

Aspergillus fumigatus Fres.g

Giorgio Samorini

c/o Museo Civico di Rovereto, Largo S. Caterina 43, 38068 Rovereto (TN) (Italy)

e-mail: giorgio.samorini@iol.it

LUOGO DI PUBBLICAZIONE / ORIGINAL DESCRIPTION: *Beitr.Mykol.*, 81t., 10f. 1-11, 1863.

FAMIGLIA / FAMILY: Eurotiaceae (Aspergillaceae)

DESCRIZIONE BOTANICA: Colonie su Czapek a 25° raggiungenti un diametro di 3-5cm nel giro di 7 giorni, costituite da un denso feltro di conidiofori verde scuro intermiscelato con ife aeree portanti conidiofori. Teste dei conidi tipicamente colonnari. Conidiofori corti, con pareti lisce, verdi, particolarmente nella parte superiore. Vescicole largamente clavate, 20-30nm in diametro. Fialidi nati direttamente sulle vescicole, spesso pigmentati di verdastro, 6-8 x 2-3nm. Conidi da globosi a subglobosi, 2,5-3,0nm in diametro, verdi, con pareti da rugose a echinulate. RAPER & FENNEL (1965) hanno posto gli isolati con conidi ellissoidi lisci in una varietà separata, la var. *ellipticus* (SAMSON *et al.*, 1981).

HABITAT: Cresce su materiali in decomposizione, terreno, semi, frutti, insilati, fieni, farine, materiali cellulose, legni.

COLTIVAZIONE: Colonie su MEA con sviluppo più veloce e sporulazione più pesante. È termofilo: cresce tra i 18 e i 55 °C e l'optimum è tra i 37 e i 43 °C. Tollera variazioni di pH, ma l'optimum è compreso tra i valori 3,7 e 7,8.

DATI ETNOMICOLOGICI: Diverse specie di muffe, per lo più appartenenti ai generi *Aspergillus* e *Penicillium*, producono micotossine, caratterizzate da specifiche attività sul sistema nervoso animale e umano. Di particolare interesse sono gli alcaloidi dell'ergot, prodotti dall'*A.fumigatus* e da altri microrganismi infestanti le farine o abitanti fra le cariossidi delle spighe di varie graminacee.

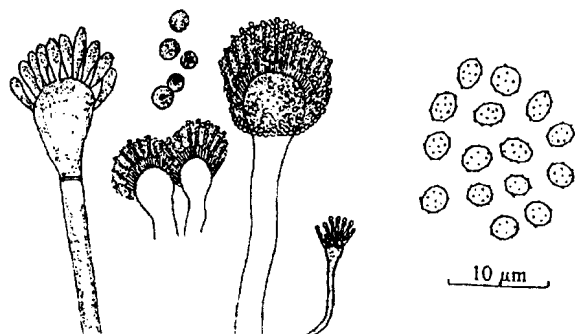
Gli alcaloidi dell'ergot sono prodotti principalmente fra i funghi inferiori della famiglia delle *Clavicipitaceae*, in particolare nei generi *Claviceps*, *Balansia*, *Acremonium*, specie ospiti particolarmente delle *Graminaceae* e delle *Cyperaceae*. L'ergot ("segale cornuta"), *Claviceps purpurea* (Fr.)Tul. è tristemente famoso per le stragi umane di cui è stato diretto responsabile, nelle intossicazioni collettive dei periodi medievali che vanno sotto i nomi di "Fuoco di

BOTANICAL DESCRIPTION: Colonies on Czapek agar at 25°C attaining a diameter of 3-5cm within 7 days, consisting of a dense felt of dark-green conidiophores intermixed with aerial hyphae bearing conidiophores. Conidial heads typically columnar. Conidiophores short, smooth-walled, green, particularly in the upper part. Vesicles broadly clavate, 20-30 nm in diam. Phialides directly borne on the vesicle, often greenish-pigmented, 6-8 x 2-3 nm. Conidia globose to subglobose, 2.5-3.0 nm in diam., green, rough-walled to echinulate. RAPER & FENNEL (1965) placed isolates with smooth ellipsoidal conidia in a separate variety *ellipticus* (SAMSON *et al.*, 1981). **HABITAT:** On decomposing material, ground, seeds, fruits, ensilates, hay, flours, cellulose material, wood.

