

## Primo ritrovamento di *Gymnopilus maritimus* in Sicilia

SALVATORE SAIITA

Via Di Anfuso pal. 28, 221 - I 98147 Messina - E-mail: s.saitta@alice.it

### RIASSUNTO

Si segnala il primo ritrovamento in Sicilia di *Gymnopilus maritimus*, specie descritta nel 2009 e finora rinvenuta solo in Sardegna. Vengono evidenziate le caratteristiche macro- e microscopiche della raccolta e forniti i risultati dell'analisi molecolare e l'albero filogenetico. Vengono proposte foto a colori di materiale fresco nonché dei caratteri microscopici.

### ABSTRACT

It is reported the first finding in Sicily of *Gymnopilus maritimus*, a species described in 2009 and so far found only in Sardinia. The macro- and microscopic characters of the collection are highlighted and the description is accompanied by the results of the molecular analysis and the relative phylogenetic tree. Colour photos of the collection and of microscopic characters are also provided.

**Key words:** *Gymnopileae*, *Gymnopilus maritimus*, ITS, LSU, Laghetti di Marinello, *Juncus acutus*.

### Introduzione

La Riserva Naturale Orientata "Laghetti di Marinello" si trova lungo la costa tirrenica della Sicilia nordorientale, nella parte settentrionale dei monti Peloritani, al centro dell'ampio golfo di Patti, ai piedi di Capo Tindari e a sud Ovest di Capo Milazzo (38° 8' 26" N; 15° 3' 2" E); in quest'area sono state istituite numerose aree di interesse naturalistico come Zone di Protezione Speciale, per la protezione della avifauna (ZPS) e Siti di Interesse Comunitario (SIC). La Riserva si estende su una superficie di oltre 400 ettari e rappresenta uno degli ultimi esempi di ambiente costiero salmastro presenti nella Sicilia nord-orientale, dove habitat di questo tipo sono ormai quasi del tutto scomparsi a causa di interventi antropici. Essa riveste un importante ruolo biogeografico (ROSSITTO ET AL., 2000) e comprende una notevole quantità di ambienti, nonostante la ristretta porzione di territorio che occupa: si passa dalle sabbie marine costiere (con dune di carattere embrionale) e la tipica vegetazione psammofila, agli ambienti lacustri salmastri dei laghetti, con vegetazione alo-igrofila, e infine alle rupi a picco sul mare del promontorio su cui sorge il santuario di Tindari, con vegetazione casmofitica (LICANDRO ET AL., 2011).

Il suolo della Riserva è costituito da rocce metamorfiche che si sono formate all'incirca tra 370 e 200 milioni di anni fa, nel Mesozoico e nel Paleozoico. Dal punto di vista geo-morfologico, il sistema lagunare di Marinello ha un'origine alluvionale recente, dovuta allo sviluppo, per oltre 1 km in direzione SE, di distese sabbiose litorali (Olocene Attuale) che hanno determinato la chiusura di un



Habitat della Riserva Naturale Orientata "Laghetti di Marinello"

(Foto A. Saitta)

corrispondente tratto di mare, con l'apporto di sabbia proveniente dai torrenti Timeto ed Elicona. L'area viene continuamente sottoposta a rimodellamento, con variazioni morfologiche della linea della spiaggia, nonché delle dimensioni e del numero dei laghetti; il fenomeno si manifesta quando le onde del mare dominante, incidendo in maniera radente rispetto alla costa, in corrispondenza di un improvviso e netto approfondimento dei fondali che provoca la rifrazione delle onde, determinano il deposito dei sedimenti del trasporto litoraneo sotto forma di cordoni dunali (PRIVITERA & TORRE, 2007). Inoltre, il materiale derivante dall'escavazione di gallerie autostradali ha prodotto ulteriori depositi con conseguente ampliamento della lingua di sabbia. Attualmente esistono quattro laghetti semi-permanenti. Le lagune interne hanno acque dolci e salmastre, mentre quelle più vicine al mare sono caratterizzate da una maggiore salinità. Alle spalle del sistema dunale è presente una scogliera alta 250 m s.l.m., con pareti verticali a picco sul mare, costituita da marmi Ercinici a biotite e muscovite appartenenti al basamento cristallino dell'Unità stratigrafico-strutturale Alpina del Mela (Monti Peloritani, Settore Meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano) (LENTINI ET AL., 2000).

La scogliera sta purtroppo cominciando a franare in più punti e la fruizione della riserva è interdetta in alcune parti prossime al costone roccioso.

