zellwände. Die Perjodsäure-Thiocarbohydrazid-Silberproteinat-Reaktion (PAT-AgProt-Reaktion) nach THIÉRY 1967 zum Polysaccharid-Nachweis wurde auch für die Untersuchung der Pilzzellwand herangezogen

Abb. 1. *Strobilurus stephanocystis*, Lamellenquerschnitt, Zystide gefärbt mit Sudan-schwarz B. Maßstab 20 µm.

Abb. 2. *Strobilurus tenacellus*, Lamellenquerschnitt, Zystide, positiver Phasenkontrast. Maßstab 20 µm.

Abb. 3. *Strobilurus stephanocystis*, Ausschnitt aus einer Zystide, tubuläres glattes ER mit Lipidkörper (*) assoziiert; Lipidkörper (L) mit membranartigen Anhängsel. Maßstab 1 µm.



(McLAUGHLIN 1974). Abbau-Reaktionen mit KOH und Enzymen wurden von WESSELS 1965 eingeführt und damit die Zellwände der Hyphen von einigen Pilzen untersucht. Diese Methode beruht auf der unterschiedlichen Löslichkeit der einzelnen Zellwandkomponenten. Er unterscheidet eine Schleimschicht, bestehend aus wasserlöslichen, wenig verzweigten β -(1-3) (1-6)-Glucanen und eine Schicht aus wasserunlöslichen Glucanen. Zu dieser gehört eine alkalilösliche „s-Glucan-Schicht“ (soluble), bestehend aus α -(1-3) (1-6) verknüpften Glucanen und eine alkaliiunlösliche „r-Glucan-Schicht“ (resistant), bestehend aus β -(1-3) (1-6)-verknüpften hochverzweigten Glucanen und Chitin. PAT-AgProt-Reaktion und Abbau mit KOH und Enzymen wurden auch kombiniert eingesetzt (VALK & al. 1977).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Feinstruktur und der Ausscheidung der morphologisch verschiedenen Zystiden der beiden Arten *Strobilurus stephanocystis* und *St. tenacellus*. Mittels der PAT-AgProt-Reaktion werden die Zellwände der Zystiden untersucht und mit denen der Basidien verglichen. Weiters wurde ein Abbau mit KOH gefolgt von Laminarinase und Chitinase versucht.

