

A.M. PICCO, M. PRIANO, R. GROPPALI, A.M. MANGIAROTTI

**Flora fungina isolata da acervi di *Formica lugubris* Zett.
(Hymenoptera Formicidae) dell'Appennino Pavese (Italia)**

Riassunto - Viene riportata la flora fungina isolata da tre acervi di *Formica lugubris* Zett. in un bosco di *Pinus nigra* dell'Appennino Ligure (Monte d'Alpe, Pavia, Italia), dove la specie è stata introdotta. L'indagine, condotta per un anno intero, ha permesso inoltre di valutare le variazioni dei funghi trovati anche in relazione al ciclo biologico di *F. lugubris*. Le specie fungine riscontrate sono in totale 54; le più comuni sono state brevemente discusse: si tratta per lo più di funghi entomogeni e di funghi saprofiti legati al materiale vegetale, alla lettiera e al suolo.

Abstract - *Fungus flora isolated from nests of Formica lugubris Zett. (Hymenoptera Formicidae) in a pine-wood of the Ligurian Apennine (Pavia, Italy).*

The study reports the fungus flora isolated from three anthills of *Formica lugubris* Zett. in a pine-wood (*Pinus nigra*) in the Ligurian Apennine, where ants have been introduced. The research, which was carried out throughout a whole year, assessed the variations of the found fungi in relation to the biological cycle of *Formica lugubris*. Fifty-four fungal species were recorded; the commonest ones were briefly discussed: they are mostly entomogenous and saprophytic fungi. The latter are associated to litter and soil debris.

Key words: ants, *Formica lugubris*, fungi.

INTRODUZIONE

Le formiche appartenenti al gruppo *Formica rufa* L. vivono in acervi formati da materiale molto eterogeneo, in gran parte di origine vegetale, con tassi di umidità elevati e costanti e potenzialmente adatti ad accogliere una flora fungina particolarmente varia (Maschwitz et al., 1970; Gösswald, 1989). Sono da tempo noti almeno tre tipi di rapporti tra funghi e formiche: la simbiosi, il parassitismo e i normali rapporti saprofitici (Müller-Kogler, 1965).

Tra i migliori esempi di rapporti simbiotici possono essere citate le formiche tagliatrici di foglie appartenenti alla tribù delle Attine, (*Atta* spp., *Cyphomyrmex* spp., *Myrmicocrypta* spp.), le quali coltivano nei propri nidi il Basidiomicete *Leucocoprinus gongylophorus* instaurando con esso un vera e propria simbiosi di tipo mutualistico: il fungo utilizza la protezione e il trasporto delle spore nell'ambiente (ottimale per le sue esigenze) effettuati da questi Formicidi, e nel contempo digerisce la cellulosa delle foglie raccolte dalle formiche stesse, altrimenti inattaccabile dagli enzimi del loro sistema digerente (Hölldobler & Wilson, 1990). Gli stessi Autori descrivono un altro caso di coevoluzione definibile come simbiosi, quella cioè che interessa *Cladosporium myrmecophilum* e *Lasius niger* L.: il fungo cresce sulle pareti in cartone, ottenuto dalla masticazione del legno e dal suo impasto con la saliva, di cui è costituito il nido della specie, rinforzandone la struttura e ricevendo da quest'ultima protezione e diffusione delle spore.

A una differente categoria di rapporti funghi-formiche appartengono le specie fungine entomogene ed entomofaghe (secondo Müller-Kogler, 1965, l.c.) che parassitizzano questi insetti. Wisniewsky (1977, 1981) descrive, per esempio, la presenza di *Aegeritella superficialis* Bal. & Wis. sul tegumento di numerose specie del gen. *Formica* L. in Polonia e di *Formica lugubris* Zett. in boschi delle Prealpi italiane (prov. di Bergamo).

