

ENZO MUSUMECI

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA MICOFLORA EUROPEA II
LA REGIONE ALSAZIA

Riassunto

L'autore propone un secondo contributo dedicato allo studio di alcune regioni europee e alla loro micoflora poco conosciuta. Nel presente lavoro viene presentata la micoflora della Regione Alsazia (Francia) dove vengono descritte e documentate due nuove specie e una nuova varietà per la scienza. Per tutti i predetti taxa vengono messi in evidenza i caratteri morfocromatici e micromorfologici con diverse immagini in habitat comprese le tavole di microscopia e, altresì, vengono presentati i risultati derivanti dagli esami di genetica molecolare. Particolare attenzione viene attribuita all'ambiente di crescita con descrizione accurata di specifici microclimi, sovente a carattere localizzato. Infine viene aggiunta una chiave analitica relativa al genere Tubaria a livello europeo.

Sommaire

L'auteur propose une deuxième contribution consacrée à l'étude de quelques régions européennes et de leur mycoflore peu connue. Ce travail présente la mycoflore de la Région Alsace (France) dans laquelle deux nouvelles espèces et une nouvelle variété pour la science sont décrites et documentées. Pour tous les taxons, les caractères morphochromatiques et micromorphologiques sont mis en évidence avec diverses images d'habitat, y compris des tableaux de microscopie, et les résultats issus de tests de génétique moléculaire sont également présentés. Une attention particulière est accordée à l'environnement de croissance avec une description précise des microclimats spécifiques, souvent de nature localisée. Enfin, une clé analytique relative au genre Tubaria au niveau européen est ajoutée.

Abstract

The author proposes a second contribution dedicated to the study of some European regions and their little-known mycoflora. This work presents the mycoflora of the Alsace Region (France) in which two new species and a new variety for science are described and documented. For all taxa, the morphochromatic and micromorphological characters are highlighted with various images in habitats including microscopy tables and, also, the results deriving from molecular genetic tests are presented. Particular attention is given to the growth environment with accurate description of specific microclimates, often of a localized nature. Finally, an analytical key relating to the genus Tubaria at a European level is added.

Materiali e metodi

Le specie in habitat sono state fotografate con un dispositivo digitale NIKON 7600 della serie Coolpix, per le immagini di laboratorio e microscopia è stata utilizzata una Nikon Coolpix 4100. Per le analisi di microscopia è stato utilizzato un microscopio binoculare Leica DME con obiettivi acromatici. Il materiale fresco è stato osservato in soluzione acquosa o colorato con rosso Congo o in soluzione KOH 3%, verde di malachite o blu cotone. Il reattivo di Melzer è stato utilizzato per saggiare eventuali reazioni di amiloidia e/o di destrinoidia, il blu cresile per verificare la reazione metacromatica nelle spore e nei tessuti imeniali, le soluzioni di sulfobenzaldeide per individuare la presenza di ife idroflere o laticifere nei tessuti, mentre il blu di toluidina è stato utilizzato per evidenziare la presenza di strati gelificati nel rivestimento pileico. Per le analisi del materiale di erbario è stato utilizzato il glamalc di Clemençon (preparato composto da glicerina, acqua distillata, ammoniaca, etanolo) per fare rigonfiare il reperto essiccato,

il KOH 3% per ammorbidire e dissociare i tessuti e l'idrato di cloralio per aumentare il contrasto (contorno) delle cellule e tessuti. L'abbreviazione RC nelle didascalie delle foto di microscopia sta a indicare che è stato usato il rosso Congo. L'abbreviazione LUG sta a indicare che il campione è conservato nell'erbario del Museo di Storia Naturale di Lugano.

Introduzione

Con questo contributo si coglie l'occasione di presentare tre taxa, raccolti nella regione Alsazia (Francia), nuovi per la scienza. Tutto ciò è prodromo alla pubblicazione di un altro contributo in corso di preparazione che sarà proposto prossimamente e sarà incentrato sulla descrizione delle specie più rare raccolte nella suddetta regione. Nel lavoro sarà anche svolta una dettagliata analisi degli ambienti forestali con diversi microclimi relativi alla regione, della natura dei terreni e della loro relazione con i funghi raccolti e studiati. In questo territorio si evidenziano spesso una miriade di microclimi a carattere localizzato molto difficili da riscontrare altrove e in esso le specie fungine sembrano trovare un ambiente ottimale per crescere in una grande quantità di esemplari. Sovente è possibile rinvenire, come in questo caso, entità assai rare o specie non ancora descritte. Ma un approfondimento specifico riguardante l'ambiente in esame si avrà modo di svilupparlo più ampiamente nel lavoro in preparazione a cui si è fatto precedentemente riferimento.

Più in generale, dalla lunga esperienza maturata negli anni, si può affermare che, per chi si concentra nella ricerca di microclimi poco conosciuti o addirittura ancora inesplorati, non vada sottovalutata l'interazione tra specie di piante forestali, arbusti e formazioni di muschio che possono influire notevolmente sulla crescita dei funghi, i quali, trovando condizioni ideali, formano quasi delle micro-simbiosi particolari con delle specifiche essenze vegetali.

La scoperta di una specie rara o interessante comporta sempre una serie di parametri che devono assolutamente coincidere. Le specie, infatti, non si trovano così per caso, esiste sempre un optimum vegetativo per ogni singola specie e ciò dipende da molteplici fattori soprattutto microclimatici, come l'esposizione, l'insolazione, l'altezza relativa sul livello del mare, il tipo di terreno, il tipo di substrato, la temperatura, l'umidità dell'aria, l'umidità del substrato come anche il condizionamento delle specie arboree presenti. Non da meno hanno una certa importanza anche la bassa vegetazione di tipo arbustivo, erbaceo, a muschio, ma soprattutto, quel che conta, bisogna avere anche la fortuna di essere sempre nel posto giusto al momento giusto in quanto i funghi possono stazionare sul terreno solo per un breve periodo tempo. Riveste grande importanza anche l'esposizione geografica Nord-Sud del luogo di raccolta in quanto le condizioni ottimali di crescita di tante specie possono cambiare in modo assai radicale. Nel versante situato a Nord il clima appare decisamente più fresco e umido, l'incidenza dei raggi solari in superficie è caratterizzata da un'insolazione assai contenuta e questo comporta una crescita di specie amanti dei climi freschi o di specie subigrofile che si insediano nei tratti più ombrosi sovente in associazione a formazioni di muschio; di contro in quel versante le basse temperature, lo stress idrico (con alta umidità impregnante) ed eventuali danni da gelo possono determinare condizioni sfavorevoli alla crescita. Nel versante a Sud i terreni sono distintamente più caldi e secchi e il clima più moderatamente termofilo, al contrario del versante subigrofilo le condizioni di crescita dei funghi, a parte le specie eliofile, possono rallentare significativamente in maniera manifesta, qualora non vi siano precipitazioni, e il terreno subisce dei lunghi periodi di siccità specialmente durante il periodo estivo.

Chi si occupa di micologia in modo intensivo sa perfettamente che non esiste un *modus operandi* ottimale per una corretta esplorazione del suolo, ma sicuramente è molto importante durante la ricerca non avere mai fretta. L'indagine va svolta con un attento spirito di osservazione, esplorando la superficie circostante. Se per esempio si trovano almeno due specie rare nel giro di pochi metri quadri di terreno si è quasi certi di aver incontrato un microclima o nicchia ecologica con micelio attivo e allora vale la pena condurre una ricerca più accurata e selettiva in quel tratto di terreno.

A volte la ricerca può essere coronata da successo con la scoperta di tante altre specie vegetanti nelle immediate vicinanze, alcune magari poco visibili perché nascoste dalla lettiera. Se si ha la fortuna di trovarsi di fronte a una specie interessante o critica che non si riesce a determinare sul posto o comunque si ritenga che possa essere interessante dal punto di vista scientifico, non si deve esitare a prelevarne più campioni possibili. Questi serviranno successivamente per lo studio sia degli aspetti macro- e microscopici, che per la conservazione in erbario, particolare importante soprattutto se si tratta di specie nuove.

Ultima considerazione è che non basta tutta l'esperienza del mondo se non si è anche in possesso di una carta geologica delle zone che si vogliono esplorare che sarà utile per conoscere dettagliatamente la natura del terreno in tutte le sue possibili variazioni.

Ma ora veniamo alla presentazione dei tre taxa in questione.

***Pholiotina pauli* Musumeci sp. nov.**

Mycobank n. 847705

Collezioni studiate

Cod.: 0134-21 (typus LUG 19803) - Blötzheim (Fra), 26.09.2021, sei esemplari.

Cod.: 0322-21 - Blötzheim (Fra), 30.09.2021, sette esemplari.

Cod.: 1067-21 - Blötzheim (Fra), 09.10.2021, due esemplari.

Diagnosi originale

Cap: 0.5-1.2 cm, initially subglobose then hemispherical-convex finally distended-flat, umbo on average pointed, margin striated for 1/3. Surface without veil residues. Color reddish-brown, brown-orange then pale on shades of brown-ochre or yellowish. Lamellae: not very dense up to spaced out with the presence of lamellulae, adnate to the stem. Color initially cream-whitish then brownish-carnicine. Stem: 0.6-1.8 × 0.2-0.3 cm, robust-squat, with a slightly enlarged base, firm when handled, well-defined membranous ring, striated, however soon evanescent, which in mature specimens may be completely missing. Surface covered entirely with whitish flaky veil residues on a flesh-brown background, tending to darken to blackish-brown when aged. Context: not very relevant, smell not very marked. Spores: 7.5-10 × 4.5-5.5 μm, smooth, yellow in Congo red, ochre-brown in KOH 3%, elliptical, amygdaliform, citriniform in lateral projection, elliptic-ovaliform in central projection. With an average thick wall, a barely visible apicle, an extremely small germinative pore and in some spores almost invisible. Basidia: 20-33 × 7-8 μm, mainly bisporic but also monosporic and tetrasporic, claviform, subregular hymenial trama, hyphae (6-27 μm) elliptical, largely elliptical up to subglobose, at times irregularly cylindrical, pigmented (brown-intracellular). Cheilocystidia: 17-45 × 6-11 μm, fusiform, irregularly ovoid up to lageniform sometimes also irregularly shaped with a very dilated ventral tract. Paracystids pedunculate, piriform (10-20 × 6-8 μm). Pleurocystidia: not observed. Epicute: non-gelled pileic covering, with hymeniform structure, superficial layer composed of very compact claviform-pyriform up to spheropedunculate cells (25-42 × 10-17 μm), often pigmented (intracellular) and sometimes covered by an encrusting pigment towards the base. Pigmented and encrusted connecting hyphae. Pileocystidia not observed. Caulopellis: very sporadic and rather variable caulocystidia, (14-42 × 6-12 μm) lageniform, cylindrical, fusiform or claviform. Clamps present. Holotype: Blötzheim – Department Haut-Rhin (FRANCE), 26.09.2021 - on calcareous soil rich in buried wood residues, near Robinia pseudoacacia, Acer sp. and Quercus pubescens. Holotype deposited at the Museo di Storia Naturale in Lugano, Switzerland, LUG 19803. Etymology: pauli: in memory of Peter Paul.