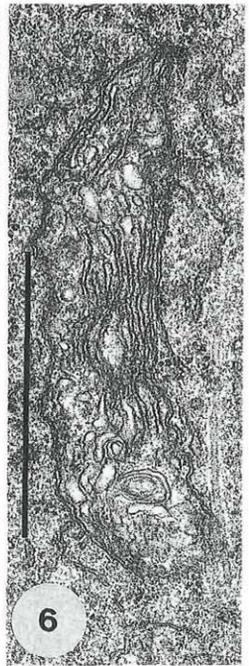
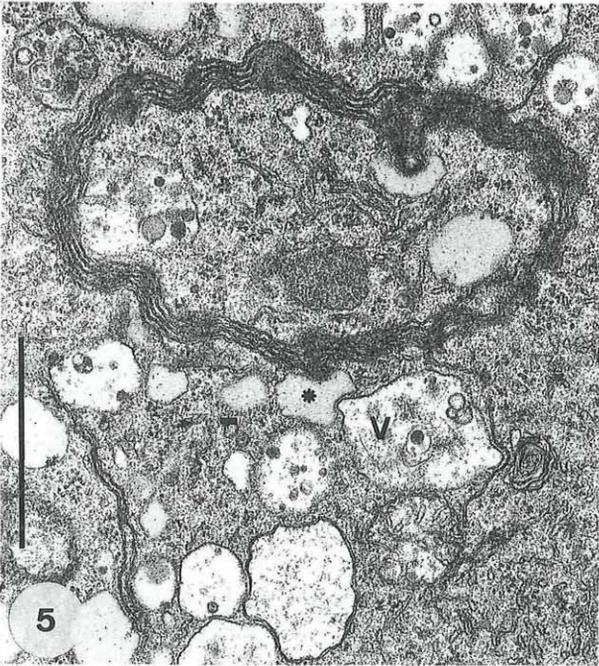
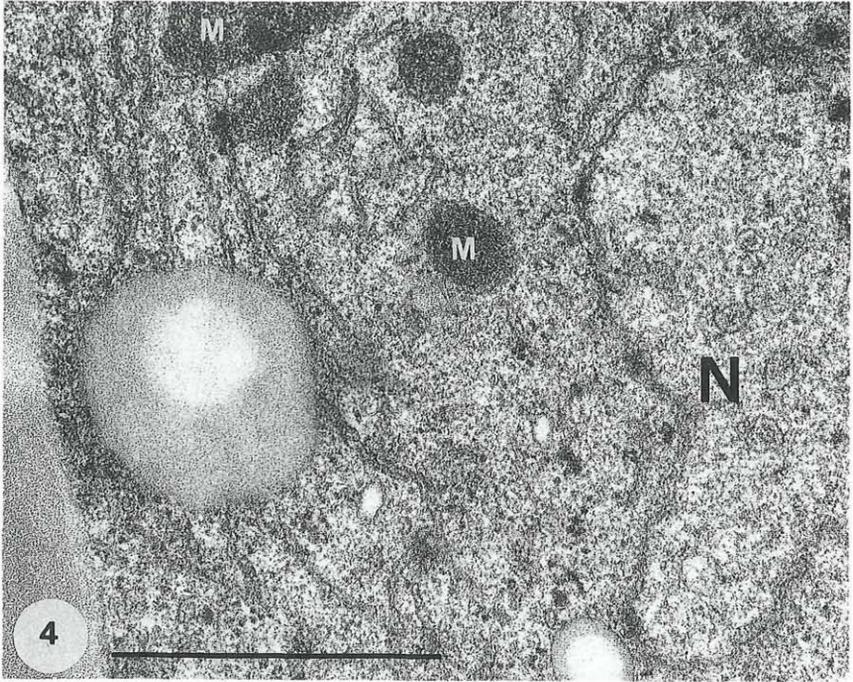
Material und Methode

Strobilurus stephanocystis (HORA) SING. und *Strobilurus tenacellus* (PERS. ex FR.) SING. wachsen auf Kiefernzapfen und wurden in der Umgebung von Graz (Andritz, Kanzel) gesammelt und nach MOSER 1983 bestimmt. Der Lipidnachweis wurde am frischen Material mit Sudanschwarz B durchgeführt (BRONNER 1975). 1-3 mm große Stücke wurden aus den Lamellen herauspräpariert, mit 3%igem Glutardialdehyd in 0,06 M Phosphatpuffer und anschließend mit 1%igem OsO₄ in Veronalacetatpuffer (pH 7,2) fixiert. Entwässert wurde mit Ethanol und über Propylenoxid in Epon 812 eingebettet. Die Ultradünnschnitte wurden mit Uranylacetat und Bleicitrat kontrastiert und im Siemens Elmiskop IA oder im Philips Elektronenmikroskop CM 10 untersucht. Die Perjodsäure-Thiocarbohydrazid-Silberproteinat-Reaktion (PAT-AgProt-Reaktion) wurde nach THIÉRY 1967 durchgeführt. Dafür wurden Fixierungen ohne OsO₄ verwendet. Die Reaktionsschritte wurden in Färbeschälchen durchgeführt, die Übertragung der Schnitte geschah mittels Kunststoffschlingen. Die Beobachtung erfolgte ohne zusätzliche Kontrastierung. Kontrollen wurden mit 10%igem Wasserstoffperoxid statt Perjodsäure behandelt (McLAUGHLIN 1974).

Abb. 4. *Strobilurus tenacellus*, Ausschnitt aus einer Zystide, Zellkern (N) enthält Vesikel. Lipidkörper mit ER assoziiert, Microbodies (M). Maßstab 1 μ m.

Abb. 5. *Strobilurus stephanocystis*, Ausschnitt aus einer Zystide, ER-Membranen grenzen Cytoplasmabereich ab, Lipidkörper (*), Vakuolen (V). Maßstab 1 μ m.