Pur essendo la provincia di Messina la più piovosa dell'isola, la Riserva ricade comunque nella zona costiera caratterizzata da un'accentuata aridità, specialmente nel periodo primaverile-estivo: le temperature medie annue sono di 18-19 °C, con medie mensili che variano fra 11 e 25 °C, mentre le precipitazioni medie



sono paragonabili a quelle del resto della Sicilia, e cioè circa 740 mm annui, con un minimo in agosto di soli 9 mm e un massimo a dicembre di 111 mm (CARTABELLOTTA ET AL., 1998).

È ormai dal 2013 che mi reco nella spiaggia della Riserva in inverno per controllare le crescite fungine e finora ho avuto modo di trovare poche specie, tra le quali le più comuni e abbondanti sono: *Arrhenia rickenii* (Hora) Watling, *Hygroclybe conicoides* (P.D. Orton) P.D. Orton & Watling, *Laccariopsis mediterranea* (Pacioni & Lalli) Vizzini, *Lepiota griseovirens* Maire, *Melanoleuca polioleuca* (Fr. : Fr.) Kühner & Maire e *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze. Durante l'ultima escursione del 2017 mi sono imbattuto in questi esemplari di *Gymnopilus* fortemente adesi alle piante di *Juncus acutus*, che abbondano nella riserva, al punto che sia avvistarli che raccogliarli non è stato per niente semplice. Ho poi approfondito e sono giunto alla probabile determinazione di *Gymnopilus maritimus* Contu, Guzm.-Dáv., A. Ortega & Vizzini, soprattutto per l'ecologia particolare e unica di questa specie; non risultano infatti altre specie che crescono in habitat dunali alla base di *Juncus* spp. Nella Riserva sono presenti due associazioni vegetali ascrivibili alla classe *Juncetea maritimi*, tra le quali si annovera la *Juncetum maritimi-acuti*, caratterizzata dalla presenza di *Juncus acutus* a *Juncus maritimus* (LICANDRO ET AL., 2011).

La determinazione è stata poi confermata dallo studio al microscopio e dall'analisi molecolare della raccolta.

### Materiali e Metodi

La descrizione macroscopica della raccolta si basa sull'osservazione degli esemplari in habitat e in studio; l'esame microscopico è stato fatto su materiale fresco e successivamente anche su materiale d'erbario tramite reidratazione con rosso Congo ammoniacale; le spore sono state misurate da deposito sporale, in acqua, e le verruche in acqua e KOH 30%, mentre le restanti osservazioni sono state effettuate in rosso Congo anionico. I preparati sono stati osservati tramite microscopio trinoculare Motic BA310 e le foto realizzate tramite fotocamera Canon EOS 7D e opportuno adattatore. Le misure sono state effettuate tramite software Mycomètre. Per le foto delle spore si è utilizzato il software Helicon Focus per unire più immagini a diversi piani focali e aumentare la profondità di campo in modo da evidenziare bene sia il profilo che le ornamentazioni.

L'analisi molecolare è stata realizzata dal laboratorio ALVALAB (Alvalab.es) di Oviedo, Spagna, su un campione essiccato della raccolta. Il DNA totale è stato estratto impiegando un protocollo modificato basato su MURRAY & THOMPSON (1980). L'amplificazione PCR è stata realizzata con i primer ITS1F e ITS4 (WHITE ET AL., 1990; GARDES & BRUNS, 1993) per la regione ITS, mentre LR0R e LR5 (VILGALYS & HESTER, 1990, CUBETA ET AL., 1991) sono stati usati per amplificare la regione 28S dell'rDNA. La reazione a catena della DNA polimerasi è stata condotta per mezzo di un programma che prevede una partenza a caldo a 95 °C per 5 minuti, seguita da 35 cicli a 94 °C, 54 °C e 72 °C (rispettivamente 45, 30 e 45 secondi) e un passaggio finale di 10 minuti a 72 °C. I prodotti della PCR sono stati controllati in gel di agarosio all'1%, e le reazioni positive sono state sequenziate con uno o entrambi i primer PCR. I cromatogrammi sono stati controllati alla ricerca di presunti errori di lettura, e questi sono stati corretti. BLAST

