

FUNGI

E.B. GARETH JONES

Bioresources Technology Unit, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology,
113 Paholyothin Road, Khlong 1, Khlong Luang, Pathum Thani 12120, Thailand.
remispora@gmail.com

I funghi marini includono rappresentanti dei phyla Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota e funghi anamorfi per un totale di 530 specie (Jones *et al.*, 2009). Quelli più frequentemente raccolti sono gli Ascomycota con circa 424 specie (251 generi), i funghi anamorfi contano 94 specie (61 generi) e solo 12 specie (9 generi) di Basidiomycota. I funghi sono un gruppo ecologico presente come saprobi, parassiti (sia di animali che di piante) ed endofiti (Jones *et al.*, 2008). I funghi hanno una distribuzione mondiale, ma mentre alcuni taxa sono cosmopoliti, altri sono confinati ai tropici/sub tropici, zone temperate o di acque fredde (Artico ed Antartico). La maggior parte degli studi sui funghi marini è sui saprobi coltivati su materiale lignocellulosico, culmi di piante salmastre, foglie e rizomi di fanerogame, alghe piaggiate (Jones *et al.*, 2009; Sakayaroj *et al.*, 2010). Dei 530 funghi marini il maggior numero si trova ai tropici, anche se ciò è stato studiato comparativamente solo di recente. Alias & Jones (2010) riferiscono che dei 140 funghi delle mangrovie segnalati in Malesia, il 76% è conosciuto solo per i tropici.

Lo studio dei funghi marini italiani è iniziato nell'ambito di un programma di collaborazione scientifica sulla preservazione dei materiali in mare, promosso sotto l'egida dell'O.E.C.D.E. Alcuni studi hanno documentato la presenza e la gravità dell'attacco dei perforanti marini su campioni di legno immersi in alcuni siti selezionati in Europa (Jones *et al.*, 1972, 1976; Montemartini Corte, 1975, 1979; Furtado & Jones, 1980). Montemartini ha segnalato su 8 campioni di legno immerse nella baia di Portofino i seguenti funghi: *Lulworthia* sp. e *L. medusa* (?) (la specie più comune), *Alternaria maritima*, *Ceriosporopsis halima*, *Cirrenalia macrocephala* (la figura è di *Zalerion maritima*), *Corollospora maritima*, *Remispora maritima*, *Stachybotrys atra*, *Trichocladium acharsporum*, *T. alopallonella* e *Nia vibrissa*. In seguito la presenza di funghi marini sui legni è stata documentata da Genovese *et al.* (1980), Grasso *et al.* (1983) e Grasso & La Ferla (1982). Grasso *et al.* (1985) ha seguito la colonizzazione di blocchetti test di *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica* e *Populus* sp. immersi per 3 mesi in mare in vari siti del porto di Milazzo (Messina), dove 16 specie (13 generi) furono segnalate. Le specie più comuni erano: *Corollospora maritima*, *Lulworthia* sp., *Remispora maritima* e *Cirrenalia macrocephala*. Questo lavoro continuo con l'esposizione degli stessi campioni di legno in 8 località dello Stretto di Messina per il periodo di 12 mesi (Grasso *et al.*, 1990). 20 specie sono state segna-

Marine fungi include members of the phyla Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota and anamorphic fungi and currently total 530 species (Jones *et al.*, 2009). The most frequently collected are the Ascomycota with circa 424 species (251 genera), anamorphic fungi account for 94 species (61 genera) and with only 12 (9 genera) Basidiomycota. Fungi are an ecological group occurring as saprobes, parasites (both plants and animals) and endophytes (Jones *et al.*, 2008). Fungi are world wide in their distribution, but while some taxa are cosmopolitan in their distribution, others are confined to the tropics/subtropics, temperate or cold water zones (Arctic and Antarctic). Most studies of marine fungi have been of saprobes growing on lignocellulosic materials, culms of salt marsh plants, leaves and rhizomes of sea grasses, and cast seaweeds (Jones *et al.*, 2009; Sakayaroj *et al.*, 2010). Of the 530 marine fungi the greater number are to be found in the tropics although these have only been comparatively recently studied. Alias & Jones (2010) indicate that of 140 mangrove fungi reported for Malaysia, 76% are known only from the tropics.