Abb. 6. *Strobilurus stephanocystis*, deformiertes Mitochondrium in einer Zystide. Maßstab 1 μ m.



Weiters wurde ein alkalischer und enzymatischer Zellwandabbau mit KOH, sowie KOH gefolgt von Laminarinase und Chitinase versucht. Für den alkalischen und enzymatischen Abbau wurden frische Lamellenteile vor der Fixierung wie folgt behandelt (vgl. MICHALENKO & al. 1976).

KOH: Die Inkubationszeit in 1 M KOH-Lösung betrug 20 Minuten bei 60°C.

Laminarinase (EC 3.2.1.6, Fa. Sigma): 1 mg Enzym wurde in 1 ml Natriumacetatpuffer pH 5.3 gelöst; der Natriumacetatpuffer enthielt je ml 2,5 mg Calciumchlorid-2-hydrat (MARSHALL 1973). Die Inkubationszeit betrug sechs Stunden bei 37°C, wobei die Enzymlösung alle 1½ Stunden erneuert wurde.

Chitinase (EC 3.2.1.14, Fa. Sigma): 0,25 mg Enzym wurden in 0,1 M McIlvaine-puffer pH 5,5 gelöst. Die Inkubationszeit betrug 48 Stunden bei Zimmertemperatur. Die Enzymlösung wurde nicht erneuert. Folgende Versuchsansätze wurden durchgeführt: a) mit KOH, b) mit KOH und nachfolgend Laminarinase, c) mit KOH, anschließend mit Laminarinase und Chitinase, d) mit KOH und Chitinase. Kontrollen: die Schnitte wurden mit dem jeweiligen Puffer ohne Enzym inkubiert.

Ergebnisse und Diskussion

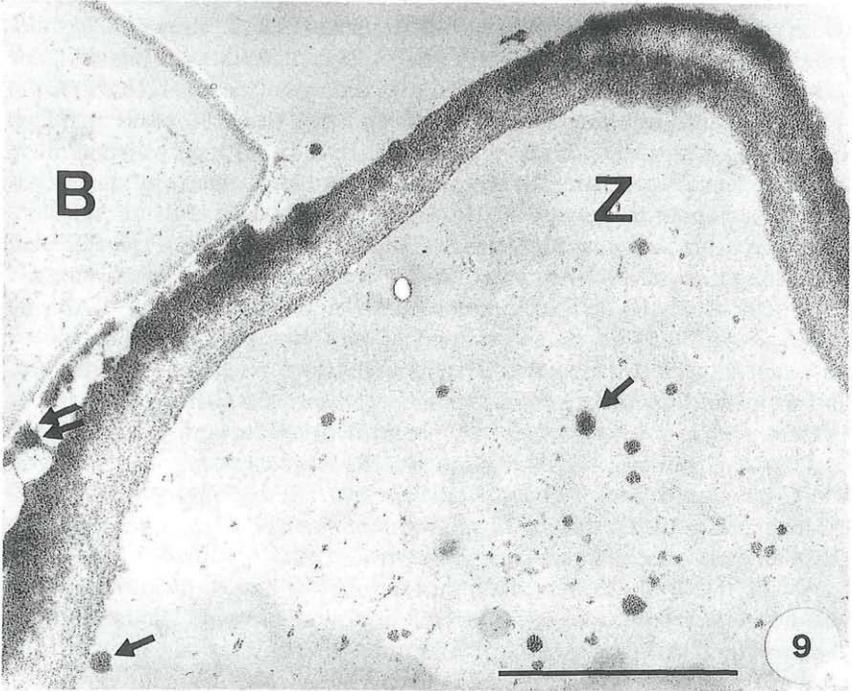
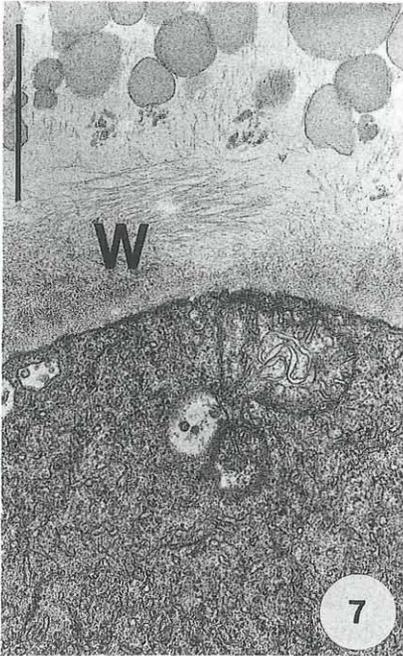
Zum Zeitpunkt der Untersuchung hat die Kernverschmelzung in den Basidien bereits stattgefunden und die Sterigmen mit den Sporen sind zum Teil entwickelt.