Balazy et al. (1990) isolarono in Marocco, sul Formicide *Aphaenogaster baronii* Cagniant, *Aegeritella marrocana* sp. n., fungo epizoico. Balazy & Sokolowsky (1976) (in Wisniewsky 1977, l.c.) trovarono, ancora in Polonia, *Entomophthora myrmecophaga* (Turrian & West) su individui di *Formica rufa* L. e di *Formica polyctena* Först.. Gösswald (1989) riporta inoltre le segnalazioni di *Beauveria bassiana* (Vuill.) in nidi di *Lasius niger* L., del lievito *Torulopsis apis* var. *galacta* Golubev & Babjeva, di *Debaryomyces* spp. e di *Aureobasidium* spp. isolati su formiche del gruppo *Formica rufa* L..

Ascomiceti del gen. *Cordyceps* Fr. invadono con il loro micelio, uccidendoli, ospiti diversi tra cui il Formicino *Camponotus abdominalis* Wheeler (Hölldobler & Wilson, 1990, l.c.). Wheeler (in Hölldobler & Wilson, 1990, l.c.) identificò *Camponotus pennsylvanicus* (Degeer) completamente ricoperto da *Desmidospora myrmecophila* Thaxter, fungo riscoperto recentemente su un'operaia di *Camponotus semitestaceus* Emery (Clark & Prusso, 1986). Gli stessi Autori per il medesimo Formicidae segnalano anche la presenza, sul tegumento, di *Laboulbenia formicarum* Thaxter, appartenente all'ordine delle Laboulbeniales, funghi molto specializzati per la vita sugli insetti (Broletti, 1972; Hölldobler & Wilson, 1990, l.c.).

Vi sono infine funghi saprofiti del suolo o di vegetali che vivono negli acervi delle formiche, il cui significato ancora non risulta chiarito e la cui presenza, almeno in parte, sembra essere regolata dall'azione fungistatica più o meno spic-

i-
re
di
ill
on
li-
es
ey
n-
r-
y-
ri-
a-
-
e,
LL
in
si-
b-
2-
J.
de
).
21

cata del secreto delle ghiandole metatoraciche presenti nei Formicidae (Maschwitz et al., 1970; Schildknecht et al., 1973).

Al fine di meglio definire la composizione e le caratteristiche della flora fungina legata a questi insetti è stata pertanto condotta una prima indagine sui funghi che colonizzano gli acervi di *Formica lugubris* Zett., del gruppo *Formica rufa* L.. La ricerca è stata condotta per un intero ciclo stagionale al fine di valutare eventuali variazioni dei funghi presenti. Si è voluto in tal modo apportare nuove conoscenze sui popolamenti fungini in colonie di formiche; i dati in letteratura sono scarsi, eccezion fatta per le occasionali segnalazioni sui rapporti esistenti tra questi due gruppi di organismi viventi, che spesso occupano la stessa nicchia ecologica (Gösswald, 1989, l.c.).

MATERIALI E METODI

Sono stati scelti tre nidi di dimensioni differenti di *Formica lugubris* Zett. situati in un bosco dominato da *Pinus nigra* var. *austriaca* Höss della Riserva Naturale Biogenetica del Monte d'Alpe (prov. Pavia) dove la formica è stata introdotta a scopo di controllo biologico nei confronti di alcune specie di Lepidotteri defogliatori (Pavan, 1981).

La parte epigea dei formicai, denominata acervo, è costituita principalmente da aghi di pino ma anche da perule, gemme, rametti, grumi di resina e altri materiali di origine quasi esclusivamente vegetale.

Campioni di questo eterogeneo materiale sono stati prelevati in diversi punti da ognuno dei tre acervi durante quattro campionamenti stagionali effettuati nell'arco di un anno. I campioni sono stati posti in contenitori sterili. Lo studio culturale micologico è stato fatto con il metodo dell'apposizione del materiale in piastre di agar H₂O (agar g 15; H₂O ml 1000) e PDA (patata-destrosio-agar). Le piastre sono state mantenute a temperatura ambiente (ca. 20°C) e controllate periodicamente per oltre un mese. La crescita di colonie fungine è stata controllata inizialmente con l'osservazione allo stereomicroscopio e quindi al microscopio ottico. Di ogni colonia sono stati fatti trapianti in appropriati terreni colturali (MEA, PDA). Ogni specie fungina presente in una piastra è stata conteggiata una sola volta anche se presente con più colonie nel campione.