The study of Italian marine fungi was initiated as part of a collaborative research programme on the preservation of materials in the sea, set up under the aegis of the O.E.C.D.E. A number of studies documented the occurrence and severity of marine borer attack of timbers at selected European sites (Jones *et al.*, 1972, 1976; Montemartini Corte, 1975, 1979; Furtado & Jones, 1980). Montemartini recovered the fungi *Lulworthia* sp. and *L. medusa* (?) (the most common species), *Alternaria maritima*, *Ceriosporopsis halima*, *Cirrenalia macrocephala* (the figure is of *Zalerion maritima*), *Corollospora maritima*, *Remispora maritima*, *Stachybotrys atra*, *Trichocladium acharsporum*, *T. alopallonella* and *Nia vibrissa* from 8 timber test blocks submerged in the bay of Portofino. Subsequently the occurrence of wood inhabiting marine fungi was documented by Genovese *et al.* (1980), Grasso *et al.* (1983) and Grasso & La Ferla (1982). Grasso *et al.* (1985) followed the colonization of test blocks of *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica* and *Populus* sp. submerged for 3 months in the sea at various sites in Milazzo Harbour (Messina), when 16 species (in 13 genera) were reported. The most common species were *Corollospora maritima*, *Lulworthia* sp., *Remispora maritima* and *Cirrenalia macrocephala*. This work was continued with the exposure of the same test timbers at 8 locations in the Straits of Messina for a period of 12 months (Grasso *et al.*,

late con *Lulworthia* sp., *C. maritima*, *R. maritima* e *Ceriosporopsis halima* come le più frequenti.

Nell'ambito di un programma sulla ricerca di prodotti medicinali naturali, Cuomo (1986) ha intrapreso un ampio studio per documentare ed isolare funghi marini lignicoli in 13 località lungo le coste italiane (vedi tabella). Ciò ha riguardato sia la raccolta di legni trasportati dalle correnti sia l'esposizione di campioni di legno con la raccolta rispettivamente di 5373 e 1089 campioni di funghi. 41 funghi marini sono stati segnalati di più sui legni trasportati dalle correnti e/o spiaggiati e 34 sui blocchi test immersi. Gli Ascomiceti erano dominanti (26 spp.) con 14 funghi anamorfi ed 1 basidiomicete (Cuomo *et al.*, 1988). I funghi più comuni sui substrati lignei erano *Corollospora maritima* (1290 ritrovamenti, 25% presenza) e *Halosphaeriopsis mediosetigera* (1110, 21.5%) in tutti e 13 i siti lungo le coste italiane. *Arenariomyces trifurcatus* (403, 8%), *Lulworthia* sp. (370, 7%), *Ceriosporopsis halima* (310, 6%), *Remispora quadrimis* (300, 5.8%), *Torpedospora radiata* e *Nais inornata* (199, 4.5%) erano meno frequenti e non presenti in tutti i siti.

Due Ascomiceti ritrovati frequentemente lungo le coste mediterranee sono *Halothia posidoniae* e *Pontoporeia biturbinata* su rizomi viventi delle fanerogame marine *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa* (Cuomo *et al.*, 1985). Cuomo (1986) ha esaminato anche altri substrati: granuli di sabbia (23 spp.) ed alghe. Tutti questi studi includono dettagliate analisi della percentuale di presenza dei funghi marini sui diversi substrati e località in Italia e rappresentano una delle più esaustive ricerche sui funghi marini delle zone temperate.

Uno studio in collaborazione su selezionati legni naturalmente resistenti agli animali perforanti il legno (molluschi e crostacei) ed ai microorganismi (batteri e funghi) è stato organizzato in diverse stazioni intorno al mondo, compresi 2 siti in Italia: Follonica e Genova (Jones *et al.*, 1972). Un test simile fu eseguito da Furtado & Jones (1980) con i legni di: *Austranella congolensis* (8 funghi dall'Italia), *Baillonella toxisperme* (9), *Dicorynia guianensis* (4), *Eucalyptus marginata* (7), *Letestua durissima* (8), *Lophira alata* (4), *Nauclea diderichii* (10), *Tieghemella africana* (5), *T. heckelii* (4) e *Vouacapoua americana* (6). Il numero dei funghi segnalati (in totale 18 specie) era basso in confronto ad altri studi riguardanti legni immersi in habitat marini (Jones & Vrijmoed, 2003: 128 spp.; Jones & Abdel-Wahab, 2005: 92 spp.). Le specie raccolte più frequentemente a Follonica e Genova erano: *Zalerion maritima* (88 ritrovamenti), *Ceriosporopsis halima* (60), *Phoma* sp. (49), *Trichocladium alopallonella* (47) e *Monodictys pelagica* (45) (Furtado & Jones, 1980).

1990). 20 species were recovered with *Lulworthia* sp., *C. maritima*, *R. maritima* and *Ceriosporopsis halima* the most frequently encountered.

