

***Inonotus hispidus* - eine Quelle neuer Wirkstoffe?**

HORST PILGRIM*, ULRIKE LINDEQUIST*
& NASSER ABDULLAH AWADH ALI**

* Institut für Pharmazeutische Biologie, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, D-17487 Greifswald,

** Pharmaceutical Biology Section, Pharmacy Department, Sana'a University (Jemen)

Herrn Prof. Kreisel zum 65. Geburtstag gewidmet.

Eingegangen am 16. August 1996

Pilgrim, H., U. Lindequist & N.A.A. Ali (1996) - *Inonotus hispidus* - a resource of new drugs? Z. Mykol. 62/2: 169 - 174.

Key Words: *Inonotus hispidus*, Pigments, Hispidin, Hispolon, Pharmacology.

Summary: Fruit bodies of *Inonotus hispidus* produce styrylpyrones (e.g. hispidin) and derivatives of caffeic acid (e.g. hispolon) as pigments. Some of these substances have influence on the incorporation of 3H thymidine in lymphocytes, on the production of oxygen radicals, on the 5-lipoxygenase and on some other biological targets. It is assumed that *Inonotus hispidus* could be a valuable tool for new drugs.

Zusammenfassung: Der Zottige Schillerporling, *Inonotus hispidus*, enthält Pigmente vom Typ der Styrylpyrone (z.B. Hispidin) und Kaffeesäurederivate (z.B. Hispolon). Es konnte gezeigt werden, daß einige dieser Verbindungen u.a. Wirkungen auf den 3H-Thymidineinbau in Lymphozyten, die Sauerstoffradikalbildung und die 5-Lipoxygenase besitzen, die sie als potentielle therapeutische Wirkstoffe aussichtsreich erscheinen lassen.

Einleitung

Bei der Suche nach neuen pharmakologisch aktiven Naturstoffen wird den Basidiomyceten seit einigen Jahren verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet. Während über die Inhaltsstoffe von Gift- und von Speisepilzen und von einigen in der asiatischen Volksmedizin verwendeten Basidiomyceten recht gute Kenntnisse existieren, werden erst in jüngster Zeit auch zähe, ungenießbare *Aphylophorales*-Arten auf mögliche therapeutisch nutzbare Wirkstoffe analysiert. Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang Inhaltsstoffe, die auf die Zellen des Immunsystems, virostatisch, cytostatisch und als Enzyminhibitoren wirken. Aufgrund der Lebensweise der Pilze in einer mikrobiell stark kontaminierten Umgebung ist davon auszugehen, daß sie auf das Vorhandensein von Sekundärstoffen mit den genannten Wirkungen zwingend angewiesen sind. Andererseits besteht aus medizinischer Sicht für neue Immunmodulatoren, Virostatika, Antibiotika und Enzyminhibitoren ein hoher Bedarf.

Eine wenig untersuchte Gattung ist *Inonotus*. Lediglich *Inonotus obliquus* (Pers. ex Fr.) Pilat, der Schiefe Schillerporling, ist aufgrund seiner ethnopharmakologischen Bedeutung in der Volksmedizin osteuropäischer und asiatischer Völker in den 50er und 60er Jahren phytochemisch und pharmakologisch intensiv analysiert worden. Die Ergebnisse führten in der ehemaligen Sowjetunion zur Einführung des Präparates Befungin zur Behandlung von Magen-Darm-Erkrankungen (JAKIMOV et al. 1957). Andere *Inonotus*-Arten sind hauptsächlich auf die in ihnen enthaltenen Pigmente analysiert worden (FIASSON 1982). Im Rahmen unserer Screening-Untersuchungen auf pharmakologisch aktive Pilzinhaltsstoffe wurden wir auf *Inonotus hispidus* (Bull. ex Fr.) Karst., den Zottigen Schillerporling, aufmerksam.

Im Folgenden soll eine Zusammenfassung des bisherigen Erkenntnisstandes über Inhaltsstoffe und biologische Wirkungen dieses Pilzes erfolgen und ein Ausblick auf zukünftige Forschungsansätze und eventuelle Verwendungsmöglichkeiten gegeben werden.