CULTIVATION: Colonies on MEA showing faster growth and heavier sporulation. Thermophile: it grows between 18 and 55°C and the optimum is between 37 and 43°C. It tolerates pH variations, but the optimum is between 3.7 and 7.8.

ETHNOMYCOLOGICAL DATA: Different species of molds, mostly belonging to the *Aspergillus* and *Penicillium* genera, produce mycotoxins, characterised by specific activities on animal and human nervous systems. The ergot alkaloids produced by *A.fumigatus* and by other microorganisms infesting flours or living among the spike caryopses of various *Gramineae* are particularly interesting.

The ergot alkaloids are mainly produced in the lower fungi of the *Clavicipitaceae* family, in particular in the *Claviceps*, *Balansia*, and *Acremonium* genera, which are guest species especially of *Gramineae* and of *Cyperaceae*. Ergot, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., is unhappily famous because of the human mortality for which it was directly responsible in the Middle Ages, in collective poisonings known as "St. Anthony's Fire". Usually the poisoning develops



Aspergillus fumigatus Frs.g

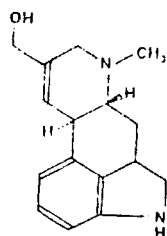
Sant'Antonio", "Male degli Ardenti" o "Fuoco Sacro". L'intossicazione si sviluppa classicamente in due forme, l'una "gangrenosa" e più grave, l'altra "convulsiva" ed allucinatoria, entrambe dovute alla presenza dei diversi tipi di alcaloidi dell'ergot (Bove, 1970; COLELLA, 1969; GIACOMONI, 1985). Fra questi alcaloidi, molti dei quali tossici, ve ne sono alcuni dotati di proprietà psicoattive, quali l'ergonovina (BIGWOOD *et al.*, 1979) e l'ergina. In alcune specie di *Convolvulaceae* dei generi *Rivea* (*Turbina*) e *Ipomoea* i semi producono questi alcaloidi e sono utilizzati in Messico sin dai periodi precolombiani come agenti psicotropi nel corso di rituali sciamanici (OTT, 1996).

Conosciamo altri casi in cui gli alcaloidi dell'ergot agiscono da droga psicoattiva di tipo enteogenico. Ad esempio, nell'Amazzonia peruviana, dove le piante di *Cyperus prolixus* (*Cyperaceae*) infettate da *Balansia cyperi* Edg. (*Clavicipitaceae*) vengono aggiunte all'ayahuasca come rafforzanti dell'effetto visionario e sono fumate per le loro proprietà allucinogene (FLOWMAN *et al.*, 1990). I Balanta della Guinea Bisseau, nell'Africa Equatoriale, ottengono una pozione psicoattiva dalle radici dell'albero *Securidaca longipedunculata* Fres. (*Polygalaceae*) che contengono elimoclavina e deidroelimoclavina (COSTA & BERTAZZO, 1992; SAMORINI, 1996). È nota l'ipotesi di WASSON, HOFMANN & RUCK (1978) che vede l'utilizzo di una bevanda psicotropa prodotta con un particolare tipo di ergot, quale pozione sacramentale (*ciceone*) dei Misteri Eleusini della Grecia arcaica e classica. In particolare, la specie di ergot *Claviceps paspali* Stev. & Hall ha mostrato produrre alcaloidi psicoattivi solubili in acqua (ARCAMONE *et al.*, 1960), quindi potenzialmente utilizzabile quale fonte enteogenica. Infine, recentemente è stata avanzata l'ipotesi che l'ergot e i suoi alcaloidi siano stati gli ingredienti base del Soma, la sacra bevanda inebriante dei Veda, i primi testi religiosi indiani (MORT T. GREENE, 1992, cfr. OTT, 1994:133-139). È dunque possibile che tutto un insieme di stati estatici e di possessione, di visioni ad occhi aperti

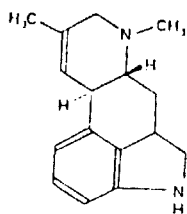
in two forms, one is "gangrenous" and more serious, the other "convulsive" and hallucinatory. Both are due to presence of the different types of ergot alkaloids (BOVÉ, 1970; COLELLA, 1969; GIACOMONI, 1985). Among these alkaloids, many of which are dangerously toxic, there are some, like ergonovine (BIGWOOD *et al.*, 1979) and ergine that have psychoactive properties. In some species of *Convolvulaceae* of the *Rivea* (*Turbina*) and *Ipomoea* genera the seeds produce these alkaloids and were used in México since pre-Columbian times as psychotropic agents during shamanic rituals (OTT, 1996).