Analisi molecolare

Il DNA totale è stato estratto da campioni secchi utilizzando un protocollo modificato basato su MURRAY & THOMPSON (1980). Le reazioni PCR (MULLIS & FALOONA 1987) hanno incluso 35 cicli con una temperatura di annealing di 54 °C. I primer ITS1F e ITS4 (WHITE *et al.* 1990, GARDES &

BRUNS 1993) sono stati utilizzati per amplificare la regione dell'rDNA ITS, LR0R e LR5 (VILGALYS & HESTER 1990; CUBETA *et al.* 1991), sono stati utilizzati per la regione dell'rDNA 28S, EF1 -728F, EF1-983F, EF1-1567R e EF1-2218R (CARBONE & KOHN 1999; REHNER E BUCKLEY 2005), per il gene del fattore di allungamento della traduzione 1a (*tef1*), bRPB2-6F2 (inverso di bRPB2-6R2) e bRPB2- 7R2 e per il gene della seconda subunità più grande (*rpb2*) della RNA polimerasi II (MATHENY *et al.* 2007). I prodotti della PCR sono stati controllati in gel di agarosio all'1% e gli ampliconi sono stati sequenziati con uno o entrambi i primer per PCR. Le sequenze sono state corrette per rimuovere gli errori di lettura nei cromatogrammi. BLASTn (ALTSCHUL *et al.* 1990) è stato utilizzato per selezionare le sequenze di rDNA ITS più strettamente correlate dal database pubblico dell'International Nucleotide Sequence Database Collaboration (INSDC, ARITA *et al.* 2021). Le sequenze sono state prima allineate in MEGA 5.0 (TAMURA *et al.* 2011) con la sua applicazione Clustal W e poi riallineate manualmente secondo necessità per stabilire l'omologia posizionale. Un'analisi bayesiana è stata eseguita in MrBayes 3.2.6 (RONQUIST *et al.* 2012, partizione singola, modello GTRG+I, due analisi simultanee, quattro catene, temperatura impostata su 0,2, campionamento ogni 100 generazioni) fino alle frequenze di divisione medie tra le frequenze simultanee le corse sono scese al di sotto di 0,01 dopo 1,39 milioni di generazioni. Infine, è stata eseguita una ricerca completa dell'albero di massima verosimiglianza con il punteggio migliore in RAxML 8.2.12 (STAMATAKIS 2014) utilizzando l'algoritmo di ricerca standard (stesse partizioni, modello GTRCAT, 2000 repliche bootstrap). La soglia di significatività è stata fissata al di sopra di 0,95 per la probabilità a posteriori (PP) e le proporzioni bootstrap (BP) al 70%. GenBank nn.: ITS = OQ544423; LSU = OQ544425; RPB2 = OQ565621; TEF1 = OQ565622.

Descrizione dei caratteri morfocromatici (Cod.: 0134-21, *typus* LUG 19803)

Cappello 0,5-1,2 cm, inizialmente globoso, poi emisferico-convesso, infine disteso-appianato, umbone mediamente accennato, margine striato per 1/3. Superficie untuosa con tempo umido, senza residui velari. Colore bruno-rossastro, bruno-aranciato, poi pallidescente su tonalità bruno-ocra o gialline.

Lamelle poco fitte fino a spaziate con presenza di lamellule, adnate al gambo, piuttosto ventricose. Colore inizialmente crema-biancastro, poi bruno-carnicino. Filo fioccoso, biancastro. Mediamente consistenti al tocco.

Gambo 0,6-1,8 × 0,2-0,3 cm, robusto-tozzo, a base leggermente ingrossata, consistente alla manipolazione, anello membranoso ben delineato, striato, tuttavia presto evanescente, che negli esemplari maturi può mancare del tutto. Superficie rivestita interamente da residui velari fioccosi biancastri su fondo bruno-carnicino, in età tendente a imbrunire fino a bruno-nerastro.

Carne poco consistente, odore non marcato.

Descrizione dei caratteri microscopici (Cod.: 0134-21, *typus* LUG 19803)

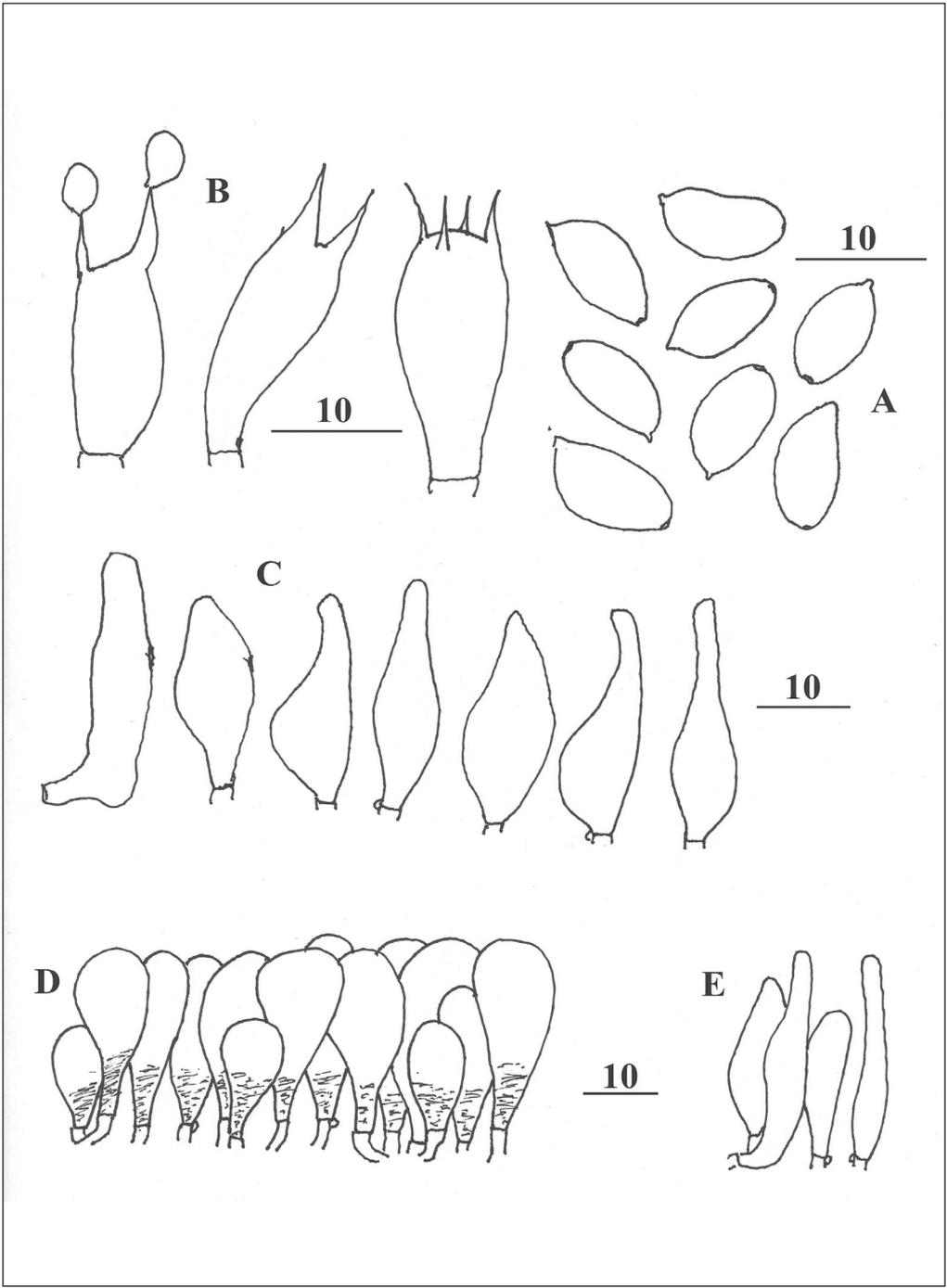
Spore 7,5-10 × 4,5-5,5 µm, lisce, gialle in rosso Congo, bruno-ocra in KOH 3%, ellittiche, citriniformi, amigdaliformi in proiezione laterale, ellittico-ovaliformi in proiezione centrale. Con parete mediamente spessa, apicolo poco accennato, poro germinativo estremamente piccolo e in alcune spore quasi invisibile.

Basidi 20-33 × 7-8 µm, prevalentemente bisporici ma anche monosporici e tetrasporici, subclaviformi, trama imeniale subregolare, ife (× 6-27 µm), ellittiche, largamente ellittiche, fino a subglobose a tratti irregolarmente cilindriche, con pigmento bruno intracellulare.

Cheilocistidi 17-45 × 6-11 µm, fusiformi, irregolarmente ovoidali, fino a lageniformi, a volte anche irregolarmente conformati con tratto ventrale molto dilatato.

Paracistidi sferopedunculati, piriformi (10-20 × 6-8 µm).

Pleurocistidi non osservati.



Pholiotina pauli. A. Spore; B. Basidi; C. Cheilocistidi; D. Epicute; E. Caulocistidi. Valori espressi in μm . Tavola di Enzo Musumeci



Pholiotina pauli in habitat.

Foto di Enzo Musumeci



Pholiotina pauli in habitat.

Foto di Enzo Musumeci



P. pauli in habitat.

Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Particolare delle lamelle e del gambo.

Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Particolare delle lamelle e del gambo.

Foto di Enzo Musumeci



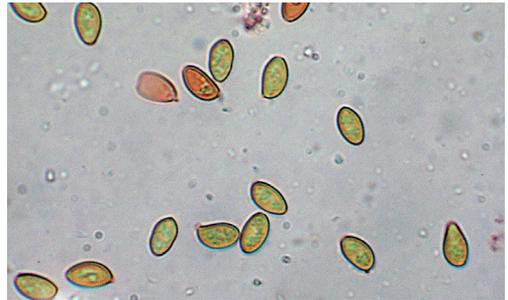
P. pauli. Particolare della zona anulare.

Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Particolare della zona anulare.

Foto di Enzo Musumeci



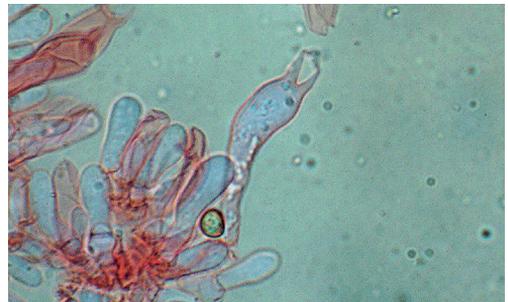
P. pauli. Spore in RC.

Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Spore in RC.

Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Basidi bisporici in RC.

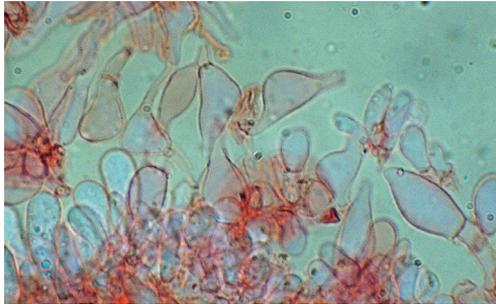
Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Basidi bisporici in RC. Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Cheilocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Cheilocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Cheilocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci



P. pauli. Epicute in KOH 3%. Foto di Enzo Musumeci

Epicute a rivestimento pileico non gelificato, struttura imeniforme, strato superficiale composto da cellule clavato-piriformi fino a sferopeduncolate ($25-42 \times 10-17 \mu\text{m}$) molto compatte sovente pigmentate (intracellulare) e a volte rivestite da un pigmento incrostante verso la base. Ife di raccordo pigmentate e incrostate. Pileocistidi non osservati.

Caulocute con caulocistidi molto sporadici e piuttosto variabili, ($14-42 \times 6-12 \mu\text{m}$) da lageniformi a cilindrici, fusiformi o clavati.

Unioni a fibbia presenti.

Ecologia-habitat (Cod.: 0134-21, typus LUG 19803): Blötzheim (Fra), Dipartimento Haut Rhin, Alsazia, 26.9.2021, temperatura $17-18^\circ$, umidità 97-100%. Zona collinare in lieve inclinazione 325 m s.l.m, bosco interno in tratto luminoso al margine del sentiero forestale con presenza di *Robinia pseudoacacia* L., *Acer* sp., *Quercus pubescens* Willd., *Fraxinus* sp. con presenza di piante arbustive. Rinvenuti sei esemplari nei pressi di *Robinia pseudoacacia* che vegetavano su terreno ricco di residui legnosi ma anche direttamente su legno. Altre specie rinvenute nelle vicinanze: *Psathyrella prona* (Fr.) Gillet, *Pluteus dietrichii* Bres., *Pholiotina vestita* (Fr.) Kühner, *Pholiotina velata* (Velen.) Watling, *Cyclocybe eredia* (Fr.) Vizzini & Matheny.

Osservazioni

Recenti studi di biologia molecolare (MONCALVO *et al.* 2002; WALTHER *et al.* 2005) hanno suggerito di considerare il genere *Pholiotina* ben distinto dal genere *Conocybe*, tesi confermata

anche a livello dei caratteri morfocromatici e, soprattutto, a livello dei caratteri microscopici che rivelano delle differenze piuttosto marcate tra i due generi. Le peculiarità più eclatanti in *Pholiotina* sono la presenza del velo (assente in *Conocybe*), il tratto anulare più o meno bene evidenziato con anello membranoso e residui velari al margine del cappello (sez. *Pholiotina*). Dal punto di vista microscopico *Pholiotina* possiede una grande variabilità nella tipologia e conformazione dei cistidi imeniali rispetto a *Conocybe*, che, invece, presenta solo caratteristici cistidi lecitiformi con tratto ventrale dilatato, collo sottile e apice più o meno capitulato (HAUSKNECHT 2009). Inoltre altra differenza eclatante in *Pholiotina* è la trama imeniale tipicamente composta da ife largamente ellittiche, ventricose, subglobose.

Pholiotina pauli, nuova entità per la scienza, trova collocazione nella sez. *Pholiotina*, che presenta specie caratterizzate da una zona anulare ben evidenziata più o meno membranosa, e confluisce nelle serie *Vexans* (HAUSKNECHT & KRISAI 2007) per la presenza di spore con poro germinativo e cheilocistidi e caulocistidi diversamente conformati, che variano da lageniformi a cilindrici con apice capitulato o irregolarmente ventricoso-clavati.

Nell'esame al dettaglio la nuova specie è caratterizzata da un habitus piuttosto robusto-tozzo un po' anomalo per il genere, che di solito è rappresentato da specie con corpi fruttiferi piuttosto slanciati e sottili, da un gambo, che è decisamente corto in molti esemplari oppure leggermente più lungo del diametro del cappello, e da un anello che al primo stadio di crescita si presenta strettamente membranoso per poi gradualmente scomparire o quasi a maturità.

Il quadro microscopico appare ben delineato con spore munite di un poro germinativo estremamente piccolo, quasi inesistente, con basidi in grande maggioranza bisporici, raramente anche monosporici o tetrasporici, con cheilocistidi diversamente conformati ma in prevalenza lageniformi e, sovente, con tratto basale dilatato-ventricoso.

La specie si insedia ai margini dei sentieri forestali su terreno calcareo ricco di carbonati a contatto o direttamente su residui legnosi. Sono stati rinvenuti esemplari nei pressi di *Robinia pseudoacacia*, *Acer* sp., e *Quercus pubescens*.

Dallo studio molecolare la specie più vicina geneticamente è *Pholiotina mediterranea* Siquier & Salom 2018, endemica delle isole Baleari (Spagna). Questa entità si differenzia assai bene in quanto, oltre alle differenze molecolari, possiede un habitus più slanciato-longilineo, spore che hanno un poro germinativo notevolmente più dilatato (fino a 1,5 µm), cheilocistidi più grandi e crescita nella macchia mediterranea in ambienti xerofili nei tratti retrodunali con presenza di *Pistacia lentiscus* L., *Juniperus phoenicea* L. e *Erica multiflora* L.

Altre specie collocate nelle serie *Vexans* sono *Pholiotina arrhenii* (Fr.) Singer, *Pholiotina hadrocystis* (Kits van Wav.) Courtec., che posseggono alcune caratteristiche in comune, ma sono diverse sotto il profilo genetico. *Pholiotina rugosa* (Peck) Singer e *Pholiotina vexans* (P.D. Orton) Bon anch'esse differiscono a livello molecolare, ma hanno spore notevolmente più grandi.

Tubaria elongatispora Musumeci sp. nov.
Mycobank n. 847704

Collezioni studiate

Cod.: 5905-20 (typus LUG 1992) - Niffer (FRA), 13.10.2020, dieci esemplari.

Cod.: 6487-20 - Niffer (FRA), 17.10.2020, due esemplari.

Diagnosi originale

Cap: 1-3 cm, initially subglobose then hemispherical-convex then spread out-flattened, umbo absent or very faintly hinted, margin slightly streaked for transparency. Subpruinose surface with evident scattered whitish fibrils, towards the margin there are whitish velar residues. Color brown-orange to brown-alutaceous. Lamellae: slightly dense up to sparse, with the presence of lamellulae, clearly and decidedly decurrent to the stem so as to highlight an almost omphalinoid structure, brown-carnicine color. *Stem:* 3-5 × 0.2-0.3 cm, cylindrical slightly flared at the top, consistent. Surface entirely covered with whitish

fibrils, inconspicuous velar residues, color brown-orange. Context: not very relevant, odour barely perceptible. Spores: $6-9 \times 3.2-4$ (4.5) μm , smooth, very pale yellow, inamyloid non-dextrinoids. Elliptical, long elliptic-cylindrical up to elongated oval-shaped in central projection, elliptic, largely elliptical in lateral projection, without germinative pore. Basidia: $17-24 \times 5-7$ μm (sterigmas up to 6-8 μm long!), tetrasporic but also often bisporic, mainly subclaviform. Hymenial trama: subregular, hyphae (3-20 μm) pigmented, rarely encrusted differently shaped, allantoid, cylindrical, long elliptical, fusiform. Cheilocystidia: $23-47 \times 5-11$ μm , not very frequent up to rare on the edge lamellae, irregularly cylindrical, sub-cylindrical, utriform, rarely claviform. Pleurocystidia: not observed. Epicute with non-gelled pile coating, hyphae distended-lying or irregularly intertwined, superficial hyphae ($\times 3-12$ μm) cylindrical, physaloid to irregularly allantoid, pigmented and often encrusted. Subpellis partially differentiated, cylindrical hyphae mixed with largely ellipsoidal, fusiform or markedly ventricular hyphae (12-55 μm), pigmented and at times strongly encrusted. Caulopellis: with presence of caulocystidia ($28-52 \times 7-17$ μm) cylindroids-claviforms. Clamps present. Holotype: Niffer – Department Haut-Rhin (FRANCE), 13.10.2020 - on an uncultivated field rich in grassy and aromatic plants, on calcareous-clayey soil. Holotype deposited at the Museo di Storia Naturale in Lugano, Switzerland, LUG 19992. Etymology: *elongatispora*, because of the elongated and narrow spores.

Analisi molecolare

Estrazione, amplificazione e sequenziamento del DNA: il DNA totale è stato estratto da campioni secchi utilizzando un protocollo modificato basato su MURRAY & THOMPSON (1980). Le reazioni PCR (MULLIS & FALOONA 1987) includevano 35 cicli con una temperatura di annealing di 54 °C. I primer ITS1F, ITS4 e ITS4B (WHITE *et al.* 1990, GARDES & BRUNS 1993) sono stati utilizzati per amplificare la regione dell'rDNA di ITS, inverso di ITS4B (GARDES & BRUNS 1993), nonché LR0R e LR5 (VILGALYS & HESTER 1990; CUBETA *et al.* 1991) sono stati utilizzati per la regione 28S rDNA e bRPB2-6F2 (inverso di bRPB2-6R2) e bRPB2-7R2 per il gene della seconda subunità più grande della RNA polimerasi II (rpb2) (MATHENY *et al.* 2007). I prodotti della PCR sono stati controllati in gel di agarosio all'1% e gli ampliconi sono stati sequenziati con uno o entrambi i primer per PCR. Le sequenze sono state corrette per rimuovere gli errori di lettura dei cromatogrammi. Genbank nn.: ITS = OQ544422; LSU = OQ544424; RPB2 = OQ565620.

Descrizione dei caratteri morfocromatici (Cod.: 5905-20, typus LUG 19992)

Cappello 1-3 cm, inizialmente subgloboso poi emisferico-convesso, quindi disteso-appianato, umbone assente o molto debolmente accennato, margine leggermente striato per trasparenza. Superficie subpruinosa con evidenti fibrille biancastre sparse, verso il margine si evidenziano dei residui velari biancastri. Colore bruno-carnicino, bruno-aranciato fino a bruno-alutaceo.

Lamelle poco fitte fino a rade, con presenza di lamellule, piuttosto consistenti alla manipolazione, chiaramente e decisamente decorrenti al gambo così da evidenziare quasi una tipologia omphalinoide. Colore bruno-carnicino, filo regolare e concolore.