As part of a natural products drug discovery programme, Cuomo (1986) embarked on an extensive study to document and isolate lignicolous marine fungi at 13 locations around the Italian coast (see table). This involved the collection of driftwood as well as the exposure of timber test blocks, yielding 5373 and 1089 samples, respectively. 41 marine fungi were recorded with more on drift wood and 34 species on the submerged timber test blocks. Ascomycetes dominated (26 spp.) with 14 anamorphic fungi and 1 basidiomycetes (Cuomo *et al.*, 1988). The most common fungi on woody substrata were *Corollospora maritima* (1290 collections, 25% occurrence) and *Halosphaeriopsis mediosetigera* (1110, 21.5%) at all 13 sites along the Italian coast. *Arenariomyces trifurcatus* (403, 8%), *Lulworthia* sp. (370, 7%), *Ceriosporopsis halima* (310, 6%), *Remispora quadrimis* (300, 5.8%), *Torpedospora radiata* and *Nais inornata* (199, 4.5%) were less frequent and not present at all sites.

Two Ascomycetes found frequently along the Mediterranean coast are *Halothia posidoniae* and *Pontoporeia biturbinata* on the living rhizomes of the sea grasses *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* (Cuomo *et al.*, 1985). Cuomo (1986) also examined other substrata for marine fungi: e.g. sand grains (23 spp.) and algae. All these studies include detailed analysis of the percentage occurrence of marine fungi on the different substrata and locations in Italy, and amounts to one of the most intensive studies of temperate marine fungi.

A collaborative study of selected naturally durable timbers by wood boring animals (molluscs and crustaceans) and microorganisms (bacteria and fungi) was undertaken at various testing stations around the world, including two sites in Italy: Follonica and Genova (Jones *et al.*, 1972). A similar test was carried out by Furtado & Jones (1980) with the timbers: *Austranella congolensis* (8 fungi from Italy), *Baillonella toxisperme* (9), *Dicorynia guianensis* (4), *Eucalyptus marginata* (7), *Letestua durissima* (8), *Lophira alata* (4), *Nauclea diderichii* (10), *Tieghemella africana* (5), *T. heckelii* (4) and *Vouacapoua americana* (6). The number of fungi recorded (total species 18) was low in comparison to other studies of exposed timbers in marine habitats (Jones & Vrijmoed, 2003: 128 spp.; Jones & Abdel-Wahab, 2005: 92 spp.). The most frequently collected species at Follonica and Genoa were: *Zalerion maritima* (88 collections), *Ceriosporopsis halima* (60), *Phoma* sp. (49), *Trichocladium alopallonella* (47) and *Monodictys pelagica* (45) (Furtado & Jones, 1980).