We know of other cases in which the ergot alkaloids act as an entheogenic-type psychoactive drug. For example, in the Peruvian Amazon basin where the plants of *Cyperus prolixus* (*Cyperaceae*) infected by *Balansia cyperi* Edg. (*Clavicipitaceae*) are added to ayahuasca to strengthen its visionary effect and also are smoked for their hallucinogenic properties (FLOWMAN *et al.*, 1990). The Balanta of Guinea Bissau, in Equatorial Africa, obtain a psychoactive potion from the root of the tree *Securidaca longipedunculata* Fres. (*Polygalaceae*) that contain elymoclavine and dehydroelymoclavine (COSTA & BERTAZZO, 1992; SAMORINI, 1996). The hypothesis of WASSON, HOFMANN & RUCK (1978) is well-known. It entails a particular type of ergot as basis of the psychoactive sacramental potion (*kykeon*) of the Eleusinian Mysteries of archaic and classical Greece. In particular, the ergot species *Claviceps paspali* Stev. & Hall has proved to produce mainly water-soluble psychoactive alkaloids (ARCAMONE *et al.*, 1960), therefore to be potentially useful as entheogen source. Finally, the hypothesis has been recently advanced that ergot and its alkaloids could be the basic ingredients of soma, the sacred inebriating beverage of the *Veda*, the first of the Indian religious texts (MOTT T. GREENE, 1992, cf. OTT, 1994:133-139).

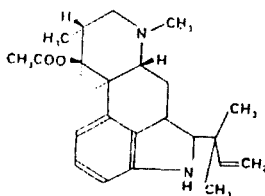
It is also possible that some ecstatic and possession states, with entoptic visions and sudden and variable emotional states might in fact have been provoked by ergot alkaloids contaminating flours of Gramineae, in that visionary, magical and superstitious world typical of the European Middle Ages. Such probably were unobserved or were interpreted as being miraculous, in some cases even by the victims of such poisoning: any clinically-clear symptoms would have been lost or, more precisely, confused, in that plethora of psychic experiences which characterised the medieval mentality (SAMORINI, 1991; SANNITA, 1986). The same species of *Aspergillus* and *Penicillium* may also produce tremorgenic compounds, which also are mostly alkaloids with an indole nucleus, and typically cause symptoms such as tremors and violent spasms (CIEGLER & PITTT,



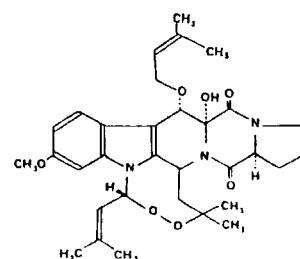
elimoclavina
elymoclavine



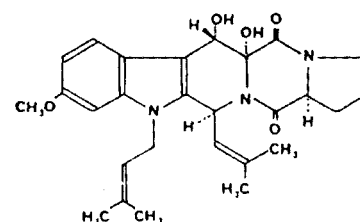
agroclavina
agroclavine



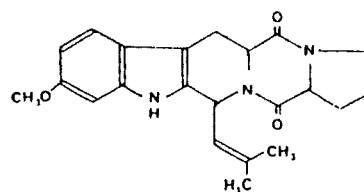
fimigaclavina C
fumigaclavine C



fumitremorgina A / *fumitremorgine A*



fumitremorgina B / *fumitremorgine B*



fumitremorgina C / *fumitremorgine C*

alcuni alcaloidi prodotti da *A.fumigatus*
some alkaloids produced by A.fumigatus

e di stati emotivi improvvisi e variabili, provocati di fatto da alcaloidi dell'ergot associati a farine e graminacee, si mescolasse e si confondesse con quel mondo visionario, magico e superstizioso così caratteristico del Medioevo europeo, passando inosservato o magicamente interpretato, in più casi persino dalle medesime vittime dell'intossicazione: sintomi clinicamente trasparenti, perduti o meglio confusi in quel ribollito di esperienze psichiche che caratterizzarono la mentalità medievale (SAMORINI, 1991; SANNITA, 1986).