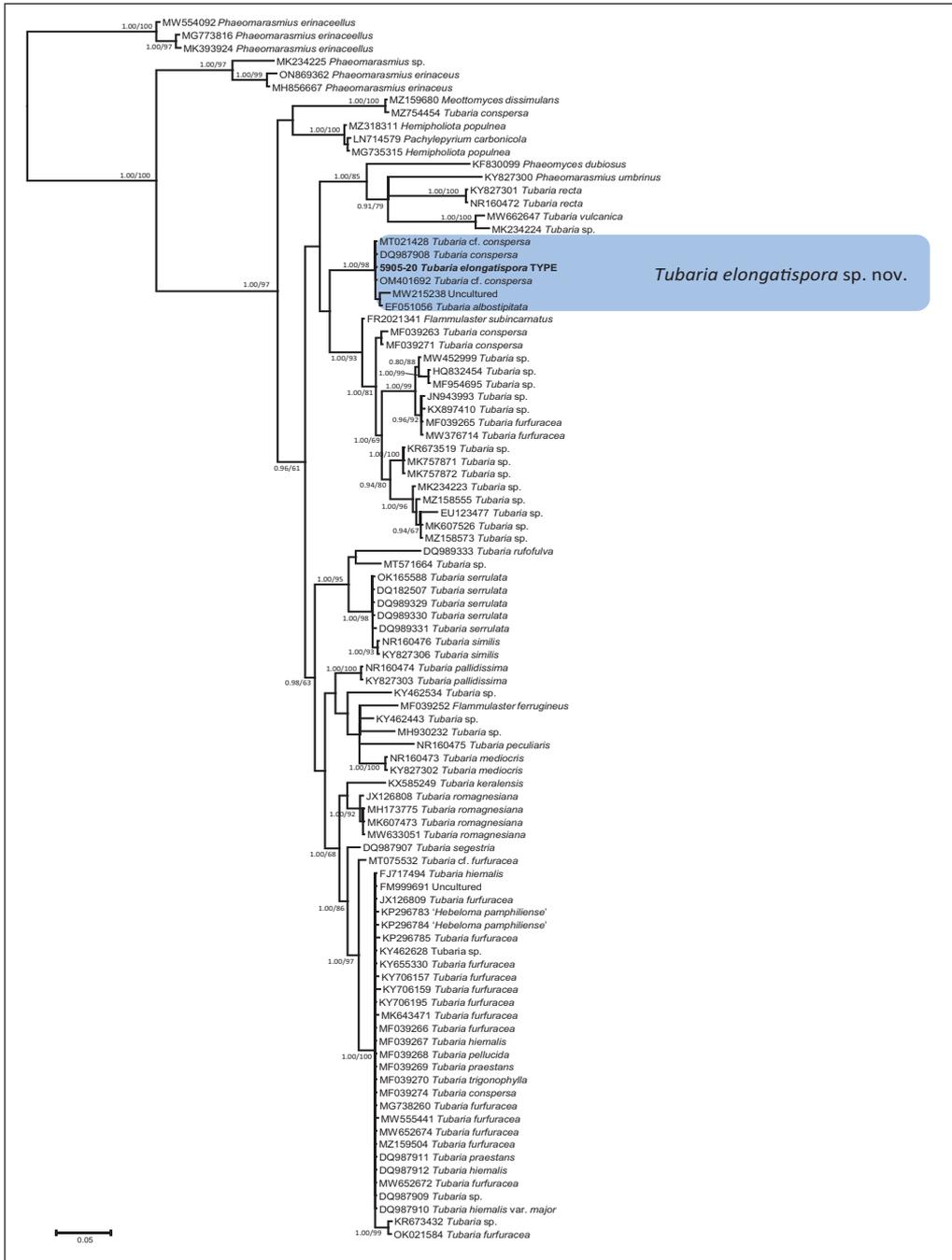
Gambo $3-5 \times 0,2-0,3$ cm, cilindrico leggermente svasato in alto, consistente alla manipolazione. Superficie rivestita interamente da fibrille biancastre, nel tratto superiore sono evidenti dei minuti residui velari poco appariscenti. Colore bruno-carnicino, bruno-aranciato.

Carne poco consistente, odore poco marcato.

Descrizione dei caratteri microscopici (Cod.: 5905-20, typus LUG 19992)

Spore $6-9 \times 3,2-4$ (4,5) μm , lisce, gialline molto pallide, inamiloidi, non destrinoidi, ellittiche, lungamente ellittico-cilindriche fino a ovaliformi allungate in proiezione centrale, ellittiche, largamente ellittiche in proiezione laterale, parete poco spessa, senza poro germinativo, apicolo mediamente accennato.

Basidi $17-24 \times 5-7$ μm , (sterigmi lunghi fino a 6-8 μm !), tetrasporici ma anche sovente bisporici, prevalentemente clavati.



Tubaria elongatispora. Filogramma di consenso al 50% della regione ITS rDNA del genere *Tubaria* (famiglia *Tubariaceae*, con lignaggi selezionati di *Phaeomarasmium* come outgroup) ottenuto dal campionamento di 8100 alberi utilizzando MrBayes. I nodi sono segnalati quando sono supportati da Bayesian Posterior Probability $\geq 0,95$ (a sinistra), o da Maximum Likelihood Bootstrap $\geq 70\%$ (a destra). Le sequenze generate per questo studio sono in grassetto.

Trama imeniale subregolare, ife ($\times 3-20 \mu\text{m}$) pigmentate, raramente incrostate, diversamente conformate, allantoidi, cilindriche, lungamente ellittiche, fusiformi.

Cheilocistidi $23-47 \times 5-11 \mu\text{m}$, poco frequenti fino a rari sul filo lamellare, irregolarmente cilindrici, utriforimi, raramente clavati, a volte settati e con giunti a fibbia.

Pleurocistidi non osservati.

Epicute a rivestimento pileico non gelificato, ife distese-adagiate o irregolarmente intrecciate, ife superficiali ($\times 3-12 \mu\text{m}$) cilindriche, fisaloidi fino a irregolarmente allantoidi, pigmentate e sovente incrostate.

Subcute parzialmente differenziata, ife cilindriche frammiste a ife largamente ellittiche, fusiformi o marcatamente ventricose ($15-55 \times 12-35 \mu\text{m}$), pigmentate e a tratti fortemente incrostate.

Caulocute con presenza di caulocistidi ($28-52 \times 7-17 \mu\text{m}$), cilindroidi-clavati.

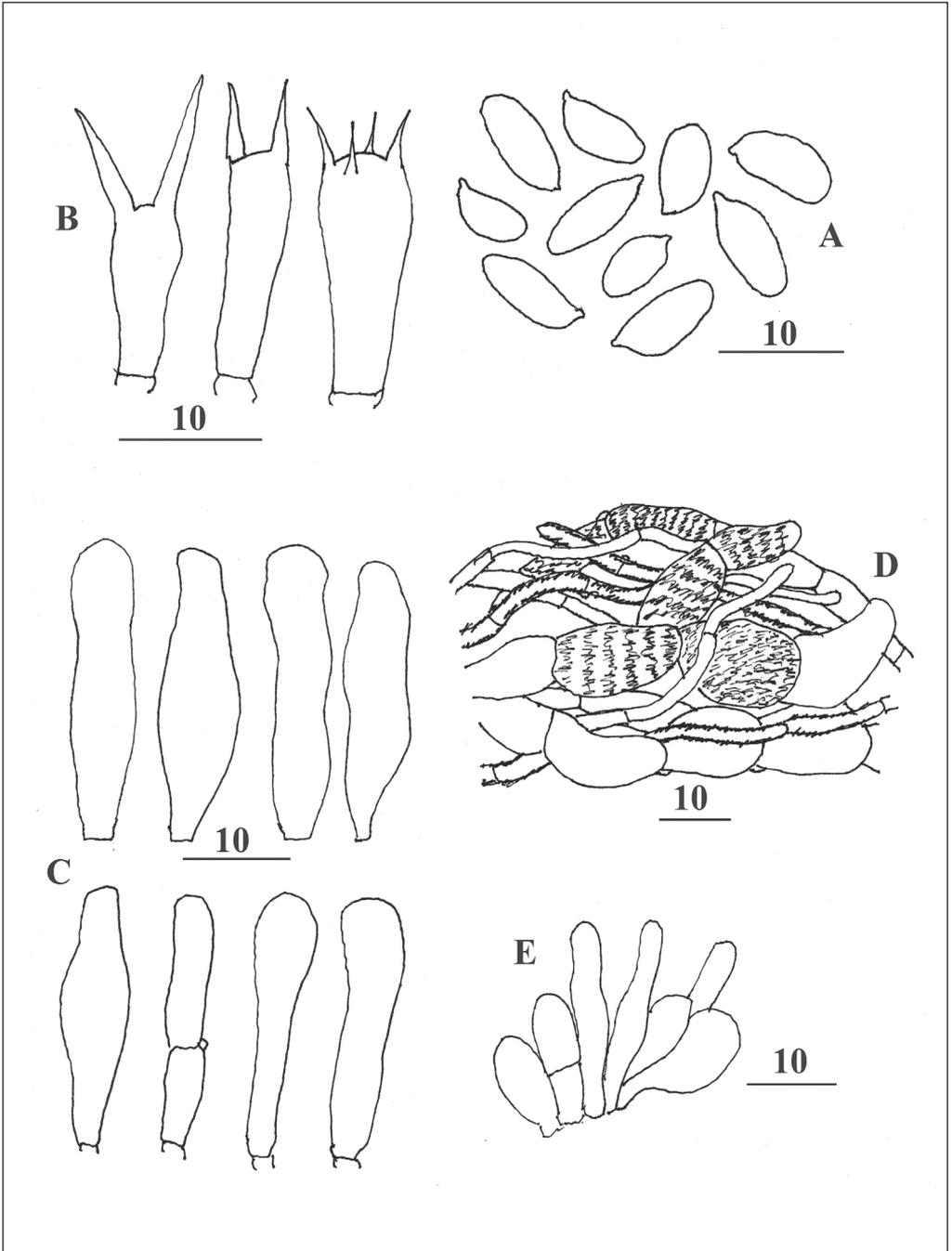
Unioni a fibbia presenti.

Ecologia-habitat (Cod.: 5905-20, typus LUG 19992): Niffer (France), Dipartimento Haut Rhin, Alsace, 13.10.2020, temperatura $4-11^\circ$, umidità 76-100%. Zona collinare in lieve inclinazione 235 m s.l.m., areale aperto-soleggiato, molto luminoso, vicino al limite boschivo in un campo incolto ricco di piante praticole e aromatiche, su terreno calcareo-argilloso, substrato misto argilloso-sassoso ricco di essenze vegetali in decomposizione, superficie rivestita a tratti da muschi e ricca di vegetazione erbacea. Rinvenuti dieci esemplari direttamente su terreno tra l'erba e piccole piante praticole. Altre specie rinvenute nelle vicinanze: *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser, *Pholiotina sulcata* Arnolds & Hauskn., *Tubaria* sp., *Galerina graminea* (Velen.) Kühner, *Psathyrella* sp.