(ALTSCHUL ET AL., 1997) è stato usato per selezionare le più vicine sequenze ITS dai database pubblici INSDC (International Nucleotide Sequence Database Collaboration). Le sequenze provengono principalmente da REES ET AL. (2002) e GUZMÁN-DÁVALOS ET AL. (2003, 2009). Esse sono state prima allineate con il software MEGA 5.0 (TAMURA ET AL., 2011) con la sua applicazione Clustal W e dopo corrette manualmente. L'allineamento finale include 239/580 siti variabili. Il dataset è stato sottoposto a MrModeltest 2.3 (NYLANDER, 2004) in PAUP\* 4.0b10 (SWOFFORD, 2001). Il modello GTR+I+G è stato selezionato e implementato in MrBayes 3.1 (RONQUIST & HUELSENBECK, 2003), dove è stata condotta l'analisi bayesiana. L'analisi maximum likelihood (ML) è stata condotta con RAXML (STAMATAKIS, 2006) tramite l'algoritmo di ricerca standard (modello GTRMIX, bootstrap impostato a 2000). Il livello di significatività è stato impostato sopra 0.95 per la probabilità a posteriori (PP) e 70% bootstrap proportions (BP).

### ***Gymnopilus maritimus***

Contu, Guzm.-Dáv., A. Ortega & Vizzini

Mycological Progress 8 (3): 195-205, 2009

#### ***Diagnosi originale***

***Pileus*** 15-70 mm, convexus vel plano-convexus, saepe late umbonatus, fibrillosus, fulvus, versus marginem flavus, fibrillis aurantiis praeditus, siccus. ***Lamellae*** adnatae vel sinuatae, flavae deinde aurantio-ochraceae, in senectute ferrugineae. ***Stipes*** 35-110 x 4-8 mm, centralis, cylindricus vel basim versus attenuatus, fibrilloso-striatus, flavidus deinde pileo subconcolor. ***Velum*** araneosum, fugax. ***Caro*** flava, basim versus stipitis brunnea. ***Odor*** debilis; ***sapor*** mitis vel levissime amarus. ***Basidiosporae*** 8.0-10.5 x 5.5-7.5 micron,  $Q = (1.25) 1.3-1.6 (1.7)$ , ferrugineae, ellipsoideae, apice obtuso praeditae, verrucis conspicuis vel mediis praeditae, dextrinoideae. ***Basidia*** tetraspora, clavata. ***Pleurocystidia*** nulla. ***Cheilocystidia*** 30-42 x 6-10.5 micron, apex 2-7 micron latus, lagoeniformia, subutriformia, capitulata vel subcapitulata, hyalina vel contentu flavido praedita. ***Pileipellis*** ex hyphis cylindricis laxe intertextis, 2.5-12 micron latis, manifeste incrustatis. ***Caulocystidia*** 24-60 x 3-9 micron, apex 3-7 micron latus, cylindracea vel lagoeniformia, capitulata. ***Fibulae*** numerosae.

#### **Descrizione della raccolta studiata**

***Cappello*** 3 cm di diametro, convesso, depresso al centro in un esemplare più vecchio, finemente fibrilloso, vellutato al tatto, screpolato radialmente in un esemplare vetusto, asciutto, di colore aranciato chiaro sul fondo con le fibrille più scure, arancio-camoscio-fulve; margine irregolare, fino a ondulato in un esemplare.

***Lamelle*** adnate, regolari, mediamente fitte, col filo intero, intervallate da lamelle, di colore crema, distintamente più chiare rispetto a cappello e gambo.

***Gambo*** 5-5,2 x 0,4-0,5 cm, cilindrico, a volte flessuoso, finemente striato, di colore arancio chiaro, con una banda più chiara appena sotto le lamelle. Velo non visibile.