Inhaltsstoffe von *Inonotus hispidus*

Aminosäuren

Im Rahmen einer Analyse der Aminosäurezusammensetzung der Proteinfraction von 33 Arten aus 14 Familien eßbarer, nicht eßbarer und giftiger Basidiomyceten wird auch über *Inonotus hispidus* berichtet. Den höchsten Anteil am Aminosäuregemisch besitzen Asparaginsäure (8,6 %), Glutaminsäure (13,7 %) und zwei nicht identifizierte Aminosäuren (8,5 und 10 %). Der Gehalt an den übrigen proteinogenen Aminosäuren weicht nur unwesentlich von dem der anderen untersuchten Arten ab (CASALICCHIO 1975b).

Lipide, Kohlenwasserstoffe

Die Lipidfraktion von in Japan gesammelten *Inonotus hispidus*-Exemplaren enthält gesättigte (C12, C14, C16, C18) und ungesättigte (C18:1, C18:2) Fettsäuren. Hauptsterol ist eine als Ergosterol D bezeichnete Verbindung (ENDE et al. 1975). Im unverseifbaren Anteil der Lipidfraktion kommen Kohlenwasserstoffe mit Kettenlängen zwischen C16 und C26 (Hauptmenge C22 = 23,9 %, C20 = 16,7 %, C21 = 12,2 %) vor (CASALICCHIO 1975a).

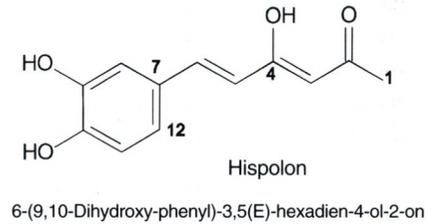
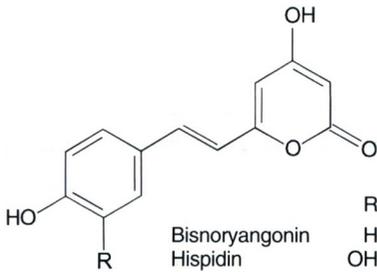
Aus dem Mycel von *Inonotus hispidus* können nach Entfernen der Sterolfraction mit Leichtbenzin das tetracyclische Triterpen Eburicolsäure und Spuren von Dehydroeburicolsäure isoliert werden (CORT et al. 1954).

Enzyme

Das parasitische Wachstum von *Inonotus hispidus* auf Holz setzt das Vorhandensein von Enzymen, die zum Holzabbau in der Lage sind, voraus. In Übereinstimmung damit wurde in Fruchtkörpern von *Inonotus hispidus* Cellulase- und Hemicellulase-Aktivität nachgewiesen. Auch Amylase- und Catalase-Aktivität wurde gefunden (LAMAISON 1976). Wäßrige Extrakte junger, unreifer Fruchtkörper enthalten eine starke Catecholoxidase-Aktivität (BU'LOCK & SMITH 1961).

Kultivierte Mycelien (Oberflächenkulturen auf agarhaltigem Medium) besitzen Cellulase- und für Weißfäulepilze charakteristische Phenoloxidase-Aktivität. Als Substrate werden u.a. unlösliche Cellulose (Avicel), lösliche Cellulose (Carboxymethylcellulose), Catechol und Gallussäure verwertet (RODEIA 1983, RODEIA et al. 1990).

In einem flüssigen Komplexmedium bilden kultivierte Mycelien extrazelluläre Lipasen, die bei pH 8,0 Triolein abbauen (NERUD et al. 1982).



Pigmente

Pigmente sind im Pilzreich weit verbreitet (GILL & STEGLICH 1987). Bei den Pigmenten einer großen Zahl von *Inonotus*-Arten und einigen Vertretern der Gattungen *Hymenochaete*, *Onnia*, *Phaeolus*, *Phellinus* und *Phylloporia* handelt es sich mit wenigen Einschränkungen um Styrylpyronderivate (FIASSON 1982). Diese gelben bis goldgelben Verbindungen sind die bisher am umfangreichsten untersuchte Stoffgruppe von *Inonotus hispidus*.

Zu ihnen gehören Hispidin, Bisnoryangonin, 3,14'-Bishispidinyl und Hypholomin B vom Typ der Styrylpyrone. Biogenetisch eng damit verwandt ist Hispolon als Derivat der Kaffeesäure.

