

CZECH MYCOLOGY

VOLUME 48
AUGUST 1995

2

CZECH SCIENTIFIC SOCIETY FOR MYCOLOGY PRAHA

CZECH MYCOLOGY
C
M



ISSN 0009-0476

Vol. 48, No. 2, August 1995

CZECH MYCOLOGY
formerly Česká mykologie
published quarterly by the Czech Scientific Society for Mycology

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief
ZDENĚK POUZAR (Praha)

Managing editor
JAROSLAV KLÁN (Praha)

VLADIMÍR ANTONÍN (Brno)
OLGA FASSATIOVÁ (Praha)
ROSTISLAV FELLNER (Praha)
JOSEF HERINK (Mnichovo Hradiště)

JIŘÍ KUNERT (Olomouc)
LUDMILA MARVANOVA (Brno)
PETR PIKÁLEK (Praha)
MIRKO SVRČEK (Praha)

Czech Mycology is an international scientific journal publishing papers in all aspects of mycology. Publication in the journal is open to members of the Czech Scientific Society for Mycology and non-members.

Contributions to: Czech Mycology, National Museum, Department of Mycology, Václavské nám. 68, 115 79 Praha 1, Czech Republic. Phone: 02/24230485

SUBSCRIPTION. Annual subscription is Kč 250,- (including postage). The annual subscription for abroad is US \$ 86,- or DM 136,- (including postage). The annual membership fee of the Czech Scientific Society for Mycology (Kč 160,- or US \$ 60,- for foreigners) includes the journal without any other additional payment. For subscriptions, address changes, payment and further information please contact **The Czech Scientific Society for Mycology, P.O.Box 106, 111 21 Praha 1, Czech Republic.**

Copyright © The Czech Scientific Society for Mycology, Prague, 1995

No. 1 of the vol. 48 of Czech Mycology appeared in May 16, 1995

CZECH MYCOLOGY

Publication of the Czech Scientific Society for Mycology

Volume 48

August 1995

Number 2

Natural occurrence of entomopathogenic fungi on Aphids at an agricultural field site

TOVE STEENBERG and JØRGEN EILENBERG

Department of Ecology and Molecular Biology
Royal Veterinary and Agricultural University
Bülowsvej 13, 1870 Frb. C., Denmark

Steenberg T. and Eilenberg J. (1995): Natural occurrence of entomopathogenic fungi on Aphids at an agricultural field site. – *Czech Mycol.* 48: 89–96

The occurrence of insect pathogenic fungi on cereal aphids (*Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi* and *Metopolophium dirhodum*) and other aphid species was studied at an agricultural field site over two years. Aphids were sampled from crops (*Triticum sativum*, *Avena sativa* and *Secale cereale*) and weeds (*Chenopodium album*, *Polygonum* spp., *Lamium* sp., *Capsella bursa-pastoris* and others) and the following fungal species were documented: *Erynia neoaphidis*, *Entomophthora planchoniana*, *Conidiobolus obscurus*, *Conidiobolus thromboides*, *Neozygites fresenii* and *Verticillium lecanii*. Epizootic development from mid July onwards occurred in a population of *S. avenae*. The dominant fungus species in 1993 was *E. neoaphidis*, and in 1994 *E. planchoniana*. It was possible to infect *S. avenae* with *E. neoaphidis* originating from other aphid species.

Key words: Entomopathogenic fungi, cereal aphids, weeds, *Erynia neoaphidis*, *Entomophthora planchoniana*

Steenberg T. a Eilenberg J. (1995): Přirozený výskyt entomopatogenních hub na mšicích v polních podmínkách. – *Czech Mycol.* 48: 89–96

Po dobu dvou let byl v polních podmínkách sledován výskyt hub patogenních pro hmyz na mšicích na obilninách – kyjatce osenní (*Sitobion avenae*), mšici střemchové (*Rhopalosiphum padi*) a kyjatce travní (*Metopolophium dirhodum*) a dalších druhů mšic. Mšice byly sbírány z pšenice, ova, žita a z plevelných rostlin – merlíku bílého, rdesna, hluchavky, kokošky pastuší tobolky a dalších. Byly zjištěny následující druhy hub: *Erynia neoaphidis*, *Entomophthora planchoniana*, *Conidiobolus obscurus*, *Conidiobolus thromboides*, *Neozygites fresenii* a *Verticillium lecanii*. Epizootický rozvoj od poloviny června se dále vyskytl v populaci kyjatky osenní (*Sitobion avenae*). V r. 1993 byla převládajícím druhem houby *Erynia neoaphidis*, v r. 1994 *Entomophthora planchoniana*. Bylo možné infikovat kyjatku osenní (*Sitobion avenae*) houbou *Erynia neoaphidis*, která pocházela z jiných druhů mšic.

INTRODUCTION

Aphids (Homoptera: Aphidinea) are worldwide pests on a range of important crops (Blackman and Eastop 1984). Due to their great reproduction potential, high

numbers of individuals develop within a short period and cause damage on the host plants directly by feeding on the phloem, and indirectly by contamination of the plant surface with honeydew or by transmission of plant pathogenic viruses (Dixon 1973, 1987). More than 20 species of entomopathogenic fungi, mainly from Entomophthorales (Zygomycetes) have been described from aphids. The majority of Entomophthorales infecting aphids are specific to this insect group or even to a few aphid species (Látgé and Papierok 1988). Species from Hyphomycetes (Deuteromycotina) occur also naturally on aphids (Feng et al. 1990, Humber 1990).

Entomopathogenic fungi are able to develop epizootics in aphid populations and thus significantly reduce populations (Shands et al. 1963, Dean and Wilding 1971, Remaudière et al. 1981, Soper and MacLeod 1981). Most detailed field studies have focused on pestiferous aphids and their fungal pathogens, e.g. aphids in cereals (Dedryver 1983, Feng et al. 1991a).

However, aphids on non-crop plants may serve as a reservoir for fungus diseases. Examples of non-crop hosts plants harbouring such alternative aphid hosts are weeds within or outside the crop as well as trees and shrubs in hedgerows. Several aphid species of agricultural importance overwinter on woody plants in hedgerows and other biotopes, e.g. the birdcherry-oat aphid *Rhopalosiphum padi* L. on *Prunus padus*, the rose-grass aphid *Metopolophium dirhodum* Walk. on *Rosa* spp. and the black bean aphid *Aphis fabae* Scop. on spindle trees *Euonymus europaeus* (Eastop 1981). Aphids on alternative host plants may therefore be important for both overwintering of the fungus and, during the growth season, directly for epizootic development in the aphid populations in the crop. Only limited observations on simultaneous occurrence of fungal pathogens on different aphid species exist, suggesting an interaction between different host species (Keller and Suter 1980), which has also been suggested for aphid-parasitoid interaction (Powell et al. 1986).

The aim of our investigations was to study the simultaneous occurrence of entomopathogenic fungi on aphids in cereals as well as on aphids on other host plants of agricultural importance (other crops or weeds) on the same locality. Furthermore, it was an objective to study the laboratory transmission of fungus infection between aphid species.

MATERIALS AND METHODS

Aphids were sampled in organically grown field plots (totalling 9 ha) with no pesticide use, belonging to the Royal Veterinary and Agricultural University, Taastrup, Zealand, Denmark. The sampled plants included winter wheat, beet, clover-grass, oat and pea as well as weeds in or around the field plots. Weekly sampling started in early July 1993 and ended 7 weeks later after harvest of the cereal and pea crops. Autumn sampling 1993 and 1994 sampling was performed with greater time intervals. Aphids of the three main species from wheat, the

english grain aphid (*Sitobion avenae* F., the rose-grass aphid (*M. dirhodum*) and the birdcherry-oat aphid (*R. padi*) were sampled on each sampling date by cutting tillers in the field. Aphids on weeds were sampled when present in great numbers or when fungus killed cadavers were found directly on the weed.

Living aphids from tillers of winter wheat were placed individually on a piece of barley leaf in 30 ml plastic cups with 5 ml 2 % water agar. Mortality was recorded daily for 7 days. Living aphids from all the other plants were placed in groups of up to approx. 100 on the original host plant in 9 cm petridishes lined with moist filter paper and also examined daily. Dead aphids were fixed with vaseline in an inverted plastic lid (3 cm diam.) over a glass slide and placed in a moist chamber for 12 hours at 20 °C for conidia production and discharge. Hyphomyceteous fungi were isolated in vitro and grown on 2% Sabouraud Dextrose Agar. Entomophthoralean fungi were identified by the morphology of the projected primary spores (Keller 1987, 1991). Hyphomyceteous fungi were identified by the morphology of the conidiophore and conidia (Samson 1981). Identification of aphids followed Heie (1986, 1991, 1994) and Blackman and Eastop (1984).

Erynia neoaphidis Remaud. et Henn. from three naturally infected aphid species (pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris), *Cryptomyzus galeopsidis* Kalt. and *R. padi*) were used for transmission experiments at a qualitative level. Field collected recipient aphids (mainly *S. avenae*), were placed in quarantine for one week to select individuals without natural infections. Fungus killed cadavers were then placed in moist chambers with the recipient aphids for 2 days. Incubation and diagnosis for fungus diseases was as described above. Transmission was regarded as successful, if conidia with *E. neoaphidis* morphology were discharged from dead recipients.

RESULTS

The dominant aphid species in cereals 1993 was *S. avenae*, with only a few *M. dirhodum* and *R. padi* found in winter wheat and other cereal crops. The first fungus infection in aphids in winter wheat was recorded in mid July. The maximum infection level in *S. avenae* occurred at a time when the crop had matured (Aug. 5th, Growth Stage 87, (Zadoks et al. 1974)) (Table 1). In a neighbouring strip of rye (growth stage 59 at Aug. 5th) harbouring higher population levels of cereal aphids, a higher prevalence was found at this time. The last records of fungus in cereal aphids were obtained in mid October in *R. padi* and *S. avenae*.

Figure 1 summarizes the species composition of fungus infections in all three species of cereal aphids in winter wheat in 1993. Five fungal species were found: the entomophthoralean fungi *E. neoaphidis*, *Entomophthora planchoniana* Cornu, *Conidiobolus obscurus* (Hall et Dunn) Remaudiere et Keller and *Conidiobolus*

Table 1.Fungus prevalence in adult apterous cereal aphids *Sitobion avenae* in winter wheat, Taastrup, Zealand, Denmark, 1993.

Date	6 July	15 July	22 July	29 July	5 Aug.	5 Aug.R*
N (number incubated)	140	107	67	28	16	158
n (number infected)	0	1	5	10	7	96
% infected	0.0	0.9	7.5	35.7	43.8	60.8

5 Aug.R*: Sample from neighbouring rye plot.

Table 2.

Fungal infection on aphids from different host plant in a 0.1 ha area at Taastrup, Zealand, Denmark, 1993 and 1994.

o denotes fungus recorded in 1993 - denotes fungus recorded in 1994 x denotes fungus recorded both years.

Host plant	Aphid species	Fungus species					
		<i>Erynia neoaphidis</i>	<i>Entomophthora planchoniana</i>	<i>Conidiobolus obscurus</i>	<i>Conidiobolus thomboides</i>	<i>Neozygites fresenii</i>	<i>Verticillium lecanii</i>
Sonchus oleraceus	Hyperomyzus lactucae	o	x				
Sonchus arvensis	Hyperomyzus lactucae	o		o			
Polygonum persicaria	Capitophorus hippophaë	o		o			
Lamium spp.	Cryptomyzus galeopsidis	o	-	o			
Chenopodium album	Aphis fabae			o			
	Hayhurstia atriplicis	o					
Geranium molle	Acyrtosiphon malvae		x				
Capsella bursa-pastoris	Rhopalosiphum padi		x				
Agropyron repens	Rhopalosiphum padi		x				
Anagallis arvensis	Aphis fabae					x	
Rosa rugosa	Macrosiphum rosae		x				
Salix sp.	unidentified species						x
Beta vulgaris ssp. vulgaris	Aphis fabae	-		o		x	
Pisum sativum	Acyrtosiphon pisum	o					
Trifolium pratense	Acyrtosiphon pisum	o					
Triticum sativum	Sitobion avenae	o		o			o
	Metopolophium dirhodum	o					
	Rhopalosiphum padi	o	x				
Avena sativa	Sitobion avenae	o					
	Rhopalosiphum padi	o		o			
Secale cereale	Sitobion avenae	o	o	o	o		o
	Metopolophium dirhodum	o		o	o		
	Rhopalosiphum padi	o		o			

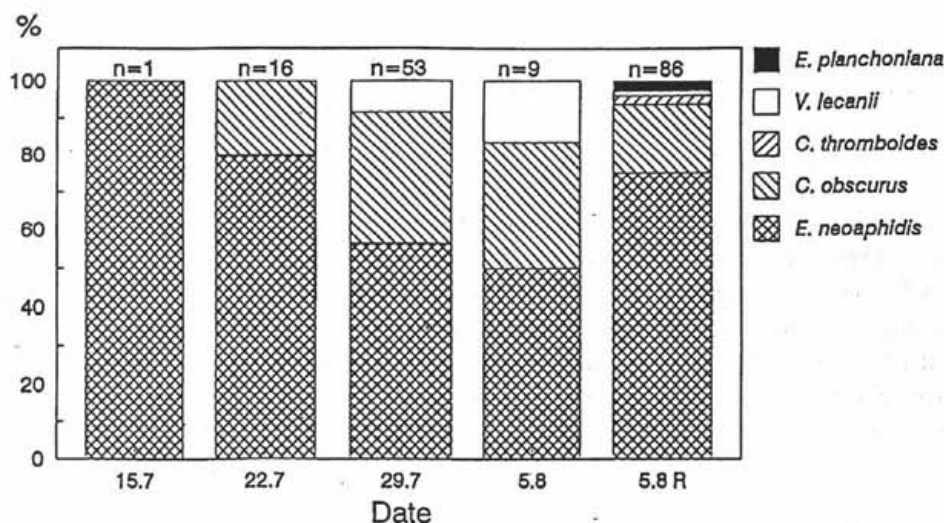


Fig. 1

Species composition of fungal pathogens on cereal aphids (*Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi* and *Metopolophium dirhodum*) in winter wheat, Taastrup, Zealand, Denmark, 1993.

Numbers above bars denote the number of fungus killed aphids

5.8 R: Sample from neighbouring rye plot.

thromboides Drechsler as well as the hyphomycete *Verticillium lecanii* (Zimmermann) Viégas. *E. neoaphidis* was the dominant fungal species in 1993 and the one to be recorded earliest and latest. *E. planchoniana* and *C. thromboides* were only found outside the winter wheat plot.

The aphid species sampled from various host plants and the fungal pathogens documented are listed in Table 2. The 1993 sampling revealed the presence of especially *E. neoaphidis* on a number of aphid species, while the most common fungus among aphids in 1994 was *E. planchoniana*. *C. thromboides* was not recorded from other hosts than cereal aphids while *Neozygites fresenii* was only recorded on *Aphis fabae*.

Several noteworthy observations on fungal infections in aphid populations on weeds were done. *Chenopodium album* proved at the same time to be infested by two different aphid species each of which were infected by a different fungus: The black bean aphid *Aphis fabae* sampled from the growing tip of the plant and on leaves was infected with *C. obscurus*. *Hayhurstia atriplicis* L. formed leaf rolls (pseudogalls) and was infected by *E. neoaphidis*. *Capsella bursa-pastoris* in 1994 harboured large populations of *R. padi* infected with *E. planchoniana* during a period with heavy *E. planchoniana* infections on *R. padi* populations on the crop.

E. neoaphidis was successfully transmitted from *A. pisum*, *Hyperomyzus lactucae*, *Cryptomyzus galeopsidis* and *R. padi* to *S. avenae*. Likewise, the fungus could be transmitted from *A. pisum* to *H. lactucae*.

DISCUSSION

The intensive monitoring of aphid species in the present study was done in an area of restricted size. This contrasts the sampling of aphids described by Thoizon (1970) and Remaudière et al. (1981), who monitored large geographical areas extensively. The general composition of fungal species in our studies is in agreement with their records and with other investigations from cereal fields environment (Keller and Suter 1980, Feng et al. 1990, 1991b). The host range of most aphid pathogenic Entomophthorales is considered wide, since aphid pathogens like *E. neoaphidis*, *E. planchoniana* and *C. obscurus* have been found on a large number of aphid species (Thoizon 1970, Remaudière et al. 1981, Latgé and Papierok 1988).

Our results points out several matters of importance concerning the role of alternative hosts for epizootic development of fungal pathogens in cereal aphid populations. First, the simultaneous occurrence of *E. planchoniana* on *R. padi* on the crop and on non-crop plants suggests that populations of the same aphid species developing on different host plants interact very strongly during epizootic development. Secondly, the ability of *E. neoaphidis* to be transmitted from one aphid host to another suggest that alternative aphid hosts in the crop or on weed may serve as important reservoirs for entomopathogenic fungi. This is in agreement with Keller and Suter (1980) who suggested that epizootics of aphid pathogens are initiated from aphid population in weeds. Furthermore, we found more support for a hypothesis of epizootic development among several aphid species by the fact, that *E. neoaphidis* was the most common entomopathogenic fungus among all aphid species sampled in 1993 while *E. planchoniana* was the most common in 1994.

However, we also observed that epizootics caused by two different fungi developed simultaneously on two different aphid hosts on the same host plant, indicating a situation with independent epizootic development for each aphid species. Such apparent lack of interaction may for example also occur within an aphid species. As shown by Milner (1982), two different biotypes of *A. pisum* were significantly different in their susceptibility to *E. neoaphidis* isolates. Furthermore, Papierok and Wilding (1981) documented different virulence of two strains of *C. obscurus* against *A. pisum* and *S. avenae*. More detailed studies are highly needed to clarify factors governing development of field epizootics in the presence of different aphid species or biotypes and different fungal species or biotypes.

The biological diversity of entomopathogenic fungi on aphids in agroecosystems is therefore likely to be related to the diversity of aphid hosts available, the diversity of plants species present in the system, the diversity of fungal pathogenic species

and strains present and even the overall landscape composition with arrangement of biotopes. Since changes are to be expected in the future concerning crop growing system (for example the density of weed species) and landscape structure, the natural control of cereal aphids by entomopathogenic fungi may change in accordance with such changes. Intensive studies in small plot scale as well as extensive studies on a whole farm or even landscape basis should be initiated to elucidate the quantitative effects on natural aphid control.

Acknowledgements

We thank Minna Wernegreen and Dorte Berthelsen for technical assistance, Ole Heie, The Royal Danish School of Educational Studies, Copenhagen, for help in aphid identification, and Judith Pell, Rothamsted Exp. Station, Herts, England for critical review. The study was supported by the National Environmental Research Programme.

REFERENCES

- BLACKMAN R. L. and EASTOP V. F. (1984): Aphids on the world's crops: an identification guide. - Chichester, 466 pp.
- DEAN G. J. W. and WILDING N. (1971): Entomophthora Infecting the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* and *Sitobion avenae*. - J. Invertebr. Pathol. 18: 169-176.
- DEDRYVER C. A. (1983): Field pathogenesis of three species of entomophthorales of cereal aphids in Western France. - In: Cavalloro R. (ed.) Aphid Antagonists, pp. 11-19, Rotterdam.
- DIXON A. F. G. (1973): Biology of Aphids. Studies in Biology no. 44. Edw. Arnold, 58 pp.
- DIXON A. F. G. (1987): Cereal Aphids as an Applied Problem. -Agricultural Zoology Reviews 2: 1-57.
- EASTOP V. F. (1981): The wild hosts of aphid pests. In: Tresh J.M. (ed.) Pests Pathogens and Vegetation, pp. 285-298, London.
- FENG M. G., JOHNSON J. B. and KISH L. P. (1990): Survey of entomopathogenic fungi naturally infecting cereal aphids (Homoptera, Aphididae) of irrigated grain crops in southwestern Idaho. - Environ. Entomol. 19: 1534-1542.
- FENG M. G., JOHNSON J. B. and HALBERT S. E. (1991a): Natural Control of Cereal Aphids (Homoptera, Aphididae) by Entomopathogenic Fungi (Zygomycetes, Entomophthorales) and Parasitoids (Hymenoptera, Braconidae and Encyrtidae) on Irrigated Spring Wheat in Southwestern Idaho. - Environ. Entomol. 20: 1699-1710.
- FENG M. G., NOWIERSKI R. M., SCAREN A. L. and SANDS D. C. (1991b): Entomopathogenic fungi (Zygomycotina) infecting cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in Montana. - Pan-Pacific Entomologist 67: 55-64.
- HEIE O. E. (1986): 3. Family Aphididae: Subfamily Pterocommatinae and the Tribe Aphidini of Subfamily Aphidinae. Fauna Entomologica Scandinavica, vol. 17. - Leiden, New York, Köln, 314 pp.
- HEIE O. E. (1991): IV Family Aphididae: Part 1 of Tribe Macrosiphini of Subfamily Aphidinae. Fauna Entomologica Scandinavica, vol. 25. - Leiden, New York, Köln, 188 pp.
- HEIE O. E. (1994): V Family Aphididae: Part 2 of Tribe Macrosiphini of Subfamily Aphidinae. Fauna Entomologica Scandinavica, vol. 28. - Leiden, New York, Köln, 242 pp.
- HUMBER R. A. (1990): Fungal pathogens of aphids. -In: Peters D.C., Webster J.A. and Chlouber C.S. (eds.) Aphid-Plant Interactions: Populations to Molecules, 45-56, Oklahoma.
- KELLER S. (1987): Arthropod-pathogenic Entomophthorales of Switzerland. I. Conidiobolus, Entomophaga and Entomophthora. - Sydowia 40: 122-167.
- KELLER S. (1991): Arthropod-pathogenic Entomophthorales of Switzerland. II. Erynia, Eryniopsis, Neozygites, Zoophthora and Tarichium. - Sydowia 43: 39-122.

- KELLER S. and SUTER H. (1980): Epizootiologische Untersuchungen über das Entomophthora-Auftreten bei feldbaulich wichtigen Blattlausarten. - Acta Oecol., Oecol. Applic. 1: 63-81.
- LATGÉ J. P. and PAPIEROK B. (1988): Aphid Pathogens. - In: Minks A. K. and Harrewijn P. (eds.), Aphids: their biology, natural enemies and control. Vol. 2B., pp. 323-336, Amsterdam.
- MILNER R. J. (1982): On the occurrence of pea aphids, *Acyrtosiphum pisum*, resistant to isolates of the fungal pathogen *Erynia neophidis*. - Ent. Exp. and Appl. 32: 23-27.
- PAPIEROK B. and WILDING N. (1981): Étude du comportement de plusieurs souches de *Conidiobolus obscurus* (Zygomycètes, Entomophthoraceae) vis-à-vis des pucerons *Acyrtosiphon pisum* et *Sitobion avenae* (Hom.: Aphididae). - Entomophaga. 26: 241-249.
- POWELL W., DEAN G. J. and WILDING N. (1986): The influence of weeds on aphid-specific natural enemies in winter wheat. - Crop Protection 5: 182-189.
- REMAUDIÈRE G., LATGÉ J. P. and MICHEL M. F. (1981): Écologie comparée des entomophthoracées pathogènes de pucerons en France littorale et continentale. - Entomophaga 26: 157-178.
- SAMSON R. A. (1981): Identification: Entomopathogenic Deuteromycetes. - In: Burges H. D. (ed.), Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980, pp. 93-106, London.
- SHANDS W. A., SIMPSON G. W. and HALL I. M. (1963): Importance of entomogeneous fungi in controlling aphids on potatoes in Northeastern Maine. - Maine Agric. Exp. Stn., Tech. Ser. Bull., 6: 1-42.
- SOPER R. S. and MACLEOD D. M. (1981): Descriptive epizootiology of an aphid mycosis. - USDA Tech. Bull. 1632.
- THOIZON G. (1970): Spécificité du parasitisme des aphides par les Entomophthorales. - Ann. Soc. Entomol. Fr. (N. S.), 6: 517-562.
- ZADOKS J. C., CHANG T. T. and KONZAK C. F. (1974): A decimal code for the growth stages of cereals. - Weed Research 14: 415-421.

Vergiftungen durch höhere Pilze

RUTH SEEGER

Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität,
Versbacher Straße 9, D-97078 Würzburg, Germany

Seeger R. (1995): Intoxications by Higher Fungi. – Czech Mycol. 48: 97–138

Article presents a review of poisonous macrofungi and their toxic constituents concerning chemistry, site and mechanism of action, absorption, fate and excretion of the main toxins and signs, diagnosis, treatment and course of human poisoning. Considered are macrofungi containing

1. Irritants of the gastrointestinal tract with rapid onset of action.
2. Muscarine in *Inocybe* and *Clitocybe* species.
3. Toxins affecting the central nervous system, i.e. ibotenic acid resp. muscimol in *Amanita muscaria* and *A. pantherina* and hallucinogenic indoles in *Psilocybe*, *Panaeolus* und related species.
4. Toxins affecting parenchymatous organs with delayed onset of symptoms, causing mainly liver and/or kidney injury: The cyclopeptides in *Amanita phalloides*, *A. virosa* and *A. verna* and in *Galerina* and *Lepiota* species. Gyromitrine resp. methylhydrazine in *Gyromitra esculenta*. Cortinari toxins in *C. orellanus*, *C. speciosissimus* and related species.
5. Miscellaneous substances, not necessarily toxic per se, e.g. coprin in *Coprinus atramentarius* which produces disulfiram-like effects when consumed with alcohol. – Intolerance to trehalose in persons with a genetic deficiency of the intestinal enzyme trehalase. – Hypersensitivity reactions to ingested or inhaled antigens of edible mushrooms, e.g. skin and respiratory reactions or even immunohaemolytic reactions complicated by secondary renal failure.

Key words: Fungal intoxications, muscarine, amatoxins, hallucinogenic fungi, Cortinari toxins.

Seeger R. (1995): Otravy vyššími houbami. – Czech Mycol. 48: 97–138

Je podán přehled o jedovatých velkých houbách. Jsou jmenovány hlavní toxické látky, jejich chemismus, výskyt a mechanismus účinku; osud hlavních toxinů v organismu, jejich vstřebávání a vylučování. Je popsán průběh otravy u lidí, příznaky intoxikace, diagnosa a léčení. Toxiny jsou rozděleny do 5 skupin: 1. Látky působící dráždivě na gastrointestinální trakt, 2. Muskarin vlákníc a strmělek, 3. Toxiny působící na CNS, 4. Toxiny působící na parenchymatósni orgány – játra a ledviny, 5. Rozmanité substance obsažené v houbách, které nemusí vyvolat vždy otravu.

Viele wildwachsende Pilze sind giftig, einige Arten sind tödlich giftig. Nach Art und Wirkungsweise ihrer Toxine lassen sich die giftpilze in vier Gruppen einteilen:

1. PILZE MIT VORWIEGEND LOKALER REIZWIRKUNG AUF DEN MAGENDARMTRAKT

Diese Gruppe Umfaßt schwach giftige Pilze, deren lokal reizende Toxine eine Gastroenteritis hervorrufen; meist kommt es nur zu einer Gastroenteritis, zumindest

aber steht diese im Vordergrund. Verursacher sind Pilzarten aus den unterschiedlichsten Gattungen. Hierher gehören u.a.: Die giftigen Korallenpilze *Ramaria pallida* (Schaeff. ex Schulzer) Ricken und *Ramaria formosa* (Fr.) Quél. (4; 47). – *Boletus satanas* Lenz (4; 35; 47; 63; 108; 182; 183). – *Omphalotus olearius* (DC. ex Fr.) Sing. s. l., *Omphalotus illudens* (Schw.) Sacc., *Lampteromyces japonicus* (Kawamura) Singer (4; 9; 47; 118; 141; 189; 212; 213; 306). *Tricholoma pardinum* Quél. (4; 5; 47; 63; 81; 310). – *Armillariella mellea* (Vahl ex Fr.) Karst. s.l. (4; 47; 162). – *Megacollybia platyphylla* (Pers. ex Fr.) Kotl. et Pouz. (47; 134; 135). – Die giftigen Rötlinge, vor allem *Entoloma sinuatum* (Bull. ex Fr.) Kummer (4; 5; 6; 47; 62; 141; 146; 310). – Die Karbolegerlinge *Agaricus xanthoderma* Gen. und *Agaricus placomyces* Peck (4; 47; 63). – *Chlorophyllum molybdites* (Mayer ex Fr.) Mass. (89; 189; 194; 195; 288). – *Macrolepiota venenata* Bon (40; 63). – *Hypholoma fasciculare* (Huds. ex Fr.) Kummer (4; 47; 63; 150; 189). – Die giftigen Fäblinge, z. B. *Hebeloma crustuliniforme* (Bull. ex Fr.) Quél. *Hebeloma sinapizans* (Paulet ex Fr.) Gill. (47; 189). – *Russula emetica* Fr. und andere scharfschmeckende Täublinge (4; 47). – Die giftigen Milchlinge, z. B. *Lactarius torminosus* (Schaeff. ex Fr.) S.F. Gray (4) und *Lactarius helvus* Fr. (47; 179).

Von den genannten Arten scheint *Megacollybia platyphylla* nicht überall giftig zu sein; Vergiftungen wurden bisher nur aus Amerika bekannt (134; 135). *Armillariella mellea* ist eine Sammelart mit augenscheinlich mehr oder weniger giftigen Unterarten (162). Die Giftigkeit von *Hypholoma fasciculare* wird unterschiedlich bewertet; es ist zweifelhaft, ob dieser Pilz weiterhin zu den schwach giftigen Arten gerechnet werden darf: Nach seinem Verzehr sind auch tödliche Vergiftungen aufgetreten, die unter dem Bild einer Knollenblätterpilzvergiftung verliefen (63; 150).

In Anbetracht der Hitzeelabilität bestimmter Toxine sind manche Arten in rohem Zustand wesentlich giftiger als in gekochtem, z. B. *Armillariella mellea*, bzw. wirken nur giftig, wenn sie roh oder unzureichend gegart verzehrt werden, z. B. *Sarcosphaera crassa* (Santi ex Steudel) Pouz., *Boletus luridus* Schaeff. ex Fr., *Russula olivacea* (Schaeff. ex Fr.) Secr. und viele scharf schmeckende *Lactarius*-Arten (3; 47; 62).

Vergiftungen durch diese schwach giftigen Pilze sind die häufigsten Pilzvergiftungen überhaupt; aber die giftigen Inhaltsstoffe vieler dieser Arten sind noch unbekannt. Isoliert wurden bisher: Phenole (131). – Antrachinone (47). – Organische Säuren wie Agaricinsäure und Norcaperatsäure (58; 149). – Hochmolekulare toxische Proteine, darunter Boloaffinin aus *Boletus affinis* Peck, einer Art, die in Madagaskar tödliche Vergiftungen bei Kühen hervorgerufen hat, und Bolesatin aus *Boletus satanas*, ein Glykoprotein mit Lectineigenschaften, das die Proteinsynthese hemmt und in nativem Zustand per os für Mäuse giftig ist und bei ihnen eine Gastroenteritis und eine Leberschädigung hervorruft (181; 182; 193; 184; 185). Toxische Proteine die als Lectine und/oder Hämolyse wirken, sind jedoch in Pilzen weit verbreitet, nicht nur in Giftpilzen, sondern auch in zahlreichen Speisepilzen (268; 269);

dank ihrer Thermolabilität dürften sie zumindest an Vergiftungen durch gekochte Pilze kaum beteiligt sein. Bolesatin weist immerhin eine gewisse Hitzenstabilität auf (70 °C / 60 min.) (184). Ob es die Ursache der Satanpilzvergiftung ist, ist unklar. – Terpenverbindungen (17), die im Pilzreich weitverbreitet sind, bilden die Mehrzahl der in schwach giftigen Pilzen nachgewiesenen Toxine. Die meisten schmecken ausgesprochen scharf oder bitter, andere sind geschmacklos. Sie wurden isoliert aus giftigen Arten von *Omphalotus* (16; 217; 218; 226; 227); *Collybia* (115); *Armillariella* (84; 85; 86; 354); *Hypholoma* (18; 30; 82; 166; 167; 168; 169; 304); *Hebeloma* (32; 37); vor allem aber aus *Russula* und *Lactarius* (13; 21; 31; 76; 119; 142; 203; 238; 292). Terpene aus Pilzen können antibiotisch, mutagen, cytotoxisch und phytotoxisch wirken, und so reicht ihre biologische Bedeutung weit über die eher bescheidene Rolle hinaus, die sie bei akuten Pilzvergiftungen spielen. Aus humantoxikologischer Sicht interessiert die mutagene Wirkung, die manche dieser Verbindungen in vitro zeigen, wenn auch – je nach Versuchsanordnung – in unterschiedlichem Ausmaß (14; 137; 180; 289; 351); den derartige Verbindungen kommen nicht nur in Giftpilzen und ungenießbaren Porlingen, sondern auch in einigen Speisepilzen vor, z. B. in *Boletinus cavipes* (Opat.) Kalchbr. (325), *Lactarius deliciosus* Fr., *Lactarius deterrimus* Gröger (27), *Lactarius sanguifluus* Paulet ex Fr. (293), vor allem aber in *Lactarius necator* (Bull. em. Pers. ex Fr.) Karst., dessen "Necatorin" nach übereinstimmenden Befunden hochgradig mutagen wirkt (137; 290; 303; 351; 352). Größer als die humantoxikologische dürfte die forstbiologische Bedeutung dieser Terpenverbindungen sein; Einerseits sind sie zytotoxisch wirkende Inhaltsstoffe berüchtigter Forstschädlinge wie *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. und *Armillariella mellea* (86). Andererseits können sie dank ihrer antibiotischen Wirkung die Pilze selbst vor Infektionen schützen, dank ihres abschreckenden Geschmacks vor Schmecken und anderen Freßfeinden (55; 56; 116; 142; 292); hierzu werden sie bei *Lactarius*-Arten in inaktiver Form in den milchsaftführenden Hyphen gespeichert und erst bei Verletzung enzymatisch in zytotoxische und mutagene Sesquiterpenaldehyde umgewandelt. (Für eine detaillierte Darstellung siehe den Beitrag von O. Sterner über "Toxic terpenoids isolated from higher fungi", Czech Mycol. 48:39).

Akute Vergiftungen durch derartige Pilze äußern sich kurz nach dem Essen, jedenfalls innerhalb von 4 Stunden durch Übelkeit, Erbrechen und Leibschmerzen; meist bestehen auch mehr oder weniger schwere Durchfälle. Drohende Exsikkose kann Flüssigkeits- und Elektrolytersatz erfordern. Besonders empfindlich auf Flüssigkeitsverlust reagieren Kleinkinder; gefährdet sind auch Greise und durch Krankheit geschwächte Personen. Dagegen sind diese Vergiftungen für gesunde Erwachsene kaum je lebensbedrohlich; meist heilen sie innerhalb von 2 Tagen ohne besondere Behandlung aus. Bei der Verschiedenartigkeit der Giftstoffe überrascht es nicht, daß zusätzliche Symptome auftreten können (z. B. zentralnervöse Erscheinungen bei Vergiftungen mit *Boletus satanas* und *Entoloma sinuatum* und die Rekonvaleszenz auch verzögert sein kann. In einigen dieser Giftpilze

(*Entoloma sinuatum*; *Hypholoma fasciculare*; *Russula emetica*; *Lactarius rufus*) wurde zusätzlich Muscarin (siehe unten) nachgewiesen, wenn auch in minimalen Mengen und/oder als ungiftige Stereomere (287). Dies erklärt, daß in Einzelfällen auch leichte muscarinartige Symptome auftreten können. Auf tödliche Leberschädigung nach Verzehr von *Hypholoma fasciculare* wurde oben bereits hingewiesen. Lebensbedrohliche Krankheitsverläufe mit Organkomplikationen kamen auch nach Verzehr von *Armillariella mellea* vor. Die Beurteilung wird dadurch erschwert, daß nicht immer zu klären ist, was direkte Giftwirkung und was Exsikkosefolge ist, abgesehen davon, daß oft ein Gericht aus Mischpilzen die Ursache der Vergiftung war, also auch botanische Fehlbestimmung in Betracht gezogen werden muß.

2. PILZE, DIE AUF DAS VEGETATIVE NERVENSYSTEM WIRKEN – MUSCARIN

Muscarin ist der giftige Inhaltsstoff der giftigen *Inocybe*- und *Clitocybe*-Arten; in mindestens 50 *Inocybe* und mehreren *Clitocybe* wurde es nachgewiesen (48; 92; 128; 164; 256). Einzelne giftige *Inocybe*-Arten enthalten allerdings kein Muscarin, sondern Psilocybin (siehe unten). Sehr hohe Muscarinkonzentrationen finden sich in *Inocybe patouillardii* Bres., einer schon im Frühsommer fruchtenden Art, die oft mit der essbaren *Calocybe gambosa* (Fr.) Donk verwechselt wird und die häufigste Ursache der Muscarinvergiftung ist (4; 5; 62; 146; 151). Sehr reich an Muscarin sind auch *Inocybe fastigiata* (Schaeff ex Fr.) Quél., *Inocybe geophylla* (Sow. ex Fr.) Kummer und *Inocybe napipes* Lge., kleinere, für Pilzsammler weniger attraktive Arten, die entsprechend selten zu Vergiftungen führen (296; 298; 329; 343); ferner die auf Wiesen häufig auftretenden weißen Trichterlinge *Clitocybe dealbata* (Sow. ex Fr.) Kummer und *Clitocybe rivulosa* (Pers. ex Fr.) Kummer (4; 5; 146; 189). Muscarin ist sehr giftig (333); dementsprechend sind es auch die genannten Pilze. Nach vorsichtiger Schätzung (Umrechnung aus Tierversuchen) könnten schon 50 g von *Inocybe patouillardii* für den erwachsenen Menschen tödlich sein. Muscarin ist in Pilzen weit verbreitet; als toxikologisch unbedeutender Begleitstoff kommt es in Arten aus wenigstens 13 anderen Gattungen vor (287), z. B. im Pantherpilz, *Amanita pantherina* (DC. ex Fr.) Secr. und im Fliegenpilz, *Amanita muscaria* (L. ex Fr.) Hooker (92), zu jeder Giftigkeit es allerdings nur wenig beiträgt. Benannt ist es jedoch nach dem Fliegenpilz, aus dem es erstmals isoliert wurde (264).