È stata rilevata la temperatura interna di ogni nido e quella dell'aria (vedi tabella a pagina seguente).

RISULTATI E CONCLUSIONI

In tabella 1 sono elencate le specie fungine isolate e identificate dai tre acervi di *Formica lugubris* prelevati in quattro diversi periodi dell'anno. Complessiva-

Nido	Campionamenti			
	nov. '91	feb. '92	mag. '92	ago. '92
A vol. = 107 litri	10°C	7°C	12°C	19°C
B vol. = 173 litri	9°C	7°C	13°C	21°C
C (*) vol. = 260 litri	10°C	7°C	25°C	26°C
temp. dell'aria	11°C	8°C	12°C	19°C

(*) Il nido C è stato abbandonato dalle formiche tra il novembre 1991 e il febbraio 1992.

mente sono state trovate 54 specie rappresentative di 47 generi: alcune risultano dominanti (sempre isolate dai tre nidi in tutti i campionamenti effettuati), altre frequenti e un discreto numero occasionali o presenti solo in alcuni formicai e in diversi periodi di tempo. Alcuni funghi sono stati trovati solo o prevalentemente in alcuni periodi stagionali, come ad esempio *Acremonium strictum*, *Chaetomium elatum* e *Cunningamella elegans* riscontrati in maggio e agosto; *Alternaria alternata*, *Arthrotrys oligospora*, *Fusarium* sp. e *Mixotrichum* sp. sono invece prevalenti nei campionamenti di novembre e di febbraio.

Le Mucoracee presentano un andamento variabile da genere a genere: *Mortierella exigua* è più frequente negli acervi in maggio e agosto, *Mucor plumbeus* in novembre e *Rhizopus stolonifer* in tutti i campionamenti escluso quello del mese di maggio. Alcuni taxa fungini sono stati trovati solo in uno o pochi altri campionamenti dei 12 eseguiti nel corso della ricerca: si tratta spesso di funghi cosmopoliti per i quali la limitata presenza depone per una loro difficile adattabilità all'ambiente studiato. Rientrano in questo gruppo *Aspergillus clavatus*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *Drechslera* sp., *Periconia macrospina*, *Ramichloridium schulzeri*, *Verticicladium* stato di *Desmazierella acicola*.

Tra i funghi isolati spiccano inoltre gli entomogeni *Beauveria bassiana*, *Paezilomyces farinosus*, *Verticillium chlamydosporium* e i nematofagi *Arthrotrys oligospora*, *Dactylella bembicodes* e *D. heterospora*. La presenza di questi nematofagi potrebbe essere legata all'abbondante presenza di Nematodi da noi osservata nei nidi di formiche. *Dactylella bembicodes* e *D. heterospora* sono infatti segnalate su escrementi (Duddington, 1951; Matsushima, 1975) e, in particolare la prima, su escrementi del miriapode *Glomeris marginata* (Villers) (Nicholson et al., 1966). Questo dato potrebbe essere correlato con la presenza nei nidi di escrementi delle formiche.

Absidia spinosa, *Aureobasidium pullulans*, *Mortierella exigua*, *Phomopsis*

Tab. 1 - Specie fungine isolate da tre acervi (A, B, C) di *Formica lugubris* Zett.