***Carne*** esigua, concolore con il gambo, senza odore particolare e di sapore con retrogusto leggermente amarognolo.



*Gymnopilus maritimus*, basidiomi raccolti

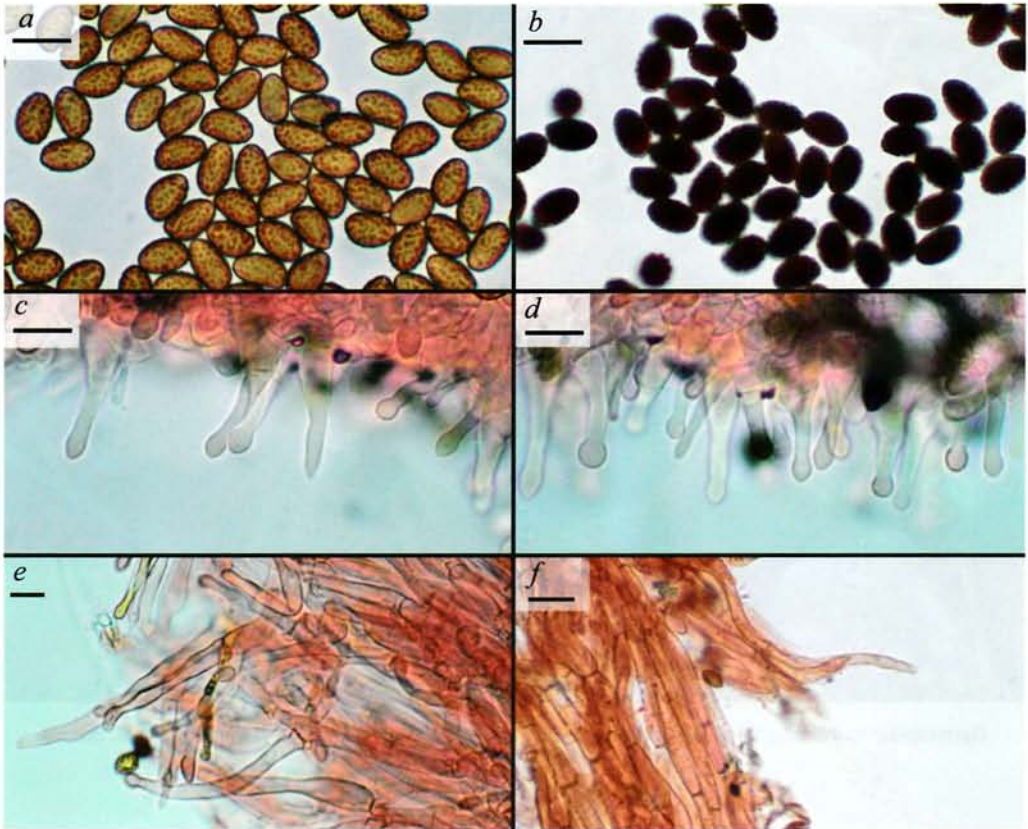
(Foto S. Saitta)

**Spore in massa** color ruggine.

**Microscopia:** *Spore* (misurate dal deposito sporale di due basidiomi) ellissoidali-amigdaliformi, (7,8) 8,4-9,5 (10,1) × (4,9) 5,3-6,2 (6,7)  $\mu\text{m}$  (n = 101), Q = (1,37) 1,45-1,72 (1,83), giallastre in acqua, fortemente destrinoidi in Melzer, con verruche di (0,6) 0,8-1,7 (1,8)  $\mu\text{m}$ . **Cheilocistidi** numerosi, lageniformi, in maggior parte capitulati, con la testa da sferica ad appuntita, talvolta senza alcuna ingrossatura all'apice ma semplicemente appuntiti, sempre senza incrostazioni e con parete molto sottile, 18-38 × 4,2-7,3  $\mu\text{m}$ , con apice largo (1,8) 2,7-4,4 (5,1)  $\mu\text{m}$ . **Pleurocistidi** assenti. **Basidi** più o meno clavati, tetrasporici, (23,4) 24-28 (31,6) × (7,6) 8-8,5 (9,1)  $\mu\text{m}$ . **Caulocistidi** nel primo terzo del gambo molto numerosi, a ciuffi, allungati, cilindrici o leggermente capitulati, (34) 37-49 (51) × (4,9) 5-7 (7,7)  $\mu\text{m}$ , con apice largo (2,5) 2,8-4,9 (5,8)  $\mu\text{m}$ . **Pileipellis** di tipo cutis, composta da ife cilindriche larghe (4,5) 5,4-11 (13)  $\mu\text{m}$ , talvolta più rigonfie, a forma di salsicciotto, con le pareti debolmente incrostate, ed elementi terminali da cilindrici a più o meno appuntiti.

**Habitat:** in ambiente dunale, con gli esemplari strettamente a contatto di piante di *Juncus acutus*. Raccolta del 07.12.2017, R.N.O. Laghetti di Marinello (ME), Sicilia, leg. et det. S. Saitta. MCVE 29420; GenBank: ITS MH045773; LSU MH45775.

**Distribuzione:** finora segnalato solo in Sardegna, a Pittulongu (OT) dove è stato raccolto in tre diversi siti della medesima località, distanti fra loro circa 30 metri (GUZMÁN-DÁVALOS ET AL., 2009), e ora raccolto anche in Sicilia.