Die Zystiden von *St. stephanocystis* sind ca. 40 µm lang und 16–20 µm breit und stumpf. Kleine Tröpfchen liegen halbkreisförmig dem apikalen Bereich der Zystide auf; sie nehmen mit Sudanschwarz B tiefschwarze Farbe an. Auch im Inneren der Zystiden sind mehrere Tröpfchen gefärbt, dies weist auf Lipid hin (Abb. 1). Die zugespitzten Zystiden von *St. tenacellus* besitzen eine Länge von 50–60 µm und eine Breite von 12–13 µm (Abb. 2). Im Spitzenbereich ist hier eine Ablagerung von amorpher Substanz sichtbar, die manchmal eine zarte Kappe bildet. Bei beiden Arten entstehen die Zystiden in Subhymenium und ragen weit über die Basidien hinaus. Mit Giemsa-Lösung lassen sich im mittleren Bereich beider Zystiden zahlreiche Zellkerne (bis zu 14 bei *St. stephanocystis* und bis zu 10 bei *St. tenacellus*) darstellen. Vielkernige Zystiden sind bisher von *Agrocybe praecox* und von *Pluteus leoninus* bekannt (GULL & NEWSAM 1975, VENNIGERHOLZ 1984).

Abb. 7. *Strobilurus stephanocystis*, Ausschnitt aus dem Apikalbereich einer Zystide, Zellwand (W) zum Teil aufgelöst, ausgeschiedene Tröpfchen. Kontrast: Uranylacetat, Bleicitrat. Maßstab 1 µm.

Abb. 8. *Strobilurus stephanocystis*, Ausschnitt aus dem Apikalbereich einer Zystide, PAT-AgProt-Reaktion. Maßstab 1 µm.

Abb. 9. *Strobilurus tenacellus*, Zellwand der Zystidenspitze (Z) dreischichtig, Zellwand der Basidie (B) zweischichtig, Vesikel (Pfeile) in der Zystide und Ausscheidungsprodukt (Doppelpfeil), PAT-AgProt-Reaktion. Maßstab 1 µm.



Jeder Zellkern besitzt einen meist der Kernmembran anliegenden Nucleolus und oft sind ER-Vesikel mit elektronendichtem Inhalt im Caryoplasma zu sehen (Abb. 4). Elemente des ER im Zellkern sind typisch für sehr aktive Zellen. Sie sollen dem Transport von Syntheseprodukten dienen (vgl. SCHNEFF & NAGL 1970). Das hervorstechendste Strukturelement der Zystiden ist das glatte ER. Es besteht an der Peripherie aus mehr oder weniger parallelliegenden lockeren Stapeln von 3–11 Einzelzisternen und im Inneren und an der Spitze aus stark gewundenem, oft auch verzweigtem tubulärem ER (Abb. 3, 7). Ein Übergang vom gestapelten zum tubulären ER ist oft erkennbar. Die Ribosomen kommen meist in Gruppen bis zu 30 als Polysomen vor.