Le medesime specie di *Aspergillus* e *Penicillium* possono produrre anche composti *tremorgenici*, per lo più alcaloidi anch'essi a nucleo indolico, che provocano sintomi caratteristici quali tremori e violente scosse (CIEGLER & PITT, 1970; MOREAU, 1979). Si presentano frequenti casi di intossicazioni animali in seguito all'assunzione di graminacee e i cui effetti sono di tipo "tremorgenico", ed è probabile che questa classe di composti abbia avuto in passato significative responsabilità nelle stesse intossicazioni collettive umane. Sarà il caso di rammentare che composti tremorgenici a nucleo indolico (paspalina, paspalicina) sono stati ritrovati, sebbene a bassa concentrazione, anche in *Claviceps paspali* (GALLAGHER *et al.*, 1980). L'ipotesi dei "pani maledetti", ovvero dei pani e delle farine contaminate da queste muffe, è stata presa in considerazione in diversi studi con un approccio antropologico e folclorico al fenomeno delle possessioni e delle isterie collettive nei periodi medievali (CAMPORESI, 1983; BALDINI, 1988 :120-4; GINZBURG, 1989:284-9; MATOSSIAN, 1989). Nell'agosto del 1951 a Pont-Saint-Esprit, un villaggio della Francia meridionale, si verificò un caso di intossicazione alimentare che coinvolse oltre 300 persone, presentandosi pressoché contemporaneamente nel corso della medesima notte. Individui urlanti riversatisi sulle strade, colti da scatti di violenta isteria, sopraffatti da allucinazioni visive e da altre illusioni sensoriali, oltre che da convulsioni e contrazioni, molti dei quali terrorizzati, il tutto fra le serene spiegate delle autoambulanze in corsa. Dopo quattro giorni di delirio collettivo si ebbe il primo decesso; ne seguirono altri sei. Gli effetti psichici

1970; MOREAU, 1979). Cases of animal poisoning due to the swallowing of Gramineae whose effects are of this "tremorgenic" type, are frequent and it is possible that this class of compounds could have been responsible for collective human poisonings in the past. It is opportune to remember that tremorgenic compounds with an indole nucleus (paspaline, paspalicine) have also been found in *Claviceps paspali*, albeit in low concentration (GALLAGHER *et al.*, 1980). The hypothesis of the "cursed loaves", that is, loaves and flours contaminated with such molds, has been considered in several studies characterized by an anthropological and folkloric approach to the phenomena of possession and collective hysteria in medieval times (CAMPORESI, 1983; BALDINI, 1988:120-4; GINZBURG, 1989:284-9; MATOSSIAN, 1989). In August 1951, in Pont-Saint-Esprit, a village in southern France, there was a case of food poisoning involving over 300 people almost simultaneously, during a single night. Screaming people poured into the streets, seized by bouts of violent hysteria, overwhelmed by visual hallucinations and other sensorial illusions, as well as convulsions and cramps. Most of them were terrified,

Specie / Species	alcaloidi dell'ergot	ergot alkaloids	rif.bibl. / <i>bibl.ref.</i>
<i>Ascochyta imperfecta</i> Peck	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Aspergillus clavatus</i> Desmaz.	acido lisergico	lysergic acid	1
<i>Aspergillus conicus</i> Bloch.	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Aspergillus flavus</i> Link.	ergocriptina, agroclavina, elimoclavina	ergokryptine, agroclavine, elymoclavine	2
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	agroclavina, elimoclavina, festuclavina, fumigaclavine	agroclavine, elymoclavine, festuclavine, fumigaclavine	1, 6
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) Wint	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Dematium chodatii</i> Nechitsch	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Geotrichum candidum</i> Link	ergosina, agroclavina, elimoclavina, acido lisergico	ergosine, agroclavine, elymoclavine, lysergic acid	2
<i>Isariopsis griseola</i> Sacc.	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Mucor hiemalis</i> Wehm.	ergosina	ergosine	2
<i>Mucor subtilissimus</i> Berk.	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Penicillium chermesinum</i> Biourge	costaclavina	costaclavine	3
<i>Penicillium expansum</i> Link.	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Penicillium granulatum</i> Bain.	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Penicillium roquefortii</i>	festuclavina, isofumigaclavina	festuclavine, isofumigaclavine	4, 5
<i>Penicillium rugulosum</i> Thom.	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1
<i>Rhizopus arrhizus</i> Fischer	fumigaclavina B	fumigaclavine B	6, 1
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehramb.	ergosinina, ergosina, agroclavina	ergosinine, ergosine, agroclavine	1, 2
<i>Streptomyces rimosus</i> Finlay	Noragroclavina	noragroclavine	1
<i>Trichochoma paradoxa</i> Jungh	alcaloidi claviniaci	clavine alkaloids	1

