Experimentell-ontogenetische und karyologische Untersuchungen an Ochropsora ariae (Fuck.) Ramsb.*

R. BAUER und F. OBERWINKLER

Lehrstuhl Spezielle Botanik der Universität Tübingen
Auf der Morgenstelle 1, D-7400 Tübingen 1

Eingegangen am 30.6.1986

Bauer, R. & F. Oberwinkler (1986) – Ontogenetic and karyological studies in *Ochropsora ariae* (Fuck.) Ramsb. Z. Mykol. 52(2): 271–276.

Key Words: *Heterobasidiomycetes, Uredinales, Ochropsora ariae,* gastroid basidia, basidiospore development, basidiospore germination, secondary spores, gastroid secondary spores, karyology.

Abstract: *Ochropsora ariae* develops gastroid basidia in host tissues and on artificial media containing 0.6 % agar. This substrate is suitable for secondary spore formation in rusts which commonly produce ballistospores, but with the exception of gastroid spore development in *Ochropsora ariae.* Nuclear behaviour in all rust-species so far studied appears to be identical.

Zusammenfassung: Die Entwicklung der Basidien und die Keimung der Basidiosporen von *Ochropsora ariae* wurden vergleichend morphologisch und karyologisch studiert. In Wirtsblättern, aber auch auf 0,6 %igem Wasseragar werden die Basidiosporen dieser Art nach der gastroiden Bildungsweise ausdifferenziert. Auch die Sekundärsporen entstehen gastroid; sie sind demnach keine Schleudersporen.

Der Rostpilz *Gymnosporangium clavariiforme* (Pers.) DC. und die auricularioiden Arten *Helicogloea lagerheimii* Pat. und *Platygloea peniophorae* Bourd. & Galz. zeigten in experimentell-ontogenetischen Untersuchungen bemerkenswerte, strukturelle Veränderungen ihrer Meiosporangien (Bauer & Oberwinkler 1986). Die Ausdifferenzierung der Basidienzellen bei der Sporenbildung ist von äußeren Bedingungen abhängig und morphologisch nicht stabil. Bei identischen Versuchsansätzen kann auch die Basidiosporenkeimung in gleicher Weise wie die Sporenbildung selbst modifiziert werden. Es bot sich daher an, den gastroiden Rostpilz *Ochropsora ariae* ebenfalls auf potentielle morphologische Varabilität seiner Basidien und Basidiosporen hin zu überprüfen. Unter natürlichen Bedingungen bleiben die Meiosporangien dieser Art bis zur Sporenreife in den Wirtsblättern eingeschlossen; sie bilden keine hornförmig gekrümmten Sterigmen aus und die Basidiosporen werden nicht abgeschleudert. Im Anschluß an die vorangegangenen Untersuchungen (Bauer 1983, Bauer & Oberwinkler l.c.) ist nun zu prüfen, ob die Morphogenese der Basidien, sowie Sporenbildung und Sporenkeimung experimentell beeinflußbar sind.

Material und Methoden

Ochropsora ariae (Fuck.) Diet. auf *Aruncus dioicus* (Walt.) Fern., Deutschland, Bayern, Bad Reichen-

* Teil 49 der Reihe „Studien an Heterobasidiomyceten".

hall, am Soleleitungsweg zwischen Karlstein und Thumsee, ca. 600 m, leg. I. & K. Brellochs, M. Müller (nach einer Fundortsangabe von F. Oberwinkler), 13.10.1984 (TUB).

Basidien wurden aus den Blättern herauspräpariert und auf 0,6 %igem Wasseragar so ausgestrichen, daß sie und Basidiosporen vereinzelt auf dem Substrat lagen. Die Weiterentwicklung der Basidien und die Sporenkeimung wurden dann lichtmikroskopisch verfolgt und photographisch dokumentiert. Die Inkubation erfolgte bei 16°C. Kernfärbungen wurden nach der von Bauer (1986) beschriebenen Methode durchgeführt.

Ergebnisse

Die Basidie bildet ein Tetrasporangium, deren Zellen nur locker miteinander verbunden sind. Bei Reife runden sie sich häufig ab, so daß das Meiosporangium in Einzelzellen zerfällt. Werden bereits septierte Basidien auf einer Agarplatte ausgestrichen, so sind nur noch wenige, vollständig vierzellig verbliebene Organe aufzufinden (Abb. 1). Die meisten Basidien sind zellulär zergliedert, und durch ihre abgerundete Form sind die Teilzellen nicht selten den Basidiosporen täuschend ähnlich.