Bibliografia/References

- ALIAS S.A. & JONES E.B.G., 2010. Fungi from Mangroves of Malaysia. *Inst. Ocean Earth Sci.*, 8: 1-109.
- BRUNI V., GRASSO S., LA FERLA R., 1982. Sulla presenza di funghi lignicoli in acque costiere della Sicilia nord-orientale. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, 12: 27-37.
- CUOMO V., 1986. *Ecology and physiology of marine fungi*. Ph.D. Thesis, University of Portsmouth, UK.
- CUOMO V., JONES E.B.G., GRASSO S., 1988. Occurrence and distribution of marine fungi along the coast of the Mediterranean Sea. In: E.B.G. Jones, J.D. Miller (eds), *Aspects of Marine Microbiology (Progress in Oceanography)*. Pergamon Press, Oxford, 21: 189-200.
- CUOMO V., VANZANELLA F., FRESI E., CINELLI, MAZZELLA L., 1985. Fungal flora of *Posidonia oceanica* and its ecological significance. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 82: 35-40.
- FURTADO S.E.J. & JONES E.B.G., 1980. The colonization of selected naturally durable timbers by marine fungi and borers. *Bull. De Liaison du C.O.I.P.M.*, 8: 63-93.
- GENOVESE E., GRASSO S., CUOMO V., VAZNAELLA F., 1980. Prime ricerche sulla distribuzione di funghi in alcuni mari italiani. *Atti. III A.I.O.L.*: 197-203.
- GRASSO S. & LA FERLA R., 1982. Ulteriori ricerche sulla presenza di funghi lignicoli nel lago salmastro di Faro. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, 12.
- GRASSO S., LA FERLA R., JONES E.B.G., 1985. Lignicolous marine fungi in a harbour environment (Milazzo). *Bot. Mar.*, 28: 259-264.
- GRASSO S., PANEBIANCO C., LA FERLA R., 1990. Lignicolous marine fungi in the Straits of Messina, Italy. *Hyrobiol.*, 206: 149-154.
- GRASSO S., PARO LO G., CUOMO V., 1983. Sulla presenza di funghi nel lago salmastro di Faro. *Atti. IV Congr. A.I.O.L.*, 13: 1-7.
- JONES E.B.G. & ABDEL-WAHAB M.A., 2005. Marine fungi from the Bahamas Islands. *Bot. Mar.*, 48: 356-364.
- JONES E.B.G. & VRIJMOED L.L.P., 2003. Biodiversity of marine fungi in Hong Kong coastal waters. In: B. Morton (ed), *Perspectives on marine environmental change in Hong Kong and Southern China, 1977-2001. Proc. Int. Workshop Reunion Conf. Hong Kong*, Hong Kong Univ. Press, Hong Kong: 75-92.
- JONES E.B.G., STANLEY S.J., PINRUAN U., 2008. Marine endophytes sources of new chemical natural products: a review. *Bot. Mar.*, 51: 163-170.
- JONES E.B.G., KUHNE H., TRUSSELL P.C., TURNER R.D., 1972. Results of an international co-operative research programme on the biodeterioration of timber submerged in the sea. *Mat. Org.*, 7: 93-118.
- JONES E.B.G., SAKAYAROJ J., SUETRONG S., SOMRITHIPOP S., PANG K.L., 2009. Classification of marine Ascomycota, anamorphic taxa and Basidiomycota. *Fung. Diver.*, 35: 1-203.
- JONES E.B.G., TURNER R.T., FURTADO S.E.G., KÜHNE H., 1976. Marine biodeteriogenic organisms I. Lignicolous fungi and bacteria and the wood boring Mollusca and Crustacea. *Int. Biodeterior. Bull.*, 12: 120-134.
- MONTEMARTINI CORTE A., 1975. Osservazioni sul genere *Lulworthia* Suth. e sui suoi rapporti con *Limnoria* Menzies e segnalazione di altre specie. *Giorn. Bot. Ital.*, 109: 227-237.
- MONTEMARTINI CORTE A., 1979. La microflora marina della Baia di Portofino. *Gior. Bot Ital.*, 113: 297-325.
- SAKAYAROJ J., PREEDANON S., SUPAPHON O., JONES E.B.G., PHONGPAICHIT S., 2010. Phylogenetic diversity of endophyte assemblages associated with tropical seagrass *Enhalus acotoides* from Thailand. *Fung. Diver.*, 41: 1-19.

List of fungi recorded at 13 locations around the coast of Italy (Cuomo, 1986).

Lista dei funghi segnalati nelle 13 località italiane (Cuomo, 1986).

Test Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total	% occurrence		
Species	Collections for each site														Wood samples	Sites	
ASCOMYCOTA																	
<i>Corollospora maritima</i>	1v	150	140	70	190	70	30	20	200	40	120	110	30	120	1290	25	100
<i>Halosphaeropsis mediosetigera</i>	2v	90	150	60	120	50	60	180	60	100	100	60	40	40	1110	21,5	100
<i>Arenariomyces trifurcatus</i>	3v	63	90	20	10	40	30	20	50	-	40	-	20	20	403	8	84,5
<i>Lulworthia</i> sp.	4v	80	60	60	40	-	-	20	40	20	30	20	-	-	370	7	69
<i>Ceriosporopsis halima</i>	5v	50	20	10	40	-	30	-	50	30	40	20	20	-	310	6	77
<i>Remispora quadriremispis</i>	6v	80	20	40	-	20	-	20	10	20	40	20	20	10	300	5,8	84,5
<i>Nais inornata</i>	7v	30	-	20	20	-	40	-	10	30	20	40	-	20	230	4,5	69
<i>Torpedospora radiata</i>	8v	50	10	30	30	-	-	20	30	20	20	-	-	20	230	4,5	69
<i>Remispora maritima</i>	9v	30	15	30	30	10	20	30	15	15	2	-	-	2	199	3,7	84,5
<i>Remispora hamata-like</i>	10v	40	30	20	20	10	-	10	20	-	40	-	-	-	190	3,7	61,5
<i>Lignicola laevis</i>	11v	40	20	10	20	-	-	10	20	20	-	20	-	-	160	3	61,5
<i>Leptosphaeria oraemaris</i>	12v	10	-	30	-	20	-	-	-	15	20	-	-	-	95	1,8	40
<i>Halosphaeria appendiculata</i>	13v	20	20	20	-	10	-	10	-	-	-	-	-	-	80	1,5	40