Chemisch (93) ist Muscarin 2-methyl-3-hydroxy-5-trimethyl-ammonium-methyl-oxolan (Abb. 1). Von den 8 stereomeren Muscarinen ist L (+)-Muscarin für die Toxizität verantwortlich; die anderen Stereomere sind praktisch ungiftig, in Pilzen aber erhalten (96; 287); Schwankungen in der Isomerenzusammensetzung könnten eventuell erklären, daß die Giftigkeit mancher Pilzart von verschiedenen Autoren unterschiedlich bewertet wird.

Muscarin hat strukturelle Ähnlichkeit mit Acetylcholin, einem der Neurotransmitter, die Reize von einer Nervenzelle auf eine andere Nervenzelle oder

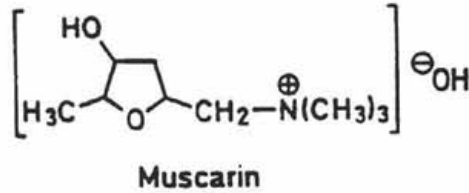
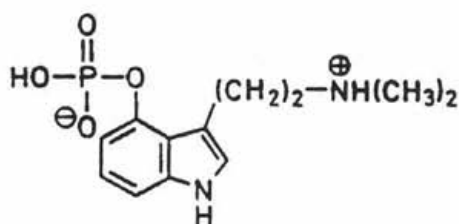


Abb. 1 Muscarin.

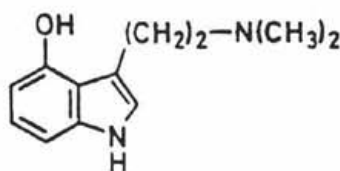
von einer Nervenzelle auf eine Effektorzelle (Muskelzelle, Drüsenzelle) übertragen. Dabei reagiert der Neurotransmitter mit einem Rezeptor, der ihn erkennt. Muscarin reagiert mit einem bestimmten Subtypus des Acetylcholinrezeptors, dem m-Cholinorezeptor; dieser aktiviert es wie Acetylcholin bei einer normalen Parasympathicuserregung, wirkt also als direktes Parasympathicomimetikum. Während aber der physiologische Neurotransmitter Acetylcholin innerhalb von Milisekunden durch Cholinesterasen hydrolysiert wird, ist Muscarin esteratisch nicht spaltbar; dadurch entsteht das für die Muscarinvergiftung typische Bild einer anhaltenden Parasympathicuserregung.

Vergiftungserscheinungen zeigen sich innerhalb von 15 bis 30 Minuten, nur selten noch später als eine Stunde nach dem Essen. Die Leitsymptome sind profuser Schweißausbruch, Speichelfluß und Tränenfluß, auffällige Symptome, die bei anderen Pilzvergiftungen nicht vorkommen. Hinzu kommen schwere Leibschmerzen, Erbrechen, häufige und schmerzhafte Darmentleerungen, Miosis, Blutdruckabfall, Bradykardie (nicht in allen Fällen) und Bronchospasmus mit Atemnot. Die Vergiftungserscheinungen bleiben unbehandelt im allgemeinen 6 bis 24 Stunden bestehen. Muscarin passiert die Blut-Hirnschranke nicht; das Bewußtsein wird nicht beeinträchtigt.

Unbehandelt kann die Vergiftung innerhalb weniger Stunden zum Tod an Herzversagen oder Lungenödem führen, jedoch besteht eine ausgezeichnete Behandlungsmöglichkeit, dank derer auch schwere Vergiftungen eine sehr gute Prognose haben; Auch Atropin das (synthetisch hergestellte) Alkaloid der Tollkirsche *Atropa bella-donna* L., bindet an den m-Cholinorezeptor, aber zum Unterschied von Muscarin blockiert es ihn. Atropin verdrängt als spezifischer, kompetitiver Antagonist Muscarin vom Rezeptor, und rechtzeitige Atropininjektion wirkt lebensrettend. Dosierte wird nach Wirkung. Erwachsene erhalten eine initiale Testdosis von 1 bis 2 mg intravenös, Kinder 0,05 mg/kg Körpergewicht. Ein Nichtansprechen auf Atropin spricht gegen eine Muscarinvergiftung! Weitere Atropingaben folgen nach Bedarf. Als Wirkungskriterium gilt die Normalisierung der Sekretionen. Die Atropingabe hat Vorrang vor jeder anderen Maßnahme! Zusätzlich kann Rehydratation und Elektrolytausgleich erforderlich sein.



Psilocybin



Psilocin

Abb. 2 Die halluzinogenen Indole Psilocybin und Psilocin.

3. PILZE MIT ZENTRALNERVÖZER WIRKUNG – HALLUZINOGENE PILZE

Zu den Pilzen mit psychotropen Wirkstoffen, die die Stimmungslage beeinflussen und eine toxische Psychose hervorrufen können, gehören die psilocybinhaltigen Pilze sowie die Fliegen- und Pantherpilze mit ihren toxischen Isoxazolen, und beide Untergruppen haben eine lange Tradition als Rauschgifte.

3.1. Pilze mit Psilocybin und verwandten halluzinogenen Indolen

Psilocybin, 3-[2-(Dimethylamino)-ethyl]-4-indolyldihydrogenphosphat, ist der Phosphorsäureester des Indolalkaloides Psilocin (Abb. 2). Die beiden Verbindungen wirken gleichartig und annähernd gleich stark und kommen in halluzinogenen Pilzen zusammen vor, wobei das stabilere Psilocybin überwiegt. Daneben können diese Pilze weitere Tryptaminderivate enthalten, z.B. das unmethylierte Psilocin-Homologe Norbaeocystin und das Mono-N-methyl-Homologe Baeocystin. Psilocin-oxidiert rasch, katalysiert durch p-Diphenoloxidase (Laccase), zu einem blaugefärbten Produkt (38). Psilocybinhaltige Pilze färben sich auf Druck blau; zwischen dem Grad des Blauens und ihrem Psilocybingehalt besteht aber kein Zusammenhang (33; 139; 265), und selbstverständlich enthalten die meisten Pilze, die auf Druck blauen, überhaupt kein Psilocybin.

Psilocybinhaltige Pilze kommen weltweit vor, die meisten Arten in Mittelamerika (siehe auch den Beitrag von T. Stijve über "Worldwide occurrence of

psychoaktive mushrooms – an update", Czech Mycol. 48: 11). Aus mexikanischen Psilocyben wurde Psilocybin auch erstmals isoliert (154). Unbestritten psilocybinhaltig sind zahlreiche Arten der Gattung *Psilocybe*, Sektion *Caerulescentes* Sing., und einzelne Arten der Gattungen *Pluteus*, *Panaeolus*, *Conocybe*, *Pholiotina* und *Inocybe*. Etwa 80 Arten von *Psilocybe* gelten als halluzinogen (139); ihr Psilocybingehalt wird mit 0,01 bis > 2% angegeben (33; 46; 67; 122; 13; 146; 173; 284; 299). Die häufigste europäische halluzinogene Art ist *Psilocybe semilanceata* (Fr.) Quél. (Spitzkegeliger Kahlkopf; "Liberty Cap"; "Magic Mushroom") mit einem Psilocybingehalt von etwa 1% (0,05 bis 2,4%) der Trockensubstanz (46; 123; 155; 173; 299). Drei weitere psilocybinhaltige Arten kommen von Europa vor, allerdings sehr selten (47; 299), darunter *Psilocybe cubensis* (Earle) Sing. mit einem relativ hohem Gehalt von 0,2 bis 1,68% in der Trockensubstanz (19; 33; 299; 328). Die wichtigste einheimische psilocybinhaltige *Panaeolus*-Art ist *Panaeolus subbalteatus* (Berk. & B.) Sacc. (Gezonter Düngerling) mit 0,08 bis 0,14% in der Trockensubstanz (230; 236; 297; 299; 301). *Pholiotina* (*Conocybe*) *cyanopus* (Atk.) Sing. enthält 0,45 bis 0,9% (22; 24; 33; 67; 121); *Pluteus salicinus* (Pers. ex Fr.) Kummer (Grauer Dachpilz) durchschnittlich 0,25% (24; 260; 299; 300), in der hüten bis 1,57% (125); *Inocybe aeruginascens* Babos (Grünverfärbender Reißpilz) 0,08 bis 0,4%, jeweils in der Trockensubstanz (122; 123; 284; 298). Spuren von Psilocybin enthalten auch *Inocybe corydalina* Quél., *Inocybe coelestium* Kuyp., *Inocybe haemacta* (Berk. & Cooke) Sacc. (298) und *Inocybe tricolor* (47).

Umstritten ist Psilocybinvorkommen und/oder halluzinogene Wirkung bei diversen weiteren Arten der Gattungen *Panaeolus*, *Panaeolina*, *Psathyrella*, *Agrocybe*, *Stropharia*, *Rickenella*, *Hygrocybe* und *Gymnopilus* (Lit. bei 276), sei es, daß sich Psilocybin nur in einen Teil der Proben fand, sei es, daß positive Befunde eines Autors von anderen Autoren nicht bestätigt wurden. *Gymnopilus spectabilis* (Fr.) Sing. (Beringerter Flämmling) gilt als halluzinogen. Ob er Psilocybin enthält, ist strittig. In Japan führen Vergiftungen mit diesem Pilz zu auffälligen Verhaltensstörungen ("Big Laughter Fungus"). Japanische Proben enthalten kein Psilocybin, wohl aber verschiedene Oligoisoprenoide (Gymnopiline), die sich als neurotoxisch erwiesen (307).

Psilocybinhaltige Pilze dienten den Indianern Mexikos und Guatemalas jahrtausendlang als Kultdrogen bei religiösen Zeremonien und Krankenbehandlungen, aber nur selten als Rauschgift in unserem Sinne (146; 196; 206; 207; 282), ähnlich wie zwei weitere halluzinogene Drogen, meskalinhaltige *Cactaceae* (277) und Ololiuqui, die Samen bestimmter *Convolvulaceae* (178). Über akzidentelle Psilocybinvergiftungen durch Verwechslung mit Speisepilzen wird nur selten berichtet (7; 87; 146; 225; 336), sind doch diese *Psilocybe*-, *Panaeolus*- und *Inocybe*-Arten klein und wenig appetitlich. Gefährdet sind allenfalls Kleinkinder, die in Parks Fruchtkörper des an solchen Standorten häufig auftretenden *Panaeolus subbalteatus* finden und in den Mund stecken, doch ist unwahrscheinlich, daß sie dabei tatsächlich eine

ausreichende Dosis essen. Dafür breitet sich der Mißbrauch psilocybinhaltiger – und vermeintlich psilocybinhaltiger – Pilze in der ganzen zivilisierten Welt aus, auch in Gegenden, in denen die psychotrope Wirkung diese Pilze noch vor wenigen Jahrzehnten unbekannt war (7; 67; 72; 74; 165; 173; 191; 221; 356), und die "Sacred Mushrooms" der mexikanischen Curanderos sind heute die "Magic Mushrooms" gewöhnlicher Drogenkonsumenten. Von den 60er Jahren an entwickelte sich ein regelrechter Tourismus, zunächst zu den natürlichen Standorten dieser Pilze in Mexiko und dem benachbarten Mittel- und Südamerika, neuerdings zu den "Magic Mushrooms Farms" und einschlägigen Touristenrestaurants in bestimmten Regionen Thailands (7; 8). Dabei wäre so viel Aufwand gar nicht nötig: Psilocybe- und Panaeolusarten sind leicht kultivierbar, und Kulturanleitungen für den Eigenabau sind im "alternativen Buchhandel" erhältlich (z. B. 234). Die "Magic Mushrooms" der Drogenhändler sind, wie bei Sraßendrogen üblich, selten das was sie zu sein vorgeben: Manchmal sind es Mischungen verschiedener Pilzarten; oft sind es gewöhnliche Kulturchampignons (*Agaricus hortensis* (Cke.) Pilát), die durch Einfrieren und Wiederauftauen unkenntlich gemacht und mit Lysergsäurediethylamid (LSD) getränkt wurden – oder auch nicht (19).

Die wirksame Dosis für den nicht-gewöhnten Erwachsenen beträgt 4 bis 8 mg Psilocybin per os bzw. eine entsprechende Menge von Pilzen (ca. 1 g getrocknete oder 10 g frische *Psilocybe cubensis*). Diese Dosis führt zu leichteren Veränderungen der Stimmung, der Wahrnehmung und des Denkens mit einer Tendenz zur Fehlinterpretation äußerer Reize, meist verbunden mit einem Gefühl des Wohlbehagens (bei "guten Trips"): Neben der realen Welt werden farbige Bilder gesehen, die als schön oder abstoßend empfunden, aber als unwirklich erkannt werden, Zeit und Raum erscheinen gedehnt: die Konzentrationsfähigkeit ist vermindert, die Stimmung euphorisch oder dysphorisch. Der Zustand wird oft als traumähnlich beschrieben. Höhere Dosen (6 bis 12 mg) führen zu einer toxischen Psychose mit dem Gefühl der Persönlichkeitsspaltung, Verlust des Körperschemas und zu optischen, seltener zu akustischen und taktilen Halluzinationen, die als wirklich und meist als unheimlich erlebt werden. Die Art des Erlebnisses hängt von der Persönlichkeit und der Situation ("Setting") ab; Personen mit psychischen Störungen neigen zu Horrorerlebnissen. Die psychische Wirkung von Psilocybin gleicht der von Meskalin und LSD, abgesehen von Unterschieden in der Wirkungsdauer und den somatischen Nebenwirkungen. Versuchspersonen konnten im Blindversuch die drei Substanzen nicht unterscheiden. Der Angriff erfolgt am serotonergen System des Gehirns (153; 215).

Die psychischen Wirkungen sind 30 bis 60 Minuten nach der Einnahme voll ausgeprägt. Somatische Wirkungen, die den psychischen vorausgehen – Pupillendilatation, Müdigkeit, Schwindel, Übelkeit, Tremor, Parästhesien – setzen schon nach 15 bis 30 Minuten ein. Das gesamte Syndrom dauert 4 (bis 8) Stunden und klingt üblicherweise ohne wesentliche Folgen ab, abgesehen von Müdigkeit,

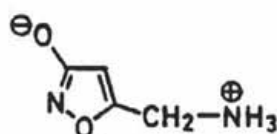
Konzentrationsunfähigkeit und vorübergehenden Kopfschmerzen. Eine Behandlung ist selten erforderlich und besteht bei Angstpsychosen oder Erregungszuständen in "Talking Down" und Gabe von Diazepam. Psilocybin wird innerhalb von 24 Stunden fast vollständig ausgeschieden, überwiegend renal, die letzten 10 bis 20% innerhalb einer Woche (Versuche an Ratten) (174). Ausnahmsweise dauert die Psychose tage- oder wochenlang; in solchen Fällen muß auch die Aktivierung einer latenten Schizophrenie in Betracht gezogen werden.

Psilocybin ist im Tierexperiment nur wenig toxisch; die LD₅₀ für die Maus beträgt per os 280 mg/kg Körpergewicht (265). Beim Menschen sind Todesfälle durch direkte Giftwirkung des Psilocybins nicht bekannt; Suizide kommen jedoch vor, und es besteht eine außerordentlich große Unfallgefahr während des "Trips", wie bei jeder halluzinogenen Psychose, unabhängig vom auslösenden Agens. Einige Todesfälle durch halluzinogene Pilze wurden beschrieben (19; 189; 196; 198), jedoch ist unklar, ob sie dem Psilocybin oder anderen Inhaltsstoffen anzulasten sind, oder ob ganz andere Giftpilze (*Galerina marginata* (Fr.) Kühn.; *Cortinarius spec.*) beteiligt waren. Erwähnt sei noch, daß Sporen von *Psilocybe cubensis* sehr oft Allergien auslösen (148).

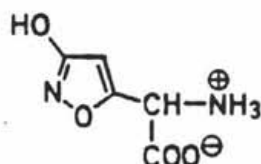
Psilocybin führt nicht zu körperlicher Abhängigkeit. Ob psychische Abhängigkeit vorkommt, ist fraglich. Die übliche Form des Mißbrauchs ist der gelegentliche "Trip". Die meisten Betroffenen setzen dieses Verhalten eine Zeitlang fort und verlieren dann das Interesse daran; viele von ihnen sind allerdings abhängig von anderen Drogen. Wiederholte Einnahme von Psilocybin führt rasch zu Toleranz, die sich innerhalb einiger Tage wieder zurückbildet; dabei besteht Kreuztoleranz gegen Meskalin und LSD.

3.2. Fliegen- und Pantherpilze – toxische Isoxazole

Seit langem dient auch der Fliegenpilz, *Amanita muscaria* (L. ex Fr.) Hooker in verschiedenen Erdteilen als Kultdroge, aber auch als Rauschgift im modernen Sinne, z.B. in Mexiko, vor allem aber in Sibirien (258; 282; 334). Verwechslung mit Speisepilzen kommt selten vor, in Mitteleuropa so gut wie gar nicht; Allerdings werden auch hier Fliegenpilze als Rauschgift gegessen oder geraucht, wenn auch in geringerem Umfang als z.B. in den USA (237). In den wärmeren Regionen Südfrankreichs und Italiens kommen aber auch akzidentelle Fliegenpilzvergiftungen vor, durch Verwechslung mit *Amanita caesarea* (Scop. ex Fr.) Pers. ex Schw. (Kaiserling); auch in Südamerika und in bestimmten Regionen der USA sind akzidentelle Fliegenpilzvergiftungen nicht ganz ungewöhnlich (275). Generell gefährdet sind unbeaufsichtigte Kleinkinder, wenn sie diesen besonders hübschen Pilz finden und ihn sich nach Kinderart gleich einverleiben (26). Der Pantherpilz, *Amanita pantherina* (DC. ex Fr.) Secr., wird oft mit ähnlich aussehenden Speisepilzen verwechselt, z. B. mit *Amanita spissa* (Fr.) (Grauer Wulstling) und *Amanita*



Muscimol



Ibotensäure

Abb. 3 Toxische Isoxazole aus *Amanita muscaria* und *A. pantherina*.Tabelle 1.
Amanita-Arten mit psychotroper Wirkung.

Spezies	Toxische Inhaltsstoffe	Anmerkungen
Amanita muscaria (L. ex Fr.) Hooker und Subspezies	Ibotensäure (205)	Genuiner Inhaltsstoff. Labil. Geht schon beim Kochen in Muscimol über (133; 224) 100-500 mg/kg
	Muscimol (224)	Decarboxylierungsprodukt von Ibotensäure; wahrscheinlich kein genuiner Inhaltsstoff Frischpilz (23; 224; 296)
	Muscazon (133)	Nur schwach giftig (23; 94)
	Muscarin (264)	Sehr niedrige Konzentration. Ausbeute 0,0002% des Frischgewichtes (91); höhere Konzentrationen in der Huthaut (92). Toxikologisch meist unbedeutend.
	Bufotenin (338) Phalloidin (1) Phallacidin (1)	Nicht bestätigt in amerikanischen Proben (59). Bedeutungslos. Wahrscheinlich bedeutungslos.
Amanita regalis (Fr.) R. Mre.	Ibotensäure (47)	Unzureichend untersucht. Vergiftungsbild weist auf weitere Toxine hin. Muscarin? (90).
	Muscimol (47)	
Amanita pantherina (DC ex Fr.) Secr. und Subspezies	Ibotensäure (305)	Gehalt mit 50 bis 500 mg/kg Frischgewicht angegeben, wahrscheinlich ca. 300 mg/kg (23; 65; 296); Giftgehalt im Frühjahr höher als im Herbst. (26). In altem Herbarmaterial nicht nachweisbar (23; 65).
	Muscimol (233)	Biologisch (14) und chemisch (287) nachgewiesen; Gehalt sehr niedrig, eventuell unter der Nachweisgrenze (< 5 mg/kg Trockensubstanz (296)).
	Muscarin (14)	Nicht bestätigt in amerikanischen Proben (59). Bedeutungslos.
	Bufotenin (338)	Toxikologische Bedeutung unklar.
	Stizolobinsäure (64) Stizolobinsäure (64)	

rubescens (Pers. ex Fr.) Gray (Perlitz). Pantherpilzvergiftungen sind entsprechend häufig, gebietsweise sehr häufig (4; 47; 75). Es sind fast immer akzidentelle Vergiftungen, wenngleich auch dieser Pilz hier und dort als halluzinogene Droge mißbraucht wird.

Giftstoffe des Fliegen- und Pantherpilzes (siehe Tab. 1) sind die beiden Isoxazole Muscimol bzw. seine Vorstufe Ibotensäure (alpha-Amino-3-hydroxy-5-

isoxazolessigsäure) (Abb. 3). Sie wurden auch in *Amanita cothurnata* Atk. und in Hybridformen *Amanita pantherina* und *Amanita gemmata* (Fr.) Gill. in Amerika gefunden, fehlen aber in nicht-hybridisierter *Amanita gemmata* (65). Immer ist Ibotensäure der genuine Inhaltsstoff des Pilzes; es ist jedoch zweifelhaft, ob sie selbst zur Wirkung gelangt bzw. zu dieser maßgeblich beiträgt: Sie ist labil und wird schon beim Kochen oder Trocknen der Pilze (auch bei der Chromatographie an saueren Fließmitteln) zu Muscimol, dem eigentlichem Wirkstoff decarboxyliert. Muscimol ist zudem fünf- bis zehnmal toxischer als Ibotensäure (311). Frische Fliegen- und Pantherpilze enthalten pro Kilogramm einige hundert Milligramm Ibotensäure (infolge Decarboxylierung bei der Aufarbeitung meist als Muscimol gemessen); in alten Herbarmaterial sind diese Giftstoffe nicht mehr nachweisbar. Durch Ibotensäure und Muscimol lassen sich im Experiment die Symptome der Pilzvergiftung weitgehend reproduzieren (7,5 bis 10 mg Muscimol oder 50 bis 90 mg Ibotensäure für den gesunden erwachsenen Menschen) (66; 311). Dennoch könnten weitere, noch unentdeckte bzw. unzureichend untersuchte Inhaltsstoffe an der Giftwirkung der Pilze beteiligt sein. Die kleinen Mengen von Muscarin (einige Milligramm pro Kilo Frischpilz) tragen in der Regel zur Fliegen- und Pantherpilzvergiftung nicht bei; allerdings scheint der Muscaringehalt zu schwanken: Neben den vielen Vergiftungsfällen ohne Muscarinsymptomatik gibt es immer wieder einzelne, die deutliche Zeichen einer Muscarinwirkung zeigen.

Ibotensäure ist eine exzitatorische Aminosäure, die dem exzitatorischen Neurotransmitter Glutaminsäure verwandt ist; zum Unterschied von dieser wirkt Ibotensäure aber biphasisch, zuerst erregend, dann lähmend. Die Ursache ist unbekannt; vielleicht aktiviert sie neben exzitatorischen auf inhibitorische Rezeptoren, vielleicht wird sie auch in situ in Muscimol umgewandelt (209; 245; 246; 335).

Muscimol hat strukturelle Ähnlichkeit mit zyklisierter Gammaaminobuttersäure (GABA), einem inhibitorischen Überträgerstoff im Zentralnervensystem. Verminderte GABA-Konzentration am Rezeptor führt zu Krämpfen, Aktivierung des GABA-Systems bedeutet antikonvulsive Wirkung. Muscimol erregt als hochwirksamer, direkter GABA-Agonist die GABA-Rezeptoren. Am GABA-Rezeptor, einem Protein das einen Chloridkanal bildet, greifen auch Krampfgifte sowie Barbiturate und Benzodiazepine an, jedoch an anderen Bindungsstellen. Muscimol antagonisiert im Experiment Krämpfe; therapeutisch ist es unbrauchbar, da es giftiger ist als die herkömmlichen Antikonvulsiva. Muscimol und Ibotensäure haben jedoch Bedeutung in der neurophysiologischen und neuropharmakologischen Forschung als Modellsubstanzen mit GABA- bzw. Glutaminsäure-agonistischer Wirkung (80; 188; 231; 302; 348). Muscimol wird bei Mäusen rasch metabolisiert; nur ein Teil wird unverändert im Urin ausgeschieden (211; 235). Der Mensch scheidet im Urin Muscimol aus, wenn er Fliegenpilz gegessen hat; hat er jedoch reine Ibotensäure per os aufgenommen, so scheidet er rasch unveränderte Ibotensäure aus (66).

Der Fliegenpilz ist allgemein als giftig bekannt; er ist der Giftpilz schlechthin. Deshalb wird seine Giftigkeit in der Bevölkerung oft überschätzt. Zwei Fruchtkörper führen zu leichteren Vergiftungen; 2 bis 4 Fruchtkörper werden von Drogenkonsumenten zur Erzeugung von Rauschzuständen genommen; der Selbstmordversuch eines 23-Jährigen mit 4 Fliegenpilzen wurde überlebt (83). 10 Fruchtkörper gelten als tödlich, in den USA überlebte aber ein Erwachsener unter Behandlung sogar 20 Fruchtkörper (257). Dies sollte aber nicht zum Leichtsinne verleiten! Mögliche regionale, auch jahreszeitliche Unterschiede im Giftgehalt sind stets zu bedenken.

Nach vorherrschender Meinung ist der Pantherpilz giftiger als der Fliegenpilz; diese Annahme ist unter vergleichbaren Bedingungen derzeit nicht nachprüfbar: In Mitteleuropa gibt es zwar viele Pantherpilzvergiftungen, aber so gut wie keine Fliegenpilzvergiftungen. Systematische Untersuchungen zum Giftgehalt der beiden Arten scheinen nicht vorzuliegen. Die von verschiedenen Untersuchern gefundenen Giftkonzentrationen differieren stark (66) (Tab. 1) und sind wegen Unterschieden in der Methodik nicht vergleichbar. Wo ein Autor beide Arten nach der gleichen Methode untersuchte (23; 296) enthielt der Pantherpilz mehr Ibotensäure bzw. Muscimol als der Fliegenpilz; es handelte sich jedoch nur um Einzelproben, und die Differenz – das Eineinhalbfache bzw. das Doppelte – war nicht dramatisch.

Fliegen- und Pantherpilze führen zu einer toxischen Psychose, die eine halbe bis eineinhalb Stunden nach dem Essen beginnt, nach 2 bis 3 Stunden voll entwickelt ist und im allgemeinen 4 bis 8 Stunden dauert. Sie kann ausnahmsweise auch tagelang bestehen bleiben, heilt aber ohne Folgen aus. Sie ähnelt anfangs einem schweren Alkoholrausch mit Euphorie, Schwindel und Gangunsicherheit. Umtriebigkeit, Delirium, Muskelzuckungen, Krämpfe (besonders bei Kindern), Sehstörungen, Illusionen, Halluzinationen, auch schwere manische Erregungszustände können folgen. Die Episode endet meist mit Schläfrigkeit oder Koma; Erregungszustände treten auch im Wechsel mit Somnolenz auf; auch vorübergehende Lähmungen kommen vor. Schweres Erbrechen ist selten. Vegetative Erscheinungen wechseln von Fall zu Fall: Meist herrschen anticholinerge Symptome vor (Tachykardie, Pupillendilatation, trockener Mund), doch können auch die von der Muscarinvergiftung her bekannten cholinergen Symptome (Schwitzen, Speichelfluß) vorliegen.

Da schweres Erbrechen nicht üblich ist, zielt die Behandlung zunächst darauf ab, die weitere Resorption des Giftes zu verhindern: Entweder durch provoziertes Erbrechen (sofern der Patient bei vollem Bewußtsein ist und keine Krämpfe hat) oder durch Magenspülung (bei somnolenten Patienten nach vorheriger endotrachealer Intubation) und durch Gabe von Aktivkohle. Die weitere Behandlung erfolgt symptomatisch: Bei Krämpfen Diazepam. Bei schweren anticholinergen Symptomen eventuell Physostigmin; bei schweren cholinergen Symptomen eventuell Atropin. Bei schweren psychomotorischen Erregungszuständen kann die Einweisung in eine geschlossene psychiatrische Abteilung nötig werden.

Die Sterblichkeit liegt heute wahrscheinlich unter 1%.

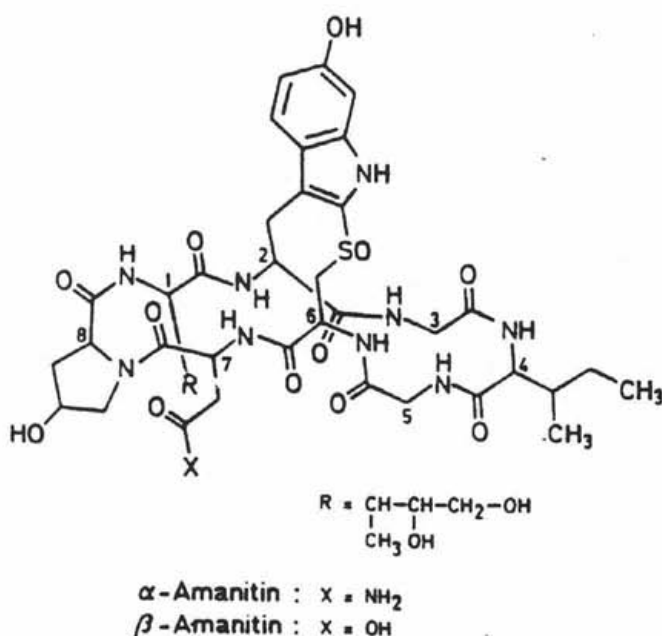


Abb. 4 Amatoxine. Die Hauptkomponenten α - und β -Amanitin.

4. PILZE MIT PARENCHYMTOXISCHER WIRKUNG

Zu den Pilzen mit Parenchymgiften, die vorwiegend leber- und nierenschädigend wirken und Vergiftungssymptome erst nach einer längeren Latenzzeit hervorrufen gehören: Die amatoxinhaltigen Pilze. – *Gyromitra esculenta* mit Gyromitrin resp. Monomethylhydrazin. – Die giftigen *Cortinarius*-Arten mit Orellaninen.

4.1. Amatoxinhaltige Pilze.

Amatoxine sind die Giftstoffe der tödlich giftigen Knollenblätterpilze und einiger *Galerina*- und *Lepiota*-Arten. Zu den tödlich giftigen Knollenblätterpilzen gehören der Grüne Knollenblätterpilz, *Amanita phalloides* (Vail. ex Fr.) Secr. und die diversen weißen Arten; alle sind Mykorrhizabildner.

Amanita phalloides ist eigentlich leicht kenntlich an der charakteristischen Scheide, die die Stielknolle umschließt; trotzdem wird dieser Pilz oft mit Speisepilzen verwechselt, z. B. mit *Tricholoma flavovirens* (Pers. ex Fr.) Lund. et Nannf. (Grünling) und sogar mit *Agaricus*-Arten, obwohl er mit diesen nur wenig Ähnlichkeit zeigt. Er wächst bevorzugt in Laubwäldern und kommt in Europa, Nordafrika, Asien, Neuseeland und Südamerika vor, auch in Nordamerika, jedoch

Tabelle 2.
Amanita-Arten mit toxischen Cyclopeptiden

Species	Toxine		Autor
Amanita phalloides (Vaill. ex Fr.) Secr.	Amatoxine	α -Rmanitin β -Amanitin γ -Amanitin ϵ -Amanitin Amanin	Quellen bei (341; 342)
	Phallotoxine	Phalloin Phalloidin Phallisin Phallacin Phallacidin Phallisacin	Quellen bei (341; 342)
	Phallolysine	Phallolysin A Phallolysin B	(270; 271)
Amanita verna Bull.	Amatoxine	α -Amanitin β -Amanitin γ -Amanitin	(36) (98) (96)
	Phallotoxine	Phalloidin Phallacidin Phallisacin	(339) (98) (98)
	Hämolyisin		(269)
Amanita virosa Lam. ex Secr.	Amatoxine	α -Amanitin β -Amanitin γ -Amanitin	(327) (355) (355)
	Phallotoxine	Amaninamid Phalloidin Phallisin Phallacidin Phallisacin	(52) (98)
	Virotoxine	Viroidin Desoxoviroidin Ala ¹ -viroidin Ala ¹ -Desoxoviroidin Viroisin Desoxoviroisin	Quellen bei (241)
Amanita bisporigera Atk.	Amatoxine	α -Amanitin β -Amanitin γ -Amanitin	(327) (327) (355)
	Phallotoxine	Phalloidin Phalloin	(355)
Amanita ocreata Peck	Amatoxine	α -Amanitin β -Amanitin	(158)
Amanita suballiacea (Murr.) Murr.	Amatoxine	α -Amanitin	(171)
Amanita hygroskopica Coker	Amatoxine	α -Amanitin	(171)

Tabelle 3.
Amanitingehalt verschiedener Giftpilze.

Spezies	mg Amanitin/ g Trockengewicht	Autoren
<i>Amanita phalloides</i> (Vaill. ex Fr.) Secr.	2 – 7,4	(10; 98; 295; 327; 355)
<i>Amanita verna</i> Bull.	1 – 5	(10; 295; 327; 342)
<i>Amanita virosa</i> Lam ex Secr.	1 – 3	(10; 98; 342; 355)
<i>Amanita bisporigera</i> Atk. (USA)	2 – 5	(327; 346; 355)
<i>Amanita suballiancea</i> (Murr.) Murr. (USA)	0,6 – 3,3	(171)
<i>Amanita hygrosopica</i> Coker (USA)	0,3 – 0,7	(171)
<i>Galerina marginata</i> (Fr.) Kühn.	0,4 – 2,2	(10; 98; 296; 342)
<i>Galerina autumnalis</i> Peck (USA)	0,8 – 1,5	(172)
<i>Lepiota helveola</i> Bres.	0,5 – 0,7	(34; 205)
<i>Lepiota josserandii</i> Bon & Boif.	3,75	(140)
<i>Lepiota subincarnata</i> Lge.	2 – 3	(280)
<i>Lepiota brunneo-incarnata</i> Chod. et Mart.	1	(10)

selten. Er braucht ein relativ mildes Klima; in Mitteleuropa, wo er verbreitet und in den wärmeren Lagen häufig ist, meidet er Höhen über 1 100 m. *Amanita phalloides* erhält 3 Gruppen von Toxinen (Siehe Tab. 2), die verschiedenartig wirken: Amatoxine (bicyklische Oktapeptide) (Abb. 4), Phallotoxine (bicyklische Haptapeptide) und Phallolysine (hochmolekulare Proteine).

Von dem beiden in Europa heimischenweisen Arten sieht *Amanita verna* Bull. aus wie eine ungefärbte, etwas klein geratene Form von *Amanita phalloides*; sie wird auch als eine Subspecies von *Amanita phalloides* angesehen. Als thermophile Art ist sie in Mitteleuropa selten; sie kommt häufiger in Südeuropa vor, ferner in Nordafrika, Japan und Australien und ist in der gemäßigten Zone Nordamerikas verbreitet. Auch *Amanita verna* enthält Amatoxine, Phallotoxine und ein labiles Hämolsin (Siehe Tab. 2). Der Amatoxingehalt von *Amanita verna* ist niedriger als der von *Amanita phalloides* (Siehe Tab. 3). *Amanita virosa* Lam. ex Secr., eine

weiße Art mit mehr glockenförmigem Hut und rauhem Stiel, wächst auf saueren, kalkarmen Böden besonders unter Fichten, in Europa bevorzugt in den nördlichen Ländern, in Mitteleuropa in den Gebirgsregionen; sie kommt auch in Japan und Nordamerika vor. *Amanita virosa* enthält Amatoxine, Phallotoxine und zusätzlich virotoxine, monocyclische Peptide die ähnlich wie Phallotoxine wirken (Siehe Tab. 2). Die weißen Amanita-Arten Amerikas sind schwer voneinander zu unterscheiden. *Amanita bisporigera* Atk. ähnelt makroskopisch einer *Amanita virosa*, unterscheidet sich von dieser aber mikroskopisch. Sie enthält Amatoxine und Phallotoxine (Siehe Tab. 2); ihr Amatoxingehalt ist sehr hoch, und sie dürfte die giftigste Amanita-Art Nordamerikas sein. *Amanita ocreata* Peck von der kalifornischen Küste scheint *Amanita virosa* nahezustehen (Einzelheiten und Literatur zum Vorkommen der giftigen Amanita-Arten bei (275); Giftkonzentrationen siehe Tab. 3). In einer giftigen japanischen Art, *Amanita abrupta*, wurden keine Amatoxine, sondern toxische Aminosäuren nachgewiesen (353).

Amatoxine kommen ferner vor in *Galerina marginata* (Fr.) Kühn. (Nadelholz-Häubling) und in einigen weiteren, seltenen bzw. außereuropäischen *Galerina*-Arten (*G. beinrothii* Brski.; *G. autumnalis* (Peck) Smith et Sing.; *G. unicolor* (Fr.) Sing.; *G. badipes* (Fr.) Kühn.; *G. venenata* A. H. Smith; und *G. sulciceps* (Berk.) Boedijn) sowie in einer Anzahl vor *Lepiota*-Arten, vor allem in *L. helveola* Bres. (Fleischrosa Giftschmirling); *L. josserandii* Bon et Boiff.; *L. subincarnata* Lge.; und *L. brunneo-incarnata* Chod. et Mart. (Fleischbrauner Giftschmirling) (Übersichten bei (47) und (279); Giftkonzentrationen siehe Tab. 3). Vergiftungen durch diese kleinen und vergleichsweise unauffälligen Pilze kommen vor, jedoch selten (47; 140; 189; 205; 239; 242; 266; 326).

Weltweit werden über 90% aller tödlichen Pilzvergiftungen durch Knollenblätterpilze hervorgerufen, in den meisten europäischen Ländern durch *Amanita phalloides*, in Nordeuropa durch *Amanita virosa* und in Nordamerika durch die diversen weißen Arten, aber auch dort breitet sich *Amanita phalloides* aus.