Die Basidiosporenbildung begann nach etwa 14 Tagen an isolierten, wie an im Verbund liegenden Basidienzellen. An unterschiedlich langen Sterigmen werden symmetrisch bis leicht asymmetrisch aufsitzende Sporen entwickelt (Abb. 1). Gelegentlich sitzen sie unmittelbar der Mutterzelle auf. Im Verlaufe der Sporendifferenzierung wird zunehmend mehr Cytoplasma aus der sich vakuolisierenden Basidienzelle in die Spore verlagert. Ist auch der Kern eingewandert, so teilt er sich in der Basidiospore, die dann reif zweikernig ist (Abb. 5). Bereits aus der morphologischen Gestaltung der Sterigmen, sowie dem überwiegend symmetrischen Ansitzen der Sporen kann gefolgert werden, daß ein Schleudermechanismus fehlt. Die „Einnischung" der Basidien in sie umhüllende Wirtsgewebe bis über die Reife der Sporen hinaus, läßt dieses „gastroide Verhalten" verständlich erscheinen.

16 Tage nach Versuchsansatz konnten die ersten Keimstadien der Basidiosporen beobachtet werden. Es wird pro Spore je ein Keimschlauch gebildet. Die Mutterzelle vakuolisiert zunehmend und ihr Cytoplasma wandert über die terminal nicht zugespitzte Keimhyphe in die symmetrisch aufsitzende Tochterzelle ein (Abb. 2), die nicht abgeschleudert wird. Diese „sekundären Sporen" sind befähigt, nach dem gleichen Modus eine weitere Sporengeneration zu erzeugen (Abb. 3). Ob der Vorgang noch weiter wiederholt werden kann, wurde nicht untersucht. Die „Sekundärsporen" sind zumeist schlanker als ihre Mutterzellen (Abb. 2, 3). Vor der Keimung der Basidiospore wird ihr Dikaryon zu einem Monokaryon reduziert. Dabei kondensiert das Chromatin eines Kernes (Abb. 5, Pfeil), sodaß er inaktiviert wird und schließlich völlig degeneriert. Die Basidiospore ist dadurch wieder einkernig geworden (Abb. 6). In diesem einkernigen Zustand keimt die Basidiospore, ihr Kern wandert in die gebildete Tochterzelle ein und teilt sich dort. Dies entspricht karyologisch dem Reifezustand der primären, zweikernigen Basidiospore. Bei der Bildung einer weiteren Sporengeneration wiederholt sich dieses bemerkenswerte Kernverhalten in gleicher Weise. Identische karyologische Phänomene wurden bei der Schleudersporenbildung anderer Rostpilzarten festgestellt, ausführlich beschrieben und interpretiert (Bauer 1983, 1986).

Diskussion

Die Basidienzellen von *Gymnosporangium clavariiforme* (Pers.) DC., *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév. und *Cronartium flaccidum* (A. & S.) Wint. bilden auf 0,6 %igem Wasseragar Schleudersporen aus (Bauer 1983, Bauer & Oberwinkler 1986),

während *Ochropsora ariae* auf diesem Substrat gastroide Basidiosporen entwickelt. Dieser Befund bedarf einer genaueren Erläuterung.

Die Verteilung rezenter Rostpilzsippen auf ihren Wirten läßt sich sinnvollerweise so interpretieren, daß ursprüngliche *Uredinales*-Arten auf Farnen vorkamen. Wirtswechselnde Farnroste benutzten Koniferen als Substrate für Haplophasen-Generationen. Heutige Vertreter dieser Gruppe sind in ihrer Wirtsabhängigkeit für den haplontischen Entwicklungsabschnitt auf *Abies*-Arten eingeengt. Die erdgeschichtlich nachfolgenden Angiospermengruppen wurden sukzessive von coevolutiv sich weiter entwickelnden Rostpilzen besiedelt (Cummins 1959, Gäumann 1964, Petersen 1974, Savile 1976). Da bereits rezente Farnroste als vergleichsweise ursprüngliche *Uredinales*-Sippen Schleudersporen ausbilden können (Pady 1933), dürfte der gastroide Bau- und Funktionstyp von *Ochropsora sorbi* als einem Anemone-Rosaceen-Rost (Tranzschel 1905, Fischer 1910, Klebahn 1908) sekundär entstanden sein (Oberwinkler 1977, 1982, 1985). Zu Gunsten dieser Deutung läßt sich auch noch anführen, daß die Basidiosporen auf Sterigmen entstehen und daß nur eine Spore pro Basidienzelle ausdifferenziert wird. Damit kann auch das Cytoplasma des Meiosporangiums für die Sporenbildung annähernd vollständig verbraucht werden. Im Gegensatz hierzu erfolgt in ursprünglich gastroiden Meiosporangien vom *Ustilago*- oder *Agaricostilbum*-Typ eine wiederholte Sporenbildung an ein und derselben Basidienzelle, die dementsprechend während der Sporulation nicht oder nur geringfügig vakuolisieren kann (Oberwinkler & Bandoni 1982).