*Gymnopilus maritimus*: a) Spore in KOH; b) Spore in Melzer; c,d) Cheilocistidi; e) Caulocistidi; f) Pileipellis. Barra = 10  $\mu\text{m}$  tranne in f) = 20  $\mu\text{m}$  (Foto S. Saitta)

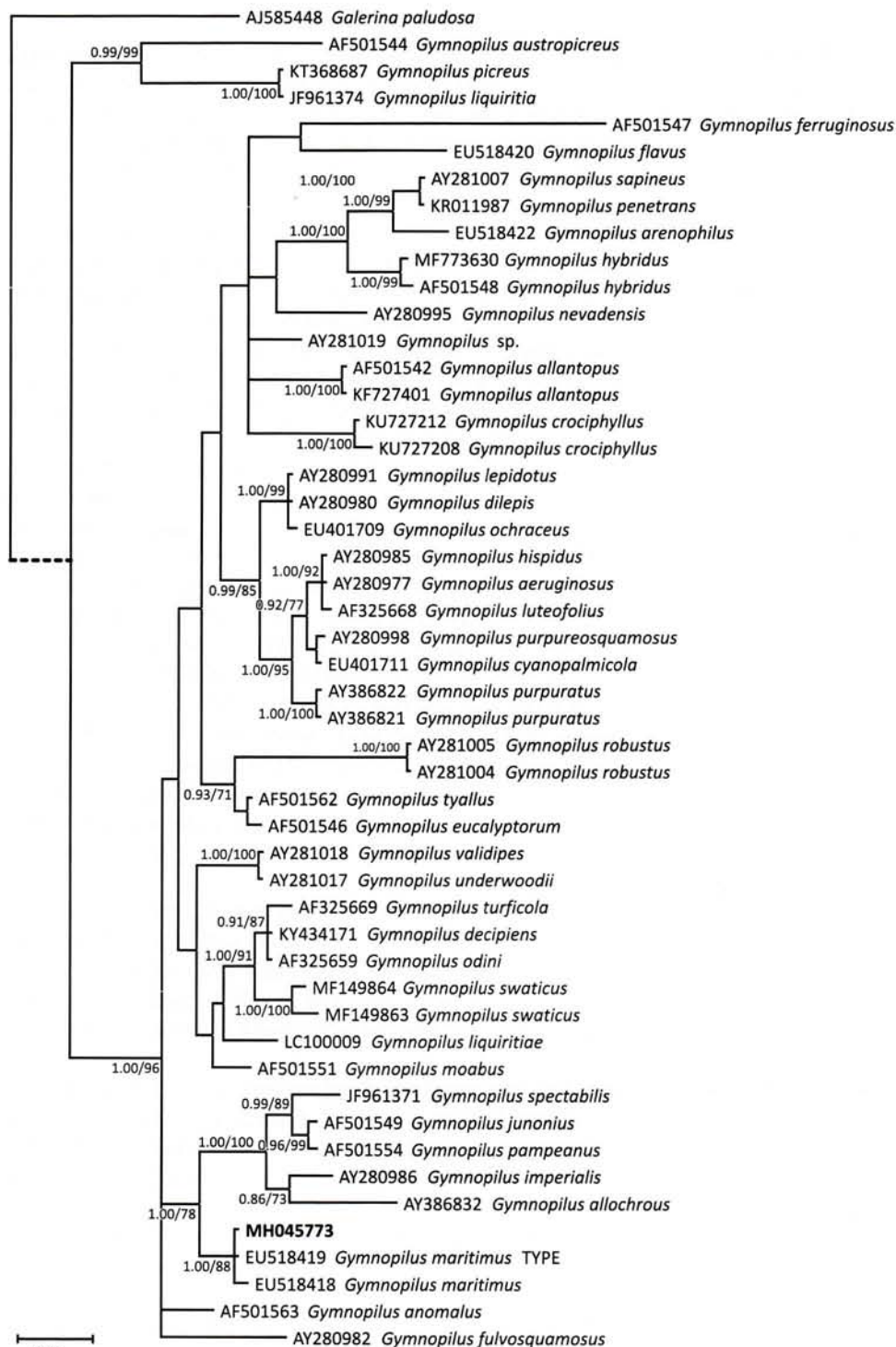
## Discussione

Il Genere *Gymnopilus* P. Karst. comprende in Europa un numero limitato di specie, solitamente con colori monotoni sul giallo-ocra-arancio-fulvo-brunastro, il più delle volte lignicole, con sporata ruggine e spesso con carne di sapore amaro. Le spore sono più o meno verrucose, sovente destrinoidi e i cistidi, o quantomeno i cheilocistidi, frequenti, di forma capitulata nella maggior parte delle specie (BON & ROUX, 2002).

*Gymnopilus maritimus* è sicuramente una specie poco conosciuta, vista anche la sua rarità e la specifica nicchia ecologica che la rende difficile da localizzare. È stata descritta nel 2009 sulla base di numerose raccolte effettuate vicino Olbia, in Sardegna, di un *Gymnopilus* molto particolare e distintivo che cresceva alla base di *Juncus maritimus* (GUZMÁN-DÁVALOS ET AL., 2009). Le caratteristiche peculiari portarono alla descrizione della nuova specie, poi supportata anche dai dati dell'analisi molecolare.