SPECIE ISOLATE	09/11/91			07/02/92			22/05/92			26/08/92		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Absidia spinosa</i> Lendner	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acremoniella atra</i> (Corda)	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acremonium strictum</i> W.Gams	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arthrinium phaeospermum</i> (Corda)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arthrotrichum oligospora</i> Fres.	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Aspergillus clavatus</i> Desm.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus sidowii</i> (Bain. & Sart.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary) Arnaud	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Beauveria bassiana</i> (Vuill.)	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Beauveria brongniartii</i> (Sacc.) Petch.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Pers.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cephalosporium</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Chaetomium elatum</i> Kunze ex Stend.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fr.) de Vries	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Colletotrichum</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cunninghamella elegans</i> Lendner	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Cylindrotrichum oligospermum</i> (Corda) Bon.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>Dactylella bembicodes</i> Drechsler	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Dactylella heterospora</i> Drechsler	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dendryphion nanum</i> (Nees ex Gray)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Drechslera</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Epicoecum purpurascens</i> Ehremb. ex Schl.	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-
<i>Fusarium</i> spp.	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
<i>Gliocladium catenulatum</i> Gilm. & Abbott	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Gliocladium roseum</i> Bain.	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Gliocladium viride</i> Matr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Gonytrichum</i> st. di <i>M. inaequalis</i> (Grove) Höhn.	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Heteroconium</i> spp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hormiactis candida</i> Honh.	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Melanospora</i> spp.	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Mortierella exigua</i> Linnem.	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>Mucor plumbeus</i> Bonord.	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myxotrichum</i> spp.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Oidiodendron rhodogenum</i> Robak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Oidiodendron truncatum</i> Barron	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Paecilomyces farinosus</i> (Holm. ex Gray)	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Papulaspora immersa</i> Hotson	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>Penicillium adametzi</i> Zaleski	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Penicillium frequentans</i> Westl.	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Periconia macrospinoso</i> Lef. & A.G. Johnson	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phoma leveillei</i> Boerema & Bollen	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Phomopsis abietina</i> (Hart.) Wils. et Hahn	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+
<i>Polyscytalum fecundissimum</i> Reiss	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Pyrenochaeta</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ramichloridium schulzeri</i> (Sacc.) de Hoog	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinocladiella</i> st. di <i>D. mansonii</i> Sch.-Schw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Erenb. ex Link.) Lind	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+
<i>Sepedonium chrysospermum</i> (Bull.) Link.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Sordaria fimicola</i> (Rob.) Ces. & de Not.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thysanophora penicillioides</i> (Roum.) Kendr.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichoderma polysporum</i> (Link ex Pers.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Verticicladium</i> st. di <i>Desmazierella acicola</i> Lib.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Verticillium chlamydosporium</i> Gobbard	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TOTALE SPECIE PER ACERVO	13	19	13	28	22	17	13	20	22	25	23	21

abietina, *Rhinocladiella* stato di *Dictyotrichiella mansonii*, *Thysanophora penicillioides*, da noi identificati in acervi di *Formica lugubris* rientrano tra i cosiddetti funghi della lettiera, associati di norma a detriti vegetali in decomposizione: alcuni di questi sono caratteristici di boschi di conifere (Ellis, 1940, 1972; Linnemann, 1958; Goidanich, 1964; Widden & Parkinson, 1973; Singh, 1976). *Aureobasidium pullulans* è inoltre un entomofilo di *Psylla pyri* L. (Picco, 1985).

Altre specie, tipiche del suolo e della lettiera, sono *Chaetomium elatum* (Mickovski, 1962) e *Gonytrichum* stato di *Melanopsella inaequalis* (Hönhel, 1919) (in Ellis, 1971, l.c.). *Gliocladium roseum* e *Oidiodendron truncatum*, in particolare, di suoli di foreste di conifere (Badura, 1960; Mickovski, 1962 l.c.; Singh, 1976, l.c.).

L'osservazione del grafico in fig. 1, in cui è riportato il numero di taxa isolati per ogni campionamento in ciascuno dei nidi esaminati, permette alcune considerazioni.

Nel campione di novembre 1991 e di maggio 1992 abbiamo registrato per tutti gli acervi il numero minimo di taxa trovati. Il dato di novembre è giustificabile peraltro per le temperature non alte (9-10°C) e l'attività delle formiche (Gösswald, 1989, l.c., intende per attività stagionale i 200 giorni circa all'anno durante i quali le formiche vivono nella parte epigea del nido compiendo le loro normali funzioni di vita sociale), che tuttavia stanno per entrare in diapausa invernale, durante la quale abbandonano le parti superficiali dell'acervo per portarsi nella parte ipogea del nido.