Test Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	% occurrence		
Species	Collections for each site													Total	Wood samples	Sites
<i>Leptosphaeria marina</i> 14v	-	4	10	4	6	8	-	15	2	10	2	4	-	65	1,2	77
<i>Chaetosphaeria chaetosa</i> 15v	-	10	5	2	3	6	6	-	-	10	-	2	-	44	0,8	61,5
<i>Lautisporopsis circumvestita</i> 16v	5	-	-	-	5	-	-	20	-	10	-	-	-	40	0,7	30
<i>Haligena elaterophora</i> 17v	20	-	5	-	-	-	4	-	3	-	-	2	-	34	0,6	40
<i>Ceriosporopsis tubulifera</i> 18v	-	-	-	-	-	10	20	-	-	-	-	-	-	30	0,6	15,5
<i>Nereiospora cristata</i> 19v	5	2	2	2	10	2	2	2	-	-	-	2	1	30	0,6	77
<i>Nautosphaeria cristaminuta</i> 20v	-	-	-	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	20	0,35	15,5
<i>Halosarpheia trullifera</i> 21v	5	2	3	1	-	-	1	-	-	2	-	2	-	16	0,3	54
<i>Crinigera maritima-like</i> 22v	-	2	1	-	-	3	-	-	-	2	1	-	2	11	0,2	46
<i>Lulworthia purpurea</i> 23v	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0,2	7,5
<i>Pleospora</i> sp. 24v	-	2	2	1	-	-	2	-	2	-	-	-	-	9	1,7	40
<i>Kirschsteinothelia maritima</i> 25v	-	-	2	-	-	-	1	2	-	-	2	-	-	7	1,3	30
<i>Paraliomyces lentiferus</i> 26v	-	-	-	2	2	-	-	-	1	1	1	-	-	7	1,3	40
<i>Lulworthia kniepii-like</i> 27v	-	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	6	0,1	23
BASIDIOMYCOTA																
<i>Nia vibrissa</i> 28v	-	30	20	50	10	10	10	20	-	20	-	-	-	170	3,3	61,5
ANAMORPHIC FUNGI																
<i>Zalerion maritima</i> 29v	10	20	5	10	10	20	10	35	8	10	-	15	-	153	2,9	84,5
<i>Dendryphiella salina</i> 30v	30	20	-	60	-	-	-	-	20	-	20	-	-	150	2,9	38,5
<i>Trichocladium achrasporum</i> 31v	10	15	20	30	-	30	10	-	-	10	5	5	8	143	2,7	77
<i>Alternaria maritima-like</i> 32v	-	20	-	15	-	10	10	20	-	-	-	4	-	79	1,5	48
<i>Trichocladium alopallonella</i> 33v	-	10	20	-	18	20	10	10	-	-	-	10	-	98	1,9	54
<i>Papulaspora halima</i> 34v	5	-	10	10	20	2	15	8	-	5	-	2	-	77	1,5	69
<i>Phoma</i> sp. 35v	5	10	20	-	-	15	5	8	10	-	5	-	-	78	0,7	61,5
<i>Monodictys pelagica</i> 36v	3	1	2	-	-	8	-	10	15	-	8	-	-	47	0,9	54
<i>Dictyosporium pelagicum</i> 37v	-	-	-	-	20	15	-	-	-	-	-	10	-	45	0,8	23
<i>Asteromyces cruciatus</i> 38v	-	2	2	7	-	4	-	8	-	10	2	3	-	38	0,7	61,5
<i>Periconia prolifica</i> 39v	-	2	-	3	5	2	-	2	-	10	8	2	-	34	0,6	61,5
<i>Stemphylium</i> sp. 40v	-	-	-	15	10	-	-	-	-	-	-	-	-	25	0,5	15,5
<i>Cirrenalia macrocephala</i> 41v	-	-	-	-	-	5	-	10	2	-	-	-	-	17	0,3	23
<i>Cremasteria cymatilis</i> 42v	-	2	-	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-	12	0,2	23
Total fungal collection	841	731	551	750	349	392	446	675	373	574	344	193	243	6462		
No. species at each sites	24	29	30	27	20	25	24	25	19	24	17	18	10	42		
No. driftwood examined	300	320	200	370	440	280	450	220	360	400	365	380	300	4385		
No. test blocks examined	60	-	100	106	150	-	-	100	-	150	-	-	100	766		

Test sites:

1. Pisa-Livorno
2. Civitavecchia Roma-Latina
3. Gulf of Gaeta
4. Gulf of Napoli
5. Gulf of Salerno
6. Gulf of Policastro
7. Gulf of S. Eufemia
8. Stait of Messina
9. Gulf of Squillace
10. Gulf of Taranto
11. Lecce-Bari
12. Gulf of Mantredonia
13. Termoli-Pescara