Osservazioni

Il genere *Tubaria* dopo i recenti studi molecolari viene attualmente collocato nella famiglia *Tubariaceae* Vizzini 2008, che comprende anche i generi *Flammulaster* Earle, Scherff. e *Pleuromyces* Dima, P.-A. Moreau & V. Papp. Il genere è caratterizzato da specie con habitus e portamento variabili, va da esemplari molto robusti, che possono richiamare a tratti una tipologia da *Galerina marginata* (Batsch) Kühner (ENDERLE 1989) con tratto anulare ben marcato [*Tubaria confragosa* (Fr.) Harmaja], a specie estremamente piccole molto esili di aspetto galerinoide-omphalinoide, che presentano cappelli di poco più di 10 mm, in una specie addirittura solo 1-2 mm (*T. inconspicua* Contu). La presenza dei residui velari può essere poco marcata o fortemente sviluppata come in *T. conspersa* (Pers.) Fayod, le colorazioni variano generalmente su tonalità brune, bruno-rossastre, bruno-ocracee o bruno-aranciate, a parte qualche eccezione come per esempio il bianco-candido di *T. hololeuca* Kühner ex E. Horak & P.-A. Moreau, il bianco-crema di qualche variante albina del gruppo *furfuracea-hiemalis-romagnesianae* o il giallino chiaro di *T. dispersa* (Berk. & Broome) Singer. Tutte le specie sono strettamente saprofiti, crescono ovunque ci sia materiale legnoso in decomposizione sovente anche su residui legnosi interrati o su residui vegetali marcescenti. Particolare menzione per *T. conspersa* come vero divoratore della lettiera. Sporadicamente possono tuttavia crescere direttamente su terreno sabbioso o su lapilli vulcanici come è il caso di *T. vulcanica* G. Moreno, Bañares & P. Alvarado, specie endemica delle Isole Canarie.

Dal punto di vista delle analisi macro- e microscopiche il genere è caratterizzato da una polvere sporale bruno-ocracea, da spore che variano da ellittico-faseoliformi con parete depressa lateralmente a ellittico-ovoidali o amigdaliformi-citriniformi e, raramente, largamente ellittico-globose (*T. inconspicua*). Le spore sono generalmente lisce, tranne che in *T. dispersa*, dove si presentano leggermente punteggiate e con assenza di poro germinativo. I cheilocistidi sono sempre presenti e piuttosto variabili nella forma, da cilindrico-lageniformi con apice dilatato (capitulato) a clavato-utriformi fino a tibiformi o lecitiformi. I pleurocistidi sono totalmente assenti. Il rivestimento pileico è costituito da ife cilindriche, a tratti voluminose, sovente fortemente incrostate tranne che in *T. beslii* Simmel & Gröger, la quale presenta lo strato superficiale privo di incrostazioni (VOLDERS 2002; SIMMEL & GRÖGER



Tubaria elongatispora. A. Spore; B. Basidi; C. Cheilocistidi; D. Epicute; E. Caulocistidi. Valori espressi in μm .

Tavola di Enzo Musumeci



Tubaria elongatispora. Luogo della raccolta..

Foto di Enzo Musumeci



Tubaria elongatispora in habitat.

Foto di Enzo Musumeci



Tubaria elongatispora in habitat.

Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Particolare del cappello.

Foto di Enzo Musumeci



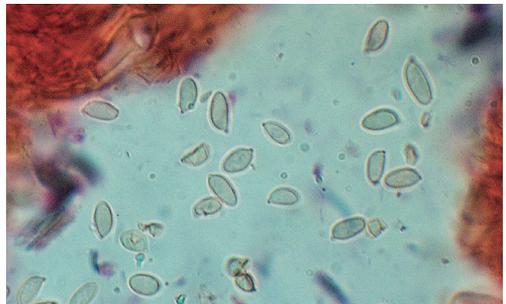
T. elongatispora. Particolare delle lamelle decorrenti e del gambo.

Foto di Enzo Musumeci



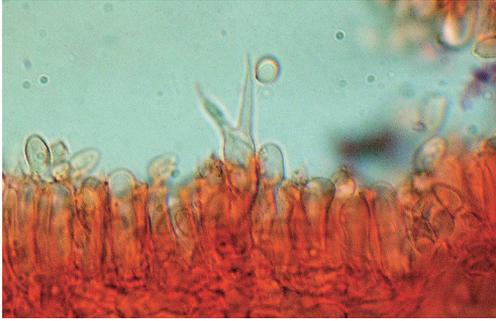
T. elongatispora. Spore in RC.

Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Spore in RC.

Foto di Enzo Musumeci



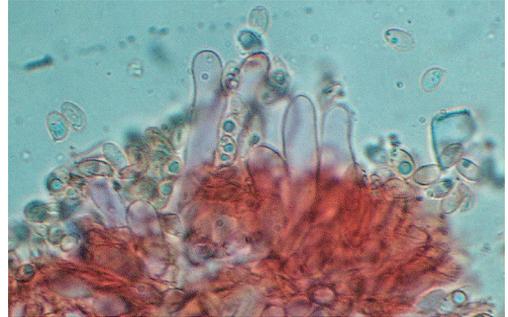
T. elongatispora. Basidi bisporici in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Basidi bisporici con lunghi sterigmi in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Basidi tetrasporici in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Cheilocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Cheilocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Cheilocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Caulocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. elongatispora. Caulocistidi in RC. Foto di Enzo Musumeci

2015). In alcune specie, per esempio in *T. ferruginea* Maire ex E. Horak & P.-A. Moreau, la struttura e la conformazione delle ife sono a tratti catenulate e fortemente incrostate e appaiono molto simili a quelle del genere *Flammulaster* (LUDWIG 2001). I pileocistidi sono solitamente assenti, ad eccezione, caso davvero unico, di *T. vulcanica* var. *pileocystidiata*, nuovo taxon che viene descritto di seguito.

Il genere *Tubaria* a livello mondiale secondo Index Fungorum conterebbe circa novanta specie, mentre in Europa, a secondo degli autori, è costituito da circa quindici alle diciotto specie (ENDERLE 1989; BON 1992). LUDWIG (2001) ne classifica solo otto, declassandone alcune a semplici sinonimi. HORAK (2005), nella sua chiave di determinazione sul genere, ne propone quattordici.

Il genere nel corso degli anni è stato ampiamente studiato, anche se non completamente, ma d'altronde non è raro che nella storia della micologia esistano ancora dei settori non sufficientemente analizzati, come per esempio il gruppo di specie *furfuracea-hiemalis-romagnesiana*, che continua a destare perplessità da parte di tanti autori.

Riteniamo, comunque, che le specie possano essere sufficientemente separate tenendo conto di alcuni aspetti caratteristici forniti dalla microscopia. Da menzionare gli studi di ROMAGNESI (1940-1947), BON (1992) e LUDWIG (2001), ma soprattutto è da segnalare il lavoro di ENDERLE (1989) che realizza un'indagine accurata delle specie allora conosciute portando un notevole contributo della conoscenza del genere.

Per il territorio extraeuropeo da menzionare la pubblicazione del volume sulle specie neozelandesi con la scoperta di molte altre nuove entità per la scienza ad opera di HORAK (2018).

La nuova specie, documentata in questo articolo, è stata rinvenuta in un campo aperto non coltivato tra diverse piante praticole e aromatiche ed è ben caratterizzata per le piccole-medie dimensioni, per il colore bruno-carnicino quasi uniforme, per le lamelle decisamente decorrenti. In microscopia sono rilevanti le spore notevolmente allungate e strette, carattere estremamente importante di differenziazione.

T. elongatispora, pur essendo parte del complesso di specie simili, si identifica assai facilmente tenendo conto della eclatante caratteristica delle spore allungate, totalmente differenti da quelle di *T. conspersa*. Altra specie simile a livello molecolare *T. albstipitata* D.A. Reid si differenzia agevolmente per avere il gambo bianco, odore farinaceo, spore ovoidali e cheilocistidi tibiformi.

Tubaria vulcanica G. Moreno, Bañares & P. Alvarado in *Persoonia*, Vol. 46, 515, 2021 **var. *pileocystidiata*** Musumeci var. nov.
Mycobank nr. 843668

Collezioni studiate

Cod.: 8079-10 (typus LUG 19802) - Hagenthal (Fra), 03.09.2010, dieci esemplari.

Cod.: 2728-12 - Bettlach (Fra), 07.07.2012, dodici esemplari.

Cod.: 9294-21 - Hagenthal (Fra), 04.08. 2021, tre esemplari.

Diagnosi originale

It differs by typus for its growth on calcareous soil, a mixed clayey-sandy substratum rich in carbonates, with a surface sometimes covered with moss and for the presence of pileocystidia. Etymology: pileocystidiata = due to the presence of pileocystidia. Holotypus: Hagenthal (FRANCE), 03.09.2010, on soil and buried woody residues of Fagus sylvatica. Holotypus deposited at the Museo di Storia Naturale in Lugano, Switzerland, LUG 19802..

Analisi molecolare

Estrazione, amplificazione e sequenziamento del DNA: il DNA totale è stato estratto da campioni secchi utilizzando un protocollo modificato basato su MURRAY & THOMPSON (1980). Le reazioni PCR (MULLIS & FALOONA 1987) includevano 35 cicli con una temperatura di annealing

di 54 °C. I primer ITS1F e ITS4 (WHITE *et al.* 1990, GARDES & BRUNS 1993) sono stati utilizzati per amplificare la regione dell'rDNA di ITS, mentre bRPB2-6F2 (inverso di bRPB2-6R2) e bRPB2-7R2 sono stati utilizzati per la seconda regione della RNA polimerasi II gene della subunità più grande (rpb2) (MATHENY *et al.* 2007). I prodotti della PCR sono stati controllati in gel di agarosio all'1% e gli ampliconi sono stati sequenziati con uno o entrambi i primer per PCR. Le sequenze sono state corrette per rimuovere gli errori di lettura nei cromatogrammi. GenBank: raccolta Cod. 8079-10 (typus LUG 19802) = ITS PP058376, LSU PP058378; Cod. 9294-21 = ITS PP058377, LSU PP058379.

Descrizione dei caratteri morfocromatici (Cod.: 8079-10, typus LUG 19802)

Capello 06-1,2 cm, inizialmente subgloboso, poi emisferico-convesso, infine appianato-disteso, umbone debolmente accennato, margine striato-scanalato. Cuticola igrofana, un po' rugosa, colore bruno-rosa, bruno-mattone, poi pallidescente, crema-rosata, infine quasi biancastra (igrofaneità manifesta senza evidenza di residui velari), in alcuni esemplari si nota tuttavia una finissima pruinosità o granulazione.

Lamelle frammiste a lamellule, poco fitte fino a rade, da adnate a nettamente decorrenti al gambo. Colore crema-rosato, rosa-carnicino, filo più pallido e fioccoso.