Verantwortlich für die Giftigkeit der Knollenblätterpilze sind vor allem (wahrscheinlich sogar ausschließlich) die Amatoxine mit α - und β -Amanitin als Hauptvertreter. Sie sind etwa zehnmal giftiger als die Phallotoxine, und alle Symptome der Knollenblätterpilzvergiftung des Menschen lassen sich im Tierexperiment durch Amatoxine reproduziert (100; 106). Auch die Phallolysine, thermo- und säurelabile Zytolysine, tragen wegen ihrer Hitzeempfindlichkeit zur Vergiftung durch (gekochte) Knollenblätterpilze nicht bei (274).

Amatoxine sind hochgradig giftig. Gegen Kochen und proteolytische Enzyme sind sie stabil. Die LD₅₀ für die Maus intraperitoneal beträgt 0,2 bis 0,8, im Mittel 0,5 mg/kg Körpergewicht (342); Ratten sind weniger empfindlich, Meerschweinchen wesentlich empfindlicher. Knollenblätterpilze, auch einige *Lepiota*-Arten enthalten mehrere Gramm Amatoxine pro Kilogramm Trockensubstanz (vgl. Tab. 3), also mehrere hundert Miligramm pro Kilo Frischpilz. Toxizitätsangaben für den Men-

schen, die auf Umrechnung tierexperimenteller Daten beruhen, sind spekulativ. Aus Vergiftungsfällen wird auf eine tödliche Dosis von 0,1 mg/kg Körpergewicht = 7 mg für den erwachsenen Menschen geschlossen (342). Jedenfalls waren 17 bis 35 mg für einem Erwachsenen tödlich; sie waren enthalten in einer bekannten Menge von *Lepiota josserandii*, deren Giftkonzentration sich überzähligen Exemplaren bestimmen ließ (140). Tödliche Vergiftungen wurden schon durch 1 bis 2 Fruchtkörper von *Amanita phalloides* hervorgerufen; andererseits wurde über einzelne Fälle berichtet, wo auch größere Mengen nur zu leichten Vergiftungen führten (214). Der Amatoxingehalt von *Amanita phalloides* variiert um den Faktor 2 bis 3. Diese Konzentrationsunterschiede ergaben sich bei der Untersuchung von größeren Proben von verschiedenen Standorten und Jahrgängen (280; 295). Wenn auch gelegentlich einzelne weniger giftige Fruchtkörper vorkommen (98; 327; 355), so muß doch jedes Pilzgericht, das *Amanita phalloides* oder eine andere amatoxinreiche Art enthält, als tödlich giftig angesehen werden.

Amatoxine hemmen bei Wirbeltieren in außerordentlich geringer Konzentration die RNS-Synthese im Zellkern (104). Sie hemmen die DNS-abhängige RNS-Polymerase II (oder B) durch Bindung an das Enzym und verhindern die Transkription indem sie die Verlängerung der Polyribonukleosidkette stoppen (281). Es kommt zu einem Zusammenbruch der Proteinsynthese, gefolgt vom Tod der Zelle (340; 342). Grundsätzlich hemmen Amatoxine die RNS-Polymerase II aller eukaryotischer Zellen. Welche Gewebe am meisten geschädigt werden, ist bei Tieren spezies- und dosisabhängig (105). Beim Menschen sind die Parenchymzellen von Leber, Nierentubuli und Darmmukosa betroffen, während eine direkte Schädigung anderer Gewebe kaum vorkommt.

Phallotoxine – der bekannteste und am besten untersuchte Vertreter ist Phalloidin – sind membranspezifische Hepatotoxine. Sie beschleunigen die Aktinpolymerisation und stabilisieren in der Zelle das polymere F-Aktin. Im experiment am isolierten Leberzellen kommt es sehr schnell zu einer starken Schwellung und grotesken Deformierung der Zellen, verbunden mit einem massiven Verlust von Kalium und lysosomalen Enzymen. Weitere Veränderungen sind sekundär. Außer Leberparenchymzellen werden nur noch Nierentubuluszellen geschädigt, während andere Zellen für Phallotoxine offenbar nicht zugänglich sind (340; 342). Es ist nicht geklärt, inwieweit Phallotoxine vom Magendarmtrakt aus resorbiert werden. An der Knollblätterpilzvergiftung dürften sie jedenfalls kaum beteiligt sein (siehe oben). Phalloidin und Phallacidin wurden auch in einigen anderen Pilzen nachgewiesen, die entweder ungiftig sind wie *Amanita rubescens* (Pers. ex Fr.) Gray, oder wie *Amanita muscaria* ein anderes Vergiftungsbild als das einer Knollenblätterpilzvergiftung hervorrufen (1). Virotoxine wirken ähnlich wie Phallotoxine; auch ihre Toxizität (LD₅₀ für die Maus parenteral 2,5 mg/kg) liegt in der gleichen Größenordnung wie die der Phallotoxine. Auch Virotoxine beschleunigen die Aktinpolymerisation. Mögliche

weitere Angriffspunkte werden diskutiert. An der Vergiftung durch *Amanita virosa* sind sie wahrscheinlich nicht beteiligt (99; 130; 341).

Die Knollenblätterpilz (Amatoxin)-Vergiftung verläuft biphasisch. Den Vergiftungserscheinungen voraus geht die typische Latenzzeit zwischen der Pilzmahlzeit und dem ersten, gastroenteritischen Krankheitsstadium. Die Latenzzeit dauert gewöhnlich 8 bis 12 Stunden, ausnahmeweise nur 4 oder sogar 24 Stunden. Pilze, die später als 5 Stunden nach dem Essen eine Gastroenteritis hervorrufen, sind fast immer amatoxinhaltige Pilze! Umgekehrt schließt eine kurze Latenz eine Amatoxinvergiftung nicht aus: Das Pilzgericht kann mehrere Arten giftiger Pilze enthalten haben. Während der Latenzzeit wird das Gift resorbiert, an seinen Wirkort gebunden und zu einem großen Teil schon wieder im Urin ausgeschieden (157); ein kleiner Teil – beim Hund weniger als 10% (102) – geht in einem entero-hepatischen Kreislauf ein. Auch beim Menschen wird ein kleiner Teil mit der Galle ausgeschieden und damit der Resorption wieder zur Verfügung gestellt (54; 101; 170). Während der Latenzzeit erfolgt auch die eigentliche Giftwirkung. Der Patient ist während dieser Zeit völlig beschwerdefrei.

Die Symptome setzen dann plötzlich ein als heftiger Brechdurchfall mit Bauchkoliken und reiswasserrähnlichen (Cholera-ähnlichen), manchmal auch blutigen Stühlen, er führt rasch zur Exsikkose. Das gastroenteritische Stadium dauert 1 bis 2 Tage, kann bei Kindern, Greisen und geschwächten Personen rasch zum Tod an Kreislaufversagen führen, läßt sich aber durch Volumensubstitution und Elektrolytausgleich beherrschen. Meist folgt danach eine klinische Besserung für etwa einen Tag. Dieses beschwerdefreie Intervall kann sehr kurz sein und bei schweren Vergiftungen vollständig fehlen. Anschließend entwickelt sich eine Lebernekrose und eine Nierentubulusnekrose, in der Hälfte der Fälle auch eine Begleitpankreatitis. Die Lebernekrose kündigt sich mit einem steilen Anstieg der Transaminasen (frühestens nach 36 Stunden) an und äußert sich klinisch in Leberschwellung, Druckschmerzhaftigkeit der Leber, Leibschmerzen und eventuell Ikterus. Verbunden damit ist eine schwere Hypoglykämie und eine Störung der Blutgerinnung, die sowohl durch Verbrauchskoagulopathie (49; 259) als auch durch Synthesehemmung von Gerinnungsfaktoren bedingt sein kann. In schweren Fällen liegt das Bild einer akuten gelben Leberatrophie vor. Zeichen einer Nierentubulusnekrose treten erst nach mehreren Tagen auf, und eventuell führt die Lebernekrose zum Tod bevor die Nierenschädigung genügend Zeit hatte, sich zu entwickeln. Nierenversagen kommt und aber – außer durch direkte Amatoxinwirkung – auch als Folge einer Exsikkose im Rahmen eines hepatorenalen Syndroms vor. Zum Tod nach etwa einer Woche (3 bis 16 Tagen) führt meist das Leberkoma, bei Kindern oft die Gerinnungsstörung (z.B. durch Hirnblutung), in seltenen Fällen Urämie, Sepsis durch Abwehrschwäche oder eine andere Komplikation.

Bei der Sektion findet sich eine Leberdystrophie aller Schweregrade, je nach Zeitpunkt des Todes mit oder ohne Regenerationszeichen, im typischen Fall eine

zentrolobuläre, hämorrhagische Nekrose; ferner Schwellung und Verfettung des Myokards, Blutaustritte in alle Organe und Hirnödem (177; 193; 283).

Amatoxine verschwinden sehr schnell aus dem Blut. Auch wenn bei der Klinikaufnahme kein Amatoxin im Plasma nachweisbar ist, kann eine Amatoxinvergiftung vorliegen! Zwischen der Höhe der Amatoxinspiegel in den Körperflüssigkeiten und der Schwere der Vergiftung besteht kein Zusammenhang (53; 69; 170; 190; 357). Hingegen haben die Gerinnungsfaktoren, vor allem die Tromboplastinzeit (Quick-Wert) Bedeutung für die Prognose und die Verlaufskontrolle (113; 152; 161; 189); bei einem Quick-Wert unter 10% ist die Prognose fast infaust.

Die Behandlung besteht vor allem in primären Giftentfernung – soweit bei der langen Latenz noch möglich – und symptomatischen Maßnahmen. Alle Verdachtsfälle müssen hospitalisiert werden. Aktivkohle bindet Amatoxine (272) und sollte im Rahmen der Erstversorgung sofort gegeben werden um die Resorption des Giftes zu begrenzen. Auch während der ersten Krankheitstage sollte noch Aktivkohle gegeben werden (alle 3 bis 4 Stunden, eventuell per Magensonde) um den enterohepatischen Kreislauf zu unterbrechen. Wenn sich der Verdacht auf eine Amatoxinvergiftung bereits während der Latenz ergibt, etwa weil ein anderer Teilnehmer des Pilzessens Symptome zeigt, muß trotz Symptomfreiheit der Magendarmtrakt entleert werden (provoziertes Erbrechen, forcierte Diarrhoe bzw. in der Klinik Magen- und Darmspülung); der größte Teil der Amatoxine wird unresorbiert mit den Faeces wieder ausgeschieden (170). Während des gastroenteritischen Stadiums stehen Rehydratation und Korrektur der Elektrolytverluste im Vordergrund. Dabei muß für ausreichenden, d.h. normalen bis leicht erhöhten Harnfluß gesorgt, eine Oligurie unbedingt vermieden werden, da das Gift renal ausgeschieden wird. Ob auch beim Menschen die von Mäusen (105) und Ratten (331) bekannte tubuläre Reabsorption der Amatoxine erfolgt, wird bezweifelt (73; 242). Der größte Teil der Amatoxine wird in den ersten 24 Stunden ausgeschieden; hohe Konzentrationen im Urin sind in der Regel noch während der ersten 48 bis 72 Stunden nachweisbar (114; 157; 170; 190); andererseits wurden selbst tödliche Knollenblätterpilzvergiftungen bekannt, bei denen bereits 15 bis 20 Stunden nach dem Pilzessen kein Amatoxin mehr im Urin nachweisbar war (69). Die von verschiedenen Autoren (222; 241; 242) nachdrücklich empfohlene forcierte Diurese (definitionsgemäß bedeutet dies Steigerung der Harnmenge beim Erwachsenen auf 12 Liter pro Tag durch entsprechende Flüssigkeitszufuhr) erscheint daher, wenn überhaupt, nur bei Frühfällen mit kurzen Latenzzeit erfolgversprechend; die Kreislaufbelastung und die Gefahr eines Hirnödems sind zu bedenken. Von den übrigen Verfahren zur sekundären Giftelimination ist die Hämodialyse nur bei Nierenversagen indiziert; Plasmapherese und Blutaustauschtransfusion sind sinnlos. Frühzeitige Hämotherapie hat in einer Anzahl von Fällen zu einer deutlichen klinischen Besserung geführt (20; 126; 337), inwieweit durch Entfernung von Amatoxinen, inwieweit durch Entfernung toxischer Stoffwechselprodukte bei

gestörter Leberfunktion steht dahin; das Verfahren ist eingreifend und wird nicht allgemein befürwortet (177). Die hepatische Phase erfordert symptomatische Behandlung des Leberzerfalls-komas, vor allem Substitution von Gerinnungsfaktoren. Lebertransplantation kann nötig werden (41; 88; 177; 243; 347).

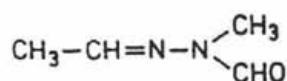
Die unterschiedlichsten Pharmakotherapien wurden in den letzten 50 Jahren propagiert und wieder aufgegeben. Derzeit sind weithin üblich:

- Penicillin in hohen Dosen; es reduziert im Tierexperiment die Giftigkeit von Amatoxinen (110; 111; 112). Der Wirkungsmechanismus ist unbekant; die ursprüngliche Vermutung (111), es verhindere die Bindung von Amatoxinen an Plasmaalbumin und führe sie dadurch der renalen Ausscheidung zu, erwies sich als unhaltbar: Amatoxine binden nicht an Plasmaalbumin (107).

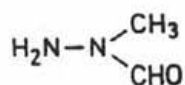
- Silibinin, ein Flavonolignan aus dem "Silymarin"-Gemisch der Mariendistel, *Silybum marianum* (L.) Gaertn. Es hemmt die Aufnahme von Amatoxinen in die Leberzelle, die über das Gallensäuretransportsystem erfolgt (187); außerdem stimuliert es die Ribonukleinsäuresynthese im Zellkern und steigert dadurch die Regeneration der Leber (285; 286). Silibinin als injizierbares Salz gehört gegenwärtig in einiger europäischen Ländern zur Standardbehandlung der Knollenblätterpilzvergiftung. Im Tierexperiment vermindert es die Giftigkeit der Amatoxine am besten dann, wenn es prophylaktisch, also vor dem Knollenblätterpilzvergiftungen verabreicht wird, eine Situation, die in der klinischen Praxis nicht vorkommt; die therapeutische Wirkung von Silibinin ist schwächer als die prophylaktische und nimmt weiter ab, je größer der zeitliche Abstand zwischen Gifteinnahme und Antidotgabe ist (332).

Auch andere Substanzen konkurrieren mit Amatoxinen um das Transportsystem und hemmen dadurch die Aufnahme des Giftes in die Leber (187), z.B. Gallensäure Salze sowie Antamanid, ein ungiftiges zyklisches Dekapeptid aus dem Knollenblätterpilz; seine antagonistische Wirkung gegen Knollenblätterpilzgifte ist seit Jahrzehnten bekannt (Einzelheiten und Literatur bei (342)); therapeutisch scheint es unbrauchbar zu sein, da es nicht nur die Aufnahme des Giftes in die Leber, sondern auch seine Ausscheidung in die Galle hemmt. Weitere mögliche Antidote befinden sich im Stadium der pharmakologischen Prüfung, z. B. das Iridoidglycosid Aucubin (60; 61) (siehe den Beitrag von Y. Yamaura und I.-M. Chang über "Protective action against amanita poisoning by iridoid glucoside, aucubin", Czech Mycol. 48: 67).

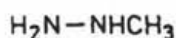
Die Prognose der Amatoxinvergiftung ist besser geworden, vor allem dank der Intensivtherapie. Betrug die Sterblichkeit zu Beginn dieses Jahrhunderts in verschiedenen europäischen Ländern 40 bis über 60% (4), so lag sie zwischen 1919 und 1958 in der Schweiz bei insgesamt 30% (4), bei Kleinkindern bei 50% (4; 113). Etwa ab Mitte der 70er Jahre liegt sie bei Erwachsenen und älteren Kindern in der Größenordnung von 10 bis 20% (113; 160, hier weitere Daten; 161; 190; 232), und zwar augenscheinlich unabhängig davon, ob eine "Antidot"-Therapie mit Penicillin



Gyromitrin



N-Methyl-N-formyl-hydrazin



Methylhydrazin

Abb. 5 Gyromitrin aus *Gyromitra esculenta* und seine Hydrolyseprodukte.

oder mit Thioiktsäure oder mit Silibinin oder überhaupt nicht erfolgte: Auch in einer amerikanischen Klinik, die sich auf supportive Maßnahmen beschränkte (provoziertes Erbrechen, wiederholt Aktivkohle, Flüssigkeitsersatz) betrug die Sterblichkeit weniger als 15% (232). Eine oesterreichische Fallstudie ergab für die Jahre 1983 bis 1986 eine Letalität von nur 5,7% und schrieb das günstige Resultat der Silibininbehandlung zu (161). Bei der Bewertung der gegenwärtigen Behandlungserfolge ist aber zu bedenken, daß das Krankengut von heute mit dem von früher nicht vergleichbar ist: Früher wurden Vergiftungen behandelt, per Definitionem also Erkrankungen durch ein Gift. Heute werden bei Verdacht auf Amatoxinvergiftung auch Giftingestionen behandelt, also symptomfreie Personen, die das Gift eingenommen haben, ob in giftiger oder in ungiftiger Dosis ist bei der langen Latenz viele Stunden lang unbekannt. Wenn diese Personen dann symptomfrei bleiben, kann dies bedeuten, daß eine Amatoxinvergiftung im Latenzstadium erfolgreich behandelt wurde; es kann aber ebensogut bedeuten, daß ein Gesunder, der eine ungiftige Dosis Amatoxin eingenommen hat, auch die Behandlung schadlos vertragen hat.

Wenn die Vergiftung überlebt wird, erfolgt meist völlige Ausheilung (193). Die Rekonvaleszenz kann wochenlang dauern. In etwa 20% der Fälle wurde eine chronisch-aktive Hepatitis beobachtet (97; 242).

4.2. *Gyromitra esculenta* – Gyromitrin

Die Frühjahrslorchel, *Gyromitra esculenta* (Pers. ex Fr.) Fr., die "Speiselorchel", kann tödlich giftig sein, zumindest die typische europäische Form des Pilzes. Der

Giftstoff ist Methylhydrazin (MMH), das in gebundener Form als N-Methyl-N-formylhydrazol (MFH) verschiedener niedermolekularer Aldehyde vorliegt. Die Hauptkomponente ist Acetaldehyd-MFH, "Gyromitrin" (Abb. 5) mit einem Anteil von etwa 80%, den Rest bilden höhere Homologe (200; 201; 247; 249). Gyromitrin ist labil; es hydrolysiert rasch zu MFH, das im sauren Milieu des Magensaftes langsam und unvollständig zu MMH hydrolysiert (350). Für die Toxizität sind sowohl das relativ lipophile Gyromitrin (ZNS-gängig, neurotoxisch) selbst als auch seine beiden Hydrolyseprodukte verantwortlich, vor allem, jedoch nicht ausschließlich, das MMH (45).

Der Giftgehalt der Frühjahrslorchel variiert sehr stark je nach Pilzstamm (252) und Fundort. Neure Untersuchungen ergaben Konzentrationen zwischen 50 und 350 mg MMH/kg Frischpilz (11). Das Gift kommt auch in anderen Arten der Pezizales und Helotiales vor, in toxikologisch relevanter Konzentration in *Cudonia circinans* (Pers.) Fr., sonst nur in Spuren, z. B. in der ungiftigen Herbstlorchel, *Helvella crispa* Fr. (11; 350).

Das Gift ist wasserlöslich, thermolabil und flüchtig. Frische *Gyromitra esculenta* läßt sich entgiften, wenn sie zweimal 10 Minuten lang in reichlich Wasser gekocht und jedesmal das Kochwasser, das giftig ist, weggeschüttet wird (248; 249). Tödliche Vergiftungen wurden aber auch durch (ungenügend?) gekochte Lorcheln verursacht (201; 202). Blanchieren genügt jedenfalls nicht zur Entgiftung der Pilze! Die beim Kochen entstehenden Dämpfe sind giftig und riefen verschiedentlich Erkrankungen bei Küchenpersonal und Konservenarbeiterinnen hervor (201; 202; 240).

Soweit das Gift flüchtig ist, geht es auch beim Trocknen und anschließenden mehrwöchigen, offenen Lagern der Pilze zu einem großen Teil verloren; ein Teil des Gyromitrins und MFH liegt in den Pilzen jedoch in gebundener Form vor und ist nicht flüchtig (294). Der Gyromitringehalt getrockneter Lorcheln reicht von "nicht nachweisbar" bis zu 50% des Ausgangsgehaltes der frischen Lorcheln (11; 204; 248; 249; 262; 294). Akute Vergiftungen durch Trockenlorcheln, wie sie im vorigen Jahrhundert vorkamen (262) wurden in neuerer Zeit nicht bekannt und sind auch weiterhin nicht zu befürchten, wenn die Trockenlorcheln, wie gegenwärtig üblich, nur in kleinen Mengen als Gewürz verwendet werden.

Allerdings sind die Hydrolyseprodukte des Gyromitrins alkylierende Substanzen (2; 28; 43; 120; 163; 219; 313). Sie wirken im Tierexperiment an Nagern teratogen (186) und in extrem hohen Dosen und/oder bei regelmäßiger Gabe kanzerogen (43; 315; 316; 317; 318; 319; 320; 321; 322; 323). Für den Menschen sind derartige Wirkungen bisher nicht bekannt. Beim Menschen wird Gyromitrin durch Acetylierung entgiftet (44); möglicherweise entstehen die kanzerogenen Metaboliten erst, wenn dieser Stoffwechselweg gesättigt ist; in diesem Falle wäre das kanzerogene Risiko gering (28), aber erhöht bei den "langsamen Acetylierern".

Die akute Toxizität von Gyromitrin ist speziesabhängig. So beträgt die orale LD₅₀ für das Kaninchen 70 mg/kg, für die Ratte 320 mg/kg (229), für die Maus

244 mg/kg (349), für das Huhn > 400 mg/kg (229). MFH und MMH sind giftiger als Gyromitrin, die höheren Homologe sind weniger giftig (349).

Die Vergiftungsgefahr für den Menschen wechselt nicht nur je nach Region (66), was sich durch den unterschiedlichen Giftgehalt der Lorcheln erklären ließe; es bestehen auch erhebliche individuelle Empfindlichkeitsunterschiede, möglicherweise durch unterschiedliche Acetylierungsaktivität. Oft erkrankten nur einzelne Teilnehmer eines Pilzessens, und das sind nicht immer diejenigen, die besonders viel von den Pilzen gegessen haben; die meisten tödlichen Vergiftungen ereigneten sich bei Personen, die innerhalb weniger Tage mehrmals Lorcheln gegessen hatten (25; 117; 201; 202).

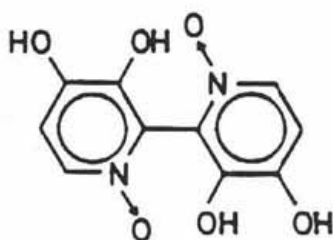
Die Vergiftungsercheinungen ähneln denen der Knollblätterpilzvergiftung, die Latenzzeit ist jedoch kürzer, in der Regel 4 bis 6 Stunden, ausnahmsweise auch nur 2 oder bis zu 24 Stunden. Initial treten Schwächegefühl und Übelkeit auf. Bei leichteren Vergiftungsfällen kommt es anschließend nur zu Erbrechen mit oder ohne Durchfällen für ein bis zwei Tage. Bei schweren Fällen entwickeln sich Ikterus und Leberversagen. Die Hepatotoxizität wird dem Metaboliten MFH zugeschrieben (43). Anderes als bei Knollenblätterpilzvergiftung sind bei der Lorchelvergiftung neurotoxische Erscheinungen sehr ausgeprägt: Unruhe, Kopfschmerzen, Delirien, Hypotonie, Fieber, Krämpfe, die in ein Koma übergehen können (117; 220). Nierenschädigung ist möglicherweise keine direkte Giftwirkung; Sie kann durch Rhabdomyolyse als Folge tonisch-klonischer Krämpfe hervorgerufen werden, auch durch die in einzelnen Fällen beobachtete Hämolyse (42).

Todesursuche ist meist ein Leberkoma am zweiten bis dritten Tag. Jedoch kann auch die Neurotoxizität schon innerhalb der ersten 24 Stunden zum Tod an Krämpfen und Koma führen, besonders bei Kindern. Bei der Sektion finden sich Nekrose und fettige Degeneration der Leber, fettige Degeneration von Nieren und Herzmuskel, Petechien und Hämorrhagien in Magen, Darm und serösen Häuten und ein Hirnödem (117; 132).

Die Behandlung besteht in primärer Giften-fernung, Gabe von Aktivkohle und symptomatischen Maßnahmen. Leichtere Vergiftungen heilen innerhalb einiger Tage folgenlos aus. Bei schweren Vergiftungen kann die Rekonvaleszenz wochenlang dauern; bleibende Leberschäden sind vorgekommen (117). Die Sterblichkeit wird derzeit mit 10% angegeben (220).

4.3. Cortinarius-Arten – Orellanine

Verschiedene Haarschleierlinge vor allem der in wärmebegünstigten Laub- und Mischwäldern wachsende, in Südeuropa häufige *Cortinarius orellanus* (Fr.) Fr. (Orangefuchsigiger Hautkopf) und der in (sauerem) Nadelwäldern vorkommende *Cortinarius speciosissimus* Kühn. et Romagn. (= *C. rubellus* Cooke; Spitzkegeliger Rauhkopf) enthalten Orellanine. Der eigentliche Giftstoff ist Orellanin, das nephro-



Orellanin

Abb. 6 Orellanin aus toxischen *Cortinarius*-Arten.

toxisch wirkt. Es ist ein niedermolekulares Toxin, stabil gegen Kochen, und auch in getrockneten Pilzen nach jahrelanger Lagerung noch enthalten (224). Es wurde als 3,3', 4,4'-Tetrahydroxy-2,2'-Bipyridil-bis-N-oxid (Abb. 6) identifiziert (15), ist also chemisch den Herbiziden Paraquat und Diquat verwandt; die Struktur wurde mehrfach durch die Synthese bestätigt (77; 78; 312). Bei Temperaturen über 150 °C zerfällt es zum ungiftigen Orellin (15; 143).

Cortinarius orellanus hat in den 50er Jahren in Osteuropa zu Massenvergiftungen geführt, die in 15% der Fälle tödlich ausgingen (138). Einzelne Vergiftungsfälle mit *Cortinarius orellanus* und *Cortinarius speciosissimus* wurden aus verschiedenen europäischen Ländern bekannt (Übersichten bei 109; 267)). Der Orellaningehalt von *Cortinarius orellanus* beträgt etwa 1,5% der Trockensubstanz (15; 244) der von *Cortinarius speciosissimus* 0,9% der Trockensubstanz (244). Orellaninvorkommen ist in weiteren Haarschleierlingen nachgewiesen (175) bzw. wahrscheinlich: Die meisten Arten sind noch gar nicht untersucht. Ob es noch andere Cortinariustoxine gibt, ist offen. Giftige Peptide, Cortinarin A und B, für die eine Vasopressin-ähnliche Struktur vorgeschlagen wurde, sollen in giftigen und eßbaren *Cortinarius* Arten vorkommen (308; 309); die Existenz solcher Peptidtoxine wird aber von anderen Untersuchern bestritten (216; 244). *Cortinarius gentilis* (Fr.) Fr. rief bei der Ratte entsprechende Nierenschäden hervor wie *Cortinarius speciosissimus* (223); Vergiftungen beim Menschen durch diesen Pilz sind nicht bekannt. *Cortinarius splendens* R. Hry. führte verschiedentlich beim Menschen zu akzidentellen Vergiftungen mit hepatorenalem Syndrom, darunter eine Massenvergiftung (129; 261).

Orellanin ist giftig für Mikroorganismen (178), Pflanzen (253) und Tiere. Die LD₅₀ für die Maus beträgt 12,5 mg/kg intraperitoneal und 90 mg/kg per os (254). Ein Suizidversuch mit 2 Fruchtkörpern von *Cortinarius orellanus* führte bei einer 31-jährigen Frau zu einer schweren Nierenschädigung, die nicht akut tödlich war, aber auch nicht ausheilte (12; 79). Als Wirkungsmechanismus wird eine Hemmung der Nukleinsäure- und Proteinsynthese angenommen (255).

Die Vergiftung verursacht eine tubulo-interstitielle Nephritis, die zum Tod an Urämie führen oder in eine chronische Nephritis übergehen kann. Krankheitserscheinungen beginnen erst 3 bis 14 Tage nach dem Pilzessen. Typisch sind Kopfschmerzen, Müdigkeit, starker Durst, Lendenschmerzen, Polyurie und Anurie (109; 138; 267). Ein Frühsymptom ist der Anstieg des Kreatininspiegels im Blut. Andere Organe sind in der Regel nicht betroffen. Vereinzelt kamen aber auch initiale Gastroenteritis und Leberschädigung vor (103; 250). Bei der Nierenbiopsie findet man eine interstitielle Nephritis und Schwellung und spätere Nekrose der proximalen Tubulusepithelien bei intakten Glomeruli (103; 109; 228; 250), bei der Sektion zusätzlich (urämische) Blutungen in Magen- und Darmschleimhaut und Gehirn (138).

Die Therapie ist symptomatisch. In der Regel kommen die Patienten erst mehrere Tage nach der Gifteinnahme zur Behandlung; sekundäre Giftentfernung ist auch dann noch erfolgversprechend, da Orellanin noch 10 Tage nach dem Pilzessen im Plasma nachweisbar war (79; 251). Über günstige Ergebnisse mit Hämo-perfusion wurde berichtet; Hämodialyse wird oft schon durch die Niereninsuffizienz erforderlich. Völlige Ausheilung ist unwahrscheinlich; bei Nachuntersuchungen fanden sich im Biopsiematerial interstitielle Narben, fokale tubuläre Atrophien und interstitielle Fibrose als Zeichen eines subakuten oder chronischen Verlaufs. Todesfälle kommen dank der Möglichkeit der Langzeitdialyse und der Nierentransplantation heute kaum noch vor (109; 251; 261; 267).

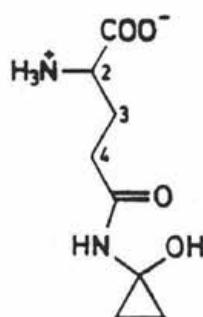
Bei der Langen Latenz dürfte die Orellanin-Vergiftung oft verkannt werden. Insbesondere in den Herbstmonaten sollte bei akutem Nierenversagen diese Möglichkeit erwogen werden. Auch vermeintlich halluzinogene Pilze haben schon zur Orellaninvergiftung geführt (250). Da eine kurze Latenz diese Vergiftung nicht ausschließt (Mischpilze!), werden bei allen Pilzvergiftungen routinemäßige Früh- und Spätkontrollen des Serumkreatinis empfohlen (109).

5. ERKRANKUNGEN DURCH SPEISEPILZE

Akute Erkrankungen durch Speisepilze ("unechte Pilzvergiftungen") reichen von der leichten Unpäßlichkeit bis zur tödlichen allergischen Reaktion.

5.1 Gastrointestinale Erscheinungen

Besonders häufig sind gastrointestinale Beschwerden aller Schweregrade. Pilze sind schwer verdaulich; üppige Mahlzeiten können auch bei Gesunden leichtere Beschwerden wie Übelkeit und Erbrechen hervorrufen; bei Magenkranken und Rekonvaleszenten, etwa nach einer Bauchoperation, genügen dafür schon kleine Pilzmengen. Natürlich sind entsprechende Beschwerden bei Angst vor Pilzvergiftung auch psychogen auslösbar.



Coprin

Abb. 7 Coprin aus *Coprinus atramentarius*.

Eine akute Gastroenteritis wie bei einer Pilzvergiftung kann auch durch verdorbene Pilze oder verdorbene Pilzgerichte verursacht werden. Fertige Pilzgerichte, die zum späteren Verzehr oder zum Einfrieren bestimmt sind, sind gute Nährböden für Mikroorganismen, die Nahrungsmittelvergiftungen hervorrufen; meist handelt es sich um Staphylokokken, Enterokokken oder *Clostridium welchii*. Ideale Vermehrungsbedingungen finden solche Keime in großen Portionen, deren Kern beim Abkühlen auf Kühlschranktemperatur stundenlang lauwarm bleibt.

Praktisch alle Pilze enthalten das Disaccharid Trehalose, das nicht von jedem vertragen wird. Fehlt genetisch bedingt das Enzym Trehalase im Darm, so kommt es dort zu Gärungsvorgängen und dadurch wiederum zu Durchfällen (29; 210).

5.2. Allergische Reaktionen

Jeder Pilz kann sensibilisieren. Leichtere allergische Reaktionen vom Frühtyp (Urticaria, allergisches Asthma) kommen besonders beim Verzehr bzw. Hantieren von Champignons (*Agaricus*), Pfifferlingen (*Cantharellus*) und Steinpilzen (*Boletus*) vor. Viel seltener sind komplexe allergische Reaktionen mit eventuell tödlicher Immunhämolyse; gefürchtet sind in diesem Zusammenhang der als Speisepilz geschätzte Butterpilz, *Suillus luteus* (L. ex Fr.) S. F. Gray, vor allem aber der Kahle Krempling, *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. (50; 192; 263; 344; 345) (siehe auch den Beitrag von W. Pohle: "Is Paxillus involutus a dangerous mushroom?", Czech Mycol. 48: 31). Aber auch Pilze aus anderen Gattungen, z. B. *Clavaria*, haben tödliche allergische Reaktionen ausgelöst (156).

5.3. Alkoholunverträglichkeit durch Pilze

Zu den eher kuriosen Erkrankungen durch Speisepilze gehört die Alkoholunverträglichkeit, die der Faltentintling, *Coprinus atramentarius* Fr. hervorruft.

Der dafür verantwortliche Inhaltsstoff, Coprin, N⁵-(1-Hydroxycyclopropyl)-L-glutamin (Abb. 7) (144; 197) ist selbst ungiftig, verzögert aber den Alkoholabbau auf der Stufe des Acetaldehyds: Coprin bzw. ein im Körper aus ihm entstehender Metabolit hemmt das Enzym Aldehyddehydrogenase; dadurch kommt es zu einer Anhäufung des normalerweise kurzlebigen Alkoholabbauproduktes Acetaldehyd (56; 71; 127; 144; 324; 346); die Alkoholunverträglichkeit wird als Acetaldehydvergiftung gedeutet. Sie entspricht dem "Antabus"-Syndrom, das Alkohol nach Vorgabe von Disulfiram (Antabus^R) auslöst: Wird zu diesen Pilzen oder bis zu zwei (maximal bis zu vier) Tage nach dem Pilzessen Alkohol getrunken, so kommt es innerhalb weniger Minuten bis zwei Stunden zu Hitzewallungen, starker Rötung von Gesicht und Oberkörper, metallischem Geschmack im Mund, Hertzklappen, Blutdruckabfall, Schwindel, Übelkeit und eventuell Erbrechen. Die Episode ist zwar unangenehm, im allgemeinen aber harmlos und bedarf keiner besonderen Behandlung. Besonders schlecht wird der Alkohol vertragen, wenn er erst einige Stunden nach dem Pilzessen getrunken wird (199).

Das Vorkommen von Coprin ist nicht auf *Coprinus atramentarius* beschränkt. Die Substanz wurde in Amerika auch in *Coprinus quadrididus* Peck, *Coprinus variegatus* Peck und *Coprinus insignis* Peck nachgewiesen (145), in Europa in *Boletus torosus* Fr. (176). Coprinvorkommen in anderen *Coprinus*-Arten ist umstritten; möglicherweise bestehen geographische Unterschiede: So wurde z. B. im Glimmertintling, *Coprinus micaceus* (Bull. ex Fr.) Fr. und im Schopftintling *Coprinus comatus* (Müll. in Fl. Dan. ex Fr.) S. F. Gray in den USA kein Coprin gefunden (145), während in Deutschland in diesen Pilzen Spuren von Coprin nachgewiesen wurden (216). Alkoholunverträglichkeit durch *Coprinus comatus* ist aber nicht bekannt.

In einzelnen Fällen trat Alkoholunverträglichkeit auch auf bei Verzehr von *Boletus luridus* Schaeff. ex Fr. (Netzstieliger Hexenröhrling) (51), *Clitocybe clavipes* (Pers. ex Fr.) Kummer (Keulenfüßiger Trichterling) (70), *Verpa bohémica* (Krombh.) Schroet. (Böhmische Vepel) (145) sowie Morcheln (eventuell gemischt mit *Gyromitra*) (136); in diesen Pilzen wurde kein Coprin nachgewiesen. Es ist offen, ob hier möglicherweise botanische Fehlbestimmungen oder geographische Einflüsse auf den Wirkstoffgehalt vorliegen, oder ob in Pilzen weitere, noch unbekannte Stoffe vorkommen, die Aldehyddehydrogenase hemmen.

LITERATUR

- 1 ABDEL-MALAK S. H. (1974): Chemotaxonomic significance of alkaloids and cyclopeptides in *Amanita* species.- Ph. D. dissertation, University of Maine, zit. nach. (189).
- 2 ALBANO E., TOMASI A., GORIA-GATTI L. and IANNONE A. (1989): Free radical activation of monomethyl and dimethyl hydrazines in isolated hepatocytes and liver microsomes. - Free Radical Biol. Med. 6: 3-8.
- 3 ALDER A. E. (1954): Vergiftungen durch roh genossene Pilze. - Schweiz. Z. Pilzk. 32: 174-177.