Il ridotto numero di specie riscontrato nei due acervi attivi in maggio potrebbe invece essere legato alla presenza nel substrato analizzato del secreto delle ghiandole metatoraciche che, secondo Hölldobler & Wilson (1990), le formiche in attività si cospargono sul corpo pulendosi reciprocamente i palpi e le zampe. Tale secreto, dotato di proprietà antibiotiche e fungistatiche (Maschwitz et al., 1970; Schildknecht et al., 1973) è prodotto da larga parte dei rappresentanti della famiglia dei Formicidi tra cui *Formica lugubris* (Priano, 1988). Si potrebbe quindi ipotizzare che in corrispondenza di una minore o assente attività degli insetti (autunno-inverno) l'effetto fungistatico nell'acervo verrebbe meno; al contrario, il suddetto effetto dovrebbe essere potenziato durante la massima attività di questi Imenotteri in primavera-estate.

In fig. 1 si evidenzia inoltre che nel rilievo invernale (febbraio 1992), quando le temperature non erano particolarmente rigide (7°C) e l'attività di *Formica lugubris* era assente, si sono rilevate punte piuttosto elevate di taxa isolati. In estate, infine, le temperature registrate erano così favorevoli per la crescita fungina (19-21°C) che neanche la massima attività della formica e quindi di protezione fungistatica riesce a contenere punte elevate di funghi colonizzatori. Risulta quindi che i due nidi attivi (A e B) sono più ricchi in numero di taxa isolati