Ein stark tubuläres und verzweigtes ER tritt auch in den Zystiden von *Agrocybe praecox* und *Phanerochaete chrysosporium* auf (GULL & NEWSAM 1975, SETLIFF 1979) sowie in manchen Öldrüsen und in Flavon ausscheidenden Drüsenzellen (SCHNEFF 1972, SCHNEFF & KLASOVÁ 1972). Die Zystiden von *St. stephanocystis* zeigen zwischen dem tubulären ER sehr viele 0,5–1,5 µm große Lipidkörper, die von *St. tenacellus* enthalten weniger Lipidkörper, dagegen sind Microbodies häufiger. Die Lipidkörper ohne elektronendichte Grenzschicht stehen mit mehreren zum Teil rauhen ER-Zisternen in Verbindung (Abb. 4), solche mit Grenzschicht werden meist von einer ER-Zisterne begrenzt (Abb. 3). Auffallend sind in jungen Entwicklungsstadien die Lipidkörper, die mit membranartigen Anhängsel versehen sind (Abb. 3) wie sie WANNER & THEIMER 1978 für ein paar Tage alte Keimpflanzen angeben. Unmittelbar neben den Lipidkörpern liegen kleine Vakuolen, deren Membran oft ER-Stränge anliegen. Sie scheinen das Lipid wenigstens zum Teil aufzunehmen (Abb. 3). Einen engen Kontakt zwischen ER und Lipidkörper stellen auch POWELL & al. 1981 in Chlamydo sporen von *Gilbertella persicaria* fest. Die Autoren beschreiben auch einen Zusammenbruch der Lipide in Vakuolen. Es wird angenommen, daß das ER bei der Lipidkörperbildung eine ähnliche Rolle spielt, wie es für die Triacylglyceridbildung in verschiedenen Pilzen und Tieren angegeben wird (Literatur bei POWELL & al. 1981). Im Stadium der Ausscheidung sind häufig ringförmig geschlossene ER-Membranen vorhanden, die Cytoplasmabereiche abgrenzen (Abb. 5). Spiralgig eingerollte membranartige Strukturen sind im Cytoplasma oft neben Mitochondrien aber auch in Vakuolen zu finden. Die Mitochondrien, die in großer Zahl hauptsächlich an der Peripherie und Spitze der Zystiden liegen, zeigen deutliche Degenerationserscheinungen. Die Cristae sind zum Teil aufgetrieben und bilden Ringe (Abb. 6). ER-Vesikel und mutlivേശികുലാർ Körper wurden häufig an der eingestülpten Plasmamembran von *St. stephanocystis* gesehen.

Nach der PAT-AgProt-Reaktion ist die etwa 0,6 µm dichte Zystidenwand von *St. stephanocystis* zweischichtig, ähnlich den Zellwänden von *Coprinus* und *Schizophyllum* (MCLAUGHLIN 1974, VALK & al. 1977). Die äußere, kaum kontrastierte Schicht entspricht dem s-Glucan und die innere

elektronendichte dem r-Glucan. Zur positiven Reaktion tragen nur die benachbarten OH-Gruppen in den (1-6)-verknüpften Glucosemolekülen bei. Polysaccharide mit ausschließlich (1-3)-Bindungen werden durch diese Reaktion nicht erfaßt, sie enthalten keine benachbarten OH-Gruppen. Mangels dieser Gruppen gibt auch das Chitin keine Reaktion (vgl. VALK & al. 1977). Die Zystidenwand von *St. stephanocystis* zeigt deutliche Unterschiede zwischen Basis und Spitze, nur an der Basis ist ein fibrillärer Abschluß der Zellwand zu sehen. Im Spitzenbereich ragen einzelne Fibrillen ins Einbettungsmittel (Abb. 7). Die kontrastreichen Fibrillen, die in der s-Glucan-Schicht eingelagert sind, entsprechen entweder den Polysacchariden mit (1-6)-Bindungen dieser Schicht oder sind Fibrillen, die aus der r-Glucan-Schicht in die s-Glucan-Schicht hineinragen. Nach dem Schema von WESSELS & SIETSMA 1981 gibt es solche Glucanketten mit (1-3) (1-6)-verknüpften Glucosemolekülen durch die ganze Zellwand verteilt, wenn sie auch nach innen zu häufiger vorkommen und mehr Seitenketten tragen. In der r-Glucan-Schicht sind die Chitinfibrillen eingebettet (SIETSMA & WESSELS 1977, 1979). Im Stadium der Ausscheidung wird die Zellwand an der Spitze von *St. stephanocystis* größtenteils aufgelöst. Die zu kugelförmigen Gebilden aggregierten Ausscheidungsprodukte (0,05-1 µm) sind zum Teil Lipide und reagieren daher nicht mit der PAT-AgProt-Reaktion (Abb. 8).