Das Hauptpigment Hispidin ist bis zu 7,2% vom Trockengewicht (FIASSON 1982) in Abhängigkeit vom Reifestadium des Pilzes und von der Isolierungs- sowie Bestimmungsmethode enthalten. Erstmals wurde es im Gemisch mit anderen Farbstoffen aus dem Pilz von ZOPF (1889) und 30 Jahre später auch von ZELLNER (1920) extrahiert. Die Aufklärung der Struktur als 6-(3',4'-Dihydroxystyryl)-4-hydroxy-2-pyrone erfolgte dann durch EDWARDS et al. (1961) und BU`LOCK et al. (1962). Bisnoryangonin konnte im Pilz nur in geringen Mengen (FIASSON 1982) und nach Angaben von PERRIN & TOWERS (1973) auch in einem Extrakt des Mediums kultivierter Myzelien nachgewiesen werden. Bishispidinyl (FIASSON 1982) und Hyopholomin B (FIASSON 1982, FIASSON & BERNILLON 1977), Dimerisierungsprodukte des Hispidins, kommen ebenfalls nur in sehr geringer Konzentration vor.

Beim Kaffeesäurederivat Inonotin C, das von SCHRAMM (1976) in äußerst geringen Mengen in den Pilzen gefunden wurde, handelt es sich möglicherweise um ein Abbauprodukt des Hispidins. In unserer Arbeitsgruppe wurde in jüngster Zeit die vorher nicht beschriebene Verbindung Hispolon aus den Fruchtkörpern der Pilze isoliert (0,06 %/TG) und in ihrer Struktur aufgeklärt (ALI et al. 1996a). Sie wurde als 6-(9,10-Dihydroxy-phenyl)-3,5(E)-hexadien-4-ol-2-on bestimmt.

Die Biosynthese des Hispidins durch *Inonotus hispidus* wurde unter Verwendung von kultivierten Myzelien und ¹⁴C markierter Präkursoren nachgewiesen und erfolgt mit großer Wahrscheinlichkeit von Phenylalanin ausgehend über Zimtsäure, p-Cumarsäure, Coffeoyl-CoA und Anlagerung von 2 Acetat- bzw. Malonylresten (PERRIN & TOWERS 1973). Es ist sehr wahrscheinlich, daß der in der Natur Weißfäule verursachende Pilz durch Abbau pflanzlichen Lignins Vorstufen zur Biosynthese erschließen kann.

Die Bildung der gelben Pigmente ist lichtabhängig, wobei schon eine Belichtung der Kulturen von 10 sec mit weißem Licht innerhalb eines Tages zur Induktion ausreicht. Unbelichtete Kulturen bilden keine Pigmente. Phenylalanin-ammonium-lyase (PAL) und Zimtsäure-4-hydroxylase werden durch Licht stimuliert (NAMBU DIRI et al. 1973, TOWERS et al. 1974, VANCE et al. 1974, 1975).

Die Aktivität der p-Cumarsäure-hydroxylase, die die essentielle Hydroxylierung der p-Cumarsäure zu Kaffeesäure katalysiert, korreliert mit der Pigmentbildung. Dieses Enzym, das in 2 unterschiedlichen Molmassen (185000 und 45000) vorkommt, ist auch in der Lage, Bisnoryangonin in Hispidin zu überführen (NAMBUDIRI et al. 1974).

Bei der Reifung und Alterung oder durch Quetschung jungen Pilzmaterials entsteht eine dunkelbraune bis schwarzbraune Verfärbung des Pilzes. Diese ist auf die oxidative Polymerisation von phenolischen Phenylpropanderivaten unter Einschluß von Hispidin und möglicherweise weiterer Pigmente zurückzuführen. Für diese Polymere wurde der Begriff Fungus" Lignin" geprägt (BU`LOCK & SMITH 1961). Die phenolischen Komponenten sind in dem Polymer durch C-C und C-O-C Bindungen verbunden und bedingen eine hohe Stabilität gegenüber Hydrolyse (BU`LOCK & WALKER 1967). Der Anteil an Methoxygruppen ist im Unterschied zum pflanzlichen Lignin wesentlich geringer.

Das an das Strukturmaterial der Zellen gebundene Polymer ist nach PARMASTO verantwortlich für die xanthochroische Reaktion, bei der es unter Einwirkung von Alkali zu einer dunklen Verfärbung des Pilzmaterials kommt (PARMASTO & PARMASTO 1979).

Bei der Bildung des Fungus" Lignin" sind die vom Pilz gebildeten Oxidasen, die für Weißfäulepilze charakteristisch sind, von ausschlaggebender Bedeutung (NOBLES 1958).