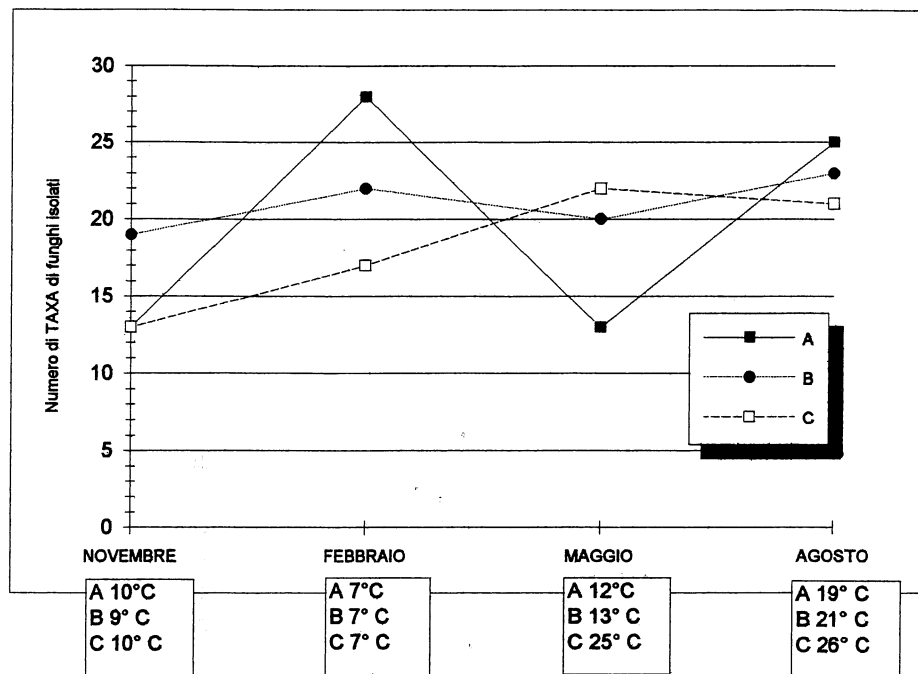


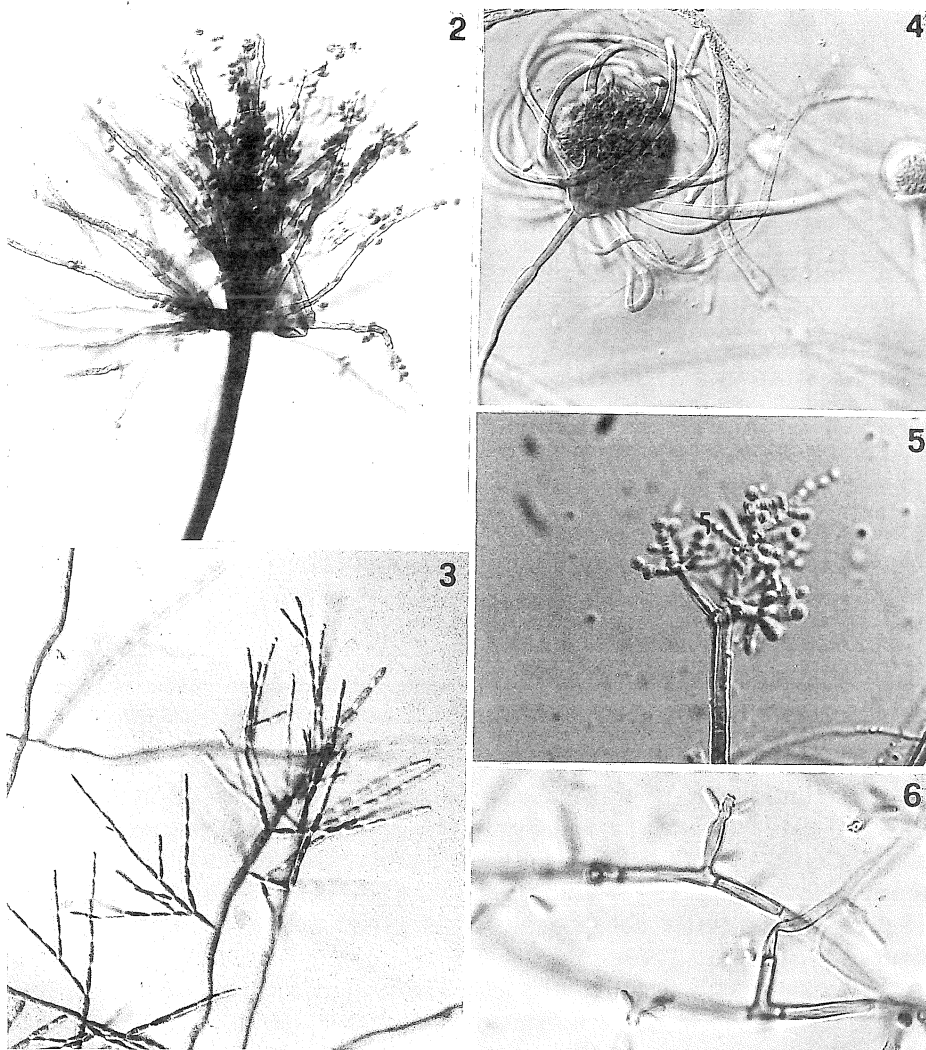
Fig. 1 - Variazione stagionale del numero delle specie fungine riscontrate nei tre acervi (A, B, C) di *Formica lugubris* Zett. oggetto di osservazione.

nel campionamento invernale (febbraio 1992) e in quello estivo (agosto 1992). Il nido C mostra un andamento più direttamente dipendente da quello stagionale nel numero delle specie e ciò è probabilmente riconducibile all'assenza di formiche al suo interno per buona parte del periodo di indagine, essendo stato da queste abbandonato tra il primo e il secondo rilievo effettuato.