Gambo 1,2-3 × 0,1-0-1,5 cm, cilindrico-longilineo piuttosto regolare e leggermente ingrossato alla base. Superficie soffusa da una fine pruina biancastra, senza evidenti residui velari, concolore al capello.

Carne praticamente nulla, odore poco rilevante.

Descrizione dei caratteri microscopici (Cod.: 8079-10, typus LUG 19802)

Spore 7-10 × 4,5-6 µm, lisce, giallo paglierine, pallide in KOH 3%, ellissoidali-ovaliformi, amigdaliformi in proiezione centrale, ellissoidali-ovaliformi in proiezione laterale, membrana non depressa, parete mediamente spessa e apicolo bene accennato. Assenza di poro germinativo.

Basidi 23-32 × 7-8 µm, tetrasporici, raramente bisporici, clavati.

Trama imeniale subregolare, ife (× 3-15/20 µm), pigmentate e a tratti incrostate. Da lungamente cilindriche a fusaloidi a volte vescicolose, parete decisamente spessa.

Cheilocistidi numerosi sul filo lamellare sovente a palizzata (30-52 × 4-10 µm), lageniformi, raramente tibiformi-lecitiformi con collo sovente sinuoso e apice capitulato (× 3-5 µm) o raramente attenuato o con escrescenze.

Pleurocistidi non osservati.

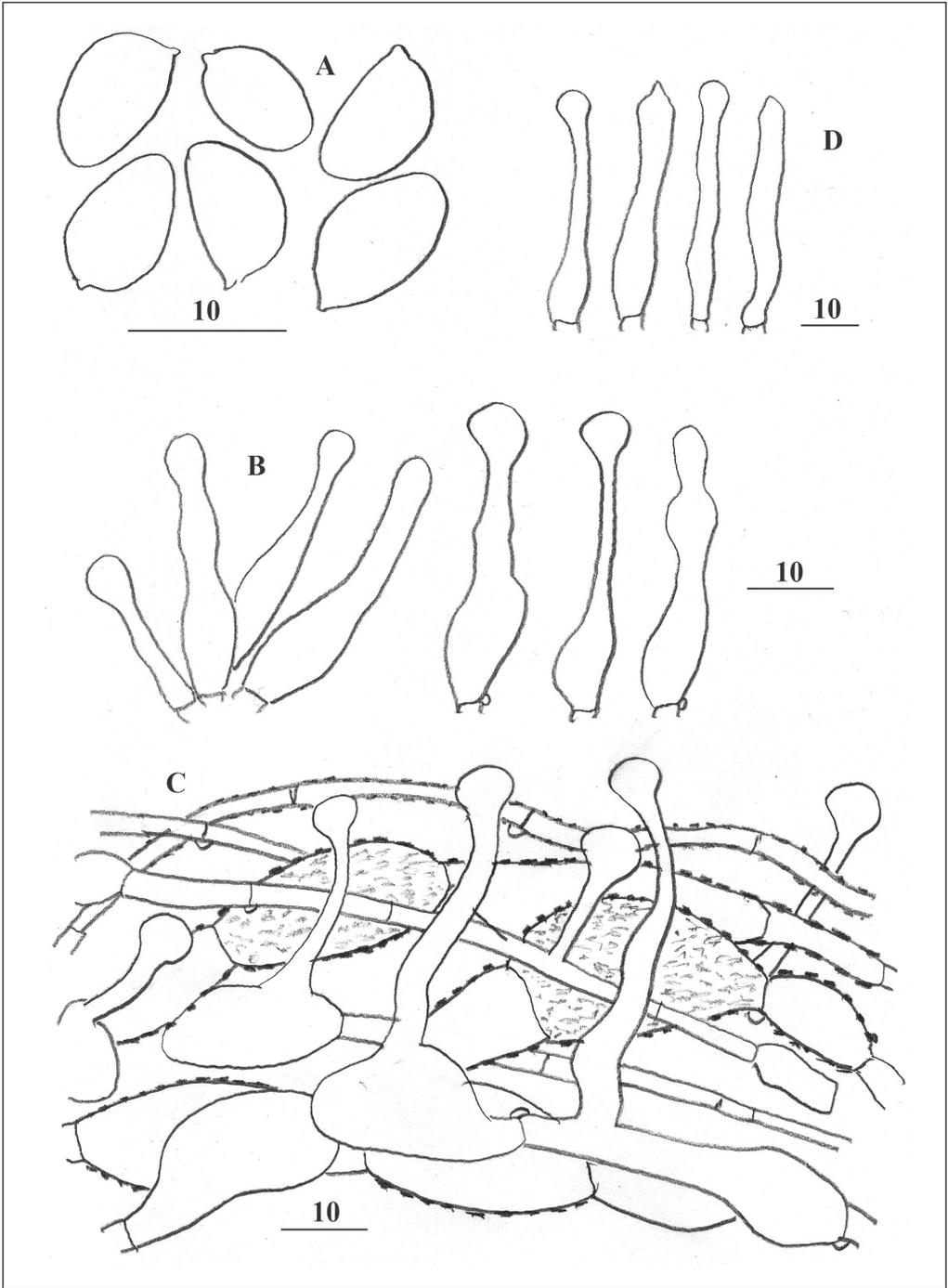
Epicute a rivestimento pileico non gelificato, ife superficiali (× 3-10 µm) cilindrico-fusaloidi frammiste a cellule largamente ellittico-fusiformi fino a quasi sferiche (20-50 × 12-25 µm), pigmentate e a tratti incrostate. Presenza rilevante di pileocistidi (35-70 × 5-10 µm), solitamente con collo longilineo e base dilatata, lageniformi-tibiformi più o meno capitulati all'apice.

Subcute poco differenziata.

Caulocute ife superficiali (× 2-6 µm), leggermente pigmentate e a tratti incrostate, ife della trama centrale (× 4-11/20 µm), anch'esse pigmentate e incrostate. Caulocistidi numerosi a palizzata (21-70 × 4-8 µm), prevalentemente cilindrico-lageniformi con apice sovente capitulato.

Unioni a fibbia presenti.

Ecologia-habitat (Cod.: 8079-10, typus LUG 19802): Hagenthal (Fra), Dipartimento Haut Rhin, Alsazia, 03.9.2010, temperatura 10-21°, umidità 57-97%. Zona collinare in lieve inclinazione 365 m s.l.m., bosco interno in tratto umido-ombroso con *Fagus sylvatica* L., *Quercus pubescens* Willd., *Pinus sylvestris* L., *Acer* sp., su terreno calcareo, substrato misto argilloso-sabbioso ricco di carbonati, superficie a tratti con muschio, rinvenuti dieci esemplari nei pressi di



Tubaria vulcanica var. *pileocystidiata*. A. Spore; B. Cheilocistidi; C. Epicute; D. Caulocistidi. Valori espressi in μm
Tavola di Enzo Musumeci



Tubaria vulcanica var. *pileocystidiata* in habitat.

Foto di Enzo Musumeci



Tubaria vulcanica var. *pileocystidiata* in habitat.

Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Dettaglio dei corpi fruttiferi.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Dettaglio dei corpi fruttiferi.
Foto di Enzo Musumeci



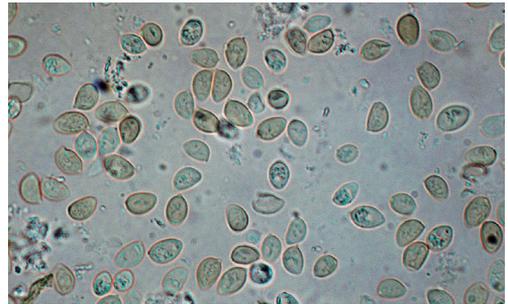
T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Dettaglio dei corpi fruttiferi.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Dettaglio dei corpi fruttiferi.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Particolare delle lamelle e del gambo.
Foto di Enzo Musumeci



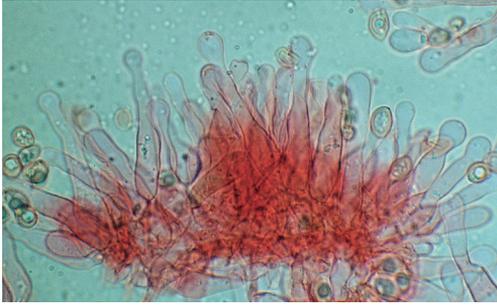
T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Spore in RC.
Foto di Enzo Musumeci



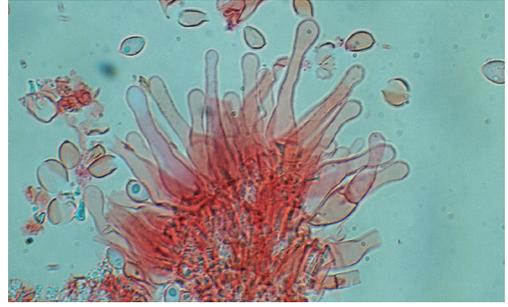
T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Spore in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Spore in RC. Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Cheilocistidi in RC.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Cheilocistidi in RC.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Cheilocistidi in RC.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Pileocistidi in KOH 3%.
Foto di Enzo Musumeci



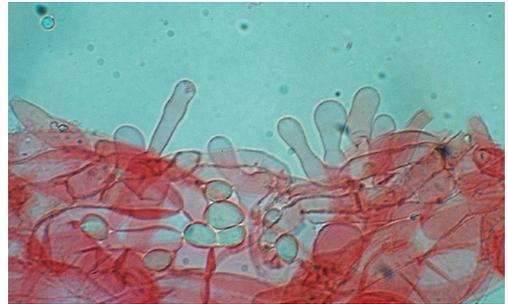
T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Pileocistidi in RC.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Pileocistidi in RC.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Pileocistidi in RC.
Foto di Enzo Musumeci



T. vulcanica var. *pileocystidiata*. Pileocistidi in RC.
Foto di Enzo Musumeci

Fagus sylvatica, che vegetavano su residui di lettiera in decomposizione. Altre specie rinvenute nelle vicinanze: *Cortinarius caperatus* (Pers.) Fr., *Pluteus luctuosus* Boud., *Psathyrella obtusata* (Pers.) A.H. Sm., *Hebeloma* sp.

Osservazioni

La nuova varietà, documentata in questo lavoro, è caratterizzata da esili dimensioni (6-12 mm), possiede un aspetto galerinoide-micenoide fino a omphalinoide per via delle lamelle decisamente decorrenti al gambo. I colori variano dal bruno-rosato al bruno ocraceo, infine pallidescenti per igrofaneità manifesta. Le lamelle sono rade, arcuate e nettamente decorrenti con colorazioni crema-rosate, rosa-carnicine. Il gambo è solitamente longilineo, pruinoso all'apice, concolore al cappello.