Die etwa 0,4 µm dicke Zystidenwand von *St. tenacellus* ist nach der PAT-AgProt-Reaktion dreischichtig. Auf der kontrastlosen s-Glucan-Schicht liegt eine dünne, stark kontrastierte Schicht auf (Abb. 9). An der Zystidenspitze treten häufig 10-20 nm große kontrastreiche Einlagerungen auf (Abb. 12), die auch am unbehandelten Schnitt zu finden sind. An der Außenseite der Zystidenspitze geben größere Körper eine deutliche Reaktion. In einem früheren Entwicklungsstadium der Zystide geben zahlreiche Vesikel die PAT-AgProt-Reaktion (Abb. 9). Im Versuchsansatz mit Wasserstoffperoxid statt Perjodsäure bleiben die Zellwände ohne Reaktion. Die äußerste Schicht der Zystide von *St. tenacellus* und das ausgeschiedene Material könnte eine schleimartige Substanz sein. Die Basidienwände der beiden *Strobilurus*-Arten sind etwa 0,1 µm dick und zeigen deutlich innen die kontrastreiche r-Glucan-Schicht und außen die unkontrastierte s-Glucan-Schicht (Abb. 9). Glycogen tritt in späteren Entwicklungsstadien in großen Mengen auf und kommt auch in den Hyphen des Subhymeniums und der Trama vor. In den Zystiden wurde es nicht beobachtet, ebensowenig in denen von *Agrocybe praecox* (GULL & NEWSAM 1975). Dagegen findet sich Glycogen in den Zystiden von *Coprinus* (McLAUGHLIN 1974).

Die Septen von *St. stephanocystis* und *St. tenacellus* sind nach der PAT-AgProt-Reaktion dreischichtig, die beiden äußeren Schichten zeigen das Reaktionsprodukt, was auf das r-Glucan hindeutet, die innere ist elektronenhell und scheint vorwiegend aus Chitin zu bestehen (Abb. 10). Die Ergebnisse stimmen mit denen an *Schizophyllum commune* gefundenen überein (VALK & al. 1977). Erwähnenswert sind die fibrillären Außenkap-

pen, die an den Septalporenapparaten der Hyphen des Subhymeniums und der Trama beider Pilze auftreten (Abb. 11). Sie scheinen aus Proteinen zu bestehen. Nach FLEGLER & al. 1976 lassen sich die fibrillären Außenkappen einiger Basidiomyceten mit Trypsin abbauen. Es ist bekannt, daß ein wirkungsvoller Abbau der Pilzzellwand nur dann möglich ist, wenn das s-Glucan mit KOH entfernt wird (HUNSLEY & BURNETT 1970, DE VRIES & WESSELS 1973). Nach KOH-Behandlung erscheint die Zellwand beider Zystiden stark aufgelockert, eine unkontrastierte Schicht ist nicht zu sehen. Bei *St. tenacellus* bleibt die äußerste Schicht erhalten, die kleinen Körper in der Zellwand sind unverändert (Abb. 12). Mit KOH und darauffolgender Laminarinase wird die s- und r-Glucan-Schicht abgebaut und es bleibt nur mehr das Chitin zurück. Dieses wird durch nachfolgende Behandlung mit Chitinase abgebaut. Durch eine solche sukzessive Behandlung wurden die Basidienwände beider Pilze und die Zystidenwand von *St. stephanocystis* ganz abgebaut. Bei *St. tenacellus* bleibt die äußerste Schicht mit den kleinen Einlagerungen erhalten (Abb. 13).

Ing. G. GRAGGABER danken wir für technische Assistenz. Inspektor J. RIEDL sei für die Bestimmung der Pilze herzlichst gedankt.