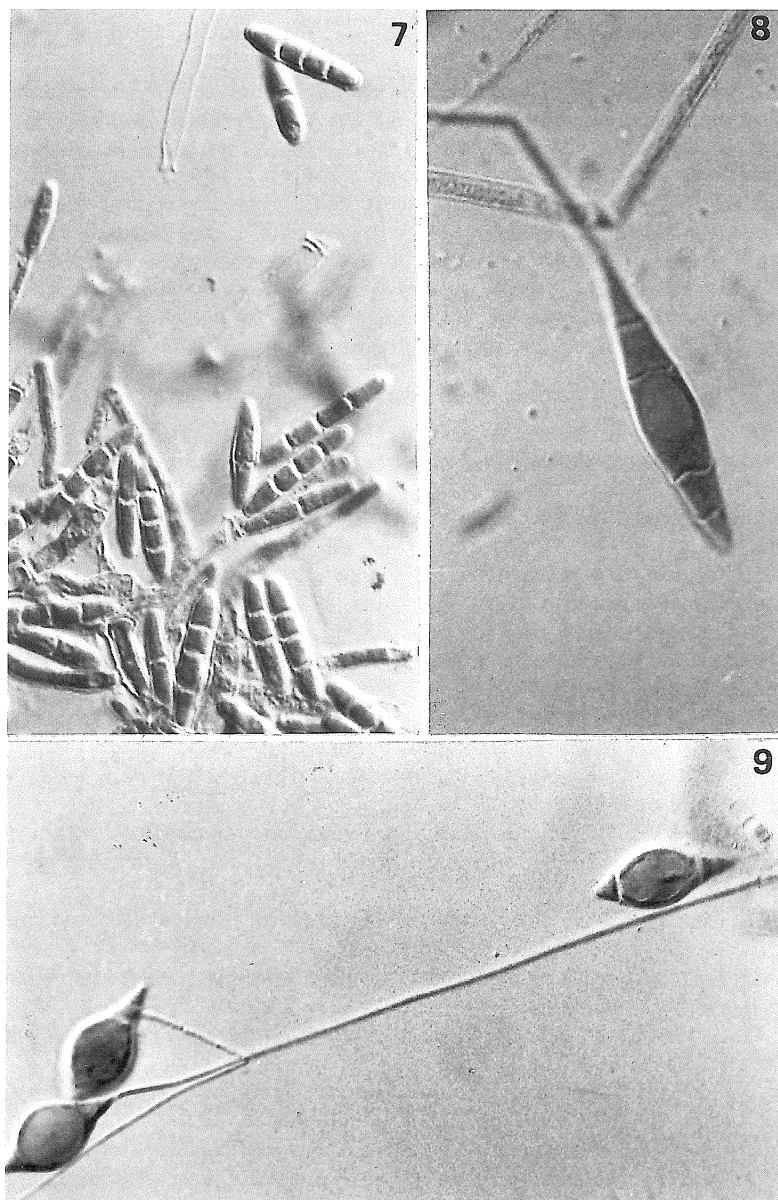
Da quanto detto si potrebbero includere tra i fattori che regolano la crescita e selezionano le specie fungine degli acervi: il tipo di materiale utilizzato da *Formica lugubris* per la costruzione, l'attività delle formiche e l'andamento stagionale, in particolare la temperatura interna degli acervi.

È noto inoltre come le formiche portino negli acervi prede o parti di esse colpite da funghi parassiti, che entrerebbero quindi nella composizione della flora fungina dei formicai.

La ricerca merita di essere estesa ad acervi della stessa *Formica lugubris* di altre zone appenniniche e alpine dove le condizioni climatiche e la diversa composizione vegetazionale potrebbero variare i dati da noi raccolti nella zona di studio.



Figg. 2-6 - Flora fungina di acervi di *Formica lugubris* Zett.: *Verticicladium* stato di *Desmazierella acicola* Lib. (400x) (fig. 2); *Polyscytalum fecundissimum* Reiss (400x) (fig. 3); *Absidia spinosa* Lendner (400x) (fig. 4); *Oidiodendron truncatum* Barron (400x) (fig. 5); *Rhinocladiella* stato di *Dictyotrichiella mansonii* Sch.-Schw. (1000x) (fig. 6).



Figg. 7-9 - Flora fungina di acervi di *Formica lugubris* Zett.: *Heteroconium* spp. (1000x) (fig. 7); *Dactylella heterospora* Drechsler (1000x) (fig. 8); *Dactylella bembicodes* Drechsler (400x) (fig. 9).