I tratti distintivi di questa specie dunque risultano essere: 1) cappello fino a 7 cm di diametro, di colore giallo-aranciato, giallo-fulvo e con superficie finemente fibrillosa; 2) sapore mite (al massimo leggermente amarognolo); 3) basidiospore con verruche grosse, da 0,5 a 2  $\mu\text{m}$  di diametro, e 4) habitat arenicolo alla base di





Albero filogenetico

Filogramma di consenso del Genere *Gymnopilus* ottenuto da 10875 alberi campionati in MrBayes

piante di *Juncus* spp. Il protologo indica come habitat *Juncus maritimus*, mentre la raccolta qui descritta è stata fatta sotto *Juncus acutus*. Tuttavia, gli stessi autori della specie indicano la possibilità che essa cresca anche sotto altre piante, visto che i *Gymnopilus* sono saprotrofi o parassiti delle radici e non hanno lo stesso livello di specializzazione di un fungo che forma micorrize (GUZMÁN-DÁVALOS ET AL., 2009).

La raccolta corrisponde molto bene a livello macroscopico, risultando perfettamente in linea con le principali caratteristiche descritte per questa specie; stesso discorso vale per la microscopia dove ho però potuto osservare una buona percentuale di cheilocistidi più corti, anche fino a 18  $\mu\text{m}$ , mentre a mio avviso un discorso a parte meritano le ornamentazioni sporiali. Le verruche misurano in massima parte 0,8-1,2  $\mu\text{m}$ , e solo un numero limitato di esse arriva a sfiorare i 2  $\mu\text{m}$ , ma si tratta probabilmente di verruche fuse tra loro o comunque troppo vicine per essere distinte dalla risoluzione massima del microscopio ottico.

Dopo l'analisi dell'rDNA della regione ITS e LSU, tramite l'algoritmo di ricerca BLAST per la comparazione delle sequenze, la raccolta in oggetto ha mostrato un'omologia del 99% con il *typus* di *G. maritimus* (GenBank: EU518419). L'analisi molecolare ha confermato inoltre l'autonomia della specie che si pone in un clado diverso rispetto alle specie morfologicamente più simili e qui trattate successivamente, mentre (con i dati finora in possesso) tale gruppo risulta sister del clado *spectabilis-imperialis* che include, tra gli altri, *G. imperialis* (Speg.) Singer, *G. junonius* (Fr. : Fr.) P.D. Orton, *G. pampeanus* (Speg.) Singer e *G. spectabilis* (Fr. : Fr.) A.H. Sm. (GUZMÁN-DÁVALOS ET AL., 2003), specie che già a livello macroscopico risultano molto diverse da *G. maritimus*.

Un brevissimo cenno alle specie morfologicamente più vicine a *G. maritimus*, che sono: *G. arenophilus* A. Ortega & Esteve-Rav., *G. decipiens* (Sacc.) P.D. Orton, *G. flavus* (Bres.) Singer, *G. fulgens* (J. Favre & Maire) Singer., e *G. pseudofulgens* Romagn. Tra queste, quelle sicuramente più somiglianti sono *G. arenophilus* e *G. fulgens* (GUZMÁN-DÁVALOS ET AL., 2009).

***G. arenophilus*** è anch'esso una specie di creazione piuttosto recente: è stata raccolta in Spagna e Francia e cresce specialmente in suolo sabbioso, occasionalmente anche bruciato, sotto *Pinus* spp., spesso attaccata a pezzetti di legno o di carbone, anche sepolti tra la sabbia. Questa specie è in effetti molto simile a *G. penetrans* con il quale può essere facilmente scambiata (ORTEGA & ESTEVE-RAVENTÓS, 2005).

***G. fulgens*** cresce tra il muschio, soprattutto *Sphagnum* spp., su terreno torboso, è di piccole dimensioni, con cappello fino a 3 cm di diametro, habitus molto più slanciato, simile a una *Laccaria* sp., e cheilocistidi più piccoli, che non superano i 30  $\mu\text{m}$  di lunghezza (KÜHNER & ROMAGNESI, 1953; MORENO, 1980; BON & ROUX, 2002; HOLEC 2005; HORAK, 2005).