Ungewöhnlich und bisher noch nicht beschrieben ist auch das Keimverhalten der Basidiosporen, das durch die gastroide Bildungsweise nachfolgender Sporengenerationen vom üblichen Mechanismus der Sekundärsporenentwicklung der Rostpilze abweicht. Wie bei der Basidiosporenontogenese entleert die Mutterzelle ihr Cytoplasma in die Tochterzelle, der Kern wandert während dieses Vorganges aus, teilt sich in der neu gebildeten Zelle, so daß ein Zweikernstadium entsteht. Dieses wird aber nachfolgend durch Desintegration eines Kernes auf ein Monokaryon herabreguliert. Nachdem also alle wesentlichen zellulären und karyologischen Differenzierungsschritte zwischen Schleudersporen bildenden Rostpilzen und *Ochropsora ariae* übereinstimmen, ist es ungewöhnlich, daß diese Art gastroid entstehende, sekundäre Sporen besitzt. Nach den Daten von Bauer & Oberwinkler (1986) kann dieser Befund jedoch tatsächlich nicht überraschen. Unter gleichen Versuchsansätzen konnten die Autoren bei *Gymnosporangium clavariiforme, Helicogloea lagerheimii* und *Platygloea peniophorae* ein für die jeweilige Art identisches Keimverhalten von Basidiospore und Basidienzelle beobachten. Die Basidiosporen- und Sekundärsporenbildung von *Ochropsora ariae* können deshalb nur so sinnvoll gedeutet werden, daß sie beide sekundär zum gastroiden Modus hin verändert wurden.

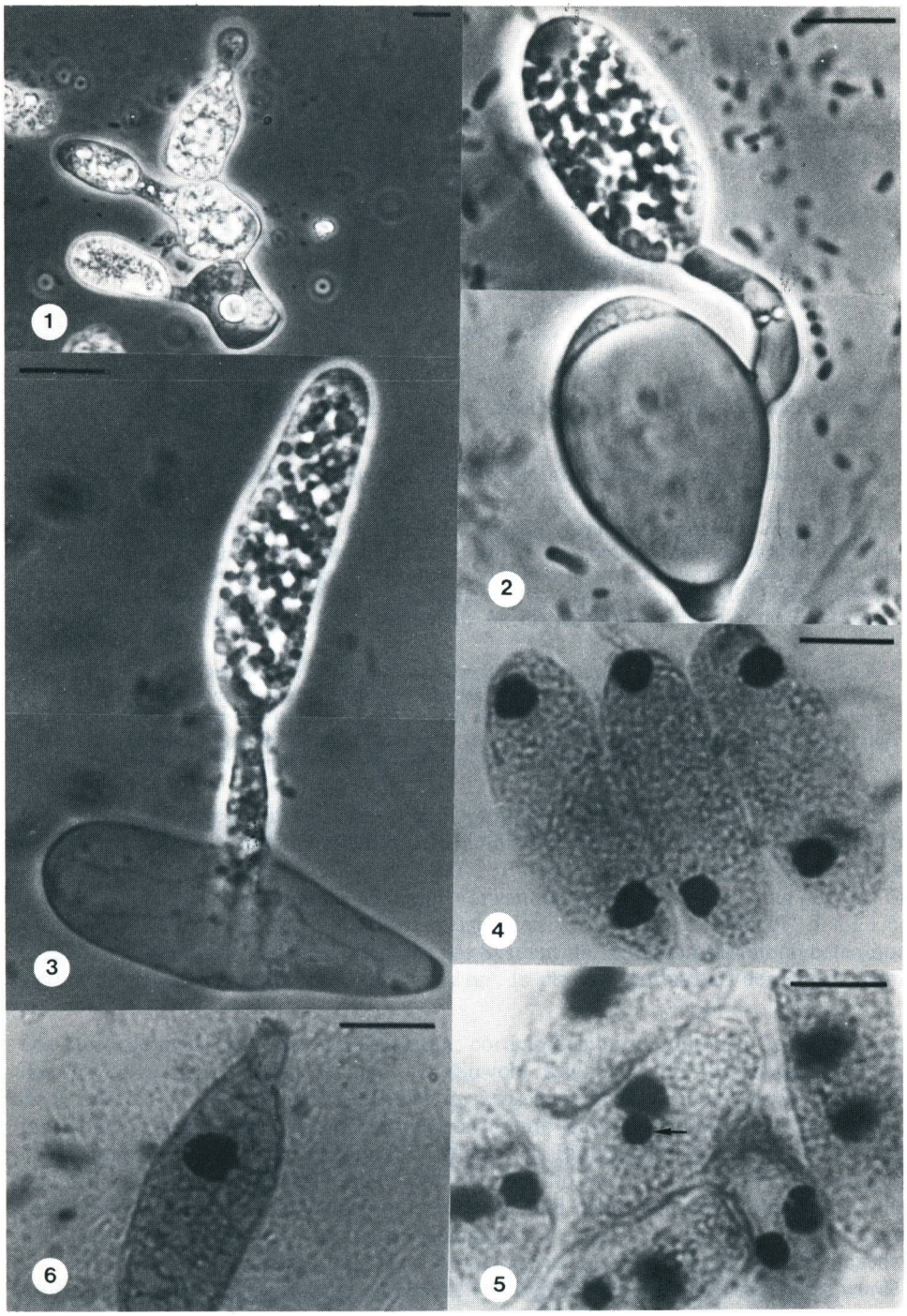
Die Untersuchungen wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt.