Biologische Aktivität des Pilzes und der Pigmente

In Screening-Untersuchungen zeigte ein ethanolischer Extrakt der Fruchtkörper von *Inonotus hispidus* hemmende Effekte auf die Teilung und die Stoffwechselaktivität von Zellen des Immunsystems, antivirale Wirksamkeit gegen Herpes- und gegen Influenza-Viren und inhibitorischen Einfluß auf am Entzündungsgeschehen beteiligte Enzyme. Bei der Isolierung der für die beobachteten Effekte verantwortlichen Inhaltsstoffe anhand einer „bioactivity guided fractionation" erwies sich neben Hispidin insbesondere Hispolon als pharmakologisch hoch aktive Verbindung.

Immunsuppressive Aktivität

Geeignete in-vitro-Testmodelle zur Erfassung immunsuppressiver Effekte sind der Lymphozyten-Transformations-Test (Bestimmung der DNS-Synthese und damit der Teilung von Zellen des Immunsystems), der MTT-Test (Erfassung der Stoffwechselaktivität von Zellen über die durch mitochondriale Enzyme bewirkte Reduktion eines Tetrazoliumfarbstoffs) und der Chemolumineszenztest, in dem die Sauerstoffradikalbildung von Immunzellen unter dem Einfluß von Testsubstanzen ermittelt wird.

1,6 µM Hispidin hemmen im Lymphozyten-Transformations-Test den Einbau von 3H-Thymidin in mitogen-stimulierte Mäusemilzlymphozyten und damit die Proliferation dieser Zellen um ca. 50 %. Die IC 50 (Testkonzentration, bei der 50 % Hemmung erreicht werden) von Hispolon liegt in diesem Modell bei 15,5 µM. Die Effekte sind nicht auf zytotoxische Wirkungen zurückzuführen. Im MTT-Test mit Mäusemilzlymphozyten werden ähnliche Effekte erreicht.

Die Änderung der Chemolumineszenz LPS- bzw. Zymosan-stimulierter humaner Monozyten nach Inkubation mit Testsubstanzen wird als Maß der Beeinflussung der Sauerstoffradikalbildung gewertet. Hispidin und Hispolon bewirken in dem Testmodell eine Senkung der Sauerstoffradikalbildung (ALI et al. 1997b) Die Sauerstoffradikalbildung humaner Monozyten wird durch Hispolon mit einer IC 50 von 20,3 bis 21,2 µM und durch Hispidin mit einer IC 50 von < 0,4 bis 6,0 µM reduziert (ALI 1996, ALI et al. 1996b).

Antivirale und antibakterielle Aktivität

Der ethanolische Extrakt der Fruchtkörper hemmt schon in geringen Konzentrationen in vitro die Vermehrung von Influenza A-Viren um mehr als 90 %. Übereinstimmend damit läßt sich der Effekt auch bei Hispidin und bei Hispolon, das außerdem in einer Konzentration von 20 µg/ml auch die Vermehrung von Influenza-Viren des Typs B inhibiert, nachweisen (ALI et al. 1997a).

Im Unterschied zur deutlich ausgeprägten antiviralen Wirkung ist die antibakterielle Aktivität des Extraktes nur gering und lediglich gegen *Bacillus subtilis* nachweisbar (ALI 1996). Aus der Literatur ist bekannt, daß Hispidin und Bisnoryangonin in vitro antimikrobielle Aktivität gegen die Gram-positiven Testorganismen *Bacillus subtilis* und *Staphylococcus aureus* sowie gegen das säurestabile *Mycobacterium smegmatis* aufweisen (BENEDICT & BRADY 1961). Hispolon (100 bzw. 200 µg/Testplättchen) hat im Plättchendiffusionstest im Vergleich zu 10 µg Ampicillin/Testplättchen nur eine schwache antimikrobielle Wirkung gegen *Bacillus subtilis* und *Escherichia coli*. Gegen *Candida maltosa* war Hispolon (500 µg/Testplättchen) ohne Wirkung (ALI 1996).

Enzyminhibitorische Aktivität

Hier ist insbesondere die starke Hemmwirkung von Hispolon gegenüber der 5-Lipoxygenase hervorzuheben. Die IC₅₀ liegt in vitro bei nur 2,3 µM (ALI et al. 1997b). Lipoxygenase und Cyclooxygenase sind Enzyme, die beim Menschen die Biosynthese von Entzündungsmediatoren aus Arachidonsäure katalysieren. Hemmstoffe dieser Enzyme sind infolgedessen als Antiphlogistika von großem medizinischen Interesse.

Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß in der Gattung *Inonotus* nicht nur der bekannte Tschaga-Pilz, *Inonotus obliquus*, medizinisches Interesse verdient, sondern daß auch der in dieser Hinsicht bisher nicht untersuchte Zottige Schillerporling, *Inonotus hispidus*, Inhaltsstoffe mit hoher pharmakologischer Aktivität enthält. Ihre potentielle Nutzbarmachung erfordert jedoch weitere pharmakologisch-toxikologische Prüfungen und die Entwicklung geeigneter Synthese- bzw. biotechnologischer Produktionsverfahren. Die Untersuchungen zur Chemie der Inhaltsstoffe können in Zukunft auch zur Klärung taxonomischer Zusammenhänge innerhalb der Gattung *Inonotus* dienlich sein.

Inonotus hispidus ist ein Beispiel dafür, daß Basidiomyceten ein noch großes Reservoir an neuen Wirkstoffen bieten, dessen Erschließung auch für die europäische Medizin von Nutzen sein kann.

Literatur

- ALI, N.A.A. (1996) - Phytochemische und zytopharmakologische Untersuchungen von *Inonotus obliquus* und *Inonotus hispidus*. Dissertation, Greifswald.
- ALI, N.A.A., R. JANSEN, H. PILGRIM, K. LIBERRA & U. LINDEQUIST (1996a) - Hispolon, a Yellow Pigment from *Inonotus hispidus*. *Phytochem.* **41**: 927-929.
- ALI, N.A.A., J. LÜDTKE, H. PILGRIM & U. LINDEQUIST (1996b) - Inhibition of Chemoluminescence Response of Human Mononuclear Cells and Suppression of Mitogen-Induced Proliferation of Spleen Lymphocytes of Mice by Hispolon and Hispidin. *Pharmazie* **51**: 667-670.
- ALI, N.A.A., R. LESNAU, R. MENTEL, H. PILGRIM & U. LINDEQUIST (1997a) in Vorbereitung.
- ALI, N.A.A., R. BAUER, H. PILGRIM & U. LINDEQUIST (1997b) in Vorbereitung.
- BENEDICT, R.G. & L.R. BRADY (1961) - Antimicrobial Activity of Mushroom Metabolites. *J. Pharm. Sci.* **61**: 1820.
- BU'LOCK, J.D., P.R. LEEMING & H.G. SMITH (1962) - Pyrones. Part II. Hispidin, a New Pigment and Precursor of a Fungus "Lignin". *J. Chem. Soc. (London)* 2085-2089.