***G. flavus*** è una specie graminicola, con spore piccole, 4-5,5 (7)  $\times$  3,5-4,5 (5)  $\mu\text{m}$ , e odore particolare, fruttato-dolciastro, come di *Hebeloma sacchariolens* Quél. (BON & ROUX, 2002).

***G. pseudofulgens*** cresce su terreno bruciato, presenta basidiomi piuttosto piccoli con cappello fino a 2,5 cm di diametro, e spore di 9-11  $\times$  4,8-5,5  $\mu\text{m}$ , con verruche piccole (MONTI ET AL., 1992).

***G. decipiens*** è un'altra specie di piccola taglia, con habitat terricolo o muscicolo



(viene indicato anche come carbonicolo), con filo lamellare completamente sterile per la presenza di cheilocistidi e spore di  $7-9,5 \times 3,5-5,5 \mu\text{m}$ , ben ornamentate (MOSER, 1983; HØILAND, 1990; ORTON, 1993; LUDWIG, 2001; BON & ROUX, 2002; HOLEC, 2005; HORAK, 2005).

## Ringraziamenti

*Desidero ringraziare Matteo Carbone per i consigli forniti e per la rilettura critica del testo, per la costante disponibilità e l'aiuto disinteressato; Pablo Alvarado per la collaborazione e le spiegazioni riguardanti gli studi molecolari; Marco Infusino per avermi fatto conoscere la Riserva e innamorare dei Laghetti di Marinello; mio padre Angelo per la splendida foto della riserva.*

## BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. - 2007: *Parliamo di funghi - I. Ecologia, morfologia, sistematica*. GMB Trento.
- ALTSCHUL S.F., W. GISH, W. MILLER, E.W. MYERS & D.J. LIPMAN - 1990: *Basic local alignment search tool*. *Journal of Molecular Biology* 215: 403-410.
- ALTSCHUL S.F., T.L. MADDEN, A.A. SCHÄFFER, J. ZHANG, Z. ZHANG, W. MILLER & D.J. LIPMAN - 1997: *Gapped BLAST and PSI-BLAST: A New Generation of Protein Database Search Programs*. *Nucleic Acids Research*, 25 (17): 3389-3402.
- BON M. & P. ROUX - 2002: *Le genre Gymnopilus P. Karst. en Europe*. *Fungi non Delineati* 17: 1-52.
- CARTABELLOTTA D., A. DRAGO, B. LO BIANCO & M. LOMBARDO - 1998: *Climatologia della Sicilia*. Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste Gruppo IV. Unità di Agrometeorologia. Palermo.
- CUBETA M.A., E. ECHANDI, T. ABERNETHY & R. VILGALYS - 1991: *Characterization of anastomosis groups of binucleate Rhizoctonia species using restriction analysis of an amplified ribosomal RNA gene*. *Phytopathology* 81: 1395-1400.
- DUFOUR L. - 1995: *La Sicilia disegnata. La carta di Samuel von Schmettau, 1720-1721*. Società italiana Storia Patria. Palermo.
- FLERES A., M. RONCI & I. VAGGE - 2017: *La Riserva Naturale Orientata "Laghetti di Marinello" (Messina): strategie di conservazione attiva per la salvaguardia e la fruizione del paesaggio costiero*. *Ri-Vista: ricerche per la progettazione del paesaggio*. *Rivista scientifica semestrale dell'Università degli Studi di Firenze* 2: 162-177.
- GARDES M. & T.D. BRUNS - 1993: *ITS Primers with Enhanced Specificity for Basidiomycetes. Application to the Identification of Mycorrhizae and Rusts*. *Molecular Ecology* 2: 113-118.
- GUZMÁN-DÁVALOS L., G.M. MUELLER, J. CIFUENTES, A.N. MILLER & A. SANTERRE - 2003: *Traditional infrageneric classification of Gymnopilus is not supported by ribosomal DNA sequence data*. *Mycologia* 95 (6): 1204-1214.
- GUZMÁN-DÁVALOS L., A. ORTEGA, M. CONTU, A. VIZZINI, A. RODRIGUEZ, A.R. VILLALOBOS-ARÁMBULA & A. SANTERRE - 2009: *Gymnopilus maritimus (Basidiomycota, Agaricales), a new species from coastal psammophilous plant communities of northern Sardinia, Italy, and notes on G. arenophilus*. *Mycological Progress* 8 (3): 195-205.
- HØILAND K. - 1990: *The genus Gymnopilus in Norway*. *Mycotaxon* 39: 257-279.
- HOLEC J. - 2005: *The genus Gymnopilus (Fungi, Agaricales) in the Czech Republic with respect to collections from other European countries*. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B. Hist Naturalis* 61 (1-2): 1-52.
- HORAK E. - 2005: *Röhrlinge und Blätterpilze in Europe*. Elsevier. Munich.
- KÜHNER R. & H. ROMAGNESI - 1953: *Flore analytique des Champignons supérieurs (Agarics, Bolets, Chantarelles)*. Masson Editeur. Paris.
- INFUSINO M., C. CALABRÒ, S. SAIITA & S. SCALERCIO - 2012: *I Macroeteroceri della Riserva Naturale Orientata "Laghetti di Marinello" (Sicilia nord-orientale) (Lepidoptera*