Alcuni microorganismi che producono alcaloidi dell'ergot

Some microorganisms producing ergot alkaloids

[(1) WILLAMAN & LI, 1970; (2) EL-REFAI *et al.*, 1970; (3) AGURELL, 1964; (4) OHMOMO *et al.*, 1975; (5) SCOTT *et al.*, 1976; (6) SPILSBURY *et al.*, 1961]

Genere / <i>genus</i>	famiglia / <i>family</i>	ordine / <i>order</i>	classe / <i>class</i>
<i>Ascochyta</i>	SPHAEROSPIDACEAE	SPHAEROSPIDALES	DEUTEROMYCETES
<i>Aspergillus</i>	EUROTIACEAE	EUROTIALES	ASCOMYCETES
<i>Dematium</i>	DEMATIACEAE	MONILIALES	DEUTEROMYCETES
<i>Geotricum</i>	MONILIACEAE	MONILIALES	DEUTEROMYCETES
<i>Isariopsis</i>	STILBACEAE	MONILIALES	DEUTEROMYCETES
<i>Mucor</i>	MUCORACEAE	ZYGOMYCETALES	PHYCOMYCETES
<i>Penicillium</i>	EUROTIACEAE	EUROTIALES	ASCOMYCETES
<i>Rhizopus</i>	MUCORACEAE	ZYGOMYCETALES	PHYCOMYCETES
<i>Streptomyces</i>	STREPTOMYCETACEAE	STREPTOMYCETALES	SCHIZOMYCETES
<i>Trichochoma</i>	ONYGENACEAE	EUROTIALES	ASCOMYCETES

Tassonomia dei generi considerati / *Taxonomy of the genera considered here*

scomparvero nel giro di un paio di mesi (FULLER, 1968; GIRAUD, 1973). Risultò chiaro sin dall'inizio che si trattava di un'intossicazione alimentare il cui agente comune era stato il pane prodotto dal medesimo fornaio. Nessuna delle ipotesi iniziali - quella della presenza nella farina di sclerozi di ergot (GABBAI *et al.*, 1951) e quella della presenza di metil-mercurio, un noto agente fungicida (BOUCHET, 1980) - ha mai convinto totalmente. A trent'anni dal fatto, C. MOREAU (1982) ha avanzato una nuova ipotesi chiamando

meanwhile the ambulance sirens wailed. After four days of such collective delirium there was the first death; six more followed. The psychic effects disappeared in a couple of months (FULLER, 1968; GIRAUD, 1973). From the beginning it was clear that it was a case of food-poisoning, whose common denominator was the bread made by one baker. Neither of the initial hypotheses was ever completely convincing: that of the presence of ergot sclerotia in the flour (GABBAI *et al.*); or that of the presence of methyl-

in causa l'*A. fumigatus*, nota muffa pullulante nelle derrate cerealicole.

Raramente una muffa è solamente psicoattiva. E' molto più frequente il caso che sia contemporaneamente tossica e psicoattiva ed ancora più frequente è forse il caso di proprietà unicamente tossiche. In pratica, nelle intossicazioni causate da muffe dei pani e delle farine, non si sa mai cosa può succedere: individui in atteggiamenti estatici o intossicati morenti fra lancinanti scosse e tremori (SAMORINI, 1991).