- 4 ALDER A. E. (1960): Die Pilzvergiftungen in der Schweiz während 40 Jahren. – Schweiz. Z. Pilzk. 38: 65-73.
- 5 ALDER A. E. (1961): Erkennung und Behandlung von Pilzvergiftungen. – Dtsch. med. Wschr. 86: 1121-1127.
- 6 ALDER A. E. (1966): Die Pilzvergiftungen in der Schweiz im Jahre 1963. – Schweiz. Z. Pilzk. 44: 33-44.
- 7 ALLEN J. W., MERLIN M. D. and JANSEN K. L. R. (1991): An ethnomycological review of psychoactive agarics in Australia and New Zealand. – J. Psychoact. Drugs 23: 39-69.
- 8 ALLEN J. W. and MERLIN M. D. (1992): Psychoactive mushroom use in Koh Samui and Koh Pha-Ngan, Thailand. – J. Ethnopharmacol. 35: 205-228.
- 9 AMMIRATI T. F., TRAQUAIS J. A. and HORGAN P. A. (1985): Poisonous Mushrooms of the Northern United States and Canada. – University of Minnesota Press, Minneapolis.
- 10 ANDARY C., PRIVAT G., ENJALBERT F. and MANDROU B. (1979): Teneur comparative en amanitines de différentes Agaricales toxiques d'Europe. – Doc. Mycol. 10: 62-70.
- 11 ANDARY C., PRIVAT G. and BOURRIER M.-J. (1985): Variations of monomethylhydrazine content in *Gyromitra esculenta*. – Mycologia 77: 259-264.
- 12 ANDARY C., RAPIOR S., DELPECH N. and HUCHARD G. (1989): Laboratory confirmation of *Cortinarius* poisoning. – Lancet I: 213.
- 13 ANDINA D., DE BERNARDI M., DEL VECCHIO A., FRONZA G., MELLERIO G., VIDARI G. and VITA-FINZI P. (1980): Sesquiterpenes from *Russula sardonia*. – Phytochemistry 19: 93-97.
- 14 ANKE H., BERGENDORFF O. and STERNER O. (1989): Assays of the biological activities of guaiane sesquiterpenoids isolated from the fruit bodies of edible *Lactarius* species. – Fd. Chem. Tox. 27: 393-397.
- 15 ANTKOWIAK W. Z. and GESSNER W. P. (1979): The structures of orellanine and orelline. – Tetrahedron Lett. 21: 1931-1934.
- 16 ARNONE A., CARDILLO R., NASINI G. and DE PAVA O. V. (1991): Secondary mould metabolites. Part 34. Illudisin, a novel sesquiterpene from *Clitocybe illudens* using one and two dimensional NMR techniques. – J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1: 1787-1791.
- 17 AYER W. A. and BROWNE L. M. (1981): Terpenoid metabolites of mushrooms and related basidiomycetes. – Tetrahedron 37: 2199-2248.
- 18 BACKENS S., STEFFEN B., STEGLICH W., ZEHLIN L. and ANKE T. (1984): Naematolin und Naematolon, zwei Caryophyllanderivate aus Kulturen von *Hypholoma*-Arten (Agaricales). – Liebigs Ann. Chem. 1332-1342.
- 19 BADHAM E. R. (1984): Ethnobotany of psilocybin mushrooms, especially *Psilocybe cubensis*. – J. Ethnopharmacol. 10: 249-254.
- 20 BARTELS O., GRUMETH M., DANIEL U., HAAS T., KRÄMER G. and TYMPER F. (1975): Frühzeitige Kohle-Hämoperfusion bei Knollenblätterpilzvergiftung. – Dtsch. med. Wschr. 100: 2509.
- 21 BATTAGLIA R., DE BERNARDI M., FRONZA G., MELLERIO G., VIDARI G. and VITA-FINZI P.: Fungal metabolites. VIII. Structures of new sesquiterpenes from *Lactarius scrobiculatus*. – J. Nat. Prod. 43: 319-328.
- 22 BENEDICT R. G., BRADY L. R., SMITH A. H. and TYLER V. E. JR. (1962): Occurrence of psilocybin and psilocin in certain *Conocybe* and *Psilocybe* species. – Lloydia 25: 156-159.
- 23 BENEDICT R. G., TYLER V. E. and BRADY L. R. (1966): Chemotaxonomic significance of isoxazole derivatives in *Amanita* species. – Lloydia 29: 333-342.
- 24 BENEDICT R. G., TYLER V. E. and WATLING R. (1967): Blueing in *Conocybe*, and a *Stropharia* species and the detection of psilocybin. – Lloydia 30: 150-157.
- 25 BENEDICT R. G. (1972): Mushroom toxins other than *Amanita*. – In: Kadis S., Ciegler A. and Aji S.J. (eds.) *Microbial Toxins*, Vol. 8. Academic Press, New York/ London, pp.281-316.
- 26 BENJAMIN D. R. (1992): Mushroom poisoning in infants and children: The *Amanita pantherina*/muscaria group. – Clin. Toxicol. 30: 13-22.
- 27 BERGENDORFF O. and STERNER O. (1988): The sesquiterpenes of *Lactarius deliciosus* and *Lactarius deterrimus*. – Phytochemistry 27: 97-100.
- 28 BERGMAN K. and HELLENÄS K.-E. (1992): Methylation of rat and mouse DNA by the mushroom poison gyromitrin and its metabolite monomethylhydrazine. – Cancer Lett. 165-170.
- 29 BERGOZ R. and RIGHETTI A. (1970): Intolérance aux champignons par malabsorption du tréhalose: un syndrome rare et inédit. – Schweiz. med. Wschr. 100: 1244-1245.

- 30 DE BERNARDI M., MELLERIO G., VIDARI G., VITA-FINZI P., FRONZA G., KOCÒR M. and PYREK J. S. (1981): Triterpenes from *Naematoloma subalteritium*. - *J. Nat. Prod.* 44: 352-356.
- 31 DE BERNARDI M., GIROMETTA M. A., MELLERIO G., VIDARI G. and VITA-FINZI P. (1982): Observation on Russulaceae chemotaxonomy. - *Micol. Ital.* 11: 25-37.
- 32 DE BERNARDI M., FRONZA G., GIANOTTI M. P., MELLERIO G., VIDARI G. and VITA-FINZI P. (1983): New cytotoxic triterpene from *Hebeloma* species (Basidiomycetes). - *Tetrahedron Lett.* 24: 1635-1638.
- 33 BEUG W. M. and BIGWOOD J. (1982): Psilocybin and psilocin levels in twenty species from seven genera of wild mushrooms in the Pacific Northwest, USA. - *J. Ethnopharmacol.* 5: 271-285.
- 34 BEUTLER J. A. and VERGEER P. P. (1980): Amatoxins in American mushrooms: evaluation of the Meixner test. - *Mycologia* 72: 1142-1149.
- 35 BIRKFIELD A. (1964): Vergiftungen durch den Satanpilz. - *Mykol. Mittbl.* 8: 12-14.
- 36 BLOCK S. S., STEPHENS R. L. and MURRILL W. A. (1955): The *Amanita* toxins in mushrooms. - *J. Agr. Food Chem.* 3: 584-587.
- 37 BOCCHI M., GARLASCHELLI L. and VIDARI G. (1992): New farnesane sesquiterpenes from *Hebeloma senescens*. - *J. Nat. Prod.* 55: 428-431.
- 38 BOCK S. M. (1967): Fungal metabolism - IV. The oxidation of psilocin by p-diphenol oxidase (Laccase). - *Phytochemistry* 6: 1629-1631.
- 39 BOEHM R. (1985): Beiträge zur Kenntnis der Hutpilze in chemischer und toxikologischer Beziehung. - *Naunyn-Schmiedeberg's Arch. exp. Path. Pharmacol.* 19: 60-86.
- 40 BON M., VALLEE L. and JACOB M. (1979): Une nouvelle *Lepiote* toxique, *Macrolepiota venenata* Bon sp. nov. - *Doc. Mycol.* 9: 13-17.
- 41 BOUDJEMA K., WOLF P., BURTSCHER A., JUIF J. G., STEIB A., ELLERO B., JAECK D. and CINQUALBRE J. (1989): Hépatite fulminante par intoxication phalloïdienne. Une indication d'allogreffe hépatique. - *Presse Méd.* 18: 937.
- 42 BRAUN R., KREMER J. and RAU H. (1979): Renal functional response to the mushroom poison gyromitrin. - *Toxicology* 13: 187-196.
- 43 BRAUN R., GREFF U. and NETTER K. J. (1980): Indication for nitrosamide formation from the mushroom poison gyromitrin by rat liver microsomes. - *Xenobiotica* 10: 557-564.
- 44 BRAUN R., WEYL G. and NETTER K. J. (1981): The toxicology of 1-acetyl-2-methyl-2-formylhydrazine. - *Toxicol. Lett.* 9: 271-277.
- 45 BRAUN R., GERDES T., STEFFEN C. and NETTER K. J. (1982): Einfluß des Pilzgiftes Gyromitrin auf die Lipide der Rattenleber. - *Arzneim.-Forsch. (Drug. Res.)* 32: 59-63.
- 46 BRENNISEN R. and BORNER S. (1988): The occurrence of tryptamine derivatives in *Psilocybe semilanceata*. - *Z. Naturforsch.* 43c: 511-514.
- 47 BRESINSKY A. and BESL H. (1995): Giftpilze mit einer Einführung in die Pilzbestimmung. Ein Handbuch für Apotheker, Ärzte und Biologen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- 48 BRAUN J. K., MALONE M. H., STUNTZ D. E. and TYLER V. E. JR. (1962): Paper chromatographic determination of muscarine in *Inocybe* species. - *J. Pharm. Sci.* 51: 853-856.
- 49 BRUNSWICK D., LIEHR H. and RICHTER E. (1972): Verbrauchskoagulopathie bei toxischer Leberschädigung durch Knollenblätterpilz-Vergiftung. - *Dtsch. med. Wschr.* 97: 1347-1351.
- 50 BSCHORR F. and MALLACH H. J. (1963): Vergiftungen durch den Kahlen Kremppling (*Paxillus involutus*), eine genießbare Pilzart. - *Arch. Toxicol.* 20: 82-95.
- 51 BUDMIGER H. and KOCHER F. (1982): Hexenröhrling (*Boletus luridus*) mit Alkohol. - *Schweiz. med. Wschr.* 112: 1179-1182.
- 52 BUKU A., WIELAND T., BODENMÜLLER H. and FAULSTICH H. (1980): Amaninamide, a new toxin of *Amanita virosa* mushrooms. - *Experientia (Basel)* 36: 33-34.
- 53 BUSI C., FIUME L., COSTANTINO D., BORRONI M., AMBROSIANO B., OLIVOTTO A. and BERNARDINI D. (1977): Détermination des amanitines dans le sérum de patients intoxiqués par l'*Amanita phalloïde*. - *Nouv. Presse méd.* 6: 2855-2857.
- 54 BUSI C., FIUME L., COSTANTINO D., LANGER M. and VESCONI S. (1979): *Amanita* toxins in gastroduodenal fluid of patients poisoned by the mushroom *Amanita phalloïdes*. - *New Engl. J. Med.* 300: 800.

- 55 CAMAZINE S., RESCH J. F., EISNER T. and MEINWALD J. (1983): Mushroom chemical defense: pungent sesquiterpenoid dialdehyde antifeedant to opossum. - *J. Chem. Ecol.* 23: 1439-1447.
- 56 CAMAZINE S. and LUPO A. (1984): Labile toxic compounds of the Lactarii: The role of the lactiferous hyphae as a storage depot for precursors of pungent dialdehydes. - *Mycologia* 76: 355-358.
- 57 CARLSON A., HENNING M., LINDBERG P., MARTINSON P., TROLIN G. and WALDECK B. (1978): On the disulfiram-like effect of coprine, the pharmacologically active principle of *Coprinus atramentarius*. - *Acta Pharmacol. Toxicol.* 42: 292-297.
- 58 CARRANO R. A. and MALONE M. H. (1967): Pharmacologic study of norcaperatic and agaricic acids. - *J. Pharm. Sci.* 56: 1611-1614.
- 59 CATALFOMO R. and TYLER V. E. JR. (1961): Investigations on the free amino acids and Amanita toxins in Amanita species. - *J. Pharm. Sci.* 50: 689-692.
- 60 CHANG I.-M., YUN H. S., KIM Y. S. and AHN Y. W. (1984): Aucubin: potential antidote for alpha-amanitin poisoning. - *Clin. Toxicol.* 22: 77-85.
- 61 CHANG I.-M. and YAMAURA Y. (1993): Aucubin: a new antidote for poisonous amanita mushrooms. - *Phytotherapy Res.* 7: 53-56.
- 62 CHAPUIS J.-R. (1984): Jahrensbericht des Verbandstoxikologen für das Jahr 1983. - *Schweiz. Z. Pilzk.* 62: 197-197.
- 63 CHAPUIS J.-R. (1985): Jahrensbericht des Verbandstoxikologen für das Jahr 1984. - *Schweiz. Z. Pilzk.* 63: 198-201.
- 64 CHILTON W. S., HSU C. P. and ZDYBAK W. T. (1974): Stizolobic and stizolobinic acids in *Amanita pantherina*. - *Phytochemistry* 13: 1179-1181.
- 65 CHILTON W. S. and OTT J. (1976): Toxic metabolites of *Amanita pantherina*, *A. cothurnata*, *A. muscaria* and other Amanita species. - *Lloydia* 39: 150-157.
- 66 CHILTON W. S. (1978): Chemistry and mode of action of mushroom toxins. - In: Rumack B.H. and Salzman E. (eds.) *Mushroom Poisoning. Diagnosis and Treatment*. CRC Press. West Palm Beach, pp. 87-124.
- 67 CHRISTIANSEN A. L., RASMUSSEN K. E. and TONNESEN F. (1981): Determination of psilocybin in *Psilocybe semilanceata* using high-performance liquid chromatography on silica column. - *J. Chromatogr.* 210: 163-167.
- 68 CHRISTIANSEN A. L., RASMUSSEN K. E. and HOILAND K. (1984): Detection of psilocybin and psilocin in Norwegian species of *Pluteus* and *Conocybe*. - *Planta Med.* 42: 341-343.
- 69 v. CLARMANN M. and ZILKER T. (1983): Über die Anwendung von Silibinin bei der Knollenblätterpilzvergiftung. - *Dt. Ärztebl.* 80: B-36.
- 70 COCHRAN K. W. and COCHRAN M. W. (1978): *Clitocybe clavipes*: Antabus-like reaction to alcohol. - *Mycologia* 70: 1124-1126.
- 71 COLDWELL B. B., GENEST K. and HUGHES D. W. (1969): Effect of *Coprinus atramentarius* on the metabolism of ethanol in mice. - *J. Pharm. Pharmacol.* 21: 176-179.
- 72 COOLES P. (1980): Abuse of the mushroom *Panaeolus foenicicii*. - *Br. Med. J.* I: 446-447.
- 73 CONSTANTINO G., LANGER M. and VESCONI S. (1980): Il trattamento di emergenza de l'intossicazione phalloidea. Nuove prospettive in rapporto alla cinetica delle amatossine nell'uomo. - *Recent. Prog. Med.* 6: 649-685.
- 74 COX P. A. (1981): Use of hallucinogenic mushroom, *Copelandia cyanescens*, in Samoa. - *J. Ethnopharmacol.* 4: 115-116.
- 75 CVRČEK Z. (1986): Vergiftungen durch Pilze der Gattung Amanita im Kreis Strakonice. - *Čes. Mykol.* 40: 123.
- 76 DANIEWSKI W. M., GUMULKA M., PTAZYSŃSKA K., SKIBICKI P., KRAJEWSKI J. and GLUZIŃSKI P. (1992): Marasmane lactones from *Lactarius vellereus*. - *Phytochemistry* 31: 913-915.
- 77 DEHMLow E. V. and SCHULZ H.-J. (1985): Synthesis of orellanine, the lethal poison of a toadstool. - *Tetrahedron Lett.* 26: 4904-4906.
- 78 DEHMLow E. V. and SCHULZ H.-J. (1987): Synthesen von hydroxylierten Bipyridinen, I. Das Pilztoxin Orellanin. - *Liebigs Ann. Chem.* 857-861.
- 79 DELPECH N., RAPIOR S., COZETTE A. P., ORTIZ J. P., DONNADIEU P., ANDARY C. and HUCHARD G. (1990): Evolution d'une insuffisance rénale aiguë par ingestion volontaire de *Cortinarius orellanus*. - *Presse Méd.* 19: 122-124.

- 80 DENG L., RANSOM R. W. and OLSEN R. W. (1986): (^3H) Muscimol photolabels the γ -aminobutyric acid receptor binding site on a peptide subunit distinct from that labeled with benzodiazepines. - *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 138: 1308-1314.
- 81 DITTRICH G. (1918): Über Vergiftungen durch Pilze der Gattungen *Inocybe* und *Tricholoma*. - *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 36: 456-459.
- 82 DOI K., SHIBATA T., NARA M., TSUBOYAMA S., SAKURAI T. and TSUBOYAMA K. (1986): Structures of naematolin and naematolin B, 1S, 9S-ring-fused caryophyllane sesquiterpenoids. - *Chemistry Lett.* 653-656.
- 83 DONALIES K. and VÖLZ G. (1960): Ein Selbstmordversuch mit Fliegenpilz. Zur Toxikologie der *Amanita muscaria*. Zugleich ein Beitrag zur Psychologie der Selbstmordmittelwahl. - *Nervenartz* 31: 182-185.
- 84 DONNELLY D. M. X., ABE F., COVENEY D., FUKUDA N. and O'REILLY J. (1985): Antibacterial sesquiterpene aryl esters from *Armillaria mellea*. - *J. Nat. Prod.* 48: 10-16.
- 85 DONNELLY D. M. X., COVENEY D. J., FUKUDA N. and POLONSKY J. (1986): New sesquiterpene aryl esters from *Armillaria mellea*. - *J. Nat. Prod.* 49: 111-116.
- 86 DONNELLY D. M. X., HUTCHINSON R. M., COVENEY C. and YONEMITSU M. (1990): Sesquiterpene aryl esters from *Armillaria mellea*. - *Phytochemistry* 29: 2569-2572.
- 87 DREWITZ G. (1983): Eine halluzinogene Pilzart: Grünlichverfärbender Rißpilz (*Inocybe aeruginascens*). - *Mykol. Mitt. Bl.* 26: 11-17.
- 88 DUFFY T. J. and VERGEER P. P. (1989): *Amanita* poisoning: treatment and role of liver transplantation. - *Am. J. Med.* 87: 244.
- 89 EILERS F. I. and BARNARD B. L. (1973): A rapid method for the diagnosis of poisoning caused by the mushroom *Lepiota morgagni*. - *Am. J. Clin. Pathol.* 60: 823-825.
- 90 ELONEN E., TARSSANEN L. and HÄRKÖNEN M. (1979): Poisoning with brown fly agaric, *Amanita regalis*. - *Acta Med. Scand.* 205: 121-123.
- 91 EUGSTER C. H. (1956): Über Muscarin aus Fliegenpilzen. - *Helv. Chim. Acta* 39: 1002-1023.
- 92 EUGSTER C. H. and MÜLLER G. (1959): Notiz über das weitere Vorkommen von Muscarin. - *Helv. Chim. Acta* 42: 123-124.
- 93 EUGSTER C. H. (1960): The chemistry of muscarine. - *Adv. Organ. Chem. Methods and Results* 2: 427-455.
- 94 EUGSTER C. H. (1967): Über den Fliegenpilz. - *Leemann, Zürich.*
- 95 EUGSTER C. H. and TAKEMOTO T. (1967): Zur Nomenklatur der neuen Verbindungen aus *Amanita*-Arten. - *Helv. Chim. Acta* 50: 126-127.
- 96 EUGSTER C. H. and SCHLEUSNER E. (1969): Stereomere Muscarine kommen in der Natur vor. Gas-chromatographische Trennung der Norbasen. 30. Mitteilung über Inhaltstoffe von Fliegenpilzen. - *Helv. Chim. Acta* 52: 708-715.
- 97 FANZOTTI R., LEDDA F., CAMELLI I., MORONI F., BLANDINA P., MASINI E., BOTTI P., PERUZZI S., ZORN M. and MANNAIONI P. F. (1986): Clinical findings and follow-up evaluation of an outbreak of mushroom poisoning - survey of *Amanita phalloides* poisoning. - *Klin. Wochenschr.* 64: 38-43.
- 98 FAULSTICH H., GEORGOPOULOS G., BLOCHING M. and WIELAND T. (1974): Analysis of the toxins of amanitin-containing mushrooms. - *Z. Naturforsch.* 29c: 86-88.
- 99 FAULSTICH H., BUKU A., BODENMÜLLER H. and WIELAND T. (1980): Virotoxins: acting-binding cycles peptides of *Amanita virosa* mushrooms. - *Biochemistry* 19: 3332-3343.
- 100 FAULSTICH H. and FAUSER U. (1980): The course of *Amanita* intoxication in beagle dogs. - In: Faulstich H., Kommerell B. and Wieland T. (eds.) *Amanita Toxins and Poisoning. International Amanita Symposium Heidelberg. November 1-3, 1978.* Verlag Gerhard Witzstrock, Baden-Baden /Köln/ New York, pp. 115-123.
- 101 FAULSTICH H., ZOBLEY S. and TRISCHMANN H. (1982): A rapid radioimmunoassay, using a nylon support, for amatoxins from *Amanita* mushrooms. - *Toxicon* 20: 913-924.
- 102 FAUSTICH H., TALAS A. and WELHÖNER H. H. (1985): Toxicokinetics of labeled amatoxins in the dog. - *Arch. Toxicol.* 56: 190-194.
- 103 FAVRE H., LESKI M., CHRISTELER P., VOLLENWEIDER E. and CHATELANAT F. (1976): *Le Cortinarius orellanus* un champignon toxique provocant une insuffisance rénale aiguë retardée. - *Schweiz. Med. Wschr.* 106: 1097-1102.
- 104 FIUME L. and STIRPE F. (1966): Decreased DNA content in mouse liver nuclei after intoxication with α -amanitin. - *Biochim. Biophys. Acta* 123: 643-645.

- 105 FIUME L., MARINOZZI V. and NARDI F. (1969): The effects of amanitin poisoning on mouse kidney. - *Br. J. Exp. Path.* 50: 270-276.
- 106 FIUME L., DERENZINI M., MARINOZZI V., PETAZZI F. and TESTONI A. (1973): Pathogenesis of gastro-intestinal symptomatology during poisoning by *Amanita phalloides*. - *Experientia* 29: 1520-1521.
- 107 FIUME L., SPERTI S., MONTANARO L., BUSI C. and CONSTANTINO D. (1977): Amanitina do not bind to serum albumin. - *Lancet* I: 1111.
- 108 FLAMMER R. (1980): *Differentialdiagnose der Pilzvergiftungen*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- 109 FLAMMER R. (1982): Das Orellanus-Syndrom. Pilzvergiftung mit Niereninsuffizienz. - *Schweiz. Med. Wschr.* 112: 1164-1176.
- 110 FLOERSHEIM G. L. (1971): Antagonistic effects to phalloidin, α -amanitin and extracts of *Amanita phalloides*. - *Agents Actions* 2: 142-149.
- 111 FLOERSHEIM G. L., SCHNEEBERGER J. and BUCHER K. (1971): Curative potencies of penicillin in experimental *Amanita phalloides* poisoning. - *Agents Actions* 2: 138-141.
- 112 FLOERSHEIM G. L., EBERHARD E., TSCHUMI P. and DUCKERT F. (1978): Effects of penicillin and silymarin on liver enzymes and blood clotting factors in dogs given a boiled preparation of *Amanita phalloides*. - *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 46: 455-462.
- 113 FLOERSHEIM G. L., WEBER O., TSCHUMI P. and ULBRICH M. (1982): Die klinische Knollenbätterpilzvergiftung (*Amanita phalloides*): prognostische Faktoren und therapeutische Maßnahmen. - *Schweiz. Med. Wschr.* 112: 1164-1177.
- 114 FLOERSHEIM G. L. (1983): Therapie der Knollenbätterpilzvergiftung. - *Dtsch. Med. Wschr.* 108: 868-870.
- 115 FOGEDAL M. and NORBERG T. (1986): Deoxycollybolidol, a sesquiterpene from *Collybia peronata*. - *Phytochemistry* 25: 2661-2663.
- 116 FOGEL M. and TRAPPE J. M. (1978): Fungus consumption (mycophagy) by small animals. - *Northwest Sci.* 52: 1-31.
- 117 FRANKE S., FREIMUTH U. and LIST P. H. (1967): Über die Giftigkeit der Frühjahrslorcher *Gyromitra (Helvella) esculenta* Fr. - *Arch. Toxikol.* 22: 293-332.
- 118 FRENCH A. L. and GARRETSON L. K. (1988): Poisoning with the North American Jack O'Lantern mushroom, *Omphalotus illudens*. - *Clin. Toxicol.* 26: 81-86.
- 119 GAMBA-INVERNIZZI A., GARLASCHELLI L., ROSSI A., VIDARI G. and VITA-FINZI P. (1993): New farnesane sesquiterpenes from *Lactarius porninsis*. - *J. Nat. Prod.* 56: 1948-1953.
- 120 GANETT P. M., GARRETT C., LAWSON T. and TOTH B. (1991): Chemical oxidation and metabolism of N-methyl-N-formylhydrazine. Evidence for diazenium and radical intermediates. - *Fd. Chem. Toxicol.* 29: 49-50.
- 121 GARTZ J. (1985): Zur Analytik der Inhaltsstoffe zweier Pilzarten der Gattung *Conocybe*. - *Pharmazie* 40: 366.
- 122 GARTZ J. (1986a): Nachweis von Tryptaminderivaten in Pilzen der Gattungen *Gerronema*, *Hygrocybe*, *Psathyrella* und *Inocybe*. - *Biochem. Physiol. Pflanzen* 181: 275-278.
- 123 GARTZ J. (1986b): Psilocybin in Mycelkulturen von *Inocybe aeruginascens*. - *Biochem. Physiol. Pflanzen* 181: 511-517.
- 124 GARTZ J. (1986c): Untersuchungen zum Vorkommen des Muscarins in *Inocybe aeruginascens* Babos. - *Z. Mykol.* 52: 359-361.
- 125 GARTZ J. (1987): Vorkommen von Psilocybin und Baecocystin in Fruchtkörpern von *Pluteus salicinus*. - *Planta Med.* 290-291.
- 126 GAZZARD B. G., WESTON M. J., MURRAY-LYON I. M., FLAX H., RECORD C. D., PORTMANN B., LANGLEY P. G., DUNLOP P. H., MELLON P. J., WARD M. B. and WILLIAMS R. (1974): Charcoal haemoperfusion in the treatment of fulminant hepatic failure. - *Lancet* I: 1301-1307.
- 127 GENEST K., COLDWELL B. B. and HUGHES D. W. (1968): Potentiation of ethanol by *Coprinus atramentarius* in mice. - *J. Pharm. Pharmacol.* 20: 102-106.
- 128 GENEST K., HUGHES D. W. and RICE W. B. (1968): Muscarine in *Clitocybe* species. - *J. Pharm. Sci.* 57: 331-333.
- 129 GÉRAULT A. (1981): Intoxication collective de type orellanien provoquée par *Cortinarius splendens* Hry.. - *Bull. Soc. Myc. Franc.* 97: 67-72.
- 130 GICQUAUD C. and PARÉ M. (1992): Virotoxins polymerize actin and induce fragmentation in cytoplasmic preparations of *Amoeba proteus*. - *Biochem. Cell Biol.* 70: 719-723.

- 131 GILL M. and STRAUCH R. J. (1984): Constituents of *Agaricus xanthodermus* Genevier: the first naturally endogenous azo compound and toxic phenolic metabolites. - *Z. Naturforsch.* 39c: 1027-1029.
- 132 GIUSTI G. V. and CARNEVALE A. (1974): A case of fatal poisoning by *Gyromitra esculenta*. - *Arch. Toxicol.* 33: 49-54.
- 133 GOOD R., MÜLLER G. F. R. and EUGSTER C. H. (1965): Isolierung und Charakterisierung von Prämuscimol und Muscazon aus *Amanita muscaria* (L. ex Fr.) Hooker. - *Helv. Chim. Acta* 48: 927-930.
- 134 GOOS R. D. and SHOOP C. R. (1980): A case of mushroom poisoning by *Tricholomopsis platyphylla*. - *Mycologia* 72: 433-435.
- 135 GOOS R. D. (1984): Another case of mushroom poisoning involving *Tricholomopsis platyphylla*. - *Mycologia* 76: 350-351.
- 136 GROVES J. W. (1964): Poisoning by morels when taken with alcohol. - *Mycologia* 56: 779-780.
- 137 GRÜTER A., FRIEDERICH U. and WÜRGLER F. E. (1991): The mutagenicity of edible mushrooms in a histidine-independent bacterial test system. - *Fd. Chem. Toxicol.* 29: 159-165.
- 138 GRZYMALA S. (1959): Zur toxischen Wirkung des orangefuchsiges Hautkopfes (*Dermocybe orellana* Fr.). - *Dtsch. Z. Gerichtl. Med.* 49: 91-99.
- 139 GUZMÁN G. (1983): The Genus *Psilocybe*. - Beihefte zu *Nova Hedwigia* 74. J. Cramer, Vaduz.
- 140 HAINES J. H., LICHTSTEIN E. and GLICKERMAN D. (1985): A fatal poisoning from an amatoxin containing *Lepiota*. - *Mycopathologia* 93: 15-17.
- 141 HANRAHAN J. P. and GORDON M. A. (1984): Mushroom poisoning: case reports and a review of therapy. - *J. Amer. Med. Assoc.* 251: 1057-1061.
- 142 HANSSON T. and STERNER O. (1991): Studies on the conversions of sesquiterpenes in injured fruit-bodies of *Lactarius vellereus*. A biomimetic transformation of stearylvelutinal to isovelleral. - *Tetrahedron Lett.* 32: 2541-2544.
- 143 HASSEBERG H.-A. and GERLACH H. (1988): Synthese von Orellin. - *Helv. Chim. Acta* 71: 957-963.
- 144 HATFIELD G. M. (1975): Isolation and structural studies of coprine, the disulfiram-like constituent of *Coprinus atramentarius*. - *Lloydia* 38: 489-496.
- 145 HATFIELD G. M. and SCHAUMBERG J. P. (1978): The disulfiram-like effects of *Coprinus atramentarius* and related mushrooms. - In: Rumack G.H. and Salzman E. (eds.) *Mushroom Poisoning: Diagnosis and Treatment*. CRC Press, West Palm Beach, pp. 181-186.
- 146 HEIM R. (1963): *Les Champignons Toxiques et Hallucinogènes*. - N. Boubee & Cie, Paris.
- 147 HEIM R., HOFMANN A. and TSCHERTER H. (1966): Sur une intoxication collective a syndrome psilocibien causée en France par un *Copelandia*. - *Compt. rend. Acad. Sc. Paris* 262: 519-523.
- 148 HELBIG A., HORNER W. E. and LEHRER S. B. (1993): Identification of *Psilocybe cubensis* spore allergens by immunoprinting. - *Int. Arch. Allergy Immunol.* 100: 263-267.
- 149 HENRY E. D. and SULLIVAN G. (1969): Phytochemical evaluation of some cantharelloid fungi. - *J. Pharm. Sci.* 58: 1497-1500.
- 150 HERBICH I., LOHWAG K. and ROTTER R. (1966): Tödliche Vergiftung mit dem grünblättrigen Schwefelkopf. - *Arch. Toxikol.* 21: 310-320.
- 151 HERMANN M. (1964): Die Naumburger Massenvergiftung mit dem Ziegelroten Ribpilz - *Inocybe patouillardii* - im Juni 1963. - *Mykol. Mitt. Bl.* 8: 42-44.
- 152 HEROLD R. and STRAUB P. W. (1973): Acute hepatic necrosis of hepatitis and mushroom poisoning. The value of coagulation tests in their differentiation, prognosis assessment and pathogenesis. - *Helv. Med. Acta* 37: 5-24.
- 153 HOFFMEISTER F. and STILLE G. (eds.) (1982): *Psychotropic Agents. Part III. Alcohol and Psychotomimetics. Psychotropic Effects of Central Acting Drugs. Handbook of Experimental Pharmacology Vol 55/III*. Springer Verlag Berlin / Heidelberg / New York, pp. 3-116.
- 154 HOFMANN A., HEIM R., BRACK A., KOBEL H., FREY A., OSS H., PETRZILKA T. and FROXLER F. (1959): Psilocybin und Psilocin, zwei psychotrope Wirkstoffe aus mexikanischen Rauschpilzen. - *Helv. Chim. Acta* 168: 1557-1572.

- 155 HOFMANN A., HEIM R. and TSCHERTER H. (1963): Présence de la psilocybine dans une espèce européenne d'Agaric, le *Psilocybe semilanceata* Fr. – *Compt. rend. Acad. Sc. Paris* 257: 10-12.
- 156 v. HOFSTEN B. : Persönliche Mitteilung.
- 157 HOMANN J., RAWER P., BLEYL H., MATTHES K.-J. and HEINRICH D. (1986): Early detection of amatoxins in human mushroom poisoning. – *Arch. Toxicol.* 59: 190-191.
- 158 HORGEN P. A., AMMIRATI J. F. and THIERS H. D. (1976): Occurrence of amatoxins in *Amanita ocreata*. – *Lloydia* 39: 368-371.
- 159 HRUBY K., LENZ K., MOSER C. D., BACHNER J. and KRONINGER C. (1979): Knollenblätterpilzvergiftungen in Österreich. – *Wiener Klin. Wschr.* 91: 509-513.
- 160 HRUBY K., FUHRMANN M., CSOMOS G. and THALER H. (1983): Pharmakotherapie der Knollenblätterpilzvergiftung mit Silibinin. – *Wien. Klin. Wschr.* 95: 2-8.
- 161 HRUBY K. (1987): Knollenblätterpilzvergiftung. – *Intensivmed.* 24: 269-274.
- 162 HUBER R. (1979): Der altbekannte, nicht ganz harmlose Hallimasch (*Armillariella mellea*). – *Schweiz. Z. Pilzk.* 57: 104-105.
- 163 VON DER HUDE W. and BRAUN R. (1983): On the mutagenicity of metabolites derived from the mushroom poison gyromitrin. – *Toxicology* 26: 155-160.
- 164 HUGHES G., GENEST K. and RICE W. B. (1966): The occurrence of muscarine in *Clitocybe dealbata*. – *Lloydia* 29: 328-332.
- 165 HYDE C., GLANCY G., OMEROD P., HALL D. and TAYLOR G. S. (1978): Abuse of indigenous psilocybin mushrooms: A new fashion and some psychiatric complications. – *Brit. J. Psychiat.* 132: 602-604.
- 166 IKEDA M., SATO Y., IZAWA M., SASSA T. and MIURA Y. (1977): Isolation and structure of fasciculol A, a new plant growth inhibitor from *Naematoloma fasciculare*. – *Agric. Biol. Chem.* 41: 1539-1541.
- 167 IKEDA M., WATANABE H., HAYAKAWA A., SATO K., SASSA T. and MIURA Y. (1977): Structures of fasciculol A and its depsipeptide, new biologically active substances from *Naematoloma fasciculare*. – *Agric. Biol. Chem.* 41: 1543-1545.
- 168 IKEDA M., NIWA G., TOHYAMA K., SASSA T. and MIURA Y. (1977): Structures of fasciculol C and its depsipeptides, new biologically active substances from *Naematoloma fasciculare*. – *Agric. Biol. Chem.* 41: 1803-1805.
- 169 ITO Y., KURITA H., YAMAGUCHI T., SATO M. and OKUDA T. (1967): Naematolin, a new biologically active substance produced by *Naematoloma fasciculare* (Fr.) Karst.. – *Chem. Pharm. Bull.* 15: 2009-2010.
- 170 JAEGER A., JEHL F., FLESCHE F., SAUDER P. and KOPFERSCHMITT J. (1993): Kinetics of amatoxins in human poisoning: therapeutic implications. – *Clin. Toxicol.* 31: 63-80.
- 171 JOHNSON B. C. and PRESTON J. F. (1979): Unique amanitin resistance of RNA synthesis in isolated nuclei from *Amanita* species accumulating amanitins. – *Arch. Microbiol.* 122: 161-167.
- 172 JOHNSON B. E. C., PRESTON J. F. and KIMBROUGH J. W. (1976): Quantitation of amanitins in *Galerina autumnalis*. – *Mycologia* 68: 1248-1253.
- 173 JOKIRANTA J., MUSTOLA S., OHENOJA E. and AIRAKSINEN M. M. (1984): Psilocybin in Finnish *Psilocybe semilanceata*. – *Planta Med.* 45: 277-278.
- 174 KALBERE F., KREIS W. and RUTSCHMANN J. (1962): The fate of psilocin in the rat. – *Biochem. Pharmacol.* 11: 261-269.
- 175 KELLER-DILITZ H., MOSER M. and AMMIRATI J. F. (1985): Orellanine and other fluorescent compounds in the genus *Cortinarius*, section *Orellani*. – *Mycologia* 77: 667-673.
- 176 KIWITT U. and LAATSCH H. (1994): Coprin in *Boletus torosus*: Beruht die angebliche Alkoholunverträglichkeit durch den Verzehr des Netzstielligen Hexenröhrlings (*Boletus luridus*) auf einer Verwechslung? – *Z. Mykol.* 60: 423-430.
- 177 KLEIN A. S., HART J., BREMS J. J., GOLDSTEIN L., LEWIN K. and BUSUTTIL R. W. (1989): Amanita poisoning: treatment and the role of liver transplantation. – *Am. J. Med.* 86: 187-193.
- 178 KLEMM G., RICHARD J.-M. and SATRE M. (1986): Effect of a mushroom toxin, orellanine, on the cellular slime mold *Dictyostelium discoideum* and the bacterium *Escherichia coli*. – *FEMS Microbiol. Lett.* 33: 19-22.
- 179 KLEMM G. (1961): Beobachtungen über den Verlauf einer Massenvergiftung mit dem Bruchreizker – *Lactarius helvus* Fries. – *Mykol. Mitt. bl.* 5: 1-4.