Literatur

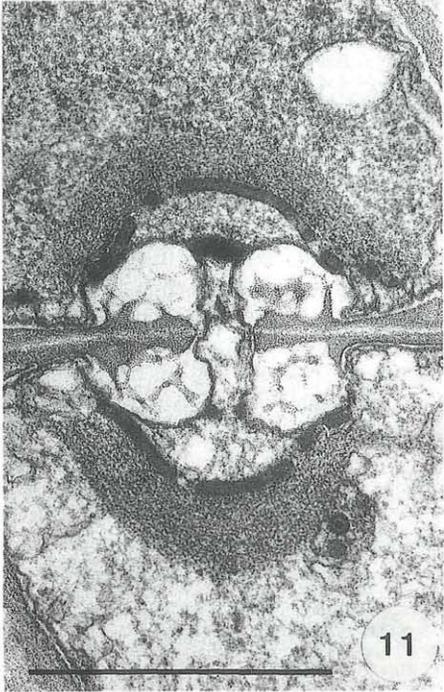
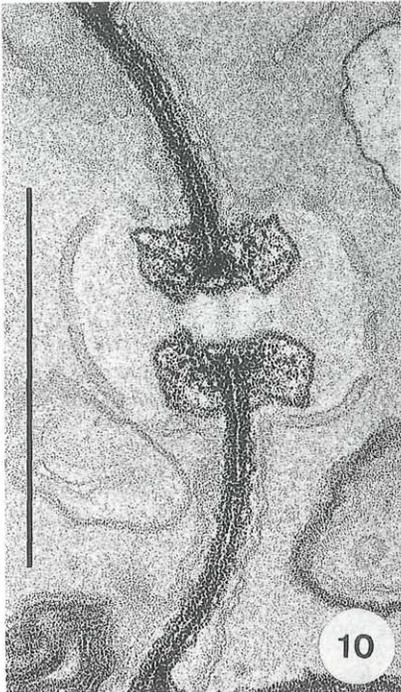
- BRONNER R. 1975. Simultaneous demonstration of lipids and starch in plant tissues. – *Stain Technol.* 50: 1–4.
- CLÉMENÇON H. 1972. Die exkretorischen Zystiden von *Baeospora myosura* (*Agaricales*). – *Z. Pilzkunde* 38: 55–71.
- DE VRIES O. M. H. & WESSELS J. G. H. 1973. Release of protoplasts from *Schizophyllum commune* by combined action of purified α -1,3-glucanase and chitinase derived from *Trichoderma viride*. – *J. gen. Microbiol.* 76: 319–330.

Abb. 10. *Strobilurus tenacellus*, Septalporenapparat, PAT-AgProt-Reaktion. Maßstab 1 μ m.

Abb. 11. *Strobilurus tenacellus*, Ausschnitt aus dem Subhymenium, Septalporenapparat mit beiderseits ausgebildeten fibrillären Außenkappen und Verschlußbändern am Ausgang des Porenkanals. Maßstab 1 μ m.

Abb. 12. *Strobilurus tenacellus*, Zystidenspitze mit KOH behandelt. Maßstab 1 μ m.

Abb. 13. *Strobilurus tenacellus*, Zystidenspitze sukzessive behandelt mit KOH, Laminarinase, Chitinase; Zellwandreste vorhanden. Maßstab 1 μ m.