DATI BIOCHIMICI: L'*A. fumigatus* produce diverse micotossine, fra cui alcaloidi dell'ergot, alcaloidi tremorgenici e altri alcaloidi indolici. Il micelio di questa muffa ha mostrato produrre gli alcaloidi clavini fumigaclavina A, fumiglaclavina B (= deacetilfumigaclavina A) e festuclavina, nel rapporto quantitativo di 10:0,5:1 (SPILSBURY & WILKINSON, 1961). In seguito sono state isolate la fumigaclavina C e i composti tremorgenici verruculogeno e TR-2 (COLE *et al.*, 1977). L'aggiunta di L-triptofano nelle culture comporta un notevole incremento nella quantità di alcaloidi dell'ergot prodotti (RAO & PATEL, 1974). Diversi ceppi di *A. fumigatus* producono anche alcaloidi indolici tremorgenici, fra cui i composti 6-metossindolici fumitremorgine A e B (EICKMAN *et al.*, 1975; YAMAZAKI *et al.*, 1974, 1975a, 1975b) e metaboliti associati alla triptochivalina (YAMAZAKI *et al.*, 1976). Per la complessa chimica degli alcaloidi dell'ergot, si rimanda al testo basilare di A. HOFMANN (1964).

DATI FARMACOLOGICI: Questo fungo è responsabile di una tossicità acuta nel bestiame che si è nutrito di fieno immagazzinato infettato, con sintomi di diarrea, irritabilità e comportamento anomalo e con qualche caso di fatalità (COLE *et al.*, 1977). E' uno degli *Aspergillus* responsabili delle aspergillose polmonari nell'uomo e negli animali (gli uccelli ne sono particolarmente soggetti). E' causa anche di allergie.

Gli alcaloidi dell'ergot possiedono un largo spettro di azioni farmacodinamiche centrali e periferiche. Essi interferiscono con differenti siti recettori per stimolare e/o inibire le strutture effettrici (effector). Le azioni centrali includono attività stimolanti, probabilmente basate su meccanismi dopaminergici e, d'altro canto, effetti inibitori sul tono vasomotore, sulla pulsazione cardiaca e sui riflessi circolatori. Fra le azioni periferiche ritroviamo le due principali proprietà classiche degli alcaloidi dell'ergot, la vasoconstrizione e l'effetto uterotonico. Per le complesse farmacologia e tossicologia degli alcaloidi dell'ergot, si rimanda ad alcuni testi di base (SPANO & TRABUCCHI, 1978; GOLDSTEIN *et al.*, 1980; DRAGO, 1990).

mercury, a well-known fungicidal agent (BOUCHET, 1980). Thirty years after the event, C. MOREAU (1982) advanced a new hypothesis, with reference to *A. fumigatus*, a notorious mold thriving in food grain. Molds are seldom just psychoactive. More commonly they may be poisonous and psychoactive at the same time; yet more commonly, perhaps, they may have poisonous properties only. In practice, with poisonings caused by bread and flour molds one never knows what may happen: people having ecstatic states or people dying with lacinating cramps and tremors (SAMORINI, 1991).

BIOCHEMICAL DATA: *A. fumigatus* produces different mycotoxins, including ergot alkaloids, tremorgenic alkaloids, and other indole alkaloids. The mycelium of this mold produces the clavine alkaloids fumigaclavine A, fumigaclavine B (= deacetyl fumigaclavine A) and festuclavine, in a quantitative ratio 10:0.5:1 (SPILSBURY & WILKINSON, 1961). It produces also fumigaclavine C and the tremorgenic compounds verruculogen and TR-2 (COLE *et al.*, 1977). The addition of L-tryptophan to the culture media provokes a remarkable increase in the quantity of ergot alkaloids produced (RAO & PATEL, 1974). Some strains of *A. fumigatus* produce also tremorgenic indole alkaloids, including the 6-methoxy-indole compounds fumitremorgine A and B (EICKMAN *et al.*, 1975; YAMAZAKI *et al.*, 1974, 1975a, 1975b) and metabolites associated with tryptochivaline (YAMAZAKI *et al.*, 1976). For the complex chemistry of the ergot alkaloids, cfr. A. HOFMANN (1964).

PHARMACOLOGICAL DATA: This fungus is strongly poisonous to cattle feeding on hay harvested and stored already infected, provoking symptoms of diarrhoea, irritability and anomalous behavior; in some cases, death (COLE *et al.*, 1977). It may be responsible for pulmonary aspergillosis in humans and animals (birds are particularly prone to this disease). It may also cause allergies.