- BU'LOCK, J.D. & H.G. SMITH (1961) - A Fungus Pigment of Novel Type, and the Nature of Fungus "Lignin". *Experientia* **12(12)**: 553-554.
- BU'LOCK, J.D., WALKER, D.C., (1967) - On Chagi. *J. Chem. Soc. (C)* 336-338.
- CASALICCHIO, G., A. BERNICCHIA, G. GOVI & L. GIOVANNI (1975a) - Estrazione, separazione ed identificazione di alcuni componenti organici di carporoli di basidiomiceti. II. *Micol. Ital.* **4(2)**: 29-41.
- CASALICCHIO, G., C. PAOLETTI, A. BERNICCHIA & G. GOVI (1975b) - Ricerche sulla composizione aminocidica di alcuni funghi. *Micol. Ital.* **4(1)**: 21-32.
- CORT, L.A., R.M. GASCOGNE, J.S.E. HOLKER, B.J. RALPH, A. ROBERTSON & J.J.H. SIMES (1954) - The Chemistry of Fungi. Part XXIII. Tumulosic Acid. *J. Chem. Soc.* 3713-3721.
- EDWARDS, R.L., D.G. LEWIS & D.V. WILSON (1961) - Constituents of the Higher Fungi. Part I. Hispidin, A New 4-Hydroxy-6-styryl-2-pyrone from *Polyporus hispidus* (Bull.)Fr.. *J. Chem. Soc. (London)* 4995-5002.
- ENDO, S., Y. SHIMADA & T. MITSUHASHI (1975) - Lipid-Components of *Inonotus hispidus* (Fr.)Karst. and Larva of *Neotriplax Lewis*. *Bull. Tokyo Gakugei University Ser. IV, Vol.27*, 139-143.
- FIASSON, J.-L. (1982) - Distribution of Styrylpyrones in the Basidiocarps of Various Hymenochaetales. *Biochem. Syst. Ecol.* **10(4)**: 289-296.
- FIASSON, J.-L. & J. BERNILLON (1977) - Identification chimique de styryl-pyrones chez quatre hymenochetales (Champignons, Aphyllophorales). *Canad. J. Bot.* **55**: 2984-2985.
- GILL, M. & W. STEGLICH (1987) - Pigments of Fungi (Macromycetes). *Fortschr. Chemie organischer Naturstoffe*, 51-317, Springer-Verlag, Wien-New York.
- JAKIMOV, P.A., P.K. BULATOV & M.P. BEREZINA (1957) - "Bin - Tschaga". *Vestnik Akademii Nauk SSSR* **27(4)**: 88-91.
- LAMAISON, J.-L. (1976) - Interet chimiotaxinomique de l'équipement enzymatique des macromycetes. *Bull. Soc. bot. Fr.* **123**: 119-136.
- NAMBUDIRI, A.M.D., C.P. VANCE & G.H.N. TOWERS (1973) - Effect of Light on Enzymes of Phenylpropanoid Metabolism and Hispidin Biosynthesis in *Polyporus hispidus*. *Biochem. J.* **134**: 891-897.
- NAMBUDIRI, A.M.D., C.P. VANCE & G.H.N. TOWERS (1974) - Styrylpyrone Biosynthesis in *Polyporus hispidus*. II. Enzymatic Hydroxylation of p-Coumaric Acid and Bis-Noryangonin. *Biochim. Biophys. Acta* **343**: 148-155.
- NERUD, F., Z. ZOUCHOVA & V. MUSILEK (1982) - Lipolytic activity in submerged cultures of some wood-destroying Basidiomycetes. *Ceska Mykol.* **36(1)**: 45-46.
- NOBLES, M.K. (1958) - A Rapid Test for Extracellular Oxidase in Cultures of Wood-inhabiting Hymenomycetes. *Canad. J. Bot.* **36**: 91-99.
- PARMASTO, E. & I. PARMASTO (1979) - The Xanthochroic Reaction in Aphyllophorales. *Mycotaxon* **8**: 201-232.
- PERRIN, P.W. & G.H.N. TOWERS (1973) - Hispidin Biosynthesis in Cultures of *Polyporus hispidus*. *Phytochem.* **12**: 589-592.
- RODEIA, N.T. (1983) - Polyporaceae - Actividade Cellulasica. *Revista de Biologia* **12**: 435-448.
- RODEIA, N.T., M.T. MARTINS, M.J. RODRIGUES & L. SIMOES (1990) - Polyporaceae. V - Cellulolytic and Polyphenoloxidasic Activities of *Inonotus hispidus* (Bull.: Fr.) Karst. and *Fomes fomentarius* (Fr.: Fr.) Fr.. *Bol. Soc. Brot. Ser. 2*, **63**: 321-337.
- SCHRAMM, G. (1976) - Diplomarbeit, Universität Bonn.
- TOWERS, G.H.N., C.P. VANCE, & A.M.D. NAMBUDIRI (1974) - Photoregulation of Phenylpropanoid and Styrylpyrone Biosynthesis in *Polyporus hispidus*. *Rec. Adv. Phytochem.* **8**: 81-94.
- VANCE, C.P., A.M.D. NAMBUDIRI & G.H.N. TOWERS (1975) - Isolation and Properties of Hydroxycinnamate: CoA Ligase from *Polyporus hispidus*. *Phytochem.* **14**: 967-969.
- VANCE, C.P., E.B. TREGUNNA, A.M.D. NAMBUDIRI & G.H.N. TOWERS (1974) - Styrylpyrone Biosynthesis in *Polyporus hispidus* I. Action Spectrum and Photoregulation of Pigment and Enzyme Formation. *Biochim. Biophys. Acta* **343**: 138-147.
- ZELLNER, J. (1920) - Zur Chemie der höheren Pilze XIV. Mitteilung. Über *Lactarius rufus* Scopol., *Lactarius pallidus* Pers. und *Polyporus hispidus* Fr.. *Monatsh. Chem.* **41**: 443-353.
- ZOPF, W. (1889) - Über Pilzfarbstoffe. *Bot. Ztg.* **47**: 53-61.



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. 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: 1996

Band/Volume: [62_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Pilgrim Horst, Lindequist Ulrike, Ali Nasser Abdullah Awadh

Artikel/Article: [Inonotus hispidus - eine Quelle neuer Wirkstoffe? 169-174](#)