La microscopia, effettuata dal 2010 al 2021, è risultata essere piuttosto stabile e tipica nei caratteri in tutte e tre le collezioni esaminate. L'elemento più eclatante di distinzione dalla specie tipo è sicuramente la presenza costante di pileocistidi nel rivestimento pileico.

Le analisi molecolari effettuate hanno evidenziato senza ombra di dubbio che la specie è strettamente correlata a *Tubaria vulcanica*, la conferma arriva dai vari marcatori molecolari, pertanto, tenendo conto sia dell'indagine molecolare che dei caratteri morfocromatici e microscopici molto simili, se non identici, proponiamo che queste collezioni siano da classificare come una varietà ben definita che si distingue dalla specie tipo per via del differente habitat di crescita e per la presenza di pileocistidi nel rivestimento pileico, caratteri da ritenere determinanti per la creazione della varietà.

A corredo si propone una chiave analitica del genere *Tubaria* a livello europeo.

Chiave analitica del genere *Tubaria* (Analisi delle caratteristiche)

Sezioni

1. Tratto anulare con anello membranoso integralmente sviluppato (sezione *Anellati*) 6
 2. Cappello bianco o crema-giallino (sezione *Pallidi*) 7
 3. Cappello bruno-rossastro, bruno-cannella, bruno-alutaceo (sezione *Colorati*) 8-9
 4. Specie con velo marcatamente sviluppato (sezione *Velati*) 10
 5. Specie di piccolissime dimensioni habitus galerinoide-omphalinoide (sezione *Esilini*) 11
6. Sezione *Anellati* (Tratto anulare con anello membranoso integralmente sviluppato)
- 6a. Cappello 4-6 cm, bruno-rossastro scuro, con margine di solito non striato e residui velari sparsi; lamelle bruno-cannella, adnate al gambo; gambo con tratto anulare ben conformato, anello membranoso molto bene evidenziato; spore 5-7,5 × 4,5-5 µm, largamente ellittico-ovoidali; cheilocistidi cilindrici-lageniformi non capitulati 35-70 µm di lunghezza; habitat montano su residui legnosi di latifoglia, su ceppaie, tronchetti, corteccia *Tubaria confragosa*
7. Sezione *Pallidi* (Cappello bianco o crema-giallino)
- Specie con cappello bianco, bianco avorio 7a
 - Specie con cappello crema-giallino 7b
- 7a. Cappello 0,5-2 cm, inizialmente bianco-candido, poi con leggera tonalità beige o giallo-brune al margine; lamelle e gambo biancastri; spore 5,5-7 × 4-5 µm, largamente ellittico-ovaliformi; cheilocistidi da cilindrici con apice capitulato a lageniformi, lunghi 35-65 µm; caulocistidi molto simili ai cheilocistidi; habitat su residui vegetali e residui legnosi nei pressi di latifoglie. La specie potrebbe essere confusa con delle forme albine del gruppo *furfuracea-hiemalis-romagnesiana* *Tubaria hololeuca*

7b. Cappello 1-3 cm, crema-giallino, fino a bruno-olivastro, raramente grigio-biancastro, al centro leggermente più scuro, margine non striato con deboli residui velari; lamelle gialle, giallo-limone; gambo biancastro, poi crema con leggere tonalità brune; spore 5,5-8 × 3,5-4 µm, debolmente punteggiate, ellittico-amigdaliformi, ovaliformi; cheilocistidi variabili, da utriformi-fusiforimi a lageniformi o clavati, 28-40 µm di lunghezza; habitat abbastanza comune sotto pianta di *Crataegus* (biancospino) e in genere sotto *Rosaceae*, direttamente su terreno o su residui vegetali interrati *Tubaria dispersa*

8. Sezione *Colorati* (Cappello bruno-rossastro, bruno-cannella, bruno-alutaceo)

- Specie di grandi dimensioni (2-7 cm), margine non striato, spore largamente ellittiche **8a**

- Gambo completamente bianco-candido, cheilocistidi tibiformi **8b**

- Lamelle marcatamente decorrenti, spore allungate e strette **8c**

8a. Cappello grande 2-7 cm, bruno-rossastro, bruno-mattone, superficie da subliscia a finemente rugoso-asperulosa con residui velari in periferia, margine non striato; lamelle bruno-cannella, da adnate a subdecorrenti; spore 7-8 × 4,5-5,5 µm, largamente ellittico-ovaliformi; cheilocistidi piuttosto variabili, clavato-cilindrici capitulati; habitat direttamente su terreno o su residui legnosi interrati, margini di sentieri forestali su terreno sabbioso-siliceo, ma rinvenuto anche in altri tipi di microclimi *Tubaria praestans*

8b. Cappello 0,5-2,5 cm, bruno-ocra, crema-bruno; lamelle bruno-cannella, ocracee, filo biancastro; gambo completamente bianco, odore farinaceo; spore 6-8 × 4-5 µm, ellissoidali-ovali; cheilocistidi lunghi 35-55 µm, tibiformi, lageniformi; habitat al margine di sentieri in tratti molto umidi con presenza di *Salix*, *Populus*, *Alnus*, sovente nelle vicinanze di *Urtica dioica* *Tubaria albostipitata*

8c. Cappello 1-3 cm, bruno-carnicino, bruno-cannella; lamelle nettamente decorrenti al gambo, stipite concolore rivestito da sottili fibrille biancastre; spore decisamente allungate, ellittico-cilindriche, 6-9 × 3,2-4 (4,5) µm; cheilocistidi prevalentemente cilindrici, raramente di altre tipologie, 23-47 × 5-11 µm, piuttosto rari sul filo lamelle; habitat in luoghi aperti-soleggiati, campi incolti tra piante praticole e aromatiche *Tubaria elongatispora* sp. nov.

9. Sezione *Colorati* (Gruppo *furfuracea-hiemalis-romagnesiana*)

- Spore 5,5-10 (11) × 4,5-6 µm, cheilocistidi prevalentemente cilindrici, raramente capitulati . **9a**

- Spore 6,5-9 (9,5) × 4-5,5 µm, cheilocistidi cilindrico-lageniformi nettamente capitulati **9b**

- Spore 5,5-7,5 (8) × 4-5 µm, cheilocistidi variamente conformati, a tratti capitulati **9c**

9a. Cappello 1-4 cm, bruno-arancio, rossastro, bruno ocraceo, margine striato con residui velari; lamelle bruno-aranciate, carnicine, adnate o leggermente decorrenti; gambo concolore ma più pallido; spore 5,5-10 (11) × 4,5-6 µm, ellissoidali, a volte con depressione ventrale; cheilocistidi prevalentemente cilindrici, raramente capitulati all'apice; habitat in generale su legname in decomposizione di latifoglie, specie poco comune *Tubaria furfuracea*

9b. Cappello 1-3,5 cm, bruno-castano, bruno rossastro, o distintamente più pallido ocracarnicino; lamelle bruno-cannella, bruno-carnicine, da adnate a leggermente decorrenti; gambo cilindrico a volte compresso, bruno-ocraceo, bruno cannella, sovente con residui velari a volte formanti una zona subanulare abbastanza evidente; spore 6,5-9 (9,5) × 4-5,5 µm, ellissoidali, faseoliformi; cheilocistidi cilindrico-lageniformi, a volte distintamente sinuosi o diversamente e irregolarmente conformati, nettamente capitulati all'apice; habitat molto frequente con fruttificazione di massa su legno molto degradato, tronchetti, cortecce residui legnosi in generale, prevalentemente di latifoglie *Tubaria hiemalis*

9c. Cappello 1-3 cm bruno-rossastro, bruno-mattone, poi pallidescente con evidenti residui velari, margine striato; lamelle bruno-carnicine, adnate; gambo bruno-ocra, carnicino, rivestito da sottili residui del velo a volte formante una zona subannulare; spore 5,5-7,5 (8) × 4-5 µm, ellittiche, largamente ellittiche faseoliformi; cheilocistidi variamente conformati, di solito cilindrico-clavati, spesso capitulati all'apice; habitat sovente ai margini dei sentieri forestali in tratti aperti-luminosi nei pressi di *Quercus*, *Carpinus* e *Fagus*, direttamente su lettiera in decomposizione o su residui legnosi interrati *Tubaria romagnesiana*

10. Sezione Velati (Specie con velo marcatamente sviluppato)

- Spore ellittico-ovoidali, amigdaliformi, cheilocistidi cilindrico-lageniformi **10a**

- Spore citriformi, ovoidali, cheilocistidi variabili, fusiformi, utriformi, clavati **10b**

10a. Cappello 1-3 cm, bruno-rossastro, bruno-carnicino, rivestito da un velo granuloso o fioccoso verso il margine; lamelle concolori o leggermente più pallide, adnate o leggermente decorrenti; gambo rivestito interamente da un velo fioccoso-lanuginoso; spore 6-9 × 4,5-5 µm; cheilocistidi cilindrico-lageniformi, sovente capitulati all'apice, lunghi fino a 80 µm; rivestimento pileico con ife catenulate e formente incrostate; habitat in tratti aperti-luminosi, al margine dei sentieri nei pressi di latifoglie *Fagus*, *Quercus*, *Acer*, *Populus*, su terreno sabbioso-sassoso e su residui legnosi in decomposizione *Tubaria ferruginea*

10b. Cappello 0,5-2,5 cm, bruno-carnicino, bruno-ocraceo, con velo marcatamente sviluppato specialmente al margine; lamelle crema-pallide, crema-carnicine; gambo cilindrico, rivestito anch'esso da un velo fioccoso-lanuginoso; spore 6,5-9,5 × 5-7 µm, citriformi, ovoidali, sovente con apice prolungato-appuntito; cheilocistidi variabili, da fusoidi, utriformi, lageniformi o clavati; habitat ovunque ci sia legname o lettiera da decomporre, specie ubiquitaria con diverse varianti ecologiche da approfondire *Tubaria conspersa*

11. Sezione Esilini (Specie di piccolissime dimensioni, 1-12 mm, habitus galerinoidemphalinoide)

- Specie grande 3-8 mm, habitat di crescita tipicamente su lapilli vulcanici **11a**

- Specie grande 3-12 mm, rivestimento pileico con presenza di pileocistidi **11b**

- Specie grande 5-10 mm, ife del rivestimento pileico non incrostate **11c**

- Specie grande 1-2 mm, spore piccole, 5-6 µm, subglobose **11d**

- Specie grande 3-5 mm, cappello biancastro, lamelle fortemente decorrenti **11e**

- Specie grande 2-10 mm, cappello striato quasi per intero, cheilocistidi clavato-utriformi .. **11f**

- Specie grande 4-10 mm, habitat esclusivo sotto *Cistus* spp., cheilocistidi lecitiformi **11g**

- Specie grande 3-8 mm, habitat sabbioso, retrodunale, cheilocistidi tibiformi **11h**

11a. Cappello 3-8 mm, bruno-miele-bruno chiaro, finemente furfuraceo-micaceo, margine striato; lamelle beige-rugginose con filo più chiaro; gambo leggermente attenuato in basso concolore al cappello; spore 6,5-9 × 4,4-6 µm, ellissoidali, amigdaliformi; cheilocistidi lageniformi-cilindroidi con apice capitulato, 31-68 × 4,5-10 µm; habitat esclusivo su lapilli vulcanici; specie endemica delle isole Canarie *Tubaria vulcanica*

11b. Cappello 3-12 mm, bruno-rosa, bruno-mattone, poi pallidescente, crema-rosato, finemente pruinoso in superficie, margine striato; lamelle da poco fitte fino a rade crema-rosate, rosa-carnicine, filo più pallido fioccoso; gambo cilindrico-longilineo, leggermente ingrossato alla base, superficie soffusa da una fine pruina biancastra, senza evidenti residui velari, concolore al

cappello; spore 7-10 × 4,5-6 µm, ellissoidali-ovaliformi, amigdaliformi; cheilocistidi lageniformi, raramente tibiformi-lecitiformi, con collo sovente sinuoso e apice capitulato, 30-52 × 4-10 µm; pileocistidi (35-70 × 5-10 µm), presenti in maniera rilevante; habitat in prevalenza durante il periodo estivo nelle vicinanze di *Fagus*, direttamente su terreno ricco di residui legnosi e residui di lettiera interrati *Tubaria vulcanica* var. *pileocystidiata* var. nov.