- 180 KNUUTINEN J. and VON WRIGHT A. (1982): The mutagenicity of *Lactarius* mushrooms. - *Mutat. Res.* 103: 115-118.
- 181 KRETZ O., CREPPY E. E., BOULANGER Y. and DIRHEIMER G. (1989): Purification and some properties of bolesatine, a protein inhibiting in vitro protein synthesis, from the mushroom *Boletus satanas* Lenz (Boletaceae). - *Arch Toxicol. Suppl.* 13: 422-427.
- 182 KRETZ O., CREPPY E. E. and DIRHEIMER G. (1991a): Characterization of bolesatine, a toxic protein from the mushroom *Boletus satanas* Lenz and its effect on kidney cells. - *Toxicology* 66: 213-224.
- 183 KRETZ O., CREPPY E. E. and DIRHEIMER G. (1991b): Disposition of the toxic protein, bolesatine, in rats: its resistance to proteolytic enzymes. - *Xenobiotica* 21: 65-73.
- 184 KRETZ O., BARBIERI R., CREPPY E. E. and DIRHEIMER G. (1992): Inhibition of protein synthesis in liver and kidney of mice by bolesatine: mechanistic approaches to the mode of action at the molecular level. - *Toxicology* 73: 297-304.
- 185 KRETZ O., REINBOLDT J., CREPPY E. E. and DIRHEIMER G. (1992): Properties of bolesatine, a translational inhibitor from *Boletus satanas* Lenz. Amino-terminal sequence determination and inhibition of rat mitochondrial protein synthesis. - *Toxicol. Lett.* 64/65: 763-766.
- 186 V. KREYBIG T., PREUSMANN R. and KREYBIG I. (1970): Chemische Konstitution und teratogene Wirkung bei der Ratte. III. N-Alkylcarbohydrazide, weitere Hydrazinderivate. - *Arzneim. Forsch. (Drug Res.)* 20: 363-367.
- 187 KRÖNCKE K. D., FRICKER G., MEIER P. J., GEROK W., WIELAND T. and KURZ G. (1986): α -Amanitin uptake into hematocytes. - *J. Biol. Chem.* 261: 12562-12567.
- 188 KROGSGAARD-LARSEN P. and FALCH E. (1981): GABA-agonists, development and interaction with the GABA receptor complex. - *Mol. Cell Biochem.* 38: 129-146.
- 189 LAMPE K. F. (1978): Pharmakologie und therapie of mushroom intoxications. - In: Rumack G. H. and Salzman E. (eds.) *Mushroom Poisoning: Diagnosis and Treatment*. CRC Press, West Palm Beach, pp. 125-169.
- 190 LANGER M., VESCONI S., IAPICHINO G., CONSTANTINO G. and RADRIZZANI D. (1980): Die frühzeitige Elimination der Amanita Toxine in der Therapie der Knollenblätterpilzvergiftung. - *Klin. Wochenschr.* 58: 117-123.
- 191 LASSEN J. F., LASSEN N. F. and SKOV K. (1993): Hallucinogenic mushroom use by Danish students: pattern of consumption. - *J. Int. Med.* 223: 111-112.
- 192 LEFÈVRE H. (1982): Immunhämolytische Anämie nach Genuß des Kahlen Kremplings (*Paxillus involutus*). - *Dtsch. Med. Wschr.* 107: 1374.
- 193 LEHMAN L. (1963): Zur Klinik und Spätprognose der Vergiftung mit *Amanita phalloides*. - *Med. Inaugural-Dissertation*, Zürich.
- 194 LEHMAN P. F. and KHAZAN U. (1992): Mushroom poisoning by *Chlorophyllum molybdites* in the Midwest United States. Cases and a review of the syndrome. - *Mycopathologia* 118: 3-13.
- 195 LEVITAN D., MACY J. I. and WEISSMAN J. (1981): Mechanism of gastrointestinal hemorrhage in a case of mushroom poisoning by *Chlorophyllum molybdites*. - *Toxicon* 19: 179-180.
- 196 LINCOFF G. and MITCHEL D. H. (1977): *Toxic and Hallucinogenic Mushroom Poisoning*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- 197 LINDBERG P., BERGMAN R. and WICKBERG B. (1975): Isolation and structure of coprine, a novel physiologically active cyclopropanone derivative from *Coprinus atramentarius* and its synthesis via 1-aminocyclopropanol. - *J.C.S. Chem. Commun.* 946-947.
- 198 LINDSAY J. (1993): Renal failure after eating "magic" mushrooms. - *Can. Med. Assoc. J.* 148: 492.
- 199 LIST P. H. and REITH H. (1960): Der Faltenintling, *Coprinus atramentarius* Bull., und seine dem Tetraäthylthiuramdisulfid ähnliche Wirkung. - *Arzneim.-Forsch. (Drug Res.)* 10: 34-40.
- 200 LIST P. H. and LUFT P. (1967): Gyromitrin, das Gift der Frühjahrslorchel, *Gyromitra esculenta* Fr.. - *Tetraedron Lett.*: 1893-1894.
- 201 LIST P. H. and LUFT P. (1968a): Gyromitrin, das Gift der Frühjahrslorchel *Helvella* (*Gyromitra*) *esculenta* Pers. ex Fr. - *Z. Pilzk.* 34: 1-8.
- 202 LIST P. H. and LUFT P. (1968b): Gyromitrin, das Gift der Frühjahrslorchel. - *Arch. Pharm.* 301: 294-305.
- 203 LIST P. H. and HACKENBERG H. (1969): Velleral und iso-Velleral, scharf schmeckende Stoffe aus *Lactarius vellereus* Fries. - *Arch. Pharm.* 302: 125-143.

- 204 LIST P. H. and SUNDERMANN G. (1974): Achtung! Frühjahrslorcheln. – Dtsch. Apoth. Ztg. 114: 331-332.
- 205 LLOYD C., WHITE J., DOWNES S., WILLING G., BAGGOLEY C., POND S. and COLES R. (1991): Amatoxin poisoning following ingestion of the mushroom *Lepiota helveola*. Report of two cases with hepatotoxicity. – 10th World Congress on Animal, Plant and Microbial Toxins, Singapore, 3-8th Nov. Abstract No. 291.
- 206 LOWY B. (1971): New records of mushroom stones from Guatemala. – Mycologia 63: 983-993.
- 207 LOWY B. (1971): Mushroom symbolism in Maya codices. – Mycologia 64: 816-821.
- 208 LUND U. (1979): Estimation of muscimol and ibotenic acid in *Amanita muscaria* using high-performance liquid chromatography. – Arch. Pharm. Chem. Sci. Ed. 7: 115-118.
- 209 MACDONALD J. F. and NISTRY A. (1977): Actions of microiontophoretically applied ibotenate on cat spinal interneurons. – Can. J. Physiol. Pharmacol. 55: 965-967.
- 210 MADZAROVÁ-NOHEJLOVÁ J. (1973): Trehalose deficiency in a family. – Gastroenterology 65: 130-133.
- 211 MAGGI A. and ENNA S. J. (1979): Characteristics of muscimol accumulation in mouse brain after systemic administration. – Neuropharmacology 18: 361-366.
- 212 MARETIĆ Z. (1967): Poisoning by the mushroom *Clitocybe olearia* Maire. – Toxicon 4: 263-267.
- 213 MARETIĆ Z., RUSSELL F. E. and GOLOBIĆ V. (1975): Twenty-five cases of poisoning by the mushroom *Pleurotus olearius*. – Toxicon 13: 379-381.
- 214 MARETIĆ Z. : Persönliche Mitteilung.
- 215 MARTIN W. R. and SLOAN J. W. (1977): Pharmacology and classification of LSD-like hallucinogens. – In: Matzlin W.R. (ed.) Drug Addiction II. Amphetamine, Psychotogen, and Marihuana Dependence. Handbuch der Experimentellen Pharmakologie Vol. 45/II. Springer Verlag Berlin / Heidelberg / New York, pp. 305-368.
- 216 MATTHIES L. and LAATSCH H. (1992): Ungewöhnliche Pilzvergiftungen: Coprin, ein Hemmstoff des Alkohol-Abbaus. – Pharmazie i.u. Zeit 21: 14-20.
- 217 McMORRIS T. C. and ANCHEL M. (1963): The structure of basidiomycete metabolites illudin S and illudin M. – J. Am. Chem. Soc. 85: 831-832.
- 218 McMORRIS T. C., MOON S., UNGAB G. and KERESKES R. J. (1989): Isolation of illudin S from the mushroom *Omphalotus olivascens*. – J. Nat. Prod. 52: 380.
- 219 MEIER-BRATSCHI A., CARDEN B. M., LÜTHY J., LUTZ W. K. and SCHLATTER C. (1983): Methylation of desoxyribonucleic acid in the rat by the mushroom poison gyromitrin. – J. Agric. Food Chem. 31: 1117-1120.
- 220 MICHELOT T. and TOTH B. (1991): Poisoning by *Gyromitra esculenta* – a review. – J. Appl. Toxicol. 11: 235-243.
- 221 MILLS P. R., LESINSKAS D. and WATKINSON G. (1979): The danger of hallucinogenic mushrooms. – Scott. Med. J. 24: 316-317.
- 222 MOESCHLIN S. (1986): Klinik und Therapie der Vergiftungen. 7. Aufl. Georg. Thieme Verlag, Stuttgart / New York, pp. 634-666.
- 223 MÖTTÖNEN M., NIEMINEN L. and HEIKKILÄ H. (1975): Damage caused by two Finnish mushrooms, *Cortinarius speciosissimus* and *Cortinarius gentilis* on the rat kidney. – Z. Naturforsch. 30c: 668-671.
- 224 MÜLLER G. F. R. and EUGSTER C. H. (1965): Muscimol, ein pharmakodynamisch wirksamer Stoff aus *Amanita muscaria*. – Helv. Chim. Acta 48: 910-926.
- 225 MUSHIA M., ISHII A., TANAKA F. and KUSANO G. (1986): Poisonic by hallucinogenic mushroom *Hikageshibiretake* (*Psilocybe argentipes* K. Yokoyama) indigenous to Japan. – Tohoku J. Exp. Med. 148: 73-78.
- 226 NAIR M. S. R., TAKESHITA H., McMORRIS T. C. and ANCHEL M. (1969): Metabolites of *Clitocybe illudens*. IV. Illudalic acid, a sesquiterpenoid, and illudinine, a sesquiterpenoid alkaloid. – J. Org. Chem. 34: 240-243.
- 227 NAKANISHI K., OHASHI M., TODA M. and YAMADA Y. (1965): Illudin S (lampterol). – Tetrahedron 21: 1231-1246.
- 228 NIEMINEN L. M., MÖTTÖNEN M., TIRRI R. and IKONEN S. (1975): Nephrotoxicity of *Cortinarius speciosissimus*: a histological and enzyme histochemical study. – Exp. Path. 11: 239-246.

- 229 NISKANEN A., PYYSALO H., RIMAILA-PÄRNÄNEN E. and HARTIKKA P. (1976): Short-term peroral toxicity of ethylidene gyromitrin in rabbits and chickens. - *Fd. Cosmet. Toxicol.* 14: 409-415.
- 230 OLA'H G. M. (1968): Etude chimotaxonomique sur les *Panaeolus*. Recherches sur la présence des corps indoliques psychotropes dans ces champignons. - *Compt. rend. Acad. Sc. Paris* 267: 1369-1372.
- 231 OLSEN R. W. (1982): Drug interaction at the GABA receptor-ionophore complex. - *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 22: 245-277.
- 232 OLSEN K. R., WOO O. F. and POND S. M. (1984): Treatment of mushroom poisoning. - *J. Am. Med. Assoc.* 252: 3130-3131.
- 233 ONDO M., FUKUSHIMA H. and AKAGAWA M. (1964): A flycidal constituent of *Amanita pantherina* (DC)Fr.. - *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)* 12: 751.
- 234 OSS O. T. and OERIC O. N. (1981): *Psilocybin*, ein Handbuch für die Pilzzucht. Vorkverlag Linden.
- 235 OTT J., WHEATON P. S. and CHILTON W. S. (1975): Fate of muscimol in the mouse. - *Physiol. Chem. Phys.* 7: 381-384.
- 236 OTT J. and GUZMÁN G. (1976): Detection of psilocybin in species of *Psilocybe*, *Panaeolus* and *Psathyrella*. - *Lloydia* 39: 258-260.
- 237 OTT J. (1978): Recreational use of hallucinogenic mushrooms in the United States. - In: Rumack S.H. and Salzman E. (eds.) *Mushroom Poisoning. Diagnosis and Treatment*. CRC Press, West Palm Beach, pp. 231-243.
- 238 PANG Z., BOCCHIO F. and STERNER O. (1992): The isolation of new sesquiterpene aldehydes from injured fruit-bodies of *Lactarius scrobilatus*. - *Tetrahedron Lett.* 33: 6863-6866.
- 239 PARRA S., GARCIA J., MARTINEZ P., CONCEPCION DE LA PENA, CONCEPCION CARRASCOSA (1992): Profile of alkaline phosphatase isoenzymes in ten patients poisoned by mushrooms of the genus *Lepiota*. - *Digest. Dis. Sci.* 37: 1495-1498.
- 240 PICK E. (1927): Augen- und Schleimhautrekrankungen durch *Morchela*sdünstungen (gewerbliche Massenerkrankung). - *Dtsch. Med. Wschr.* 53: 1563.
- 241 PIQUERAS J., DÚRAN-SUÁREZ J. R., MASSUET L. and HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ J. M. (1987): Mushroom poisoning: therapeutic apheresis or forced diuresis. - *Transfusion* 27: 116-117.
- 242 PIQUERAS J. (1989): Hepatotoxic mushroom poisoning: diagnosis and management. - *Mycopathologia* 105: 99-100.
- 243 POUYET M., CAITLLON P., DUCERF C., BERTHAUD S., BOUFFARD Y., DELAFOSSE B., THOMASSON A., PIGNAL C. and PULCE C. (1991): Transplantation orthotopique du foie pour intoxication grave par *amanita phalloide*. - *Presse Méd.* 20: 2095-2098.
- 244 PRAST H., WERNER E. R., PFALLER W. and MOSER M. (1988): Toxic properties of the mushroom *Cortinarius orellanus*. I. Chemical characterization of the main toxin of *Cortinarius orellanus* (Fries) and *Cortinarius speciosissimus* (Kühn. et Romagn.) and acute toxicity in mice. - *Arch. Toxicol.* 62: 81-88.
- 245 PUIL E. (1981a): Ibotenic acid: its excitatory and possibly sedative actions in cerebral cortex. - *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 59: 1025-1030.
- 246 PUIL E. (1981b): S-Glutamate: its interaction with spinal neurons. - *Brain. Res. Reviews* 3: 229-322.
- 247 PYYSALO H. (1975): Some new toxic compounds in false morels. - *Naturwissenschaften* 62: 395.
- 248 PYYSALO H. (1976): Tests for gyromitrin, a poisonous compound in false morel *Gyromitra esculenta*. - *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 160: 325-330.
- 249 PYYSALO H. and NISKANEN A. (1977): On the occurrence of N-methyl-N-formylhydrazones in fresh and processed false morel, *Gyromitra esculenta*. - *J. Agric. Food Chem.* 25: 644-647.
- 250 RAFF E., HALLORAN P. F. and KJELLSTRAND C. M. (1992): Renal failure after eating "magic" mushrooms. - *Can. Med. Assoc. J.* 147: 1339-1341.
- 251 RAPIOR S., DELPECH N., ANDARY C. and HUCHARD G. (1989): Intoxication by *Cortinarius orellanus*: detection and assay of orellanine in biological fluids and renal biopsies. - *Mycopathologia* 108: 155-161.
- 252 RAUDASKOSKI M. and PYYSALO H. (1978): Occurrence of N-methyl-N-formylhydrazones in mycelia of *Gyromitra esculenta*. - *Z. Naturforsch.* 33c: 472-474.
- 253 RICHARD J.-M., RAVANEL P. and CANTIN D. (1987): Phytotoxicity of orellanine, a mushroom toxin. - *Toxicon* 25: 350-354.

- 254 RICHARD J.-M., LOUIS J. and CANTIN D. (1988): Nephrotoxicity of orellanine, a toxin from the mushroom *Cortinarius orellanus*. – *Arch. Toxicol.* 62: 242-245.
- 255 RICHARD J.-M., CREPPY E. E., BENOIT-GUYOD J.-L. and DIRHEIMER G. (1991): Orellanine inhibits protein synthesis in Madin-Darby canine kidney cells, in rat liver mitochondria, and in vitro: indication for its activation prior to in vitro inhibition. – *Toxicology* 67: 53-62.
- 256 ROBBERS J. E., BRADY L. R. and TYLER V. E. JR. (1964): A chemical and chemotaxonomic evaluation of *Inocybe* species. – *Lloydia* 27: 192-202.
- 257 RUMACK B.: Persönliche Mitteilung.
- 258 SAAR M. (1991): Ethnomycological data from Siberia and North-East Asia on the effect of *Amanita muscaria*. – *J. Ethnopharmacol.* 31: 157-173.
- 259 SANZ P., REIG R., BORRÁS L., MARTÍNEZ J., MÁÑEZ R. and CORBELLA J. (1988): Disseminated intravascular coagulation and mesenteric venous thrombosis in fatal *Amanita* poisoning. – *Human Toxicol.* 7: 199-201.
- 260 SAUPE S. G. (1981): Occurrence of psilocybin/psilocin in *Pluteus salinicus* (Pluteaceae). *Mycologia* 73: 781-784.
- 261 SCHLIESSBACH B., HASLER S., FRIEDLI H. P. and MÜLLER U. (1983): Akute Niereninsuffizienz nach Pilzvergiftung mit *Cortinarius splendens* (Fries) oder "schöngelbem Klumpfuß" (sog. Orellanus-Syndrom). – *Schweiz. med. Wschr.* 113: 151-153.
- 262 SCHMIDLIN-MÉSZÁROS J. (1974): Gyromitrin in Trockenlorcheln (*Gyromitra esculenta* sicc.). – *Mitt. Geb. Lebenm. Hyg.* 65: 453-465.
- 263 SCHMIDT J., HARTMANN W., WÜRSTLIN A. and DEICHER H. (1971): Akutes Nierenversagen durch immunhämolytische Anämie nach Genuß des Kahlen Kremplings (*Paxillus involutus*). – *Dtsch. med. Wschr.* 96: 1188-1191.
- 264 SCHMIEDEBERG O. and KOPPE R. (1869): Das Muskarin, das giftige Alkaloid des Fliegenpilzes (*Agaricus muscarius* L.). Vogel, Leipzig.
- 265 SCHULTES R. E. and HOFMANN A. (1973): The Botany and Chemistry of Hallucinogens. Charles C. Thomas, Springfield, III., pp. 23-52.
- 266 SCHULZ-WEDDIGEN I. (1986): Eine Intoxikation mit *Lepiota brunneoincarnata* in Nordwestdeutschland. – *Z. Mykol.* 52: 91-100.
- 267 SCHUMACHER T. and HOILAND K. (1983): Mushroom poisoning caused by species of the genus *Cortinarius* Fries. – *Arch. Toxicol.* 53: 87-106.
- 268 SEEGER R. and WIEDMANN R. (1972): Zum Vorkommen von Hämolysinen und Agglutininen in höheren Pilzen (Basidiomyceten). – *Arch. Toxikol.* 29: 189-217.
- 269 SEEGER R., KRAUS H. and WIEDMANN R. (1973): Zum Vorkommen von Hämolysinen in Pilzen der Gattung *Amanita*. – *Arch. Toxikol.* 30: 215-226.
- 270 SEEGER R., SCHARER H. and HAUPT M. (1973): Phallolysin, ein hochmolekulares Toxin aus *Amanita phalloides*. – *Experientia* 29: 829.
- 271 SEEGER R. (1975): Demonstration and isolation of phallolysin, a haemolytic toxin from *Amanita phalloides*. – *Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 287: 277-287.
- 272 SEEGER R. and BARTELS O. (1976): Elimination von Knollenblätterpilzgift (*Amanitine*) durch Kohle-Perfusion in vitro. – *Dtsch. Med. Wschr.* 101: 2456-2458.
- 273 SEEGER R. and STIJE T. (1979): Amanitin content and toxicity of *Amanita verna* Bull. – *Z. Naturforsch.* 34c: 330-333.
- 274 SEEGER R. (1980): Cytolytic toxins of basidiomycetes. – In: Eaker G. and Wadström T. (eds.) *Natural Toxins*. Pergamon Press, Oxford / New York, pp. 165-172.
- 275 SEEGER R. and STIJE T. (1980): Occurrence of toxic *Amanita* species. – In: Faulstich H., Kommerell B. and Wieland T. (eds.) *Amanita toxins and Poisoning*. International Amanita Symposium, Heidelberg, November 1-3, 1978. Verlag Gerhard Witzstrock, Baden-Baden / Köln / New York, pp. 3-16.
- 276 SEEGER R. (1988-1994a): Psilocybin. Halluzinogene Pilze (*Psilocybe*, *Pluteus*, *Panaeolus*, *Conocybe*, *Inocybe*) – In: Seeger R. and Neumann H.-G.: *Giftlexikon. Ein Handbuch für Ärzte, Apotheker und Naturwissenschaftler*. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, pp. 1-6.
- 277 SEEGER R. (1988-1994b): Halluzinogenen wirkende Phenylalkylamine. Giftpflanzen: *Lophophora williamsii* (Peyote), *Trichocereus pachanoi* (San-Pedro-Kaktus). – In: Seeger R. and Neumann H.-G.: *Giftlexikon. Ein Handbuch für Ärzte, Apotheker und Naturwissenschaftler*. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, pp. 1-7.

- 278 SEEGER R. (1988-1994c): D-(+)-Lysergsäurediethylamid (LSD) und andere halluzinogen wirkende Lysergsäurederivate. Giftpflanzen: *Rivea corymbosa* (Tropisches Amerika), *Ipomoea violacea* (Trichterwinde) (Tropisches Amerika), *Argyreia nervosa* (Indien). - In: Seeger R. and Neumann H.-G.: Giftlexikon. Ein Handbuch für Ärzte, Apotheker und Naturwissenschaftler. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, pp. 1-15.
- 279 SEEGER R. (1988-1994d): Amatoxine (Knollenblätterpilzgifte). Giftpilze: Knollenblätterpilze (*Amanita*-Arten), Gift-Häublinge (*Galerina*-Arten), Giftschirmlinge (*Lepiota*-Arten). - In: Seeger R. and Neumann H.-G.: Giftlexikon. Ein Handbuch für Ärzte, Apotheker und Naturwissenschaftler. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, pp. 1-8.
- 280 SEEGER R.: Unveröffentlicht.
- 281 SEIFART K. H. and SEKERS C. E. (1969): - Amanitin, a specific inhibitor of transcription by mammalian RNA-polymerase. - Z. Naturforsch. 24b: 1538-1544.
- 282 SINGER R. (1978): Hallucinogenic mushrooms. - In: Rumack B. H. and Salzman E. (eds.) Mushroom Poisoning, Diagnosis and Treatment. CRC Press, West Palm Beach, pp. 201-214.
- 283 SKRABAL F. and DITTRICH P. (1973): Hämodialyse bei *Amanita-phalloides*-Vergiftung. - Wiener Klin. Wschr. 85: 590-592.
- 284 SEMERDŽIEVA M., WURST M., KOZA T. and GARTZ J. (1986): Psilocybin in Fruchtkörpern von *Inocybe aeruginascens*. - Planta Med. 52: 83-85.
- 285 SONNENBICHLER J., HATTERSBERGER J. and ROSEN H. (1976): Stimulierung der RNA-Synthese in Rattenleber und in isolierten Hepatozyten durch Silybin, einen antihepatotoxischen Wirkstoff aus *Silybum marianum* (L.) Gaertn. - Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 357: 1171-1180.
- 286 SONNENBICHLER J. and ZETL J. (1984): Untersuchungen zum Wirkungsmechanismus von Silibinin. V. Einfluß von Silibinin auf die Synthese ribosomaler RNA, mRNA und tRNA in Rattenlebern in vivo. - Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 365: 555-566.
- 287 STADELMENN R. J., MÜLLER E. and EUGSTER C. H. (1976): Über die Verbreitung der stereomeren Muscarine innerhalb der Ordnung der Agaricales. - Helv. Chim. Acta 59: 2432-2436.
- 288 STENKLYFT P. H. and AUGENSTEIN W. L. (1990): Chlorophyllum molybdites - severe mushroom poisoning in a child. - Clin. Toxicol. 28: 159-168.
- 289 STERNER O., BERGMAN R., KESLER E., MAGNUSSON G., NILSSON L., WICKBERG B., ZIMMERSON E. and ZETTERBERG G. (1982): Mutagens in larger fungi. I. Forta-eight species screened for mutagenic activity in the Salmonella/microsome assay. - Mutat. Res. 101: 269-281.
- 290 STERNER O., BERGMAN R., FRANZÉN C., KESLER E. and NILSSON L. (1982): The mutagenicity of commercial picked *Lactarius necator* in the Salmonella assay. - Mutat. Res. 104: 233-237.
- 291 STERNER O., BERGMAN R., KESLER E., NILSSON L., OLUVADIYA J. and WICKBERG B. (1983): Velutinal esters of *Lactarius vellereus* and *L. necator*. The preparation of free velutinal. - Tetrahedron Lett. 24:1415-1418.
- 292 STERNER O., BERGMAN R., KIHLEBERG J. and WICKBERG B. (1985): The sesquiterpenes of *Lactarius vellereus* and their role in a proposed chemical defense system. - J. Nat. Prod. 48: 279-288.
- 293 STERNER O., BERGENDORFF O. and BOCCHIO F. (1989): The isolation of a quaiane sesquiterpene from fruit-bodies of *Lactarius sanguifluus*. - Phytochemistry 28: 2501-2502.
- 294 STIJVE T. (1978): Ethylidene gyromitrine and N-methyl-N-formylhydrazine in commercially available dried false morels, *Gyromitra esculenta* Fr. ex Pers.. - Trav. Chim. aliment. hyg. 69: 492-504.
- 295 STIJVE T. and SEEGER R. (1979): Determination of α -, β -, and γ -amanitin by high performance thin-layer chromatography in *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Secr. from various origin. - Z. Naturforsch. 34c: 1133-1138.
- 296 STIJVE T. (1981): High performance thin-layer chromatographic determination of the toxic principles of some poisonous mushrooms. - Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 72: 44-54.
- 297 STIJVE T. (1985): Een chemische Verkenning van het Geslacht *Panaeolus*. - Coolia 28: 81-89.
- 298 STIJVE T., KLÁN J. and KUYPER T. W. (1985): Occurrence of psilocybin and baecocystin in the genus *Inocybe* (Fr.) Fr.. - Persoonia 12: 469-473.
- 299 STIJVE T. and KUYPER T. W. (1985): Occurrence of psilocybin in various higher fungi from several European countries. - Planta Med. 51: 385-387.

- 300 STIJVE T. and BONNARD J. (1986): Psilocybine et urée dans le genre *Pluteus*. – *Mycologia Helvet.* 2: 123-130.
- 301 STIJVE T. (1987): Vorkommen von Serotonin, Psilocybin und Harnstoff in *Panaeoloideae*. Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas, Bd. III. Einhorn Verlag Eduard Dietenberger, Schwäbisch Gmünd, pp. 229-234.
- 302 STONE W. E. and JAVID M. J. (1981): Muscimol as an antagonist of chemical convulsants. – *Arch. int. Pharmacodyn. Ther.* 253: 294-300.
- 303 SUORTH T., VON WRIGHT A. and KOSKINEN A. (1983): Necatorin, a highly mutagenic compound from *Lactarius necator*. – *Phytochemistry* 2: 2873-2874.
- 304 TAKAHASHI A., KUSANO G., OHTA T., OHIZUMI Y. and NOZOE S. (1989): Fasciculic acids A, B, and C as calmodulin antagonists from mushroom *Naematoloma fasciculare*. – *Chem. Pharm. Bull.* 37: 3247-3250.
- 305 TAKEMOTO T., NAKAJIMA T. and SAKUMA R. (1964): *Yakagaku Zasshi* 84: 1233, zit. nach (133).
- 306 TANAKA K., INOUE T., KADOTA S. and KIKUCHI T. (1990): Metabolism of illudin S, a toxic principle of *Lampteromyces japonicus*, by rat liver I. Isolation and identification of cyclopropane ring-cleavage metabolites. – *Xenobiotica* 20: 671-681.
- 307 TANAKA M., HASHIMOTO K., OKUNO T. and SHIRAHAMA H. (1993): Neurotoxic oligoisoprenoids of the hallucinogenic mushroom, *Gymnopilus spectabilis*. – *Phytochemistry* 34: 661-664.
- 308 TEBBETT I. R. and CADDY B. (1983): Analysis of *Cortinarius* mushrooms by high-performance liquid chromatography. – *J. Chromatogr.* 268: 535-538.
- 309 TEBBETT I. R. and CADDY B. (1984): Mushroom toxins in the genus *Cortinarius*. – *Experientia* 40: 441-446.
- 310 THELLUNG F. (1931): Die Pilzvergiftungen des Jahres 1930. – *Schweiz. Z. Pilzk.* 9: 92-96.
- 311 THEOBALD W., BÜCH O., KUNZ H. A., KRUPP P., STENGER E. G. and HEIMANN H. (1968): Pharmakologische und experimentalpsychologische Untersuchungen mit 2 Inhaltsstoffen des Fliegenpilzes (*Amanita muscaria*). – *Arzneim. Forsch. (Drug Res.)* 18: 311-315.
- 312 TIECCO M., TINGOLI M., TESTAFERRI L., CHIANELLI D. and WENKERT E. (1986): Total synthesis of orellanine the letal toxin of *Cortinarius orellanus* Fries mushroom. – *Tetrahedron* 42: 1475-1485.
- 313 TOMASI A., ALBANO E., BOTTI B. and VANNINI V. (1987): Detection of free radical intermediates in the oxidative metabolism of carcinogenic hydrazone derivatives. – *Toxicol. Pathol.* 15: 178-183.
- 314 TOTH B. and SHIMIZU H. (1973): Methylhydrazine tumorigenesis in Syrian golden hamsters and the morphology of malignant histiocytomas. – *Cancer Res.* 33: 2744-2753.
- 315 TOTH B. and NAGEL D. (1978): Tumors induced in mice by N-methyl-N-formylhydrazine of the false morel *Gyromitra esculenta*. – *J. Natl. Cancer Inst.* 60: 201-204.
- 316 TOTH B. and PATIL K. (1979): Carcinogenic effects in the Syrian golden hamster of N-methyl-N-formylhydrazine of the false morel mushroom *Gyromitra esculenta*. – *J. Cancer Res. Clin. Oncol.* 93: 109-121.
- 317 TOTH B., PATIL K., ERICKSON J. and KUPPER R. (1979): False morel mushroom *Gyromitra esculenta* toxin: N-methyl-N-formylhydrazine carcinogenesis in mice. – *Mycopathologia* 68: 121-128.
- 318 TOTH B. and PATIL K. (1981): *Gyromitrin* as a tumor inducer. – *Neoplasma* 28: 559-564.
- 319 TOTH B., SMITH J. W. and PATIL K. D. (1981): Cancer induction in mice with acetaldehyde methylformylhydrazone of the false morel mushroom. – *J. Natl. Cancer Inst.* 67: 881-887.
- 320 TOTH B. and PATIL K. (1982): Tumorigenicity of minute dose levels of N-methyl-N-formylhydrazine of *Gyromitra esculenta*. – *Mycopathologia* 78: 11-16.
- 321 TOTH R. and RAHA C. R. (1987): Carcinogenesis by pantanal methylformylhydrazone of *Gyromitra esculenta* in mice. – *Mycopathologia* 98: 83-89.
- 322 TOTH B., TAYLOR J. and GANNETT P. (1991): Tumor induction with hexanal methylformylhydrazone of *Gyromitra esculenta*. – *Mycopathologia* 115: 65-71.
- 323 TOTH B., PATIL K., PYYSALO H. and GANNETT P. (1992): Cancer induction in mice feeding the raw false morel mushroom *Gyromitra esculenta*. – *Cancer Res.* 52: 2279-2284.
- 324 TOTTMAR O. and LINDBERG P. (1977): Effect on rat liver acetaldehyde dehydrogenase in vitro and in vivo by coprine, the disulfiram-like constituent of *Coprinus atramentarius*. – *Acta Pharmacol. Toxicol.* 40: 476-481.

- 325 TOYOTA M. and HOSTETTMANN K. (1990): Antifungal diterpenic esters from the mushroom *Boletinus clavipes*. - *Phytochemistry* 29: 1485-1489.
- 326 TYLER V. E. JR. and SMITH A. H. (1963): Chromatographic detection of *Amanita* toxins in *Galerina venenata*. - *Mycologia* 55: 358-359.
- 327 TYLER V. E. JR., BENEDICT R. G., BRADY L. R. and ROBBERS J. E. (1966): Occurrence of *Amanita* toxins in American collections of deadly *Amanitas*. - *J. Pharm. Sci.* 55: 590-593.
- 328 UNGER S. E. and COOKS R. G. (1979): Application of mass spectrometry / mass spectrometry (MS/MS) to the identification of natural products in *Psilocybe cyanescens*. - *Anal. Lett.* 12: 1157-1167.
- 329 VARESE L. and BARBERO S. (1967): Avvelenamento collective de *Inocybe fastigiata*. - *Minerva Pediatr.* 19: 337-339.
- 330 VIERNSTEIN H., JURENITSCH J. and KUBELKA W. (1980): Vergleich des Giftgehaltes der Lorchelarten *Gyromitra gigas*, *Gyromitra fastigiata* und *Gyromitra esculenta*. *Ernährung/Nutrition* 4: 392-395.
- 331 VOGEL G., BRAATZ R. and MANGS U. (1979): On the nephrotoxicity of α -amanitin and the antagonistic effect of silimaritin in rats. - *Agents and Actions* 9: 221-226.
- 332 VOGEL G. (1980): The anti-amanita effect of silimaritin. - In: Faulstich H., Kommerell B. and Wieland T. (eds.) *Amanita toxins and poisoning. International Amanita Symposium Heidelberg, November 1-3, 1978.* Verlag Gerhard Witzsrock, Baden-Baden / Köln / New York, pp. 180-187.
- 333 WASER P. G. (1961): Chemistry and pharmacology of muscarine, muscarone and some related compounds. - *Pharmacol. Rev.* 13: 465-515.
- 334 WASSON V. P. and WASSON R. G. (1957): *Mushrooms, Russia and History.* Pantheon Books, New York.
- 335 WATKINS J. C. and EVANS R. H. (1981): Excitatory amino acid transmitters. - *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 21: 165-204.
- 336 WATLING R. (1977): A *Panaeolus* poisoning in Scotland. - *Mycopathologia* 61: 187-190.
- 337 WAUTERS J. P., ROSSEL C. and FARQUET J. J. (1978): *Amanita phalloides* poisoning treated by early charcoal haemoperfusion. - *Br. Med. J.* 1465.
- 338 WIELAND T., MOTZEL W. and MERZ H. (1953): Über das Vorkommen von Bufotenin im gelben Knollenblätterpilz. - *Liebigs Ann. Chem.* 581: 10-16.
- 339 WIELAND T., SCHIEFER H. and GEBERT U. (1966): Giftstoffe von *Amanita verna*. - *Naturwissenschaften* 53: 39-40.
- 340 WIELAND T. and FAULSTICH H. (1978): Amatoxins, phallotoxins, phallolysin, and antamanide: the biologically active components of poisonous *Amanita* mushrooms. - *Crit. Rev. Biochem.* 5: 185-260.
- 341 WIELAND T. (1983): The toxic peptides from *Amanita* mushrooms. - *Int. J. Peptide Protein Res.* 22: 257-276.
- 342 WIELAND T. (1986): *Peptides of Poisonous Amanita Mushrooms.* Springer Verlag New York / Berlin / Heidelberg / London / Paris / Tokyo.
- 343 WILSON P. (1947): Poisoning by *Inocybe fastigiata*. - *Br. Med. J.* II, 297.
- 344 WINKELMANN M., BORCHARD F., STANGEL W. and GRABESSEE B. (1982): Tödlich verlaufene immunhämolytische Anämie nach Genuß des Kahlen Kremplings (*Paxillus involutus*). - *Dtsch. med. Wschr.* 107: 1190-1194.
- 345 WINKELMANN M., STANGEL W., SCHEDEL I. and GRABESSEE B. (1986): Severe hemolysis caused by antibodies against the mushroom *Paxillus involutus* and its therapy by plasma exchange. - *Klin. Wschr.* 64: 935-938.
- 346 WISEMAN J. S. and ABALES R. H. (1979): Mechanism of inhibition of aldehyde dehydrogenase by cyclopropanine hydrate and the mushroom toxin coprine. - *Biochemistry* 18: 427-435.
- 347 WOODLE E. S., MOODY R. F., COX K. L., CANNON R. A. and WARD R. E. (1985): Orthoptic liver transplantation in a patient with *Amanita* poisoning. - *J. Am. Med. Assoc.* 253: 69-70.
- 348 WORMS P., DEPOORTERE H. and LOYD K. G. (1979): Neoropharmacological spectrum of muscimol. - *Life Sci.* 25: 607-614.
- 349 VON WRIGHT A., NISKANEN A., PYYSALO H. and KORPELA H. (1978): The toxicity of N-methyl-N-formylhydrazones from *Gyromitra esculenta* and related compounds in mouse and microbial tests. - *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 45: 429-434.