- Heterocera*). Boll. Soc. Entomol. Ital. 144 (1): 31-43.
- LENTINI F., S. CATALANO & S. CARBONE - 2000: *Carta geologica della Provincia di Messina. Scala 1: 50.000*. S.E.L.C.A. Firenze.
- LICANDRO G., P. MARINO & F.M. RAIMONDO - 2011: *Flora e vegetazione della Riserva Naturale Orientata "Laghetti di Marinello" (Sicilia nord-orientale)*. Informatore Botanico Italiano 43 (2): 333-351.
- LUDWIG E. - 2001: *Pilzkompendium. Beschreibungen, Band I*. IHW-Verlag und Verlagsbuchhandlung. Eching.
- MONTI G., M. MARCHETTI, L. GORRERI & P. FRANCHI - 1992: *Funghi e cenosi di aree bruciate*. Università degli Studi di Pisa. Consorzio del Parco Naturale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli. Pacini Editore. Pisa.
- MORENO G. - 1980 ("1979"): *Estudios sobre Basidiomycetes (I Agaricales)*. Ann. Jardin Bot. Madr. 36: 23-42.
- MOSER M. - 1983: *Keys to agarics and boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales)*. Phillips. Tonbridge.
- MURRAY H.G. & W.F. THOMPSON - 1980: *Rapid Isolation of High Molecular Weight DNA*. Nucleic Acids Research, 8 (19): 4321-4325.
- NYLANDER J.A.A. - 2004: *MrModeltest v2. Program distributed by the author*. Uppsala, Evolutionary Biology Centre, Uppsala University.
- ORTEGA A. & F. ESTEVE-RAVENTÓS - 2005: *A new species of Gymnopilus (Cortinariaceae) from sandy soils in Pinus forests*. Persoonia 18 (4): 505-510.
- ORTON P.D. - 1993: *Gymnopilus Karsten*. In: Watling R., Gregory N.M. (eds) 7/Cortinariaceae p.p. British Fungus Flora. Agarics and Boleti. Royal Botanic Garden Edinburgh. Edinburgh.
- PRIVITERA S. & S. TORRE - 2007: *Le Lagune di Oliveri-Tindari: un caso di interazione tra azione antropica ed evoluzione ambientale*. Annali della Facoltà di Scienze della Formazione Università di Catania, 6: 111-157.
- REES B.J., G.C. ZUCCARELLO & D. ORLOVICH - 2002: *Relationships between Australian and Northern Hemisphere Gymnopilus species II. A preliminary phylogeny of species of Gymnopilus and related genera based on Internal Transcribed Spacer (ITS) region of ribosomal DNA*. Mycotaxon 84: 93-110.
- RONQUIST F. & J.P. HUELSENBECK - 2003: *MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models*. Bioinformatics 19: 1572-1574.
- ROSSITTO M., M.G. DIA & F.M. RAIMONDO - 2000: *Struttura biologica e biogeografica delle comunità vegetali insediate nella laguna e arenile di Oliveri-Tindari (Messina)*. Riassunti 33° Congr. Soc. Ital. di Biogeografia (Cefalù, 3-7 ottobre 2000): 34.
- STAMATAKIS A. - 2006: *RAxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models*. Bioinformatics 22: 2688-2690.
- SWOFFORD D.L. - 2001: *PAUP\*4.0b10: phylogenetic analysis using parsimony (and other methods)*. Sunderland, Sinauer Associates.
- TAMURA K., D. PETERSON, N. PETERSON, G. STECHER, M. NEI & S. KUMAR - 2011: *MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods*. Molecular Biology and Evolution 28 (10): 2731-2739.
- VILGALYS R. & M. HESTER - 1990: *Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several Cryptococcus species*. Journal of Bacteriology 172: 4239-4246.
- WHITE T.J., T. BRUNS, S. LEE & J. TAYLOR - 1990: *Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics*. In: Innis M.A., Gelfand D.H. & Sninsky J.J., Eds., PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, Academic Press Inc., New York, 315-322.