11c. Cappello 5-10 mm, pallido-isabellino, bruno-rossastro, striato con tempo umido; lamelle bianco-ocracee, da adnate a debolmente decorrenti; gambo cilindrico, concolore al cappello, velo poco sviluppato; spore 7-10 × 4,5-6 µm, ellissoidali fino a leggermente amigdaliformi; cheilocistidi cilindrico-ventricosi, 30-45 × 4-7 µm; pleurocistidi, caulocistidi e pileocistidi assenti, ife del rivestimento pileico non incrostate; habitat apparentemente su terreno, ma anche su legname in decomposizione e su residui vegetali marcescenti *Tubaria beslii*

11d. Cappello 1-2 mm, estremamente piccolo (!), bruno-rossastro; lamelle pallido-ocracee; gambo con base clavata concolore al cappello; spore 5,2-6 × 3-4,5 µm, largamente ellittico-subglobose; cheilocistidi 21-30 × 6,7-7,5 µm, lageniformi, capitulati all'apice; ife del rivestimento pileico con pigmento intraparietale; habitat crescente tra i muschi, probabilmente su residui legnosi interrati *Tubaria incospicua*

11e. Cappello biancastro (*albofarinosus* nella descrizione originale), di piccole dimensioni 3-5 mm; lamelle lungamente decorrenti con habitus da *Omphalina*; spore piccole 5-6 µm, ellittiche; cheilocistidi da cilindroidi a lageniformi, lunghi 30-60 µm; habitat, su residui vegetali marcescenti e legname in decomposizione. Specie da approfondire, poche raccolte segnalate *Tubaria omphaliiformis*

11f. Cappello 2-10 mm, striato quasi per intero, bruno-carnicino, crema-ocraceo; lamelle rade, un po' decorrenti, colorazione un po' più pallida del cappello; gambo longilineo con sporadici residui velari in superficie, colore bruno-carnicino, bruno-crema; spore 5-8 × 3,5-5,5 µm, ellissoidali-ovaliformi, amigdaliformi; cheilocistidi clavati, utrififormi fino a lageniformi; habitat particolarmente nel periodo estivo con caldo e altissima umidità, nei boschi di faggio e quercia, su terreno in posti molto umidi *Tubaria minutalis*

11g. Cappello 4-10 mm, fulvo-rossastro, fino a pallido-ocraceo, rivestito da finissime squamule biancastre soprattutto al margine, dove si possono notare residui appendicolati del velo nel primo stadio; lamelle spaziate di colore ocraceo; gambo cilindrico-flessuoso, concolore al cappello; spore 7-8 (9) × 5-5,5 (6) µm, ellissoidali-ogivaliformi con apice ristretto; cheilocistidi 30-40 × 8-10 µm, lageniformi-lecitiformi con apice ingrossato, capitulato; habitat tipicamente sotto Cisto (*Cistus albidus* L.), con nelle vicinanze piante di *Quercus ilex*, *Quercus pubescens*, *Pinus halepensis* *Tubaria cistophila*

11h. Cappello 3-8 mm, ocrato-rossastro uniforme, rivestito da sottili residui velari biancastri piuttosto evanescenti; lamelle spaziate subdecorrenti, ocrato pallide, filo biancastro fioccoso; gambo cilindrico, ocrato-pallido, pruinoso in alto; spore 7,5-8,5 × 4,8-5,2 µm, ovoidali-amigdaliformi con leggera papilla; cheilocistidi 25-52 × 5-6,5 µm, lageniformi-tibiformi con apice ingrossato, capitulato; habitat in zone retrodunali su residui di lettiera di *Cistus* spp., *Halimium halimifolium* (L.) Willk. e *Juniperus phoenicea* L. Specie molto vicina a *T. cistophila*, sia per i caratteri morfocromatici, sia per quelli microscopici *Tubaria lilliputiana*

Note: Per alcune specie della sezione Esilini, *T. cistophila*, *T. lilliputiana* e *T. vulcanica*, essendo i caratteri morfocromatici e microscopici molto simili, pensiamo che sarebbe raccomandabile in futuro effettuare un'attenta verifica di comparazione a livello molecolare.

Indirizzo dell'autore

ENZO MUSUMECI

27 Rue Jeanne D'Arc, 25400 Audincourt (Francia)

E-Mail: enzomusumeci@gmail.com

Ringraziamenti

Desidero ringraziare i seguenti autori e amici per la loro preziosa collaborazione: Pablo Alvarado (Spagna), Giovanni Consiglio (Italia), Marco Contu (Italia), Anton Hausknecht (Austria), Luigi Perrone (Italia), Josef Simmel (Germania).

Bibliografia

- BON M. – 1992: Clé monographique des espèces galeronaucorioides. *Docum. Mycol.* 21,1-89.
- CUBETA M.A., ECHANDI E., ABERNETHY T. & VILGALYS R. – 1991: Characterization of anastomosis groups of binucleate Rhizoctonia species using restriction analysis of an amplified ribosomal RNA gene. *Phytopath.* 81: 1395-1400.
- ENDERLE M. – 1989: 16. Beitrag zur Kenntnis der Ulmer Pilzflora: Notizen zur Gattung Tubaria (W.G. Smith) Gillet. *Mitt. d. Ver. f. Naturwiss. u. Math. Ulm (Donau)* 35: 57-108.
- GARDES M. & BRUNS T.D. – 1993: ITS primers with enhanced specificity for *Basidiomycetes* - application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molec. Ecol.* 2: 113-118.
- HAUSKNECHT A. & ZUCCHERELLI A. – 1993: Ritrovamenti interessanti dal Ravennate. 1a parte. Alcune *Agaricales* a spore brune o piu scure. *Boll. Gr. Micol. G. Bresadola* 36: 35-61.
- HAUSKNECHT A. & CONTU M. – 2003: The genus *Galerella*. A world-wide survey. *Österr. Z. Pilzk.* 12: 31-40.
- HAUSKNECHT A. & KRISAI-GREILHUBER I. – 2006: Infrageneric division of the genus *Conocybe* - a classical approach. *Österr. Z. Pilzk.* 15: 187-212.
- HAUSKNECHT A. – 2009: *A monograph of the genera Conocybe Fayod & Pholiotina Fayod in Europe*. Fungi Europaei, Ed. Candusso.
- HORAK E. – 2005: *Rohrlinge und Blatterpilze in Europa*. Elsevier GmbH - Spektrum Akademischer Verlag, München: 558 pp.
- HORAK E. – 2018: *Agaricales (Basidiomycota) of New Zealand 2. Brown spored genera p.p. Crepidotus, Flammulaster, Inocybe, Phaeocollybia, Phaeomarasmius, Pleuroflammula, Pyrrhoglossum, Simocybe, Tubaria and Tympanella. Fungi of New Zealand Nga Hekaheka o Aotearoa Volume 6. .16 ed. Westerdijk Biodiversity Series Westerdijk Fungal Biodiversity Institute : 205 pp.*
- LUDWIG E. – 2000-2001: *Pilzkompedium. Band 1*. IH Verlag, Eching.
- MATHENY P.B., WANG Z., BINDER M., CURTIS J.M., LIM Y.W., NILSSON R.H., HUGHES K.W. et al. – 2007: Contributions of rpb2 and tef1 to the phylogeny of mushrooms and allies (*Basidiomycota, Fungi*). *Molecul. Phylogen. and Evol.* 43: 430-451.
- MONCALVO J.M., VILGALYS R., REDHEAD S.A., JOHNSON J.E., JAMES T.Y., AIME M.C., HOFSTETTER V., VERDUIN S.J., LARSSON E., BARONI T.J., THORN G., JACOBSSON S., CLÉMENÇON H. & MILLER O.K. JR. – 2002: One hundred and seventeen clades of euagarics. *Molec. Phylogen. and Evol.* 23: 357-400.
- MULLIS K, FALOONA F.A. – 1987: Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. *Methods in Enzymol.* 155: 335-350.
- MURRAY M.G. & THOMPSON W.F. – 1980: Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucl. Acids Res.* 8(19): 4321-4325.
- ROMAGNESI H. – 1940: Essai sur le genre *Tubaria* W. Sm. *Revue de Mycol.* 5: 29-43.

- ROMAGNESI H. – 1942: Description de quelques especes d'Agarics ochrospores. *Bull. Trim. Soc. Mycol. Fr.* 58: 121-149.
- SIMMEL J. & GRÖGER F. – 2015: *Tubaria pallidispora* J. E. Lange: three species concepts from three genera and their taxonomic position in *Tubaria*, *Flammulaster* and *Simocybe*. *Zeitsch. für Mykol.* 81/2: 327-336.
- SIQUIER J.L. & SALOM J.C. – 2017: Il Genere *Pholiotina* nelle isole Baleari (Spagna) -1- *Pholiotina mediterranea* sp.nov. *Riv. di Micol.* 60 (3): 213-236.
- VILGALYS R. & HESTER M. – 1990: Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journ. of Bacteriol.* 172: 4238-4246.
- VIZZINI, A. – 2008: Novitates: *Tubariaceae* fam. nov. *Riv. di Micol.* 51 (2): 174.
- VOLDERS J. – 2002: Het Genus *Tubaria* in Vlaanderen en het Brussels gewest. *Sterbeekia* 21/22: 3-28.
- WHITE T.J., BRUNS T.D., LEE S. & TAYLOR J.W. – 1990. - *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky J, White TJ (eds) *PCR protocols: a guide to methods and applications*. Academic Press, London: 482 pp.