- FLEGLER S. L., HOOPER G. R. & FIELDS W. G. 1976. Ultrastructural and cytochemical changes in the Basidiomycete dolipore septum associated with fruiting. – *Can. J. Bot.* 54: 2242–2253.
- GULL K. & NEWSAM R. 1975. Ultrastructural organization of cystidia in the Basidiomycete *Agrocybe praecox*. – *J. gen. Microbiol.* 91: 74–78.
- HORNER J. & MOORE D. 1987. Cystidial morphogenetic field in the hymenium of *Coprinus cinereus*. – *Trans. Br. Mycol. Soc.* 88: 479–488.
- HUNSLEY D. & BURNETT J. H. 1970. The ultrastructural architecture of the walls of some hyphal fungi. – *J. gen. Microbiol.* 62: 203–218.
- MCLAUGHLIN D. J. 1974. Ultrastructural localization of carbohydrate in the hymenium and subhymenium of *Coprinus*. – *Protoplasma* 82: 341–364.
- MARSHALL J. J. 1973. Behavior of β -glucan hydrolases on ion-exchangers. – *Analyt. Biochem.* 53: 191–198.
- MICHALENKO G. O., HOHL H. R. & RAST D. 1976. Chemistry and architecture of the mycelial wall of *Agaricus bisporus*. – *J. gen. Microbiol.* 92: 251–262.
- MOSER M. 1983. Die Röhrlinge und Blätterpilze. In: GAMS H. (Hg.), *Kleine Kryptogamenflora II b/2*. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- POWELL M. J., BRACKER C. E. & STERNSHEIN D. J. 1981. Formation of chlamydospores in *Gilbertella persicaria*. – *Can. J. Bot.* 59: 908–928.
- SCHNEPF E. 1972. Tubuläres endoplasmatisches Reticulum in Drüsen mit lipophilen Ausscheidungen von *Ficus*, *Ledum* und *Salvia*. – *Biochem. Physiol. Pflanzen* 163: 113–125.
- & KLASOVÁ A. 1972. Zur Feinstruktur von Öl- und Flavondrüsen. – *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 85: 249–258.
- & NAGL W. 1970. Über einige Strukturbesonderheiten der Suspensorzellen von *Phaseolus vulgaris*. – *Protoplasma* 69: 133–143.
- SETLIFF E. C. 1979. Light and electron-microscopic studies of cystidia in *Phanerochaete chrysosporium*. – *Mycologia* 71: 1244–1247
- SIETSMA J. H. & WESSELS J. G. H. 1977. Chemical analysis of the hyphal wall of *Schizophyllum commune*. – *Biochem. Biophys. Acta* 496: 225–239.
- & – 1979. Evidence for covalent linkages between chitin and a β -glucan in a fungal wall. – *J. gen. Microbiol.* 114: 99–108.
- SMITH A. H. 1966. The hyphal structure of the basidiocarp. In: AINSWORTH G. C. & SUSSMAN A. S. (eds.), *The Fungi*, Vol. 2, *The Fungal Organism*, pp. 151–177. – Academic Press New York, London.
- THALER I. & GAILHOFER M. 1981. Die Feinstruktur der Chrysocystiden von *Hypholoma fasciculare* (Basidiomycetes, Agaricales). – *Protoplasma* 108: 289–300.
- THIELKE Ch. 1972. Zisternenaggregate bei höheren Pilzen. – *Protoplasma* 75: 335–339.
- THIÉRY J. P. 1967. Mise en évidence des polysaccharides sur coupes fines en microscopie électronique. – *J. Microscopie* 6: 987–1018.
- VALK P. VAN DER, MARCHANT R. & WESSELS J. G. H. 1977. Ultrastructural localization of polysaccharides in the wall and septum of the basidiomycete *Schizophyllum commune*. – *Exp. Mycol.* 1: 69–82.
- VENNIGERHOLZ F. 1984. Zur Ultrastruktur der Zystide und des Septalporenapparates einiger Basidiomyceten (*Inocybe geophylla*, *Pluteus leoninus*, *Strobilurus stephanocystis*, *Strobilurus tenacellus*). – *Diss. Graz*.
- WANNER G. & THEIMER R. R. 1978. Membranous appendices of spherosomes (oleosomes). – *Planta* 140: 163–169.

- WESSELS J. G. H. 1965. Morphogenesis and biochemical processes in *Schizophyllum commune* Fr. – *Wentia* 13: 1–113.
- & SIETSMA J. H. 1981. Cell wall synthesis and hyphal morphogenesis; a new model for apical growth. In: ROBINSON D. G. & QUADER H. (eds.) *Cell Walls 1981, Proceedings of the 2nd Cell Wall Meeting Göttingen, April 8th–11th*, pp. 135–142. – *Wiss. Verlagsgesellschaft Stuttgart*.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [29_2](#)

Autor(en)/Author(s): Thaler Irmtraud, Vennigerholz Felizitas, Gailhofer
Manfred Karl

Artikel/Article: [Die Feinstruktur der Zystiden von Strobilurus stephanocystis und St. tenacellus \(Tricholomataceae\). 263-275](#)