BIBLIOGRAFIA

- BADURA L., 1960 - Some observation on the mycoflora from the litter and soil in the pine forest in the Radunia (Sepia Gora) region. - *Acta microbiol. Pol.* 9: 33-58.
- BALAZY S., ESPANDER X., WISNIEWSKY J., 1990 - A new myrmecophilic Hyphomycete, *Aegeritella marrocanica* sp. nov.. - *Mycol. Res.* 34 (2): 273-275.
- BROLETTI C., 1972 - Funghi parassiti di insetti con particolare riguardo a *Laboulbenia cristata* Thaxter (Laboulbeniales). - Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Ist. Entomologia, Univ. Pavia: 1-119.
- CLARK W.H., PRUSSO D.C., 1986. - *Desmidiospora myrmecophila* found infesting the ant *Camponotus semitestaceus*. - *Mycologia* 78 (5): 865-866.
- DUDDINGTON C.L., 1951 - The ecology of predacious fungi. - *Trans. Br. mycol. Soc.* 34: 322-331.
- ELLIS M.B., 1940 - Some fungi isolated from pinewood soil. - *Trans. Br. mycol. Soc.* 24: 87-97.
- ELLIS M.B., 1971 - *Dematiaceus hyphomycetes*. - Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England: 1- 608.
- GOIDANICH G., 1964 - Manuale di Patologia Vegetale. Vol. 2. - Edagricole, Bologna: 1-1283.
- GÖSSWALD K., 1989 - Die Waldameise. Bd 1. - AULA-Verlag, Weisbaden: 1-660.
- HÖLLDOBLER B., WILSON E.O., 1990 - The Ants. - The Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.: 1-732.
- LINDEMANN, 1958 - Untersuchungen zur Verbreitung und Systematik der Mortierellen. - *Arch. Mikrobiol.* 30: 256-267.
- MASCHWITZ U., KOOB K., SCHILDKNECKT H., 1970 - Ein Beitrag zur Funktion der metathoracaldrüse der Ameisen. - *J. Insect Physiol.* 16: 387-404.
- MATSUSHIMA T., 1975 - *Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum*. - Published by the Author, Kobe: 1-624.
- MICKOVSKI M., 1962 - The fungus flora under *Pinus maritima* and its influence on the process of humus formation over the same. - *Annu. Fac. Agric., Skopje* 15: 241-246.
- MÜLLER-KOGLER E., 1965 - Pilzkrankheiten bei Insekten. - Parey, Berlin-Hamburg: 1-440.
- NICHOLSON P.B., BOCKOCK K.L., HEAL O.W., 1966 - Studies of the decomposition of the faecal pellets of a millipede (*Glomeris marginata* (Villers)). - *J. Ecol.* 54: 755-766.
- PAVAN M., 1981 - Utilità delle formiche del gruppo *Formica rufa*. 2ª Ed. - Min. Agr. Foreste, Coll. Verde 57, Roma: 1-99.
- PICCO A.M., 1985 - Rilievi sulla micoflora del pero e di *Psylla pyri* L., in un frutteto dell'Oltrepò pavese. - *Riv. Pat. veg.*, s. IV, 21: 141-150.
- PRIANO M., 1988 - Le ghiandole metatoraciche in *Formica lugubris* Zett.. Ricerche sulla loro anatomia, istologia e funzione. - Tesi di Laurea in Scienze Biologiche, Ist. Entomologia, Univ. Pavia: 1-77.
- SCHILDKNECKT H., PATSY B., REED B., DEWITT REED F., KOOB K., 1973 - Auxin activity in the symbiosis of leaf-cutting ants and their fungus. - *Insect Biochem.* 3: 439-442.
- SINGH P., 1976 - Some fungi in the forest soil of Newfoundland. - *Mycologia* 68: 881-890.

- WIDDEN P., PARKINSON D., 1973 - Fungi from Canadian coniferous forest soils. - Can. J. Bot. 51: 2275-2290.
- WISNIEWSKY J., 1977 - Occurrence of fungus *Aegeritella superficialis* Bal. e Wis. on *Formica lugubris* Zett. in Italian Alps. - Boll. Soc. ent. ital. 109 (4-6): 83-84.
- WISNIEWSKY J., 1980 - Situazione attuale delle ricerche sulle formiche del gruppo *Formica rufa* (Hym. Formicidae) in Polonia. Studi sulle formiche utili alle foreste. - Min. Agr. Foreste., Coll. Verde 59, Roma: 328-338.

PROF. ANNA MARIA PICCO, DOTT. ANNA MARIA MANGIAROTTI - Istituto di Micologia Medica, Università degli Studi, Via S. Epifanio 14, I-27100 Pavia.

DOTT. MARCO PRIANO - Via dei Mille 33, I-15067 Novi Ligure (Alessandria).

DOTT. RICCARDO GROPPALI - Istituto di Entomologia, Università degli Studi, Viale Taramelli 24, I-27100 Pavia.

Ricevuto il 12 luglio 1993; pubblicato il 30 novembre 1993.