Literatur

BAUER, R. (1983) – Experimentell-ontogenetische und karyologische Untersuchungen an *Uredinales*. Diss. Univ. Tübingen.
– (1986) – Basidiosporenentwicklung und -keimung bei Heterobasidiomyceten. Teil A: Experimentell-ontogenetische und karyologische Untersuchungen an keimenden Rostpilzbasidiosporen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 99: 67–81.
– & F. OBERWINKLER (1986) – Experimentell-ontogenetische Untersuchungen an Phragmobasidien. Z. Mykol. 52(2). 259–270.
CUMMINS, G. B. (1959) – Illustrated genera of Rust Fungi. Burgess Publ. Co. Minneapolis, Minnesota.
FISCHER, E. (1910) – Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Uredineen 6–9, Cbl. Bact., II. Abt. 28: 139–152.
GÄUMANN, E. (1964) – Die Pilze. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart.
KLEBAHN, H. (1908) – Kulturversuche mit Rostpilzen III. Z. Pfl. Krankh. 17: 129–157.
OBERWINKLER, F. (1977) – Das neue System der Basidiomyceten. In Frey, W., H. Hurka & F. Oberwinkler: Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen. G. Fischer Verlag, Stuttgart. S. 59–105.
– (1982) – The significance of the morphology of the basidium in the phylogeny of Basidiomycetes. In Wells, K. & E. K. Wells: Basidium and basidiocarp. Evolution, cytology, function, and development. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. pp. 9–35.
– (1985) – Anmerkungen zur Evolution und Systematik der Basidiomyceten. Bot. Jahrb. Syst. 107: 541–580.
– & R. J. BANDONI (1982) – A taxonomic survey of the gastroid, auricularioid Heterobasidiomycetes. Can. J. Bot. 60: 1726–1750.
PADY, S. M. (1933) – Teliospore development in the *Pucciniastreae*. Can. J. Res. 9: 458–485.
PETERSEN, R. H. (1974) – The rust life cycle. Bot. Rev. 40: 453–513.
SAVILE, D. B. O. (1976) – Evolution of the rust fungi *(Uredinales)* as reflected by their ecological problems. Evol. Biol. 9: 137–207.
TRANZSCHEL, W. (1905) – Beiträge zur Biologie der Uredineen. Trav. Mus. Bot. Acad. Imp. Sc. Petersburg 2: 64–80.

Abb. 1–6: *Ochropsora ariae*, Basidiosporenentwicklung und -keimung auf 0,6 %igem Wasseragar. Der Maßstab aller Abbildungen entspricht 5 µm. Abb. 1: Basidie, partiell zergliedert, mit unterschiedlich alten Basidiosporen. Abb. 2: Stark vakuolisierte Basidiospore mit Keimschlauch und symmetrisch aufsitzender Tochterspore. Abb. 3: Keimung der Tochterzelle; das Cytoplasma ist bereits wieder in die nachfolgende Zelle entleert worden. Abb. 4: Zweikernige Sekundärsporen. Abb. 5: Zweikernige Basidiosporen; der Pfeil verweist auf einen kondensierten, seine Desintegration einleitenden Kern. Abb. 6: Einkernige Basidiospore.

Figs. 1–6: *Ochropsora ariae:* Development and germination of basidiospores on 0.6 % water-agar. The bars in all figs. measure 5 µm. Fig. 1: Partially phragmented basidium with spores in different stages of development. Fig. 2: Strongly vacuolized basidiospore with germination tube and symmetrically attached secondary spore. Fig. 3: Germination of secondary spore by repetition: the cytoplasm has already moved into the daughter cell. Fig. 4: Binucleate secondary spores. Fig. 5: Binucleate basidiospores; the arrow indicates a condensed nucleus beginning its desintegration. Fig. 6: Mononucleate basidiospore.


1
2
3
4
5
6

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 Heftreihe 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. Freigebiger 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: 1986

Band/Volume: 52_1986

Autor(en)/Author(s): Bauer R., Oberwinkler Franz

Artikel/Article: Experimentell-ontogenetische und karyologische Untersuchungen an Ochropsora ariae (Fuck.) Ramsb. 271-275