- 350 VON WRIGHT A., PYYSALO H. and NISKANEN A. (1978): Quantitative evaluation of the metabolic formation of methylhydrazine from acetaldehyde-N-methyl-N-formyl-hydrazone, the main poisonous copund of *Gyromitra esculenta*. - *Toxicol. Lett.* 2: 261-265.
- 351 VON WRIGHT A., KNUUTINEN J., LINDROTH S., PELLINEN M., WIDÉN K.-G. and SEPPÄ E.-L. (1982): The mutagenicity of some edible mushrooms in the Ames test. - *Fd. Chem. Toxicol.* 20: 265-267.
- 352 VON WRIGHT A. and SUORTTI T. (1983): Preliminary characterization of the mutagenic properties of necatorin, a "strongly" mutagenic compound from the mushroom *Lactarius necator*. - *Mutat. Res.* 121: 103-106.
- 353 YAMAURA Y., FUKUHARA M., TAKABATE E., ITO N. and HASHIMOTO T. (1986): Hepatotoxic action of a poisonous mushroom, *Amanita abrupta* in mice and its toxic component. - *Toxicology* 38: 161-173.
- 354 YANG J. S., SU Y. L., WANG Y. R., FENG X. Z., YU D. Q. and LIANG X. T. (1991): Two novel protoilludane norsesquiterpenoid esters, armillasin and armillatin, from *Armillaria mellea*. - *Planta Med.* 57: 478-480.
- 355 YOCUM R. R. and SIMONS D. M. (1977): Amatoxins and phallotoxins in *Amanita* species of the Northeastern United States. - *Lloydia* 40: 178-190.
- 356 YOUNG R. E., MILROY R., HUTCHINSON S. and KESSON C. M. (1982): The rising price of mushrooms. - *Lancet* I: 213-215.
- 357 ZILKER T. and von CLARMANN M. (1988): Knollenblätterpilz-Vergiftung. Diagnostisches und therapeutisches Vorgehen. - *Dt. Ärztebl.* 85: B1804-B1808.

Adiasporomycosis of rodents inhabiting the shores of fishponds

ZDENĚK HUBÁLEK¹, BORIS RYCHNOVSKÝ² and JURAJ PEŠKO¹

¹ Academy of Sciences, Institute of Landscape Ecology, Květná 8, 603 65 Brno, Czech Republic

² Masaryk University, Faculty of Education, Department of Biology, Poříčí 7, 603 00 Brno, Czech Republic

Hubálek Z., Rychnovský B. and Peško J. (1995): Adiasporomycosis of rodents inhabiting the shores of fishponds. - Czech Mycol. 48: 139-144

The lung tissue of 180 rodents belonging to five species, trapped at 17 fishponds in the Studenec area (district of Třebíč) in 1991-1992, was examined for the presence of adiaspores of *Emmonsia parva* var. *crescens* (Emmons et Jellison) van Oorschot. The overall prevalence of adiasporomycosis was high, 30%, but its distribution varied markedly according to rodent species (*Clethrionomys glareolus* 45%, *Apodemus flavicollis* 56%, *A. sylvaticus* 26%, *Microtus agrestis* 13%, *M. arvalis* 9%) and fishpond ('Donát' 61%, 'Čikovec' 28%, 'Štičí' 27%, 'Hlad' 19%, other ponds 14%). During a year, the highest infection rate (53%) was found in the rodents captured in March and April, compared with 21% to 25% of infected animals in the other seasons of the year.

Key words: Adiasporomycosis, *Emmonsia*, *Clethrionomys*, *Apodemus*, *Microtus*

Hubálek Z., Rychnovský B. a Peško J. (1995): Adiasporomykóza hlodavců, žijících na březích rybníků. - Czech Mycol. 48: 139-144

Plicní tkáň 180 hlodavců 5 druhů, odchycených v letech 1991-1992 na březích 17 rybníků v okolí Studence (okres Třebíč), byla vyšetřena na přítomnost adiaspor houby *Emmonsia parva* var. *crescens* (Emmons et Jellison) van Oorschot. Celková prevalence adiasporomykózy byla vysoká (30%), avšak lišila se značně podle druhu hlodavce (norník rudý 45%, myšice lesní 56%, myšice křovinná 26%, hraboš mokřadní 13%, hraboš polní 9%) a rybníka (Donát 61%, Čikovec 28%, Štičí 27%, Hlad 19%, ostatní 14%). V průběhu roku byl vrchol promořenosti (53%) hlodavců adiasporomykózou zaznamenán v březnu až dubnu; v jiných měsících byla zřetelně nižší (21-25%).

INTRODUCTION

Adiasporomycosis (adiaspiromycosis) is a pulmonary mammalian (human inclusive) infection caused by fungi of the genus *Emmonsia* Ciferri et Montemartini, largely by *E. parva* var. *crescens* (Emmons et Jellison) van Oorschot (Emmons and Jellison 1960, Dvořák et al. 1973, van Oorschot 1980). This dimorphic fungus produces conspicuously large spherules ('adiaspores': Fig. 1) in the vertebrate host tissue. *Emmonsia* is closely related to two other human pathogenic dimorphic fungi, viz *Blastomyces dermatitidis* Gilchrist et Stokes and *Histoplasma capsulatum* Darling, as demonstrated by their 18S ribosomal DNA sequences (McGinnis et al. 1992). Teleomorphs of the latter two fungi belong to the ascomycetous genus *Ajellomyces* McDonough et Lewis, *Onygenales*.

A few parasitologists and mycologists studied adiasporomycosis of free-living mammals in the Czech Republic (Otčenášek et al. 1965, Prokopič et al. 1965,

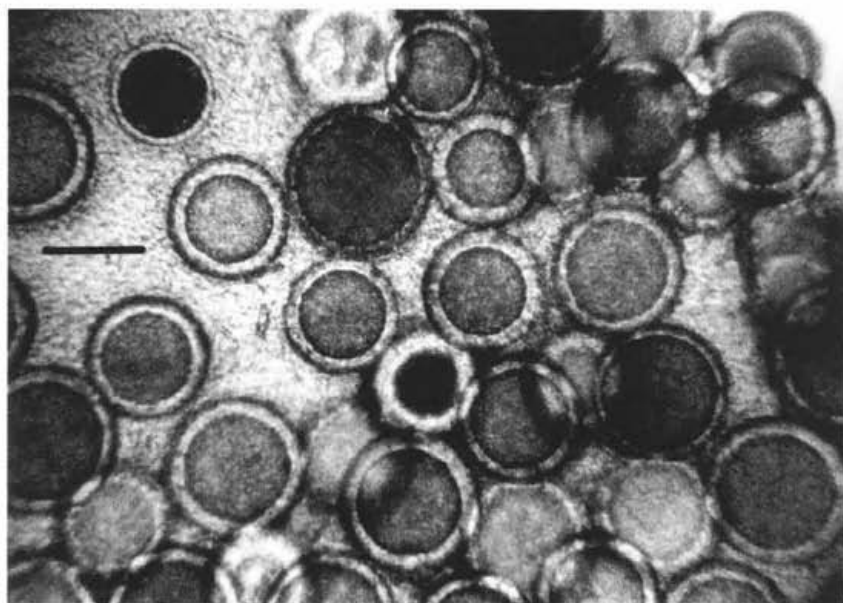


Fig. 1. Adiaspores of *Emmonsia parva* var. *crescens* in the lung tissue of a wood mouse (*Apodemus sylvaticus*). Bar = 100 μ m.

1971, 1981, Dvořák et al. 1967, 1969, 1973, Křivanec 1977, Křivanec and Otčenášek 1977, Ječný and Vojtěchová 1984, Hubálek et al. 1988, 1991, 1993, 1995). However, a systematic investigation of the infection in mammals inhabiting the fishpond ecosystem has not yet been carried out.

MATERIAL AND METHODS

Small mammals were caught using standard snap-traps and live-traps during all seasons of the years 1991 and 1992. The traps were laid on the shores of 17 small (2 to 30 hectares) fishponds with stands of *Glyceria*, *Phragmites*, *Typha*, less *Carex*, *Juncus* and *Baldingera*, situated between 390 and 475 m a.s.l. in the area of Studenec (district of Třebíč, Moravia, Czech Republic). In addition to rodents, one *Mustela nivalis* and several insectivores (14 *Sorex araneus*, 11 *S. minutus* and 3 *Neomys fodiens*) were captured and examined for adiasporomycosis. They all were negative and have not been included in this survey, similarly as 3 specimens of *Micromys minutus*. For the purpose of this survey, sexually mature animals and those in sexual regression have been considered as adults, while all other specimens as juveniles.

The lungs of identified, aged and formalinized mammals were removed 'in toto', and placed in a 2% solution of potassium hydroxide at room temperature for two days. The whole lung tissue of each animal was then examined microscopically at 32x magnification. Only typical adiaspores (at least 70 μm in diameter, with a thick spherule wall) of *E. parva* var. *crecens* were counted and their diameter measured.

Distribution of the prevalence rates in different groups of rodents was evaluated statistically by the chi-square goodness of fit test, while t-test was used to evaluate differences in the intensity of infection (number of adiaspores per infected animal) and in the adiaspore mean size (Snedecor and Cochran 1967).

RESULTS

A total of 180 rodents of five species, inhabiting the shores of local ponds, were examined microscopically (Table 1). The overall infection rate of adiasporomycosis was high (30.0%), but the prevalence in individual rodent species varied greatly: Common Vole, *Microtus arvalis* (Pall.) 9%; Short-tailed Vole, *M. agrestis* (L.) 13%; Bank Vole, *Clethrionomys glareolus* (Schreb.) 45%; Yellow-necked Mouse, *Apodemus flavicollis* (Melchior) 56%; Wood Mouse, *A. sylvaticus* (L.) 26%. The rodents of the genera *Clethrionomys* and *Apodemus* were significantly (chi-square 13.33; $P < 0.001$) more frequently infected with *E. parva* var. *crecens* than the members of the genus *Microtus*. Young rodents ($n=62$) were generally less often infected (17.7%) than adults (36.4%; $n=118$; chi-square 4.74; $P < 0.05$).

The highest prevalence rate was found in animals caught at the Donát fishpond (Table 1): 61% of local rodents (and as much as 78% of local adult rodents) were infected with *E. parva* var. *crecens*, which represents a significantly (chi-square 15.84; $P < 0.001$) greater proportion than that at the fishponds Štičí and Čikovec (27-28%) or at the remaining ponds (14-19%).

Table 2 shows the seasonal distribution of rodent adiasporomycosis in the area studied. The significantly (chi-square 10.51; $P < 0.05$) highest prevalence (53%) was found in the spring (March to April) while the lowest rate (21%) in November to December. Rodents of the genera *Clethrionomys* and *Apodemus*, taken collectively, were found to be infected significantly (chi-square 7.08; $P < 0.01$) more frequently between January and April (60%) than between May and December (26%); an analogical difference is also significant (chi-square 4.02; $P < 0.05$) for the adults of these genera (63% vs. 22%, resp.).

The mean intensity of infection with *E. parva* var. *crecens* was 25.3 adiaspores per infected animal, with a maximum of 388 adiaspores and a minimum (in 10 cases) of only one adiaspore. The mean intensity in adult rodents was 28.4 while in the juveniles it was 17.5 adiaspores per rodent; the difference was statistically insignificant. The infection intensity values were 19.9, 20.3, 60.6, 18.5 and 22.7 in the rodents caught at the ponds Donát, Štičí, Čikovec, Hlad and others, respectively.

Tab. 1. Distribution of adiasporomycosis according to locality (fishpond) and rodent species. (No. infected/no. examined).

Fishpond	Donát	Štičí	Čikovec	Hlad	Other*	Total	%
<i>M. agrestis</i>	2/8	0/5	1/8	2/21	3/21	8/63	12.7
<i>M. arvalis</i>	1/1	0/0	0/6	0/0	0/4	1/11	9.1
<i>C. glareolus</i>	17/22	8/27	3/7	6/18	1/4	35/78	44.9
<i>A. flavicollis</i>	1/1	1/2	3/4	0/2	0/0	5/9	55.6
<i>A. sylvaticus</i>	1/4	4/14	0/0	0/1	0/0	5/19	26.3
Total	22/36	13/48	7/25	8/42	4/29	54/180	
%	61.1	27.1	28.0	19.0	13.8		30.0

* Vrbinec 2/6, Rathan 0/5, Poulik 0/3, Štěpánek 1/3, Podhorník 0/3, Příbyl 0/2, Hranečník 1/1, Maršovec 0/1, Čepička 0/1, Ostrovec 0/1, Kacíř 0/1, Netušil 0/1, Novostudenecký 0/1.

Tab. 2. Seasonal distribution of infection in the rodent genera. (No. infected/no. examined).

Months	I-II	III-IV	V-VIII	XI-XII
<i>Microtus</i>	3/37	2/10	2/11	2/16
<i>Clethrionomys</i>	9/17	13/20	5/14	8/27
<i>Apodemus</i>	1/2	8/13	0/3	1/10
Total	13/56	23/43	7/28	11/53
%	23.2	53.5	25.0	20.8

Analogical values for the species *M. agrestis*, *C. glareolus*, *A. flavicollis* and *A. sylvaticus* were 23.2, 12.4, 112.0 and 16.6, respectively. However, all these differences among either ponds or rodent species were insignificant ($P > 0.10$).

The diameter of adiaspores detected in the rodent lung tissue varied between 101 μm and 658 μm (the latter size in an adult female of *M. agrestis* caught at the 'Hranečník' pond in January 1992), with an arithmetic mean of 336.7 μm . The differences in the mean adiaspore size (in μm) between adults (349.8) and juveniles (298.0) were insignificant ($P > 0.10$), as were those amongst individual rodent species (*M. agrestis* 325.9, *C. glareolus* 367.0, *A. flavicollis* 273.8, *A. sylvaticus* 236.6) and the rodents caught at particular fishponds (Donát 332.1, Štičí 320.5, Čikovec 348.9, Hlad 377.9, others 311.0).

DISCUSSION

The overall prevalence of rodent adiasporomycosis at the fishponds in the Studenec area was high, 30% (and 36% in adults). However, the distribution of this infection was heterogeneous, and it varied significantly among the ponds. The

highest prevalence was found at the Donát pond, where as much as 61% of local rodents (and 78% of the adults) were infected. The principal trapping site at this pond was a ca. 40 x 17 m area covered by a terrestrial stand of *Phragmites australis* [syn. *P. communis*] with a solitary willow shrub, situated down the pond dam. The bank vole, the yellow-necked mouse and the wood mouse were significantly more often infected with *E. parva* var. *crescens* than *Microtus* spp., similarly as observed in southern Moravia previously (Hubálek et al. 1991, 1995). Cumulative proportions of non-*Microtus* rodents out of all rodents captured were significantly (chi-square 14.29; $P < 0.01$) heterogeneous among the ponds: Donát 75.0%, Štičí 89.6%, Čikovec 44.0%, Hlad 50.0% and the rest 13.8%. The higher prevalence rate of adiasporomycosis in rodents caught at some ponds might be therefore explained by the greater proportions of non-microtine rodents among trapped mammals. However, when the prevalence rates in only non-*Microtus* rodents were compared among the ponds Donát (70.4%), Štičí (30.2%) and the rest (36.1%), the differences have remained significant (chi-square 6.81; $P < 0.05$) and indicative of the most common infection of rodents with *E. parva* var. *crescens* at the Donát fishpond. The shores of this pond might thus be regarded as a natural focus of adiasporomycosis.

The higher frequency of adiasporomycosis in adult mammals than in the young ones is a well-known phenomenon (Prokopič 1971, Ječný and Vojtěchová 1984, Hubálek et al. 1988, 1991), as well as the spring seasonal peak of the infection in rodents (Dvořák et al. 1967, 1969, Hubálek et al. 1993). This peak means that most of the positive rodents have contracted the infection during the winter or early spring.

REFERENCES

- DVOŘÁK J., OTČENÁŠEK M. and PROKOPIČ J. (1967): Seasonal incidence of adiaspores of *Emmonsia crescens*, Emmons et Jellison 1960 in wildy living animals. – *Mycopathologia* 31: 71-73.
- DVOŘÁK J., OTČENÁŠEK M. and PROKOPIČ J. (1969): The spring peak of adiaspiromycosis due to *Emmonsia crescens*, Emmons et Jellison 1960. – *Sabouraudia* 7: 12-14.
- DVOŘÁK J., OTČENÁŠEK M. and ROSICKÝ B. (1973): Adiaspiromycosis caused by *Emmonsia crescens*, Emmons et Jellison 1960. – *Studie ČSAV* (Prague), no.14: 1-120.
- EMMONS C. W. and JELLISON W. L. (1960): *Emmonsia crescens* sp.n. and adiaspiromycosis (haplomycosis) in mammals. – *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 89: 91-101.
- HUBÁLEK Z., JURICOVÁ Z. and ZIMA J. (1988): Adiaspiromycosis of mammals in an air-polluted area of Czechoslovakia. – *Ekológia* (Bratisl.) 7: 281-289.
- HUBÁLEK Z., ZEJDA J., NESVADBOVÁ J. and RYCHNOVSKÝ B. (1991): Adiasporomycosis – a widespread disease of rodents in southern Moravia, Czechoslovakia. – *Folia Zool.* 40: 107-116.
- HUBÁLEK Z., ZEJDA J., SVOBODOVÁ Š. and KUČERA J. (1993): Seasonality of rodent adiasporomycosis in a lowland forest. – *J. Med. Vet. Mycol.* 31: 359-366.
- HUBÁLEK Z., NESVADBOVÁ J. and RYCHNOVSKÝ B. (1995): A heterogenous distribution of *Emmonsia parva* var. *crescens* in an agro-ecosystem. – *J. Med. Vet. Mycol.* 33 [in press].
- JEČNÝ V. and VOJTĚCHOVÁ A. (1984): Adiaspiromykóza drobných savců z Mostecké kotliny Severočeské hnědouhelné pánve. – *Sbor. Okres. Muzea (Most)*, ř. přírod., 6: 11-21.
- KŘIVANEC K. (1977): Adiaspiromycosis in Czechoslovakian mammals. – *Sabouraudia* 15: 221-224.

- KŘIVANEC K. and OTČENÁŠEK M. (1977): Importance of free-living mustelid carnivores in circulation of adiaspiromycosis. – *Mycopathologia* 60: 139-144.
- MCGINNIS M. R., SIGLER L., BOWMAN B. H., MASUDA M. and WANG C. J. K. (1992): Impact of conidiogenesis, teleomorph connections, pleomorphism and molecular genetics on evolving hyphomycete systematics. – *J. Med. Vet. Mycol.* 30, Suppl. 1: 261-269.
- OTČENÁŠEK M., DVOŘÁK J. and PROKOPIČ J. (1965): Izolace *Emmonsia crescens* Emmons et Jellison 1960 na území ČSSR. – *Čs. Epidem.* 14: 229-232.
- PROKOPIČ J. (1971): The distribution of adiaspiromycosis in small mammals of the Czech Socialist Republic. – *Folia Parasitol.* 18: 323-327.
- PROKOPIČ J., DVOŘÁK J. and OTČENÁŠEK M. (1965): Adiaspiromycosis (haplomycosis) in Czechoslovakia. – *Sabouraudia* 4: 35-36.
- PROKOPIČ J., VLČEK M. and ŠTĚRBA J. (1981): Sledování adiaspiromykózy u drobných savců ve velkokapacitních vepřinech v Třeboňské pánvi. – *Vet. Med.* 26: 85-93.
- SNEDECOR G. W. and COCHRAN W. G. (1967): *Statistical Methods*, 6th ed. – Iowa State Univ. Press, Ames. 593 pp.
- VAN OORSCHOT C. A. N. (1980): A revision of *Chrysosporium* and allied genera. – *Studies in Mycology*, no. 20: 1-89.

Yeast population in the water of a polluted fish-pond

ELENA SLÁVIKOVÁ and RENÁTA VADKERTIOVÁ

Institute of Chemistry, Slovak Academy of Sciences,
Dúbravská cesta 9, 842 38 Bratislava, Slovakia

Sláviková E. and Vadkertiová R.: Yeast population in the water of a polluted fish-pond. – Czech Mycol. 48: 145–154

The present paper reports the results of a qualitative and quantitative investigation of yeast populations isolated from the water of one fish-pond near Bratislava. Quite a number of fish have perished from disease in this pond.

Eighteen different yeast species with various cell densities were identified from one hundred and fifteen water samples. *Aureobasidium*, *Sporobolomyces*, *Trichosporon*, *Candida* and *Cryptococcus* species occurred most frequently. The yeast populations of autumn and summer samples are compared. The total yeast count was 11 times higher in autumn than in summer. The distribution and densities of *Trichosporon cutaneum*, *Geotrichum candidum*, and to a certain degree of some species of the genus *Candida*, indicate the predominance of yeasts typical of a polluted aquatic environment.

Key words: Yeast population, polluted fish-pond, Slovakia

Sláviková E. and Vadkertiová R.: Kvasinková populácia vyskytujúca sa v znečistenej vode rybníka. – Czech Mycol. 48: 145–154

Práca zahŕňa výsledky kvalitatívneho a kvantitatívneho výskumu kvasinkovej populácie izolovanej z vody rybníka neďaleko Bratislavy. V tomto rybníku uhynulo pomerne veľké množstvo rýb.

Zo 115 vzoriek vody bolo identifikovaných 18 rôznych druhov kvasiniek s rôznou hustotou buniek. Najčastejšie sa vyskytovali druhy rodov *Aureobasidium*, *Sporobolomyces*, *Trichosporon*, *Candida* a *Cryptococcus*. Porovnáva sa kvasinková populácia vo vzorkách odobratých na jeseň a v lete. Celkové množstvo kvasiniek na jeseň bolo 11-krát vyššie, ako v lete. Rozšírenie a hustota *Trichosporon cutaneum*, *Geotrichum candidum* a do určitej miery aj niektorých druhov rodu *Candida* naznačujú prevahu kvasiniek typických pre znečistené vodné prostredie.

INTRODUCTION

Yeasts and yeast-like microorganisms are common inhabitants of the environment (Barker et al. 1984; Starmer et al. 1987; Švorcová and Kocková-Kratochvílová 1986), but only little is known about their role in nature. They form associations on the base of their similar physiological properties and show tolerance to certain substances. The physiological attributes of yeasts and yeast communities are useful indicators of habitat characteristics. This conclusion is based on the observation that yeast communities with similar physiological abilities are usually associated with habitats known to be phylogenetically similar (Phaff and Starmer 1987).

Mycological examination of different water sources indicates that yeasts are normal components of the biota of oceans, seas, lakes, and rivers (Spencer et al.

1970, Goto et al. 1974, Yamasato et al. 1974, Hagler et Mendonca-Hagler 1981), where simple carbon sources are present in low concentrations. The occurrence and distribution of yeasts in aquatic habitats has so far been studied mostly in connection with polluted waters. The number and the species detected depend on the type and purity of the water. Small yeast counts, about 10 cells.L⁻¹, are typical of open ocean water. Open waters of clean lakes usually contain under 100 cells.L⁻¹ (Meyers et al. 1970, Yamasato et al. 1974). The number of yeasts increases with the presence of pollution or with the presence of algae, and can reach a few thousand cells per litre or more (Hagler and Mendonca-Hagler 1981).

Yeasts constitute a major part of the fungi of sewage so that the presence of yeasts in any numbers in water could be taken as an indication of the presence of sewage as well (Spencer et al. 1974, Rosa et al. 1990).

This paper describes a qualitative and quantitative investigation of yeasts and yeast-like organisms isolated from the water of one fish-pond located in the middle of the Lowland Zahorie near Bratislava. The fish-pond is connected with Malina Brook and filled with its water. Grass, plants and shrubs covered the pond banks. On one side of the pond duck breeding was established. Quite a number of fish have perished from disease in this pond. The purpose of studying the yeast flora of representative water samples was to obtain a picture of the yeast population typical of the habitat, and to estimate as closely as possible the distribution of the various yeast species present in the samples taken for analysis.

MATERIALS AND METHODS

Collection of samples. The fish-pond was sampled twice, i. e. in summer and autumn. The samples were taken from 115 different sites. Water was collected in sterile bottles which were sunk into the water to a depth of 20 cm. The temperature of the water ranged from 21 to 23 °C during the first collection and from 6 to 8 °C during the second. The pH of the water fluctuated between 6.3 and 7.5.

Isolation of yeast pure cultures. Ten-millilitre aliquots of water were coagulated with a colloidal solution containing 0.5 mL 10% sodium carbonate and 0.25 mL 10% ferric sulphate and centrifuged for 2 min. Three drops of 20% sodium-potassium tartarate were added and the mixtures were streaked on wort agar plates containing 100 g.mL⁻¹ chloramphenicol. Some yeast strains were purified by using Spofa oxacilin (4-isoxalyl-5-methyl-3-phenyl-penicillin). A loopful of cells was transferred to 10 mL of wort broth (7%, w/w, extract) containing 100 g.mL⁻¹ of oxacilin and incubated for 24 h on a rotary shaker. After incubation, the suspension was diluted (1:10000) and spread on the surface of wort agar.

Identification. Morphological and physiological characteristics of the isolates were examined by the methods described by Van der Walt and Yarrow (1984),

Table 1. Survey of the occurrence of individual species in the water samples and their yeast cell densities

Species	Sampling in summer			Sampling in autumn		
	N (61)	Density*		N (54)	Density*	
		Average	Range		Average	Range
<i>Aureobasidium pullulans</i>	7	340	100-1000	37	2690	100-14000
<i>Bullera alba</i>				6	2730	700-8200
<i>Candida boidinii</i>				4	1900	200-3700
<i>C. famata</i>	5	540	100-1200			
<i>C. inconspicua</i>	10	280	100-1300	1	100	100
<i>C. krusei</i>	1	100	100	3	730	100-1200
<i>C. lambica</i>	1	200	200	1	200	200
<i>C. tropicalis</i>	2	350	100-600	1	300	300
<i>Cryptococcus albidus</i>				9	1350	200-2700
<i>Cr. laurentii</i>	8	830	200-2200	3	800	300-1700
<i>Geotrichum candidum</i>	4	330	100-800	8	540	100-2600
<i>Hansenula anomala</i>	1	600	600	13	1200	100-4300
<i>Rhodotorula minuta</i>	2	400	300-500			
<i>Rh. rubra</i>	2	350	100-600	2	450	300-600
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>				11	900	100-1800
<i>Sporobolomyces roseus</i>				37	2200	400-5400
<i>Torulaspota globosa</i>	3	1200	600-2400			
<i>Trichosporon cutaneum</i>	10	310	100-700	19	320	100-1400

Notice: n - number of samples from which the species was isolated, related to 61 and 54 examined samples, respectively

* - number of yeast cells in 1 l of water

and the strains were identified according to Kreger-Van Rij (1984) and Kocková-Kratochvílová (1990).

RESULTS AND DISCUSSION

One hundred and sixty-one yeast strains belonging to 11 genera and 18 species were isolated from the 115 water samples. *Aureobasidium*, *Sporobolomyces*, *Trichosporon*, *Candida*, and *Cryptococcus* species occurred the most frequently in the water of the fish-pond. The eighteen identified yeast species are the following:

Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud

Bullera alba (Hanna) Derx

Candida boidinii Ramirez

Candida famata (Harrison) Meyer et Yarrow

Candida inconspicua (Lodder et Kreger-Van Rij) Meyer et Yarrow

Candida krusei (Castellani) Berkhout

Candida lambica (Lindner et Genoud) Van Uden et Buckley

Candida tropicalis (Castellani) Berkhout

Cryptococcus albidus (Saito) Skinner
Cryptococcus laurentii (Kufferath) Skinner
Geotrichum candidum Link
Hansenula anomala (Hansen) H. et P. Sydow
Rhodotorula minuta (Saito) Harrison
Rhodotorula rubra (Demme) Lodder
Saccharomyces cerevisiae Meyen ex Hansen
Sporobolomyces roseus Kluyver et Van Niel
Torulaspora globosa (Klöcker) Van der Walt et Johannsen
Trichosporon cutaneum (De Beurm., Gougerot et Vaucher) Ota

Table 1 gives a listing of all species isolated in summer and autumn, respectively, together with the average number of cells and the range of each species per litre. In most samples several species were found. In summer yeast populations ranged from 100 to 1000 cells.⁻¹ in the majority of samples taken, only in 9 samples they ranged from 1000 to 4000 cells.⁻¹. The number of yeasts observed in autumn was distinctly higher than those isolated in summer. Autumn yeast populations ranged from 1000 to 5000 cells.⁻¹ in most samples, only in 4 samples they were smaller than 1000 cells.⁻¹ In 11 samples the yeast density fluctuated between 5000 and 10000 cells.⁻¹. In 5 samples the number of yeasts even exceeded 10000 cells.L⁻¹.

The average of the total number of yeast cells in 1 litre of water for all taken samples was 420 and 4700 cells in summer and autumn sampling, respectively, that is 11 times more in autumn.

There are also great differences between the yeast populations occurring in the fish-pond water in summer and autumn. *Cryptococcus laurentii*, *Torulaspora globosa*, *Trichosporon cutaneum*, *Candida inconspicua*, *C. famata*, *Aureobasidium pullulans* and *Geotrichum candidum* were the dominant species in the pond in summer. These seven species represented 88% of the total yeast population (Fig. 1). *Tr. cutaneum*, *C. inconspicua* and *Cr. laurentii* were the most frequently isolated species. Some species (*Candida krusei*, *C. lambica*, *C. tropicalis*, *Hansenula anomala*, *Rhodotorula minuta*, and *R. rubra*) were encountered occasionally (in 1 or 2 samples) and represented 0-3% of the total yeast counts in summer.

The occurrence of *A. pullulans* in the fish-pond increased in autumn and represented together with the species *Sporobolomyces roseus* 70% of the yeast population (Fig. 1). These two species were isolated from two-thirds of the samples. The third frequently found species was *Tr. cutaneum*. It was present in 19 samples, that is 37% of all samples taken in autumn. Less frequently the species *Bullera alba*, *Candida boidinii*, *Cryptococcus albidus*, *Geotrichum candidum*, *Hansenula anomala* and *Saccharomyces cerevisiae* occurred. Six species (*Candida inconspicua*, *C. krusei*, *C. lambica*, *C. tropicalis*, *Cryptococcus laurentii*, and *Rhodotorula rubra*) comprised only a small proportion of the total yeast counts and were isolated from 1-3 samples.

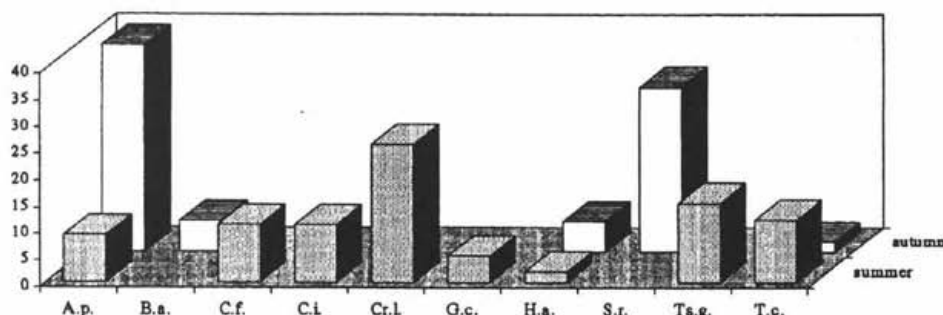


Fig. 1. Relative occurrence of the yeast species isolated from the fish-pond (% of the total yeast population)

A.p. - *Aureobasidium pullulans*, B.a. - *Bullera alba*, C.f. - *Candida famata*, C.i. - *Candida inconspicua*, Cr.l. - *Cryptococcus laurentii*, G.c. - *Geotrichum candidum*, H.a. - *Hansenula anomala*, S.r. - *Sporobolomyces roseus*, Ts.g. - *Torulasporea globosa*, T.c. - *Trichosporon cutaneum*

Table 2. Survey of some features of the yeast population

Feature	% of the occurrence of individual features	
	Yeast population in summer	Yeast population in autumn
Presence of urease	63	85
Fermentation of saccharides	26	13
Assimilation of nitrate	11	84
Assimilation of D-xylose	74	96
Assimilation of L-arabinose	38	84
Assimilation of soluble starch	63	84

The isolated strains are characterized by several features (Tab. 2). Most of them are a basidiomycetous character with the prevalent oxidative metabolism. A great number of yeasts utilized soluble starch and the pentoses D-xylose and L-arabinose. The species with the ability to utilize anorganically bound nitrogen were prevailingly found in autumn.

The physiological profile of the yeast community results from a compilation of the physiological abilities of the individual yeast species which were found living together. Properties of the isolated species are given in detail in Table 3.

The physiological attributes of the yeasts and yeast communities are useful indicators of habitat characteristics. This conclusion is based on the observation that yeast communities with similar physiological abilities are usually associated with habitats known to be phylogenetically similar (Phaff and Starmer 1987).

The "black yeast" *A. pullulans* is an ubiquitous organism often isolated from all types of water (Meyers et al. 1967, Kwasniewska 1980). We isolated it very frequently from artificial lake waters (Sláviková et al. 1992), mainly in autumn,

Table 3. Properties of isolated strains

Species					Fermentation							Assimilation			
	mal	suc	lac	glc	mal	suc	lac	raf	mlz	xyl	ara	inl	aml	cel	tre
<i>A. pullulans</i>	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	w	+	+
<i>B. alba</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>C. boidinii</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. famata</i>	-	-	-	v	+	+	-	+	+	+	+	-	w	+	+
<i>C. inconspicua</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. krusei</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. lambica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. tropicalis</i>	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	w	+	+	
<i>Cr. albidus</i>	-	-	-	-	+	+	v	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Cr. laurentii</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	w	+	+
<i>G. candidum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>H. anomala</i>	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+
<i>Rh. minuta</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>Rh. rubra</i>	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>S. cerevisiae</i>	+	+	-	+	+	+	-	w	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sp. roseus</i>	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	v	-	w	+	+
<i>Tsp. globosa</i>	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. cutaneum</i>	-	-	-	-	+	+	+	v	+	+	+	-	v	+	+

Table 3. cont.

Species	Assimilation KNO ₃	U	Growth at temperature [°C]			Growth in medium vitamin-free with 60% sucrose		
			5	28	37	42		
<i>A. pullulans</i>	+	+	w	+	-	-	+	-
<i>B. alba</i>	-	+	w	+	-	-	-	-
<i>C. boidinii</i>	+	-	w	+	w	-	w	w
<i>C. famata</i>	-	-	w	+	-	-	w	w
<i>C. inconspicua</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>C. krusei</i>	-	-	-	+	+	+	+	w
<i>C. lambica</i>	-	-	w	+	w	-	-	-
<i>C. tropicalis</i>	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Cr. albidus</i>	+	+	w	+	-	-	w	-
<i>Cr. laurentii</i>	-	+	w	+	-	-	-	-
<i>G. candidum</i>	-	-	w	+	-	-	+	-
<i>H. anomala</i>	+	-	w	+	-	-	+	+
<i>Rh. minuta</i>	-	+	w	+	-	-	-	-
<i>Rh. rubra</i>	-	+	w	+	w	-	-	-
<i>S. cerevisiae</i>	-	-	w	+	+	-	w	+
<i>Sp. roseus</i>	+	+	w	+	-	-	v	-
<i>Tsp. globosa</i>	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>T. cutaneum</i>	-	+	w	+	-	-	-	w

Notice: v - variable, w - weakly positive, u - urease production, mal - maltose, suc - sucrose, lac - lactose, glc - d-glucose, raf - raffinose, mlz - melezitose, xyl - d-xyllose, ara - l-arabinose, inl - inulin, aml - soluble starch, cel - cellobiose, tre - trehalose

and often in high densities. Its giant colony is initially cream to pinkish, later black pigments may develop. *A. pullulans* produces melanin and the extracellular polysaccharide pullulan. It is normally associated with foliage and soil and probably enters the water by run-off. The presence of "black yeast", in particular within the aquatic environment, should not be overlooked. Its wide adaptation to diverse ecological conditions is discussed by Mukerji and Gupta (1980). This organism undoubtedly plays an important role in certain ecosystems and it therefore deserves more attention in future studies. *A. pullulans* formed 39% of the total yeast population of the fish-pond in autumn (Fig. 1).

Particularly red yeasts were very frequently found; the majority of them were members of the species *Sporobolomyces roseus* (Tab. 1). *Sporobolomyces* is a genus of oxidative basidiomycetous red yeasts which form ballistospores and is most often associated with the phyllosphere of terrestrial plants. Yeasts of this genus probably, like *Aureobasidium*, enter aquatic environments by run-off from foliage (Ahearn et al. 1968). Red yeasts generally produce a high level of orange to red carotenoids. During periods of intensive sunlight, carotenoids function to protect the photosynthetic apparatus of plants and algae against photodestruction (Goodwin 1981). Similarly, they may also protect the vital structures and processes of yeast cells, thus accounting for their selective enrichment. This is the possible reason for the predominance of red yeasts in the upper water layers (Van Eijk et Roeymans 1982; Kwasniewska 1988). Some species of the genus *Sporobolomyces* were isolated from seawater samples collected in the Pacific Ocean, too (Hernandez-Saavedra et al. 1992).

The genus *Rhodotorula* was represented by the two species *R. rubra* and *R. minuta*. *R. rubra* belongs to the most frequently isolated species from water, but we have only isolated it from 4 samples. The red yeasts utilize a wide range of compounds as carbon sources, are mostly mesophilic, but grow relatively well at a temperature of 5 °C (Tab. 3).

The species *Trichosporon cutaneum* and *Geotrichum candidum* are characterized by the formation of true hyphae and arthrospores. *G. candidum* differs from *Tr. cutaneum* by the assimilation of saccharides and in no production of urease (Tab. 3). D-xylose is assimilated by both species. *Tr. cutaneum* is considered a potential human and animal pathogen (Hurley et al. 1987). It has been found in lakes, rivers, pool waters and especially in polluted waters (Meyers et al. 1970; Spencer et al. 1970; Švorcová and Kocková-Kratochvílová 1986). Large concentrations of *Trichosporon* species were found in water heavily polluted with domestic waste (Woollett and Hedrick 1970). *Tr. cutaneum* was widely distributed on the side of the fish-pond, where duck breeding was established. Practically each sample taken from that area contained *Tr. cutaneum* and/or *G. candidum*, in concentrations up to 1400-2600 cells.⁻¹. The species *G. candidum*, generally considered to be a saprophyte, is associated with human and animal waste (sputum, stools) and

polluted water. It may be pathogenic for people and animals under certain conditions (De Hoog et al. 1986).