The ergot alkaloids have a large spectrum of central and peripheral pharmacodynamic actions. They interfere with different receptor sites to stimulate and/or inhibit the effector structures. Central actions include stimulation, probably based on dopaminergic mechanisms, along with inhibitory effects on vasomotor tone, heart-beat and circulatory reflexes. Among the peripheral actions there are the two main classic properties of the ergot alkaloids, vasoconstriction and uterotonic effects. For the complex pharmacology and toxicology of ergot alkaloids, we refer the reader to some basic texts (SPANO & TRABUCCHI, 1978; GOLDSTEIN *et al.*, 1980; DRAGO, 1990).

Bibliografia / Bibliography

- AGURELL S.L., 1964, Costaclavine from *Penicillium chermesinum*, *Experientia*, 20:25-26.
- ARCAMONE F. *et al.*, 1960, Production of Lysergic Acid Derivatives by a strain of *Claviceps paspali* Stevens & Hall in Submerged Culture, *Nature*, 187:238-9.
- BALDINI E., 1988, *Paura e "maraviglia" in Romagna*, Ravenna, Longo.
- BIGWOOD J., J. OTT, C. THOMPSON & P. NELLY, 1979, Entheogenic Effects of Ergonovine, *J.Psyched.Drugs*, 11:147-149.
- BOUCHET R.L., 1980, L'affaire du "pain mouillé" de Pont-Saint-Esprit, *Phytoma-Défense des Cultures*, dec.:33-36.
- BOVE F.J., 1970, *The Story of Ergot*, Basel & New York, Karger.
- CAMPORISI P., 1983, *Il pane selvaggio*, Bologna, Il Mulino.
- CIEGLER A. & J.I. PITT, 1970, Survey of the genus *Penicillium* for tremorgenic toxin production, *Mycopath.Mycol.Appl.*, 42:119-124.
- COLE R.J. *et al.*, 1977, Mycotoxins Produced by *Aspergillus fumigatus* Species Isolated from Molded Silage, *J.Agric.Food.Chem.*, 25:826-830.
- COLELLA D., 1969, Le epidemie di ergotismo nell'XI secolo, *Pag.St.Medicina*, 13:68-77.
- COSTA C. & A. BERTAZZO, 1992, Preliminary Study for Identification of Alkaloids from *Securidaca longipedunculata*, *Il Farmaco*, 47:121-126.
- DRAGO F., 1990, *Ergot. Chimica, farmacologia e terapia*, Milano, Poli.
- EICKMAN N., J. CLARDY, R.J. COLE & J.W. KIRSEY, 1975, The structure of fomitremorgin A, *Tetr.Letts.*, :1051-1054.
- EL-REFAI H. *et al.*, 1970, The alkaloids of fungi. I. The formation of ergoline alkaloids by representative mould fungi, *Japan.J.Microb.*, 14:91-97.
- FULLER J.C., 1968, *The day of St. Anthony's fire*, New York, The New American Library.
- GABBAI *et al.*, 1951, Ergot Poisoning at Pont-Sain-Esprit, *Brit.Med.J.*, 2:650-1.
- GALLAGHER R.T. *et al.*, 1980, Paspalinine, a Tremorgenic Metabolite from *Claviceps paspali* Stevens & Hall, *Tetr.Letts.*, :235-238.
- GIACOMONI L., 1985, Des Mystères d'Eleusis au Feu de Saint Antoine: la fabuleuse histoire de l'ergotisme, *Bull. AEMBA*, Entrevaux, 17:1-52.
- GINZBURG C., 1989, *Storia notturna. Una decifrazione del sabba*, Torino, Einaudi.
- GIRAUD G., 1973, Le pain mouillé de Pont-Saint-Esprit et ses mystères, *J.Méd.Montpellier*, 8:413-427.
- GOLDSTEIN M. *et al.* (Eds.), *Ergot Compounds and Brain Function*, New York, Raven.
- HOFMANN A., 1964, *Die Mutterkorn-alkaloide*, Stuttgart, Enke.
- MATOSSIAN M.K., 1989, *Poisons of the Past. Molds, Epidemics, and History*, New Haven & London, Yale University.
