

## Bioaktive Sekundärmetaboliten aus der Gattung *Hygrophorus* (Basidiomycetes)

Axel TEICHERT<sup>1</sup>, Tilo LÜBKEN<sup>1</sup>, Monika KUMMER<sup>1</sup>, Helmut BESL<sup>2</sup>,  
Herbert HASLBERGER<sup>2</sup> & Norbert ARNOLD<sup>1,\*</sup>

TEICHERT, A., T. LÜBKEN, M. KUMMER, H. BESL, H. HASLBERGER & N. ARNOLD (2005): Bioactive secondary metabolites from the genus *Hygrophorus* (Basidiomycetes). *Z. Mykol.* 71(1): 53–62

**Key words:** *Hygrophorus*, Basidiomycetes, secondary metabolites, bioactivity, fungitoxicity.

**Summary:** The fungicidal activity of different crude extracts from fruiting bodies of 23 species of the genus *Hygrophorus* was tested in a bioassay against the phytopathogenic fungus *Cladosporium cucumerinum*. Responsible for the demonstrated activity are unusual fatty acids and the hygrophorones A-G.

**Zusammenfassung:** Die fungizide Wirkung von verschiedenen Rohextrakten von 23 Arten der Gattung *Hygrophorus* gegen *Cladosporium cucumerinum* wird gezeigt. Als Wirkprinzip konnten ungewöhnliche Fettsäuren und die Hygrophorone A-G identifiziert werden.

### Einleitung

Während Fruchtkörper einiger Ständerpilzgattungen nahezu regelmäßig von mykophilen Pilzen befallen werden, von denen manche sogar ausgesprochene Substratspezialisten sind (z. B. befallen *Sepedonium* spp. nur Wirte aus der Ordnung Boletales), werden Fruchtkörper anderer Ständerpilzgattungen nicht oder fast nie von mykophilen Pilzen besiedelt. Hierzu gehört auch die Gattung *Hygrophorus*. In ELLIS & ELLIS (1998) werden Arten der Gattung *Hygrophorus* als Substrat nicht genannt. Bekannt ist bisher lediglich ein Befall von *Hygrophorus cossus* ss. Mos. (= *H. discoxanthus*) mit *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides* und *Penicillium* spec. (HELPER 1991). Die genannten Arten sind jedoch allgegenwärtige Substraterersetzer auf den unterschiedlichsten toten oder absterbenden Materialien und zählen zu den häufigsten Pilzen überhaupt. Der nahezu fehlende Befall von *Hygrophorus*-Fruchtkörpern mit mykophilen Pilzen lässt auf eine stoffliche Ursache der Abwehr von parasitischen Pilzen schließen.

Eine Abwehr umfasst alle Mechanismen und Strategien, mit denen sich Pflanzen und Pilze gegenüber Fressfeinden, Parasiten oder Pathogenen verteidigen. Dabei ist zwischen präformierter

**Anschrift der Autoren:** <sup>1</sup> Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie, Weinberg 3, 06120 Halle (Saale)  
<sup>2</sup> Universität Regensburg, Institut für Botanik, 93040 Regensburg



und induzierter Abwehr zu unterscheiden. Während es sich bei der präformierten Abwehr um zum speziellen Phänotyp gehörende physikalische und biochemische Faktoren handelt, die einem Angriff entgegenwirken sollen, werden bei der induzierten Abwehr erst bei Anwesenheit des Krankheitserregers Substanzen von der Pflanze bzw. dem Pilz gebildet, die toxisch oder wachstumshemmend auf diesen wirken (SAUERMOST 2002).

Für Fruchtkörper der Gattung *Hygrophorus* ist eine Form der präformierten Abwehr gegeben. Zum einen könnte die schleimige Schicht am ganzen Pilz eine Rolle dabei spielen, zum anderen könnten vom Pilz toxische Metaboliten gegen Fressfeinde, Parasiten oder Pathogene präformiert produziert werden. Um auf solche eventuell vorhandenen Substanzen zu prüfen und diese dann wirkungsorientiert zu isolieren und zu charakterisieren, benutzt man oft Biotestsysteme. In der vorliegenden Arbeit diente der Fungitoxizitätstest nach GOTTSTEIN et al. (1982) als Indikator. Somit konnte auf das Vorkommen fungitoxischer Sekundärmetaboliten im Rohextrakt getestet werden.

Zu Pilzmetaboliten in der Gattung *Hygrophorus* wurden bisher nur wenige Studien durchgeführt. Untersuchungen an *Hygrophorus lucorum* (GILL & STEGLICH 1987) führten zur Isolierung und Strukturaufklärung des neuen  $\gamma$ -Butyrolactons Hygrophorsäure. Dessen Biosynthese verläuft über die enzymatische *ortho*-Spaltung von Kaffeesäure und Recyclisierung zum Lacton. Dies konnte durch die Synthese und den Einbau von [ $\alpha$ - $^2$ H]-Kaffeesäure in Hygrophorsäure in einem Feldversuch bewiesen werden. In einem Screening von 20 *Hygrophorus*-Arten konnte Hygrophorsäure zusätzlich in *H. hypothejus*, *H. speciosus* und *H. aureus* nachgewiesen werden. Parallel dazu wurde Muscaflavin in 4 Arten der Gattung *Hygrophorus* nachgewiesen. QU et al. (2004) berichten über die Isolierung des neuen Ceramids Hygrophamid aus *Hygrophorus eburneus* Fr. [sic!].

HASLBERGER (1986) konnte bei Applizierung von Rohextrakten mit unterschiedlicher Polarität aus verschiedenen *Hygrophorus*-Arten die Beeinflussung der Larvalentwicklung von *Drosophila melanogaster* zeigen. Zudem wiesen einzelne Rohextrakte eine antifungische Aktivität gegen *Cladosporium herbarum* sowie antibakterielle Aktivität gegen *Escherichia coli*, *Pseudomonas acidovorans*, *Staphylococcus aureus* und *Bacillus subtilis* auf.

## Material und Methoden

### Pilzmaterial

Das Pilzmaterial wurde bis zur Aufarbeitung im Gefrierschrank bei  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt. Herbarbelege zu den Kollektionen sind im Herbar der Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie am Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie hinterlegt. Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach BAS et al. (1990).

- Hygrophorus agathosmus* (Fr.) Fr., Reisberg/Ingolstadt, 06.10.2000, Koll. 72/00, leg./det. N. Arnold;  
*H. chrysodon* (Batsch: Fr.) Fr., Freyburg (Alte Probstei), 26.08.02, Koll. 15/02, leg./det. T. Lübken, N. Arnold, M. Huth;  
*H. capreolarius* Kalchbr., Pilzausstellung München, 05.10.02, Koll. 30/02;  
*H. carpini* Gröger, Freyburg, 23.10.03, Koll. 27/03, leg./det. T. Lübken, N. Arnold, M. Huth;  
*H. discoideus* (Pers.: Fr.) Fr., Pilzausstellung München, 05.10.02, Koll. 24/02;  
*H. discoxanthus* (Fr.) Rea, Schwaighauser Forst, 19.09.94, Koll. 09/94, leg./det. N. Arnold;  
*H. eburneus* (Bull.: Fr.) Fr. var. *eburneus*, Freyburg (Frankenhohle), 26.08.02, Koll. 13/02, leg./det. T. Lübken, N. Arnold, M. Huth;