The genus *Cryptococcus* was represented by the species *Cr. laurentii* and *Cr. albidus*. *Cr. albidus* was not isolated in summer and comprised a small proportion of the total yeast counts in autumn. *Cr. laurentii* made up around 25% of the yeast counts in summer (Fig. 1). These species are associated with clean, fresh and marine-coastal waters, but they also occur, usually in a relatively low percentage of the total yeast number, in heavily polluted water and sewage. The fish-pond water was more polluted in autumn in consequence of duck breeding and *Cryptococcus* species appear to have a low incidence in this water, which is in accordance with the results of Woollett and Hedrick (1970), who indicated the genus *Cryptococcus* is more important in unpolluted than polluted water. The strains of this basidiomycetous genus were able to utilize most saccharides as the sole carbon source, but did not ferment them (Tab. 3).

A few cultures of *Bullera alba* were found in autumn. This species differs from *Cryptococcus* species by the formation of ballistospores.

Species of the genus *Candida* (*C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. lambica* and *C. boidinii*) were encountered occasionally, with the exception of high numbers of *C. famata* and *C. inconspicua* found in the samples taken in summer. Both of them made up 11% of the total yeast counts. All *Candida* species found in autumn constituted less than 4% of the total yeast number. A few *Candida* species which are frequently found in association with man and animals, may be an indication of the presence of human and/or animal waste. *C. krusei* and *C. tropicalis* belong to this group (Hurley et al. 1987). The cosmopolitan yeast *C. famata* is ubiquitous in fresh and marine waters. *C. famata* and *C. inconspicua* have been associated with human infections, although their causative roles are questionable (Mc Ginnis 1980; Mok et al. 1982).

Only three ascosporogenous species were found. The two species *Hansenula anomala* and *Saccharomyces cerevisiae* were prevalingly isolated in autumn. *Torulaspota globosa* was only found in three samples in summer, but in high densities. Some strains of this species were isolated from soil and faeces (Barnett et al. 1990). The pellicle-forming *H. anomala* usually occurring in association with trees (Spencer et al. 1974) was the dominant yeast in three artificial freshwater lakes (Sláviková et al. 1992). It has been found as a common species in polluted waters (Hagler and Ahearn 1987). *H. anomala* can ferment and assimilate saccharides; assimilation of nitrate also takes place (Tab. 3). *S. cerevisiae* is often closely associated with pollution. It was encountered in a polluted estuary (Hagler and Mendonca-Hagler 1981) and the South Saskatchewan, a polluted river (Spencer et al. 1970).

The results of 115 water samples indicate the predominance of yeasts typical of polluted aquatic environment. The distribution and densities of *Tr. cutaneum*, *G.*

candidum and to a certain degree of some species of the genus *Candida*, prevailing in the area of duck breeding, have considerably contributed to the heavy pollution of the fish-pond water. These species are often associated with animals and may cause different infections (Hurley et al. 1987). We consider the contamination of water by duck faeces one of the main reasons of this state.

Comparison of data on yeast populations with those obtained in our earlier studies on artificial lake waters, demonstrates the feasibility of using species distribution patterns as indicators of water quality.

A c k n o w l e d g e m e n t s

This work was supported by a grant from the G.A.S. for Biological and Ecological Sciences No 393/1991.

R E F E R E N C E S

- AHEARN D. G., ROTH F. J., JR. and MEYERS S. P. (1968): Ecology and characterization of yeasts from aquatic regions of South Florida. – *Mar. Biol.* 1: 291–308.
- BARKER J. S. F., EAST P. D., PHAFF H. J. and MIRANDA M. (1984): The ecology of yeast flora in necrotic *Opuntia* cacti and of associated *Drosophila* in Australia. – *Microb. Ecol.* 10: 379–399.
- BARNETT J. A., PAYNE R. W. and YARROW D. (1990): Yeasts: characteristics and identification. – Cambridge University Press, Cambridge.
- DE HOOG G. S., SMITH M. TH. and GUÉHO E. (1986): A revision of the genus *Geotrichum* and its teleomorphs. – *Stud. Mycol.* No 29, Centraalbureau voor Schimmelcultures Baarn and Delft.
- EIJK G. W. VAN and ROEYMANS H. J. (1982): Distribution of carotenoids and sterols in relation to the taxonomy of *Taphrina* and *Protomyces*. – *Antonie van Leeuwenhoek* 48: 257–264.
- GOODWIN T. W. (1981): The biochemistry of the carotenoids. – London: Chapman and Hall, Vol. 1.
- GOTO S., OHWADA K. and YAMASATO K. (1974): Identification of yeasts isolated from seawater and sediment in Aburatsubo Inlet. – *J. Gen. Microbiol.* 20: 317–322.
- HAGLER A. N. and AHEARN D. G. (1987): Ecology of aquatic yeasts. – In: Rose A. H. and Harrison J. S. (Ed.), *The yeasts*, Vol. 1. Academic Press, London, pp. 181–205.
- HAGLER A. N. and MENDONÇA-HAGLER L. C. (1981): Yeasts from marine and estuarine waters with different levels of pollution in the state of Rio de Janeiro, Brazil. – *Appl. Environ. Microbiol.* 41: 173–178.
- HERNANDEZ-SAAVEDRA N. Y., HERNANDEZ-SAAVEDRA D. and OCHOA J. L. (1992): Distribution of *Sporobolomyces* (Kluyver et Van Niel) genus in the western coast of Baja California Sur, Mexico. – *System. Appl. Microbiol.* 15: 319–322.
- HURLEY R., DE LOUVOIS J. and MULHALL A. (1987): Yeasts as human and animal pathogens. – In: Rose A. H. and Harrison J. S. (Ed.), *The yeasts*, Vol. 1. Academic Press, London, pp. 207–281.
- KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ A. (1990): Taxonomy of yeasts and yeast-like species. – (In Slovak), ALFA, Bratislava, Czechoslovakia.
- KREGER-VAN RIJ N. J. W. (ed.) (1984): *The yeasts, a taxonomic study*. 3rd ed. – Elsevier, Amsterdam.
- KWASNIEWSKA K. (1988): Horizontal distribution and density of yeasts and filamentous fungi in Lake St. Clair water. – *J. Great Lakes Res.* 14: 438–443.
- MC GINNIS M. R. (1980): Reported fungal pathogens of man. – In: *Laboratory handbook of medical mycology*, Academic Press, Inc. New York, pp. 619–643.
- MEYERS S. P., AHEARN D. G. and COOK W. L. (1970): Mycological studies of Lake Champlain. – *Mycologia* 62: 504–515.
- MEYERS S. P., AHEARN D. G., GUNKEL W. and ROTH F. J., JR. (1967): Yeasts from the North Sea. – *Marine Biol.* 1: 118–123.

- MOK W. Y., LUIZÁO R. C. C., DO SOCORRO BARRETO D. A. and SILVA M. (1982): Isolation of fungi from bats of the Amazon Basin. - *Appl. Environ. Microbiol.* 44: 570-575.
- MUKERJI K. G. and GUPTA R. (1980): Ecology of two deuteromycetous yeasts on leaf surface of *Corchorus olitorius* L. plants. - In: Stewart G. C. and Russel I. (Ed.), *Current developments in yeast research*, Pergamon Press, London, Canada, pp. 682-714.
- PHAFF H. J. and STARMER W. T. (1987): Yeasts associated with plants, insects and soil. - In: Rose A. H. and Harrison J. S. (Ed.), *The yeasts*, Vol. 1. Academic Press, London, pp. 123-180.
- ROSA C. A., DE RESENDE M. A., FRANZOT S. P., DE MORAIS P. B. and BARBOSA F. A. R. (1990): Yeasts and coliforms distribution in a palaeokarstic lake of Lagoa Santa Plateau -MG, - Brasil. *Rev. Microbiol.*, Sao Paulo 21: 19-24.
- SLÁVIKOVÁ E., VADKERTIOVÁ R. and KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ A. (1992): Yeasts isolated from artificial lake waters. - *Can. J. Microbiol.* 38: 1206-1209.
- SPENCER J. F. T., GORIN P. A. J. and GARDNER N. R. (1970): Yeasts isolated from the South Saskatchewan, a polluted river. - *Can. J. Microbiol.* 16: 1051-1057.
- SPENCER J. F. T., GORIN P. A. J. and GARDNER N. R. (1974): Yeasts isolated from some lakes and rivers of Saskatchewan. - *Can. J. Microbiol.* 20: 949-954.
- STARMER W. T., GANTER P. F., ABERDEEN V., LACHANCE M. A. and PHAFF H. J. (1987): The ecological role of killer yeasts in natural communities of yeasts. - *Can. J. Microbiol.* 33: 783-796.
- SUZUKI M., NAKASE T., DAENGSUBHA W., CHAOWSANGKET M., SUYANANDANA P. and KOMAGATA K. (1987): Identification of yeasts isolated from fermented foods and related materials in Thailand. - *J. Gen. Appl. Microbiol.* 33: 205-220.
- ŠVORCOVÁ L. and KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ A. (1986): Yeast celled microorganisms in pool waters related to overall pollution. - *Biológia* (Bratislava) 41: 259-268.
- VAN DER WALT J. P. and YARROW D. (1984): Methods for the isolation, maintenance, classification and identification of yeasts. - In: Kreger-Van Rij N. J. W. (Ed.) *The yeasts, a taxonomic study*, 3rd ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 130-145.
- WOOLLETT L. L. and HEDRICK L. R. (1970): Ecology of yeasts in polluted water. - *Antonie van Leeuwenhoek* 36: 427-435.
- YAMASATO K., GOTO G., OHWADA K., OKUNO D., ARAKI H. and IIZUKA H. (1974): Yeasts from the Pacific Ocean. - *J. Gen. Appl. Microbiol.* 20: 289-307.

**Phellinus cavicola, a new xanthochroic setae-less polypore
with coloured spores**

FRANTIŠEK KOTLABA¹ and ZDENĚK POUZAR²

¹Na Petřinách 10, 162 00 Praha 6, Czech Republic

²Mycological Department of the National Museum, Václavské nám. 68, 115 79
Praha 1, Czech Republic

Kotlaba F. and Pouzar Z. (1995): *Phellinus cavicola*, a new xanthochroic setae-less polypore with coloured spores. – *Czech Mycol.* 48: 155–159

A new *Phellinus* species, viz. *Phellinus cavicola* Kotl. et Pouzar (Hymenochaetaceae), is described. It is remarkable for its resupinate, perennial, rusty brown, tough carpophores, coloured spores and absence of setae. The new species is closely related to *Phellinus inermis* (Ellis et Everh.) G.H.Cunn. but differs by the much thicker carpophores, slightly smaller pores and somewhat shorter spores. Ecologically, it is interesting by its occurrence in the cavities of stumps of broad-leaved trees.

Key words: *Phellinus cavicola*, Hymenochaetaceae, polypores, Czech Republic and Bulgaria, taxonomy

Kotlaba F. a Pouzar Z. (1995): Ohňovec dutinový, nový xanthochroidní choroš bez set se zbarvenými výtrusy. – *Czech Mycol.* 48: 155–159

Popisuje se nový druh choroše ohňovec dutinový – *Phellinus cavicola* Kotl. et Pouzar (kožovkovité), který je charakteristický rozlitémi, vytrvalými, tuhými, rezavě hnědými plodnicemi, zbarvenými výtrusy a chyběním set. Ekologicky je zajímavý růstem v dutinách pařezů listnatých stromů. Je blíže příbuzný druhu *Phellinus inermis* (Ellis et Everh.) G.H.Cunn., od něhož se liší značně tlustšími plodnicemi, trochu menšími póry a poněkud kratšími výtrusy.

INTRODUCTION

The number of *Phellinus* species with coloured spores is extremely low in Europe but, in subtropical and tropical countries, these polypores occur in a much larger number of species. To our surprise, this polypore with coloured spores and without setae grows inside the hollow stump of a Norway maple in Průhonice park near Prague. When trying to identify this fungus, we soon came to the characteristic group of *Phellinus* around *Phellinus umbrinellus* (Bres.) Ryv. and *Phellinus inermis* (Ellis et Everh.) G.H.Cunn. As none of these species, however, appear to be identical with our polypore, we decided to describe it as new. In addition, whilst studying older herbarium material, we found in PRM a collection from Bulgaria, which exactly matched our specimens from Průhonice park in Bohemia.

Phellinus cavicola Kotlaba et Pouzar, spec. nov.

Description Carposoma resupinatum, dure lignosum, 10-30 cm longum et 9-15 mm crassum, perenne, multistratosum, margine 0,5-2 mm lato, levi, dilute

luteo usque albidoluteo, sericeo-nitidulo. Tubuli non-numquam valde obliqui, 2-16 mm longi, inconspicue stratosi, tabacino-ferrugineo-brunnei, poris 5-6 per 1 mm, rotundatis vel leviter polygonatis, dissepimentis olivaceo-ferrugineis, sicco ochraceo-ferrugineis, in statu recenti micantibus. Caro valde tenuis (usque 2 mm crassa), fibrillosa, dura, ferrugineo-brunnea. Inter substratum et carposomata stratum tenue, nigrum, durum repertum est. Odor saporque nulli. Pulvis sporarum ferrugineo-brunneus.

Systema hypharum dimiticum: hyphae generativae 1.5-2 μm latae, hyalinae, tenui-tunicatae, septatae, ramificatae; hyphae sceleticae 2-3 μm latae, crasse tunicatae, haud ramificatae, haud septatae, flavo-ferrugineae. Basidia breviter clavata, circa 12 μm longa et 5-6 μm lata, tetrasterigmatica, sterigmatibus fere rectis, tenuibus, brevibus (usque 4.5 μm longis). Sporae (4.5-)4.7-5.5 x (3.8-)4-4.5 μm , breviter ellipsoideae, pariete incrassato, levi, tabacino-ferrugineo.

Holotypus: Průhonice pr. Praha, Bohemia centr., in horto botanico "Průhonický park" dicto; *Acer platanoides*, in cavitate codicis, 12.IX. 1994, leg. F. Kotlaba, det. F. Kotlaba et Z. Pouzar (PRM 842924).

Carpophore resupinate, hard lignose, about 10-30 cm long and 9-15 mm thick, plane to very low pulvinate, perennial, continually stratified, with 0.5-2 mm wide, smooth, pale yellow to whitish yellowish, silky lustrous margin. Pores 5-6 per 1 mm, orbiculate or slightly polygonous, olive ferruginous when dried, ochraceous ferruginous and with lustrous reflex (glancing) when fresh. Tubes mostly very much oblique, 2-16 mm long, indistinctly stratified, without interstitial layers, snuff-ferruginous brown; old tubes sometimes filled with whitish to pale yellowish coloured tissue. Context very thin, at most 2 mm thick, fibrillose, hard, ferruginous brown. Between the carpophore and the wood, there is sometimes a thin, irregular black layer, which is horny, somewhat resinous and granular, lustrous in section. Smell and taste none. Spore print ferruginous brown.

Hyphal system dimitic: generative hyphae 1.5-2 μm wide, hyaline, thin-walled, ramified and septate; skeletal hyphae 2-3 μm wide, yellowish-ferruginous, thick-walled, unramified, aseptate. Basidia shortly clavate, cca 12 μm long, 5-4 μm broad, tetrasterigmatic, with narrow, straight, short sterigmata up to 4.5 μm long. Setae, setal hyphae or cystidia absent. Spores (4.5-)4.7-5.5(-5.7) x (3.8-)4-4.5 μm , shortly ellipsoid, with slightly thickened, smooth, tobacco-coloured walls.

The following species of fungi occurred on the stump of the Norway maple from which *Phellinus cavicola* was collected: *Bjerkandera adusta* (Bull.: Fr.) P.Karst., *Coprinus disseminatus* (Pers.: Fr.) S.F.Gray, *C. micaceus* (Bull.: Fr.) Fr., *Trametes gibbosa* (Pers.: Fr.) Fr. (carpophores of this polypore grew also in the upper part of the stump cavity, whereas *Phellinus cavicola* was situated in the lower part), *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát and *Stereum hirsutum* (Willd.: Fr.) Pers. - the exterior of the stump was nearly totally covered by carpophores of the above-mentioned fungi with *Phellinus cavicola* inside.



Fig. 1 *Phellinus cavicola*, part of the living carpophore. Průhonice Park, 2.5.1995. x 1.1. Photo F. Kotlaba.



Fig. 2 *Phellinus cavicola*, part of the dried carpophore. Průhonice Park, 16.3.1994. x 1.3. Photo F. Kotlaba.



Fig. 3 *Phellinus cavicola*, part of the dried carpophore showing also the black crust on its upper margin. Průhonice Park, 16.3.1994. x 2.5. Photo F. Kotlaba.

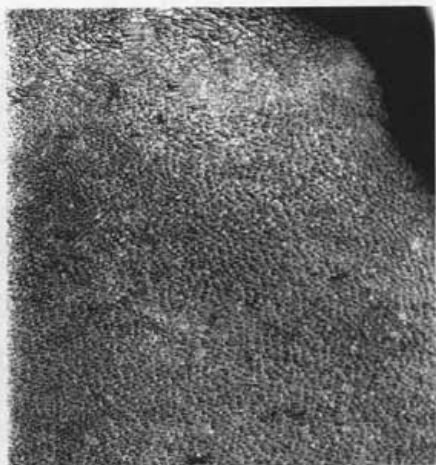


Fig. 4 *Phellinus cavicola*, pores of the dried carpophore. Průhonice Park, 16.3.1994. x 4.5. Photo F. Kotlaba.

SPECIMENS SEEN

Czech Republic, Central Bohemia, Průhonice near Prague, "Průhonický Park" (above alpinum), in a cavity within a stump of *Acer platanoides*, 16.III.1993 (PRM 883724), 8.III.1994 (PRM 883721), 16.III.1994 (PRM 882389), 28.VI.1994 (PRM 883723), 12.IX.1994 (PRM 842924 - holotype) 28.IX.1994 (PRM 883720 - also with spore print), 2.XI.1994 (PRM 883722) and 2.V.1995 (PRM 883740) ; all collected by F. Kotlaba, determined by F. Kotlaba and Z. Pouzar.

Bulgaria, SE costal area, National Park "Ropotamo" between Sozopol and Primorsko, within a stump of *Ulmus* sp., 7.VII.1975, leg. F. Kotlaba, det. F. Kotlaba and Z. Pouzar (PRM 816562)

DISCUSSION

Phellinus cavicola Kotl. et Pouzar is similar and closely related to *Phellinus umbrinellus* (Bres.) Ryv. which differs in its much thinner carpophores (up to 5 mm only), smaller pores (6-8 per 1 mm) and smaller spores (4-4.7 x 3-3.8 μ m). It is known mostly from tropical and subtropical North, Central and South America; with a single collection in England for Europe is published (Ryvarden 1994, Ryvarden and Gilbertson 1994).

Much closer allied appears to be *Phellinus inermis* (Ellis et Everh.) G.H.Cunn., which has also much thinner carpophores (up to 6 mm), slightly smaller pores (4-5 per 1 mm) and somewhat longer spores (5-6 x 4-4.5 μ m). This species is known from North and South America and New Zealand (Gilbertson and Ryvarden 1987).

In connection with the study of our new *Phellinus*, we examined type specimens of *P. inermis* from the Herbarium of the New York Botanic Garden (NY) and *P. umbrinellus* from Naturhistoriska Museum in Stockholm (S). As we accumulated some knowledge which could also be useful to other mycologists, our results are here appended.

Type specimen of *Poria umbrinella* Bres. (Hedwigia 35: 282, 1896) from Brazil, Santa Catharina, Blumenau, coll. Dr. Möller, no. 804 (S 93/162 - lectotype). Two thin irregularly elongated angular fragments of a completely resupinate carpophore measuring 4.5 x 1.4 cm and 3 x 0.9 cm, of the stag-brown or tobacco-brown colour with a yellowish tint, with 7 pores per 1 mm, polygonal-orbicular. Spores 4-4.5 x 3-3.7 μ m, shortly ellipsoid, smooth, thick-walled, pale yellowish brown. - The second specimen (S 94/217) is probably a duplicate (but not designated as the type). The two fragments of a carpophore are somewhat larger, measuring 3.6 x 3.2 x 2.8 cm and 3.9 x 2.5 cm with a natural margin which is narrow and glabrous, brown. Maximum thickness of a carpophore is 4 mm in one of the fragments. On some places we were able to observe 8 pores per 1 mm. The variability of the spores is here more representative: 3.5-4.7(-5.3) x 2.3-3.8 μ m; setae absent.

The type of *Poria inermis* Ellis et Everhart (Acad. Nat. Sci. Philadelphia Proc. 1894 : 322, 1894) is from the U.S.A., New Jersey, Newfield, coll. J. B. Ellis, New York Botanic Garden (NY - lectotype selected by J. L. Lowe, November 1965). It is one completely resupinate specimen of an irregularly elliptic shape, 7.5 x 2.8 cm, 3.5 mm thick, with the sterile, 0.5 mm wide, pale rusty margin; pores (3-)4-5 per 1 mm, subangular, on the side of carpophore completely opened, lustrous, ferruginous; context is 0.3-1, 5 mm thick, of a yellow-rusty colour. Old tubes are in some places filled with a white or yellowish hyphal felt. Spores (4.5-)5-5.5(-6) x (3.8-)4-4.2(-4.5) μm , shortly ovoid-ellipsoid, thick-walled, yellowish to pale rusty; setae none.

We were also able to study some further specimens of *Phellinus inermis* from the U.S.A. preserved in the herbarium of the Mycological Department of the National Museum in Prague (PRM), which were in complete agreement with the type (except that, in some places, a black, irregular, horny crust has developed between the substratum and the carpophore).

It is possible that the occurrence of *Phellinus cavicola* in cavities of tree stumps is only accidental and that this species may also be found outside cavities: on the grounds of only two collections, we cannot make any generalization on its ecology.

A c k n o w l e d g e m e n t s

We thank Dr. Josef Herink for his invaluable assistance with the Latin diagnosis.

R E F E R E N C E S

- GILBERTSON R. L. and RYVARDEN L. (1987): North American polypores. Part 2. - P. 434-885, Oslo.
 RYVARDEN L. (1994): *Phellinus umbrinellus* - new to Europe. *Mycologist* 8: 6.
 RYVARDEN L. and GILBERTSON R. L. (1994): European polypores. Part 2. - P. 388-743, Oslo.

**Australischer Rostpilz *Puccinia lagenophorae*
auch in der Tschechischen und Slowakischen Republik und in
Ungarn**

JIRÍ MÜLLER

Provazníkova 76, 613 00 Brno, Tschechische Republik

Müller J. (1995): The Australian rust fungus *Puccinia lagenophorae* also in Czech republic, Slovak republic and Hungary. – *Czech Mycol.* 48: 161–167

In the 1990 – 1994 *Puccinia lagenophorae* Cooke (both aecia and telia) has been found for the first time on *Senecio vulgaris* in Czech republic (at 9 localities), Slovak republic and Hungary. A description is given of the rust fungus incl. its markings estimated by SEM. The overwintering of aecial stage was observed in Brno. The host plants are compiled and the possibly way of introduction of the mentioned rust into Europe is discussed.

Key words: *Puccinia lagenophorae*, *Senecio vulgaris*, Czech republic, Slovak republic, Hungary.

Müller J. (1995): Australská rez *Puccinia lagenophorae* také v České a Slovenské republice a v Maďarsku. – *Czech Mycol.* 48: 161–167

V letech 1990 – 1994 byla nalezena poprvé *Puccinia lagenophorae* Cooke (aecia i telia) na *Senecio vulgaris* v České republice (na 9 lokalitách), Slovenské republice a Maďarsku. Je podán popis rzi včetně znaků zjištěných elektronovým rastrovacím mikroskopem. Bylo pozorováno přezimování aeciového stadia v Brně, jsou uvedeny hostitelské rostliny a domněnky o zavlečení rzi do Evropy.

Anfang Oktober 1990 fand Doz. V. Zacha in Brno-Komárov Aecidien auf *Senecio vulgaris* L. Den Rostpilz bestimmte ich als *Puccinia lagenophorae* Cooke, die bisher aus dem Gebiet der ehemaligen Tschechoslowakei nicht bekannt war. Bald darauf entdeckte Zacha und ich diesen Rost auf weiteren Fundorten in Mähren, Böhmen, Deutschland, Niederösterreich, der Slowakei und Ungarn.

Übersicht der von uns festgestellten Fundorte von *Puccinia lagenophorae*

1. Deutschland: Frankfurt/Main: an Gewächshäusern im botanischen Garten "Palmengarten", ca 100 m ü.M., I, gemeinsam mit *Erysiphe fischeri* Blum., 23.X.1990 leg. J.Müller.

2. Tschechische Republik: Böhmen: Praha: in der Gärtnerei der Forschungsanstalt für Ziergärtnerei in Průhonice, ca 280 m, I, XI.1990 leg. V.Zacha.

3. – Böhmen: Praha-Kyje: Schrebergarten-Kolonie "Jahodnice 2", ca 200 m, I,III, 15.XI.1994 leg. Z.Černohorský, 13 Pflanzen befallen, det. Z.Urban.

4. – Mähren: Brno: an sonniger Mauer der Burg-Weinstube auf dem Špilberk, 288 m, I, 2.XI.1990 leg. J.Müller. Ebendort, I, 13.V.1991 leg. J.Müller.

5. – Mähren: Brno: in der Gartenanlage auf dem Mendelplatz, ca 200 m, I, 27.XII.1990 leg. J.Müller.

6. – Mähren: Brno-Komárov: an Gewächshäusern der Gärtnerei der Technischen und Gartenverwaltung der Stadt Brno, 197 m, I gemeinsam mit *Erysiphe fischeri*, 10.X.1990 leg. V.Zacha. Ebendort: am Feldrand, I gemeinsam mit *Bremia lactucae* Reg., 17.X.1990 leg. J.Müller.

7. – Mähren: Brno-Průžnice: im Garten in der Schrebergarten-Kolonie "Moravské lány", ca 215 m, I, 9.IX.1991 leg. J.Müller.

8. – Südmähren: Břeclav: an Gewächshaus der Gärtnerei in Tvrdonice, ca 160 m, I, X.1990 leg. V.Zacha. Ebendort, I und III, VII.1991 leg. V.Zacha.

9. – Ostmähren: Kroměříž: in den Obstbaumschulen Ing. Horáks in Bystřice p.Host., ca 300 m, I gemeinsam mit *Coleosporium senecionis* Kickx und *Albugo tragopogonis* (Pers.)S.F.Gray, VII.1992 (V.Zacha, persönl. Mitteilung).

10. – Ostmähren: Kroměříž: Baumschule in Dobrotice bei Holešov, ca 250 m, I, VIII.1993 leg. V.Zacha.

11. Österreich: Niederösterreich: im Feld bei Leopoldsdorf im Marchfeld, ca 150 m, I und III, X.1991 leg. V.Zacha.

12. Slowakische Republik: Senica: Baumschule bei Šajdíkove Humence, ca 200 m, I, 23.IX.1994 leg. V.Zacha.

13. Ungarn: Sopron: Baumschule Öko-plant bei Sopronhorvács, ca 200 m, I, 28.IX.1994 leg. V.Zacha.

14. Rumänien: Bistrita nordöstlich von Cluj-Napoca: Versuchsstation für Obstbau, ca 500 m, I, 28.IX.1979 leg. Z.Urban.

An allen Fundorten wurde der Rost auf *Senecio vulgaris* gesammelt. Sämtliche Belege (ausser Fund No. 9 und 14) sind in meinem Privatherbarium hinterlegt.

Beschreibung der *Puccinia lagenophorae*

Fund aus Brno-Komárov vom 17.X.1990:

Spermogonien nicht festgestellt. Frische Aecidien orange mit einem Stich ins Rote, meistens auf den Stengeln (s. Abb. 1), auf gelblichen, gewölbten, 2-20 mm langen, elliptischen, in der Richtung des Stengels gestreckten Flecken, die Äste schwellen an den befallenen Stellen an und biegen sich, manchmal verlängern sie sich. Mitunter verschmelzen die Flecken und die Aecidien bedecken dann den Stengel in der Länge von bis zu 4 cm. Seltener entwickeln sich die Aecidien auf der Blattrippe, das Blatt ist dann gewölbt oder hohl. Im anderen Falle sind die Aecidien nicht so dicht in Gruppen auf der Blattspreite angeordnet (Abb. 2). Sie werden auf der Ober- und Unterseite sowie auf den Involukralblättern gebildet.

Pseudoperidie becherförmig, ausgebogen, weisslich, zerschlitzt. Sori sehr niedrig, 0,3-0,44 mm breit.

Pseudoperidienzellen in deutlichen Reihen, 32-35 x 14-17 μm gross, auf der Aussenseite nach unten übereinandergreifend (Abb. 3), Aussenwand ca 5 μm dick, fein quergestreift, bei Aufsicht flachwarzig. Innenwand ca 3 μm dick, mit Stäbchenstruktur (Abb. 4), Stäbchen oben abgerundet. Bei Flächenaufsicht zeigt sich die Wand dicht warzig (Warzen 0,5-1,4 μm im Durchmesser, einige verschmelzen zu 2-3). Lumen der Zellen eng. Aecidiosporen kugelig, eiförmig oder ellipsoidisch-polygonal, meistens 14-17 x 12-14 μm gross, Wand ca 1-1,5 μm dick, farblos, auf der Oberfläche (Abb. 5) mit dichten, kleinen Warzen in Reihen (Warzendurchmesser ca 0,3 μm), die auf einer Seite in grössere kugelförmige Warzen (0,75-1,7 μm im Durchmesser) übergehen. Ausserdem sind auf der Wandoberfläche halbkugelige, abfallende Plättchen. Ihr Durchmesser beträgt ca 3-4 μm , ihre Höhe 2 μm . Nach Abfallen der Plättchen bleiben auf der Wandoberfläche kahle Stellen. Auch einige grosse Warzen fallen ab. Inhalt der Aecidiosporen gelb.

Der Fund aus Leopoldsdorf: Telien vereinzelt auf den Stengeln neben den Aecidien, schwarz, etwa 1/4-1 mm lang, rundlich bis länglich, mässig fest, anfangs von der Epidermis bedeckt, die später länglich aufreisst und die Telien umsäumt. Teliosporen abfallend, meistens keulenförmig oder länglich, 36-49 x 16-23 μm , am Scheitel gerundet oder stumpf zugespitzt, selten abgestutzt, in der Mitte schwach eingeschnürt, unten gerundet oder verschmälert. Wand ca 2 μm dick, am Scheitel auf 5-8 μm verdickt, glatt, zimtbraun, am Scheitel dunkler. Keimporus der oberen Zelle scheitelständig. An einigen Sporen sind Leisten ersichtlich. Stiel dick, fest, bräunlich, so lang wie die Spore oder kürzer. Oft einzellige, längliche Mesosporen.

Geschichte des Vorkommens in Europa

Puccinia lagenophorae stammt aus Australien und Neuseeland. In Europa wurde sie erstmalig in Frankreich (Castillons, dép. Lot-et-Garonne) im August 1960 auf *Senecio vulgaris* (Aecidien) von J. Heslot gefunden (Viennot-Bourgin 1964). Im folgenden Jahr sammelte Mayor Telien nördlich von Albi (dép. Tarn) und Dennis entdeckte den Rost auf dem Kap Dungeness an der Südküste Englands. Im Laufe des Jahres 1962 breitete sich der Pilz in einem grossen Teil Frankreichs aus, erreichte das Pariser Becken und wurde in der Schweiz (in Wallis sogar in ca 1100 m Höhe) beobachtet. In Südengland wurde der Pilz in Surrey und Portsmouth (hier auf *Senecio squalidus*) gefunden. 1962 wurde er erstmalig in Wales registriert (Wilson et al. 1965). 1963 wurde er mehrfach in Irland nachgewiesen (Kavanagh 1964) und im folgenden Jahr war er im ganzen Land verbreitet. Im selben Jahr wurden die Aecidien häufig in Frankreich in Bordelais, der Normandie und um Versailles gefunden. 1964 war der Pilz häufig auch in Wales, im anliegenden westlichen Teil Englands und nach Norden hin drang er bis Schottland vor. Der nördlichste

Fund stammt von der Küste der Bucht Loch Linnhe (56°40' n.Br.). Im Januar desselben Jahres konnte Viennot-Bourgin ein sehr häufiges Auftreten von Aecidien in Tunesien nachweisen (Umgebung von Tunis, Cap Bon und bei Sfax). Nach Scholler (1994) wurde der Pilz schon 1966 in Deutschland (Bayern) gefunden, jedoch fälschlich als *Puccinia senecionis-acuteformis* bestimmt.

Später wurde der Rostpilz auch in Griechenland (Pantidou 1969) und auf den Kanarischen Inseln (Gjaerum 1970) festgestellt. 1974 wurde er von G.Negrean auf *Senecio squalidus* in Rumänien in den Süd-Karpaten: Muntii Piule-Piatra Iorgovanului (Negrean in litter.) registriert und später (1988) auch auf *Calendula officinalis* gesammelt (Negrean et Fodor 1990). Seit 1975 wird er in Österreich von Poelt beobachtet (Steiermark: Graz, Poelt 1985). 1984 wurde er von H. Melzer in Kroatien (Istrien) entdeckt (Scholler in litter.). Schliesslich ist die Art dann 1990 auch in der Tschechischen Republik nachgewiesen worden. Auf *Calendula officinalis* wurde sie auch von Scholler 1992 in Deutschland gesammelt (Scholler 1993) und 1994 wurde sie von Zacha in der Slowakei und in Ungarn entdeckt.

ENTWICKLUNGSGANG

Puccinia lagenophorae ist ontogenetisch eine Auto-Pucciniopsis-Form, deren Spermogonien bisher nur in Australien und Neuseeland gefunden wurden. Ihre Aecidien sind tatsächlich aecidioide Uredien, d.h., morphologisch entsprechen sie den Aecidien, funktionell dagegen den Uredien. Darum ist der Rostpilz durch das häufige Vorkommen der Aecidien und die Seltenheit der Telien gekennzeichnet. Die Aecidien erscheinen bei uns das ganze Jahr hindurch und in Brno auf dem Špilberk habe ich festgestellt, dass der Rostpilz dort mittels Aecidienstadiums überwinterte. Schon Viennot-Bourgin (1964) schreibt, dass das Vorkommen der Aecidien sich manchmal in die Spätsaison verlängert ohne Telien zu bilden. Die Telien entstehen auf dem gleichen sporogenen Gewebe wie die Aecidien.

Überwinterung des Aecidienstadiums in Brno

Dass die Aecidien der *P. lagenophorae* funktionell die Uredien ersetzen, beweist auch die Überwinterung des Aecidienstadiums in Brno auf dem Hügel Špilberk:

2.XI.1990: Aecidien im unteren Teil des Stengels von *Senecio vulgaris* gefunden. Telien nicht festgestellt. Nebestehender Bestand junger Pflänzchen nicht befallen, ebenfalls in der Nähe wachsender *Senecio viscosus* ohne Befall.

22.XI.1990: Aecidien im unteren Stengelbereich zweier alter Pflanzen. Nebestehender dichter Bestand junger Pflanzen nicht befallen. Kein Schnee.

27.XII.1990: Aecidien auf *Senecio vulgaris* auf dem Mendelplatz gefunden. Die Pflanzen mit typischen Anschwellungen auf den Stengeln mit orangen Warzen noch



Abb. 1. *Senecio vulgaris* mit Aecidien von *Puccinia lagenophorae* auf dem Stengel. Brno-Komárov. Photo J. Kokeš

von der Epidermis bedeckter Aecidien, mit zahlreichen vertrockneten ausgestäubten Aecidien und mit einigen noch lebenden Aecidien mit orangen Sporen. Kein Schnee.

26.I.1991: Die alte Pflanze auf dem Špilberk war noch teilweise grün mit einigen orangefarbenen, noch unreifen Aecidien. Nebestehender Bestand junger Pflanzen war grün, blühte und war ohne Befallssymptome. Kein Schnee, aber Frost. Zwischen 26.I. und 26.II.1991 längere Frostperiode (Min. bis -17°C , nahe dem Boden -22°C – Angaben der meteorolog. Station Brno-Tuřany), erst dann Schneedecke (ca 4 cm).

26.II.1991: Die alte Pflanze war grösstenteils vertrocknet (ist erfroren – bloss einige Äste noch grün, ohne Rostbefall). Der benachbarte Bestand junger Pflanzen war grün, nur teilweise abgefroren. Auf einem Blatt (Ober- und Unterseite) 4 kleine Rostflecken (nur 1-2 mm gross) mit Sori unreifer, noch von der Epidermis bedeckter Aecidien. Telien nicht beobachtet. Kein Schnee, warm.

13.V.1991: Der befallene Bestand blüht. Einige Pflanzen mit vollausgebildeten Aecidien. Die Aecidien sind in typischer Weise dichtstehend an der Stengelbasis

angeordnet. Der Pilz bewirkt eine Verkrümmung der Stengel. Einige Acidien wurden auch auf den Blättern (Ober- u. Unterseite) betrachtet.

11.VII.1991: Nur vertrocknete Pflanzen von *Senecio* ohne Rost gefunden (weder Telien noch Acidien nachgewiesen).

Wirtspflanzen

P. lagenophorae ist eine pleophage Art. Der Typus stammt aus Omeo (Australien) auf *Lagenophora billardieri* Cass. Ferner befällt der Rost *Bellis perennis* L., *Calendula officinalis* L., *Cineraria cruenta* (L'Hér.) DC., *Erechtites arguta* (A.Rich.) DC., *E. quadridentata* (Labill.) DC., *E. prenanthoides* DC., *Lagenophora* sp., *Senecio aegypticus* L., *S. bollei* Sunding et Kunkel, *S. brachyglossus* Sond., *S. cambrensis* Rosser, *S. crassifolius* Willd., *S. glaucus* L., *S. harveianus* Mac Owan, *S. lagopus* Raoul, *S. lautus* Willd., *S. leucanthemifolius* Poirer, *S. pectinatus* DC., *S. squalidus* L., *S. vagus* subsp. *vagus* F. Muell., *S. velleioides* DC., *S. vernalis* Waldst. et Kit., *S. viscosus* L. und *S. vulgaris* L.