- MOREAU C., 1979, Troubles nerveux et digestifs liés à la consommation par les animaux d'aliment contaminées par des *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*, *Rev.Mycol.*, 43:227-238.
- MOREAU C., 1982, Les mycotoxines neurotropes de l'*Aspergillus fumigatus*, une hypothèse sur le "pain mouillé" de Pont-Saint-Esprit, *Bull.Soc.Myc.Fr.*, 98:261-273.
- OHMOMO S. *et al.*, 1975, Isolation of festuclavine and three new indole alkaloids, roquefortine A, B and C from the cultures of *Penicillium roquefortii*, *Agr.Biol.Chem.*, 39:1333-1334.
- OTT J., 1994, La historia de la planta del "Soma" después de R. Gordon Wasson, in: J.M. Fericigla (Ed.), *Plantas, Chamanismo y Estados de Consciencia*, Barcelona, Los Libros de la Liebre de Marzo, :117-150.
- OTT J., 1996, *Pharmacotheon. Entheogenic drugs, their plant sources and history*, 2° ed., Kennewick, CA, Natural Products.
- PLOWMAN T.C., A. LEUCHTMANN, C. BLANET & K. CLAY, 1990, Significance of the Fungus *Balansia cyperi* Infecting Medicinal Species of *Cyperus* from Amazonia, *Econ.Bot.*, 44:452-462.
- RAO K.K. & V.P. PATEL, 1974, Effect of Trypoptofan and Related Compounds on Alkaloid Formation in *Aspergillus fumigatus*, *Lloydia*, 37:608-610.
- SAMORINI G., 1991, Neurotossicologia delle graminacee e dei loro patogeni vegetali. Un'introduzione, *Ann.Mus.Civ.Rovereto*, 7:253-264.
- SAMORINI G., 1996, Un ciceone africano? / *An African Kykeon?*, *Eleusis*, 4:40-41.
- SAMSON R.A., E.S. HOEKSTRA & C.A.N. OORSCHOT, 1981, *Introduction to Food-Borne Fungi*, Baar, The Netherlands, CBS.
- SANNITA W.G., 1986, Induzione farmacologica ed esperienze psichiche, medicina popolare e stregoneria in Europa agli inizi dell'età moderna, in: M. CUCCU & P.A. ROSSI (Eds.), *La strega, il teologo, lo scienziato*, Genova, ECIG, :119-140.
- SCOTT P.M. *et al.*, 1976, Roquefortine and isofumigaclavine A, metabolites from *Penicillium roquefortii*, *Experientia*, 32:140.
- SPANO P.F. & M. TRABUCCHI (Eds.), 1978, *Ergot Alkaloids, Pharmacology*, Suppl. 1 vol. 16.
- SPILSBURY J.F. & S. WILKINSON, 1961, The Isolation of Festuclavine and Two New Clavine Alkaloids from *Aspergillus fumigatus*, *J.Chem.Soc.*, :2085-2091.
- WASSON R.G., A. HOFMANN & C.A.P. RUCK, 1978, *The Road to Eleusis*, New York, Harcourt Brace Jov.
- WILLAMAN J.J. & H.L. LI, 1970, Alkaloid-bearing plants and their contained alkaloids, Suppl. *Lloydia*, vol. 33.
- YAMAZAKI M., K. SASAGO & K. MIYAKI, 1974, The structure of fomitremorgin B (FTB), a Tremorgenic Toxin from *Aspergillus fumigatus* Fres., *J.Chem.Soc.Chem. Comm.*, :408-9.
- YAMAZAKI M., H. FUJIMOTO, T. AKIYAMA, U. SANKAWA & Y. ITAKA, 1975a, Cristal structure and Absolute Configuration of Fomitremorgin B, a tremorgenic Toxin from *Aspergillus fumigatus* Fres., *Tetr.Letts.*, :27-28.
- YAMAZAKI M., H. FUJIMOTO & T. KAWASAKI, 1975b, The Structure of a Tremorgenic Metabolite from *Aspergillus fumigatus* Fres., Fomitremorgin A, *Tetr.Letts.*, :1241-1244.
- YAMAZAKI M., H. FUJIMOTO & E. OKUYAMA, 1976, Structure Determination of Six Tryptoquivaline-Related Metabolites from *Aspergillus fumigatus*, *Tetr.Letts.*, :2861-4.