Biologie

Ursprünglich wurden aus Australien und Neuseeland mehrere Rostarten auf verschiedenen Wirtspflanzenarten aus der Familie *Asteraceae* beschrieben: *Puccinia lagenophorae* Cooke (1884) auf *Lagenophora billardieri*, *P. erechitidis* McAlp. (1895) auf *Erechtites quadridentata*, *P. hypochoeridis* McAlp. (1895) fälschlich auf *Hypochoeris radicata* (tatsächlich handelt es sich bei der Wirtspflanze um *Lagenophora billardieri*), *P. distincta* McAlp. (1896) auf *Bellis perennis*, *P. calendulae* McAlp. (1903) auf *Calendula officinalis*, *P. tasmanica* Diet. (1903) auf *Senecio vulgaris*, *P. cinerariae* McAlp. (1906) auf *Cineraria cruenta*, *P. allanii* G. H. Cunn. (1923) auf *Senecio lagopus* und aus Europa *P. terrieriana* E. Mayor (1962) auf *Senecio vulgaris*. Dabei ist es interessant, dass in Australien *Bellis perennis*, *Calendula officinalis* und *Cineraria cruenta* als Zierpflanzen eingeführt wurden und *Senecio vulgaris* eine eingeschleppte Art ist. Der einheimische Rostpilz befiel somit eingeführte neue Wirtspflanzen.

Viennot-Bourgin (1964) und Wilson et al. (1965) sind aufgrund ihrer detaillierten morphologischen Studien zu dem Schluss gekommen, dass alle o.g. Rostarten identisch sind und bezeichneten sie mit dem ältesten Namen *P. lagenophorae*. Die Ergebnisse der morphologischen Studien wurden durch Infektionsversuche von Herbert (1941) und Wilson et al. (1965) gestützt, die den Beweis lieferten, dass z.B. der Rost auf *Senecio vulgaris*, *Calendula officinalis*, *Bellis perennis* und *Cineraria cruenta* befällt. Zugleich stellte Viennot-Bourgin (1964) fest, dass der Rostpilz *Senecio*-Arten nur aus der Sektion *vulgaris* befällt. Ohne Befall blieben z. B. *Senecio ovatus* (Gaertn., Meyer et Scherb.) Willd. (= *S. fuchsii*) und *S. jacobaea* L. Nach

demselben Autor keimen die im Sommer gebildeten Teliosporen sofort, jedoch sind einige noch nach 3 Monaten keimfähig. Die im Spätherbst erzeugten Teliosporen sind erst nach Überwinterung keimfähig.

Wie *P. lagenophorae* nach Europa eingeschleppt wurde, ist nicht bekannt. Viennot-Bourgin (1964) vermutet, dass der Rost zuerst nach Nordafrika und von dort nach Europa eingeschleppt wurde. Nach Ansicht des Autors könnten beispielsweise beim Export von Pflanzen auch befallene Wirtspflanzen (oder Teile derselben) von *P. lagenophorae* verschleppt worden sein. Seit 1957 wurden z.B. grosse Sendungen von Eukalyptussamen von Australien nach Tunesien geliefert. Ferner wurden im 2. Weltkrieg auch Armeeinheiten aus Australien in Nordafrika stationiert. Es ist also möglich, dass es unter solchen Bedingungen zur unbeabsichtigten Einschleppung von Bruchstücken rostbefallenen Greiskrautes kam, besonders, wenn es sich um ein Unkraut handelt. Die Einschleppung des Rostes nach Frankreich wird mit dem intensiven Verkehr zwischen Nordafrika und Frankreich begründet.

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Doz. V. Zacha CSc. für die Überlassung des Materials zur Publikation, ferner den Herren Prof. Z. Urban DrSc., Dipl.-Biol. M. Scholler (Universität Greifswald), J. Lhotecký und J. Kokeš für verschiedenartige Hilfe bei Erarbeitung dieses Artikels.

LITERATUR

- GJAERUM H. B. (1970): Fungi from the Canary Islands and Madeira.-Cuad. Bot. Canar. 9: 3-7.
 HENDERSON D. M. and BENNELL A. P. (1979): British Rust Fungi: Additions and Corrections.-Not. Roy. Bot. Gard. Edinburgh 37: 475-501.
 HERBERT D. A. (1941): Puccinia distincta Mc Alp. as the cause of english marigold rust.-J. Austr. Inst. Agric. Sci. 7: 27-28.
 KAVANAGH T. (1964): A new rust species of groundsel in Ireland.-Ir. Nat. J. 14: 214.
 NEGREAN G. and FODOR E. (1990): Note asupra ruginilor din Romania.-Stud. Cerc. Biol., ser. Biol. Veg., Bucuresti, 42: 71-77.
 PANTIDOU M. E. (1969): Fungi of Greece. I. Species of rust fungi on Compositae.-Ann. Inst. Phytopath. Benaki, N.S. 9: 1-17.
 POELT J. (1985): Catalogus florae Austriae. III. Teil. Heft 1: Uredinales.-Wien, 192 pp.
 SCHOLLER M. (1993): Puccinia lagenophorae, a Rust Fungus Originating from Australia, now Found in Mecklenburg-Vorpommern.-Zentralbl. Mikrobiol., Jena, 148: 223-228.
 SCHOLLER M. (1994): Puccinia lagenophorae in Deutschland: Anmerkungen zur Einwanderung, Verbreitung und Ökologie.-Verh. Berl. Bot. Ver. 126 (im Druck).
 SYDOW P. et H. (1904): Monographia Uredinearum 1. Genus Puccinia.-Lipsiae, 35+972 pp.
 VIENNOT-BOURGIN G. (1964): La Rouille australienne du Senecon.-Rev. Mycol., Paris, 29: 241-258.
 WILSON I. M., WALSHAW D. F. and WALKER J. (1965): The new groundsel rust in Britain and its relationship to certain Australasian rusts.-Trans. Brit. Mycol. Soc. 48: 501-511.
 WILSON M. and HENDERSON D. M. (1966): British Rust Fungi.-Cambridge, 18+384 pp.

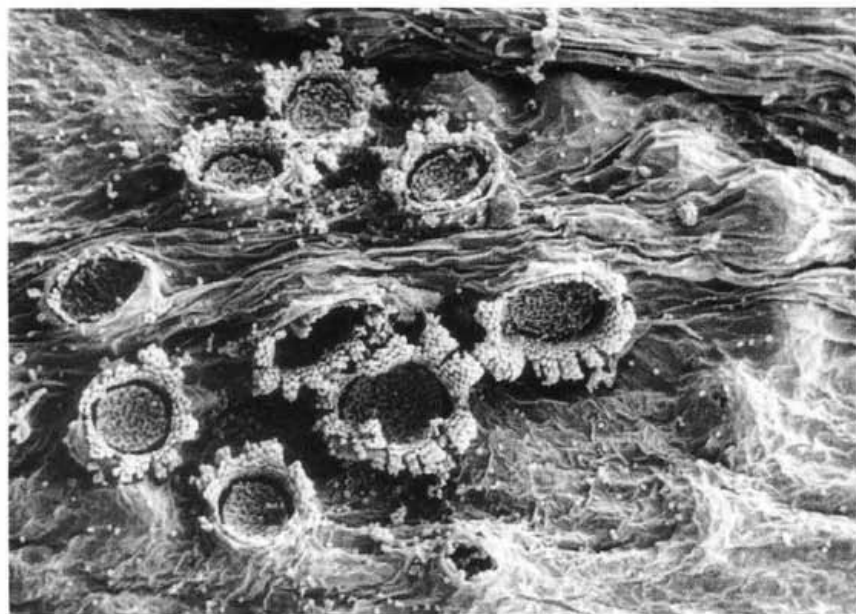


Abb. 2. Aecidien *P. lagenophorae* auf der Blattspreite. Vergr. 60. REM, J. Lhotecký, VŠZ Brno

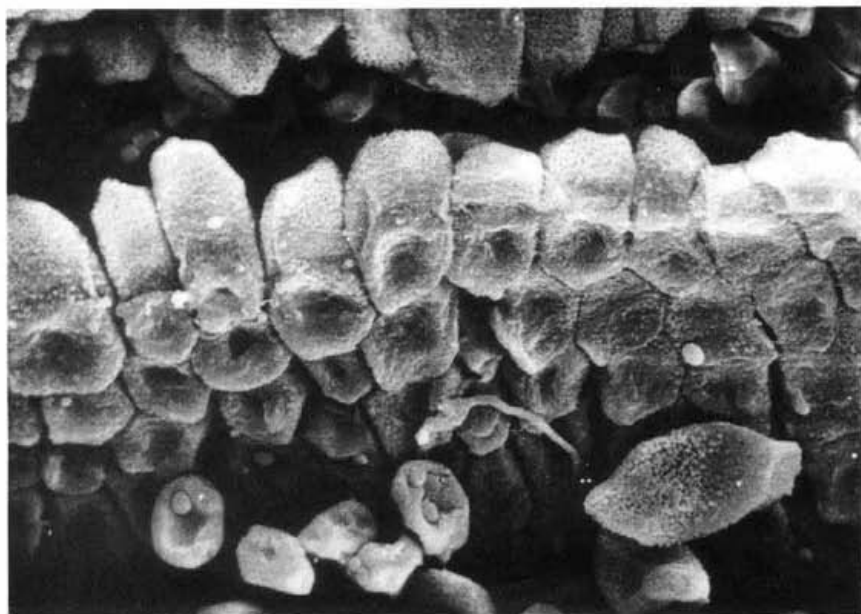


Abb. 3. Aussenwand der Pseudoperidie. Unten eine Gruppe der Aecidiosporen. Vergr. 900. REM, J. Lhotecký

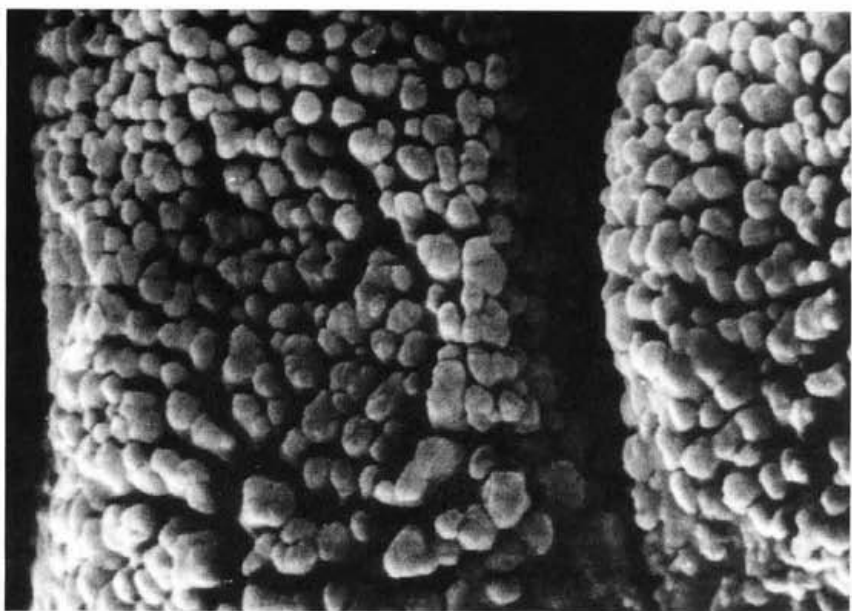


Abb. 4. Innenwand der Pseudoperidie mit Stäbchenstruktur. Vergr. 6000. REM, J. Lhotecký

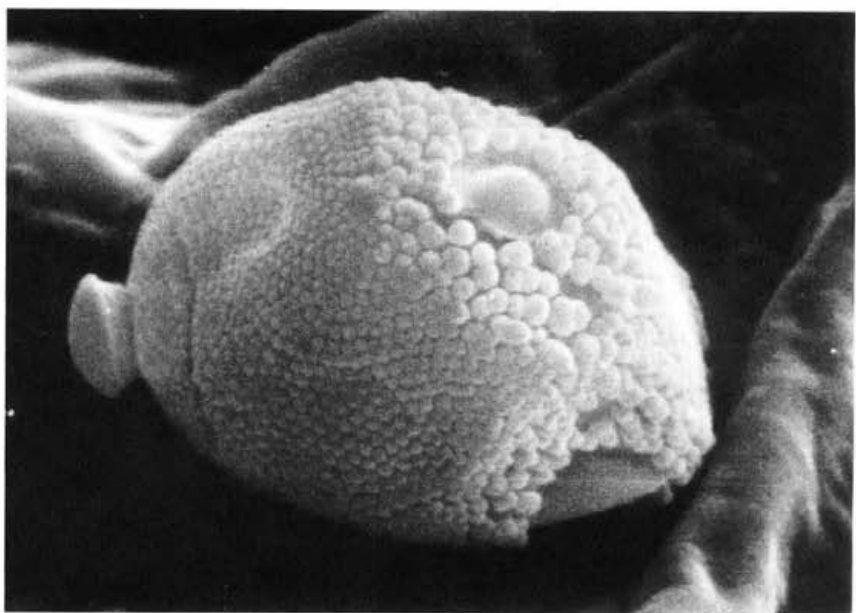


Abb. 5. Aecidiospore links mit abfallendem Plättchen, rechts mit kahlen Stellen nach Abfall der Plättchen. Vergr. 6000. REM, J. Lhotecký

Pavel Lizoň fifty years old

Ján Gáper

Technical University, Department of General Ecology, Faculty of Ecology,
Štúrova 2, Zvolen, SK-960 53, Slovakia

Pavel Lizoň was born in Trenčín, Slovakia on 2 October 1945 and he spent his childhood and most of his professional life in Bratislava. He graduated from high school in 1963 and in September he entered Komenský University in Bratislava. After two years he followed his studies at Charles University in Prague. Under the supervision of Karel Cejp he completed his dissertation on "Fagicolous Discomycetes in Slovakia" and graduated in 1969. He finished his thesis on the genus *Hymenoscyphus* (Discomycetes) during his stay at Cornell University with Richard P. Korf and received his CSc (PhD) in 1992 under the direction of Cyprián Paulech at the Institute of Botany of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.

Pavel returned from Prague to Bratislava and in August 1968 he accepted a position at the Slovak National Museum, Museum of Natural History. Over the years he advanced from Curator of Fungi and Research Associate to Research Fellow, Senior Research Scientist and Chairman of the Department of Botany. He retired from his position in the Museum in October 1992. Currently Pavel is an A. E. Jenkins Visiting Fellow in the Department of Plant Pathology, Cornell University, USA.

While a student Pavel held summer jobs at the Slovak National Museum collecting vascular plants in the region where the gigantic Danube dam was later built, and working in museum collections. The lichenologist Ivan Pišút, later his colleague and friend, focused his interest on fungi and persuaded him to study at Charles University in Prague. His years in Prague gave him an introduction to Czech mycological community at research institutions and the Czechoslovak Scientific Society for Mycology and helped him build a wide spectrum of background knowledge and accumulate experience.

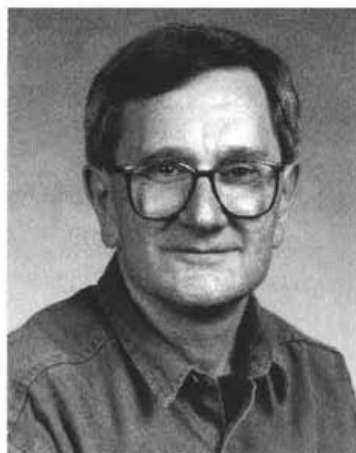


Photo Kent Loeffler

Pavel's interest in collections began while he was a student and worked in the National Museum. Under his curatorship mycological collections became very active in new acquisitions (grew to over 70,000 specimens) and services to researchers all over the world. He was deeply interested in management of collections and published the first (and still the only) index of herbaria in Slovakia (1983) and co-authored the last Czechoslovak list of herbaria (1992).

Pavel was very active in museum public services and the popularization of mycology. He gave many mycological lectures for the general public and for students, installed a permanent exhibition on fungi (1974) and organized annual shows of fresh mushrooms. In 1971 he started museum advisory and identification services for the public. He published, in addition to scientific papers, about two hundred popular articles and papers on mushrooms, biographies, bibliographies, books, encyclopaedia sections, pamphlets and posters. His *Malý atlas húb* (Small picture book of mushrooms) with excellent water color paintings by Aurel Dermek was well received and was published in two editions (1980: 60,000 copies, 1985: 59,810 copies). He was consulted in mushroom poisoning cases for mushroom identification by medical centers all over Slovakia.

Above all, he is a field mycologist. Pavel's goals have been to investigate and inventory the mycoflora of Slovakia. His collecting and research Slovakia was focused on floristics, distribution and mapping, and the ecology of macrofungi. He recognized the lack of data for a basic inventory of fungal biodiversity in Slovakia and the need for help in collecting current information. Pavel won volunteers, amateur mycologists and mushroomers for the project in his early museum years. This resulted in wide co-operation and the museum became a center for research on macrofungi. With that enthusiastic group of co-workers he started an investigation of the succession of ectomycorrhizal fungi in Norway spruce stands in Central Slovakia in 1989. This long-term project is now supervised by the author of this article. In the seventies Pavel became interested in changes and the decline of fungi. He gathered information on selected endangered species and proposed a list of macrofungi for legal protection under regulation No. 211 and published a Redlist of Slovak macrofungi (1995). All this time he kept in touch with his beloved Discomycetes, studying them and publishing the results of his investigations. Later, Pavel worked on the genus *Hymenoscyphus*, preparing a thesis on the genus and publishing a monograph (1992). Recently, he has been continuing his studies on the biosystematics of *Hymenoscyphus* and its segregates, including participating in the Discomycete Flora of Macaronesia project at Cornell University with Richard "Dick" Korf. In 1993 he started an investigation of the biodiversity of macrofungi of Andros island in Greece and he continues to be involved in the project dealing with ectomycorrhizal fungi in Slovakia. Pavel has published about 100 scientific papers, congress and conference abstracts, book reviews and chapters in books.

Pavel's service to the mycological community included serving on the Executive Board of the Czechoslovak Scientific Society for Mycology (1982-1992), on the Slovak Regional Committee (1986-1988, Vice-President: 1988-1992), the Special Committee for Protection of Fungi (1988-1990; Chair: 1990-1992), the Special Committee for Mycotoxicology (1985-1992), and on the Mycological Society of America Advisory Committee on Nomenclature (from 1994). In 1986 he co-founded and chaired (1986-1992) the Special Committee and working group for protection of fungi of the Slovak Union of Environmental Protectionists (1986-1992). Pavel founded, organized or co-organized Slovak Mycological Forays in Bratislava (1975), Zvolen (1979), Skýcov (1983) and Čingov (1986). He was the editor of the taxonomic journal *Annotationes zoologicae et botanicae* and in 1973 he founded and for 9 years edited the information bulletin *Správy hubárskej poradne* (News of the mushroom advisory service). His professional honors include Czechoslovak Scientific Society for Mycology Distinguished Membership (1982), A. E. Jenkins visiting professorship (1990) and fellowships (1991, 1992-present), and the Mycological Society of America Travel Award (1994). A Discomycete (*Belonidium lizonii*) was named in his honor by Mirko Svrček.

Pavel is a good friend and companion, and he values and maintains friendships from his university years and many with comrades in the pursuit of knowledge of fungi. He delights in discussion with colleagues, sometimes taking the unpopular side, but never loses his sense of humor. On behalf of his friends and former and current co-workers I wish him good health and lots of fun with fungi over the next fifty years.

SELECTED BIBLIOGRAPHY OF PAVEL LIZOŇ

(Complete bibliography available in the archives of the Natural History Museum in Bratislava)

Articles in journals

1967

Lizoň, P.: Johannes Andreas Bäumler. *Biológia* (Bratislava) 22:715 – 718.

1970

Lizoň, P.: Beitrag zur Kenntnis der Discomyceten der Slowakei 1. Discomyceten auf der Buche im zentralen Teil des Gebirges Strážovská hornatina. *Zborn. Slov. Nár. úz., Prír. Vedy*, 16(1): 25 – 30.

Lizoň, P.: [Professor Karel Cejp, DrSc., seventy years.] Prof. Karel Cejp, DrSc., sedemdesiatročný. *Biológia* (Bratislava) 25:63-64.

1972

Lizoň, P.: [Interesting fructification of *Macrolepiota procera* in Záhorská nížina lowland.] Zaujímavá fruktifikácia bedle vysokej – *Macrolepiota procera* (Scop.ex Fr.) Sing. na Záhorskej nížine. *Biológia* (Bratislava) 27: 83 – 84.

- Lizoň, P.: Verbreitung der Arten *Sarcoscypha coccinea* (Jacq. ex S.F.Gray) Lamb. und *Bulgaria inquinans* (Pers. ex Hook.) Fr. in der Slowakei. *Česká Mykol.* 26: 149 – 154.
- 1973
- Lizoň, P.: [Andrej Kmeť and mycological investigation of Slovakia.] Andrej Kmeť a mykologický výskum Slovenska. *Česká Mykol.* 27: 177 – 179.
- Lizoň, P.: Beitrag zur Kenntnis der Discomyceten der Slowakei 2. Discomyceten gesammelt in den Jahren 1966-1968 an Buchen (*Fagus silvatica* L.). *Zborn. Slov. Nár. Múz. Prír. Vedy*, 18 (2): 15 – 20.
- 1975
- Lizoň, P.: [Mycologist Igor Fábry seventy five years.] *Mykológ Igor Fábry sedemdesiatpäťročný. Biológia (Bratislava)* 30: 324 – 325.
- Lizoň, P.: [Fifty years of Aurel Dermek.] *Päťdesiatiny Aurela Dermeka. Česká Mykol.* 29: 187 – 189.
- 1976
- Lizoň, P.: [Saltshaker Erdstar – *Myriostoma coliforme*.] *Mnohokrčka dierkovaná (mnohokrčka dírková) – Myriostoma coliforme (Witt.ex Fr.) Corda. Čas. Českoslov. Houb.* 53: 9.
- 1978
- Maretič, Z., Kubička, J. and Lizoň, P.: [Less known poisonous fungus *Omphalotus olearius*.] *Málo známá jedovatá huba – kališník hnedooranžový – Omphalotus olearius (DC. ex Fr.) Sing. Lek. Obzor* 27: 233 – 236.
- 1980
- Lizoň, P.: [Igor Fábry eighty years.] *Igor Fábry osemdesiatročný. Česká Mykol.* 34: 102– 104.
- Lizoň, P. and Pišút, I.: [Beginnings of the mycology and lichenology in Slovakia.] *Začiatky mykológie a lichenológie na Slovensku. Vlastiv. Čas.* 29: 137-138.
- 1982
- Lizoň, P. and Gáper, J.: [*Gyrodon lividus* in Slovakia.] *Hríbnik jelšový – Gyrodon lividus na Slovensku. Mykol. Listy* (6): 12 – 14.
- Lizoň, P.: [Mushroom poisonings by *Omphalotus olearius* and its distribution in Slovakia.] *Mykointoxikácie kališníkom hnedooranžovým – Omphalotus olearius (DC. ex Fr.) Sing. a jeho rozšírenie na Slovensku. Česká Mykol.* 36: 154 – 159.
- Lizoň, P.: Igor Fábry (1900 – 1982) in memoriam. *Česká Mykol.* 36: 175 – 176.
- Lizoň, P.: Beitrag zur Kenntnis der Discomyceten der Slowakei 3. *Neobulgaria pura* (Fr.) Petrak und *Sarcosorma globosum* (Schmid. ex Fr.) Casp. in Rehm. *Nachträge zur Verbreitung von Sarcoscypha coccinea* (Jacq. ex Gray) Lamb. und *Bulgaria inquinans* (Pers. ex Hook.) Fr. *Zborn. Slov. Nár. Múz., Prír. Vedy*, 28: 3 – 10.
- Lizoň, P.: Johann Bolla (1806 – 1881). *Česká Mykol.* 36: 248 – 250.
- Lizoň, P.: [Sexagenarian Ernest Futó.] *Šesťdesiatnik Ernest Futó. Mykol. Listy* (7): 19 – 20.
- Kubička, J. and Lizoň, P.: [Distribution of *Phallus impudicus* in Czechoslovakia.] *Rozšírení hadovky smrduté – Phallus impudicus L. ex Fr. – v Československu. Česká Mykol.* 36: 210 – 222.
- 1983
- Lizoň, P.: Rare or otherwise interesting Slovak macromycetes 1. *Zborn. Slov. Nár. Múz., Prír. Vedy*, 29: 79 – 93.
- 1984
- Hlůza, B., Kuthan, J. and Lizoň, P.: [Distribution, ecology and phenology of *Amanita phalloides* in Czechoslovakia.] *Geografický výskyt, ekológia a fenológia Amanita phalloides (Fr.) Link v Československu. Zpr. Kraj. Vlastiv. Muz. Olomouc.* (225): 21 – 30.
- Lizoň, P.: [Distribution of some species of the genus *Amanita* in Slovakia.] *Rozšírenie niektorých druhov rodu Amanita Pers. na Slovensku. Probl. Hig. (Warszawa)* 1984/3 (21): 28 – 35.

JÁN GÁPER: PAVEL LIZOŇ FIFTY YEARS OLD

1985

Lizoň, P.: [RNDr. Ivan Pišút, CSc., fifty years.] RNDr. Ivan Pišút, CSc., päťdesiatročný. Zborn. Slov. Nár. Múz., Prír. Vedy, 32: 199 – 207.

1989

Lizoň, P.: Epigeous Phallales (Fungi, Gasteromycetidae) in Slovakia. *Annot. Zool. Bot.* (192): 1 – 19.

Lizoň, P.: Maps of distribution of fungi in Slovakia. 1. Zborn. Slov. Nár. Múz. Prír. Vedy, 35: 17 – 28.

1990

Lizoň, P. and Borja, D.: Aurel Dermek (1925 – 1989) in memoriam. *Česká Mykol.* 44: 111 – 114.

1991

Lizoň, P.: [Notes on *Leucopaxillus lepistoides*.] Poznámky o *Leucopaxillus lepistoides* (R.Maire) Sing. *Mykol. Listy* (45): 6 – 8.

1992

Lizoň, P.: New combinations in the genus *Hymenoscyphus* (Helotiales). *Mycotaxon* 44: 321–322.

Lizoň, P.: The genus *Hymenoscyphus* (Helotiales) in Slovakia, Czechoslovakia. *Mycotaxon* 45: 1 – 59.

1993

Chapela, I. H. and Lizoň, P.: Fungi in the stone age. *Mycologist* 7: 121.

Lizoň, P.: Fungi described by Carl Kalchbrenner. *Česká Mykol.* 46: 315 – 327.

Lizoň, P.: Decline of macrofungi in Europe: an overview. *Trans. Mycol. Soc. Rep. China* 8(3-4): 21 – 43.

Korf R. P. and Lizoň, P.: *Lamberellinia scutuloides*, a new genus and species of Sclerotiniaceae, and its relationships. *Inoculum* 44 (2):43.

Lizoň, P.: [Importance of Andrej Kmet's collections for mycology.] Význam zbierok Andreja Kmeťa pre mykológiu. Zborn. Muz. Slov. Spoločn. [43]: 57 – 61.

1994

Korf, R. P. and Lizoň, P.: *Lambertellinia scutuloides* (Sclerotiniaceae), a new genus and species for a Discomycete previously confused with *Hymenoscyphus caudatus*. *Mycotaxon* 50: 167 – 174.

Lizoň, P.: Type specimens held at the Herbarium of the Slovak National Museum (BRA), Bratislava, Slovakia. *Czech Mycol.* 47: 193 – 198.

Lizoň, P.: Maps of distribution of fungi in Slovakia. 2. Zborn. Slov. Nár. Múz., Prír. Vedy, 40: 15 – 32.

1995

Lizoň, P. and Korf, R. P.: Taxonomy and nomenclature of *Bisporella clariflava* (Leotiaceae). *Mycotaxon* 54: 471 – 478.

Lizoň, P.: Threatened macrofungi in Slovakia. *Biológia (Bratislava)* 50 (1): 9 – 12.

Gáper, J., Lizoň, P.: Sporocarp succession of mycorrhizal fungi in the Norway spruce plantations in formerly agricultural land. In: Baluska, F. and al. (eds.), *Structure and Function of Roots*, p. 349 – 352., Kluwer Academic Publishers.

Books, chapters in books, pamphlets

1978

Lizoň, P.: [Fungi.] Huby (Fungi, Mycophyta). In: *Encyklopédia Slovenska [Slovak Encyclopaedia]* 2: 341 – 343, Bratislava.

1980

Lizoň, P.: [Perspectives in the protection of macrofungi in Slovakia.] Perspektívy ochrany makromycétov na Slovensku. In: Šebek, S. (ed.): *Sborník referátu z II. semináre o ochrane hub a jejich životního prostředí [Collected papers of 2nd seminar on the protection of fungi and their environment]*, p.23 – 28, Praha.

Dermek, A. and Lizoň, P.: [Small picture book of mushrooms.] Malý atlas húb. p.[1]- 546, fig. 1 - 40 color pl. 1 - 187, Bratislava, 1th Ed.: 1980, 2nd Ed.

1981

Lizoň, P.: [Mushroom poisonings in Slovakia.] Otravy hubami na Slovensku. In: Semerdžieva, M. and Šašek, V. (eds.), Organizace boje proti otravám houbami v ČSSR a Polsku [Organisation of fight the against poisonings by mushrooms in Czechoslovakia and Poland], p. 19 - 28. Praha.

1985

Lizoň, P.: [The genus *Pleurotus* in Czechoslovakia.] Rod hliva *Pleurotus* (Fr.) Kummer v Československu. In: Ginterová, A. (ed.), Zborník prednášok I. celoštátneho zjazdu pestovateľov hlivy [Collected papers of the 1th state congress of the oyster mushroom growers], p. 121 - 124, Bratislava.

1987

Lizoň, P.: [Contribution of J.L. Holuby to the mycological investigation of Slovakia.] Príspevok J.L. Holubyho k výskumu húb Slovenska. In: Vozárová, M. (ed.), Význam osobnosti Dr.h.c. Jozefa Ľudovíta Holubyho v dejinách vedy na Slovensku [Importance of the personality of Jozef Ludovít Holuby in the history of science in Slovakia], p. 116-123, Bratislava.

1989

Lizoň, P.: Karol Kalchbrenner. In: Tibenský, J. (ed.), Priekopníci vedy a techniky na Slovensku [Pioneers of the science and technology in Slovakia] 2: 457 - 479.

Lizoň, P.: Ján Andrej Bäumler. In: Tibenský, J. (ed.), Priekopníci vedy a techniky na Slovensku. [Pioneers of the science and technology in Slovakia] 2: 479-482, Bratislava.

1992

Hradílek, Z., Lizoň, P. and Tlusták, V.: Soupis botanických sbírek v Československu. A list of botanical collections in Czechoslovakia. Index herbariorum Cechoslovakorum. p. [1] - [74], Olomouc.

Dr. Josef Poelt, professor emeritus passed away...

E. Lisická

Slovak National Museum, Vajanského nábr. 2,
Bratislava, Slovakia

Prof. Dr. Josef Poelt (born in Pöcking, Bavaria, Germany on 17 October 1924) passed away unexpectedly on 3 June 1995, in Graz, Austria at the age of 70.

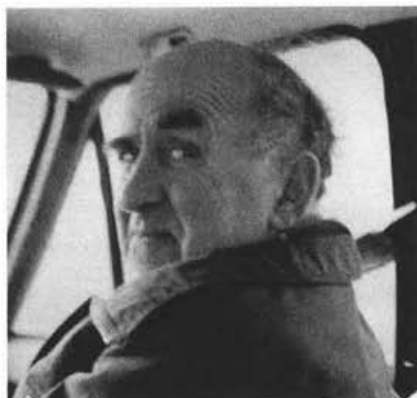
Prof. Poelt was one of the greatest men in the history of lichenology who substantially shaped the European lichenology during the last 40 years.

Working as a scientist at the Universities of Munich, Berlin and Graz (since 1972) Prof. Poelt built up a scientific work which made him internationally appreciated especially as a lichenologist, but as a mycologist and bryologist as well. Over the years he published more than 200 scientific papers, focused on floristics, morphology, taxonomy, evolution and biology of lichens. He travelled worldwide and built up a large herbarium of cryptogams. In his career he described many new genera and dozens of new species. Many of his publications have become landmarks and lichenological standard works in the recent history of lichenology.

Besides his lichenological publications there are about 100 papers on nonlichenized fungi (e. g. *Loculoascomycetes*, *Hyphomycetes*, *Uredinales*, fungi on ferns, etc.), mosses and phanerogams.

From his habilitation in 1959 till his sudden death Prof. Poelt has been a university teacher, and introduced many generations of students to the fascinating field of botany. He favoured and encouraged especially the lichenologists from the former Eastern bloc – many of us will never forget the enjoyable evenings in the homely atmosphere of his house with a glass of Styrian wine, folk music of various peoples and a relaxed discussion on every problem we had.

Apart from botany Prof. Poelt had many other interests as well – e. g. architecture and history. In his rare spare time he used to work in his garden where even some still unnamed lichens have grown on a garden wall!



For his outstanding work Prof. Poelt received many honours and has been elected as a Honorary, Foreign or Corresponding Member of a number of distinguished botanical societies (among others also Honorary Member of the Czech Botanical Society). In 1992 he was awarded the IAL Acharius Medal.

With the death of Prof. Josef Poelt the world lichenology has lost its Pope and some of us a good friend. His broadmindedness, helpfulness and cordiality to others remains a legend among those who had the good fortune to know him.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Preparation of manuscripts. Manuscripts are to be submitted in English, German or French. The text of the manuscript should be written on one side of white paper (A4, 210 × 297 mm) with broad margins (maximum 30 lines per page). Each manuscript must include an *abstract* (in English) not exceeding 300 words and a maximum of five key words. The paper will be followed by an abstract in Czech (or Slovak). The journal is responsible, however, for the translation of abstracts into Czech for foreign authors. Please send *two copies* of the typescript. The authors are asked to submit diskettes with the *accepted manuscripts* prepared on IBM-compatible personal computers. The files should be in ASCII under DOS. Both HD and DD/3.5" and 5.25" diskettes are acceptable.

Illustrations and tables. All tables, black and white photographs and figures (in black indian ink on a separate sheet) combined with the legends should be self-explanatory. Legends to the figures must be typed on a separate sheet. Colour photographs can be accepted but the authors will be responsible for the costs. All drawings or a photographs of microstructures should be provided with a scale. All illustration should be submitted as the *original drawing and one clear copy*. Output from computer graphics programmes produced on plotters or laser printers is quite acceptable. The dimension of any figure should not exceed 180 × 260 mm in size. References to illustrative matter in the text should normally in parentheses, e.g. ... spore sizes (Table 1) and ... as shown in Fig. 2 ...

Nomenclature. Latin names should conform to the International code of botanical nomenclature. New taxa must be substantiated by a Latin diagnosis including a reference to the public herbarium where the type specimen is deposited. The authors are asked to use only the acronyms listed in the Index Herbariorum.

References. References are to be listed in alphabetical order according to the surnames of the first authors. The bibliography should be written as follows:

Moravec J. (1984): Two new species of Coprobia and taxonomic remarks on the genera Cheilymenia and Coprobia (Discomycetes, Pezizales). – *Čes. Mykol.* 38: 146–155. (journal article)

Ryvarden L. (1978): The Polyporaceae of North Europe, Vol. 2. Inonotus-Tyromyces. – Oslo, 507 pp. (book)

Tommerup I. C., Kueck C., and Malajczuk N. (1987): Ectomycorrhizal inoculum production and utilization in Australia. – In: Sylvia D. M., Hung L. L., and Graham J. H. (eds.) Proceedings of the 7th North American Conference on Mycorrhizae, pp. 93–295, Gainesville.

The references *in text* should be Moravec (1984), or (Moravec 1984); or Kühner and Romagnesi (1974); When there are three or more authors use the form Tommerup et al. (1987).

Manuscript evaluation. All manuscripts will be reviewed and the authors informed about their acceptance, rejection or necessary revisions within two months. If a manuscript is returned for revision, the authors should submit a revised version within three months. Authors should preferably have their English language texts approved by a native – English speaker.

Proof corrections. Proofs of the paper will be sent to authors together with the original manuscript. If not returned within three weeks, the proof correction will be carried out by the editor. The principal author will receive 30 reprints free of charge.

Correspondence. All correspondence concerning the journal should be sent to the following address: Czech Mycology / Česká mykologie, National Museum, Department of Mycology, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1, Czech Republic. Phone: 02/24230485

Czech Mycology, published by the Czech Scientific Society for Mycology. Graphic design by B. Bednář, PISCES. Typeset by T_EX. Printed by Čihák Press, Praha 10. Distributed by the Czech Scientific Society for Mycology, P.O.Box 106, 111 21 Praha 1, and Kubon & Sagner, P.O.Box 340108, 80328 München, Germany. Podávání novinových zásilek povoleno Ředitelstvím pošt Praha čj. NP 105/1994 ze dne 4.2.1994. Annual subscription: Vol. 48, 1995 (4 issues), US \$ 86,-, DM 136,-

CZECH MYCOLOGY / ČESKÁ MYKOLOGIE

is an international scientific journal publishing papers in all aspects of mycology including taxonomy, ecology, physiology and mycofloristics as well as mycological topics in forestry, agriculture and medicine. Czech Mycology will publish full length papers and short communications reporting original research which make a significant contribution to mycology.

Review articles are also published.

CONTENTS

STEENBERG TOVE, EILENBERG JØRGEN: Natural occurrence of entomopathogenic fungi on Aphids at an agricultural field site	89
SEEGER RUTH: Intoxications by Higher Fungi	97
HUBÁLEK ZDENĚK, RYCHNOVSKÝ BORIS, PEŠKO, JURAJ: Adiasporomycosis of rodents inhabiting the shores of fishponds	139
SLÁVIKOVÁ ELENA, VADKERTIOVÁ RENÁTA: Yeast population in the water of a polluted fish-pond	145
KOTLABA FRANTIŠEK, POUZAR ZDENĚK: Phellinus cavicola, a new xanthochroic setae-less polypore with coloured spores	155
MÜLLER JIŘÍ: Australischer Rostpilz Puccinia lagenophorae auch in der Tschechien und Slowakischen Republik und in Ungarn	161
Pavel Lizoň fifty years old	169
Dr. Josef Poelt, professor emeritus passed away	175