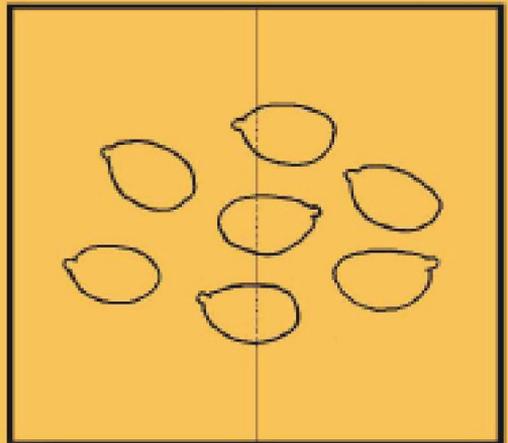
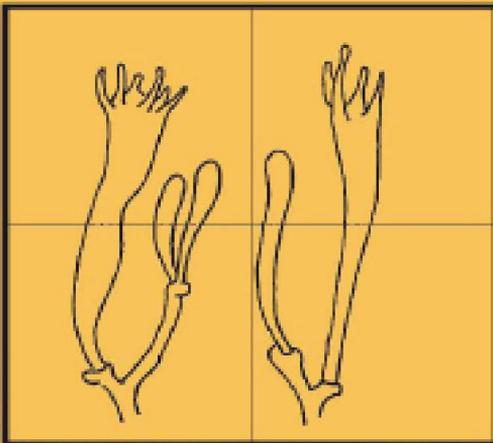
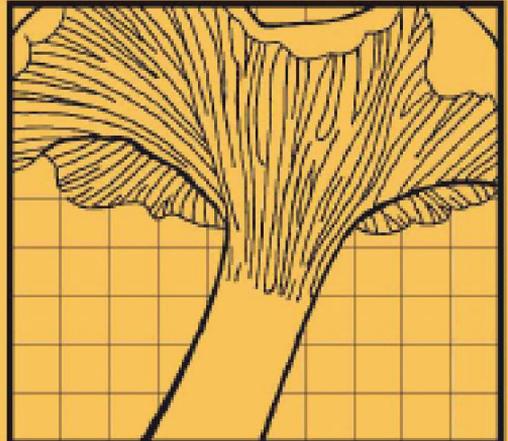
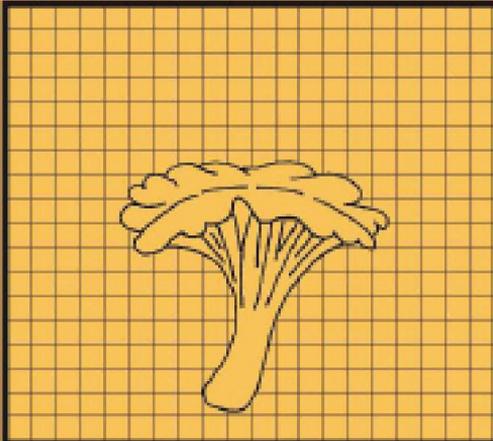


RIVISTA MICOLOGICA ROMANA

Bollettino dell'Associazione Micologica Ecologica Romana

107



Pamela Manzi Alla scoperta del valore nutrizionale e delle proprietà funzionali dei funghi eduli / Discovering the nutritional value and functional properties of edible mushrooms	71
Mena Ritota Funghi edibili ed economia circolare: il caso del <i>Pleurotus</i> / Edible mushrooms and circular economy: the case of <i>Pleurotus</i>	81
Pietro Voto Novelties in the family <i>Psathyrellaceae</i>. Part I / Novità nella famiglia <i>Psathyrellaceae</i>. Parte I	94
Alfredo Vizzini, Bernardo Picillo, Luigi Perrone, Francesco Dovana <i>Chrysomyцена perplexa</i> gen. et sp. nov. (<i>Agaricales</i>, <i>Porotheleaceae</i>), una nuova entità dal territorio laziale (Italia) / <i>Chrysomyцена perplexa</i> gen. et sp. nov. (<i>Agaricales</i>, <i>Porotheleaceae</i>), a new entity from the Lazio region (Italy)	96
SPAZIO RUBRICA	
Il genere <i>Xerocomus</i> Quéf. A cura di Giovanni Segneri / The genus <i>Xerocomus</i> Quéf. Curated by Giovanni Segneri	108
Curiosità botaniche Le piante erbacee spontanee negli ambienti urbani A cura di Giovanni Segneri / Botanical curiosities Spontaneous herbaceous plants in urban environments Curated by Giovanni Segneri	114
Un ricordo di Maria Tullii / A memory of Maria Tullii	122

RIVISTA MICOLOGICA ROMANA

BOLLETTINO dell'ASSOCIAZIONE MICOLOGICA ECOLOGICA ROMANA - ONLUS

Anno XXXV, n. 107 – maggio-agosto 2019

Data di effettiva pubblicazione: settembre 2019

Direttore

Luigi PERRONE

Comitato di lettura

Enrico BIZIO - Eliseo BATTISTIN - Marco CLERICUZIO - Giovanni CONSIGLIO - Marco CONTU - Matteo GELARDI -
Edmondo GRILLI - Tomaso LEZZI - Dario LUNGHINI - Enzo MUSUMECI - Giovanni SEGNERI - Alfredo VIZZINI

Comitato di Redazione

Mario AMADEI - Marco CONTU - Tomaso LEZZI - Luigi PERRONE - Giovanni SEGNERI

Direttore Responsabile

Paolo GUADAGNI

Direzione, Redazione ed Amministrazione, Via Tuscolana 548, 00173 Roma - Tel. e Fax 06-7802490

P. IVA 02120821000 - C.F. 80074620586 • e-mail: amerass1@virgilio.it • <http://www.ameronlus.it>

Autorizzazioni del Tribunale di Roma N. 96 per la versione cartacea e N. 97 per la versione on line del 22.05.2018

Periodico quadrimestrale

Stampa: TMB Stampa, Commercety - Isola M/24, Viale Alexandre Gustave Eiffel, 100 - 00148 Roma - www.tmbstampa.eu

Il Bollettino è proprietà dell'A.M.E.R. La riproduzione parziale o totale degli articoli pubblicati sarà consentita solo previa autorizzazione. La pubblicazione è inviata gratuitamente ai Soci in regola con la quota associativa.

Quota associativa annuale: **Euro 35,00**

Quota associativa familiare: **Euro 20,00**

Adesione al solo Bollettino: **Euro 30,00** per l'Italia e per l'estero.

Il costo per ogni singolo numero arretrato in pdf è pari a **Euro 10,00**. Il costo complessivo per i tre numeri annuali arretrati riprodotti in un solo volume su supporto cartaceo è pari a **Euro 30** per l'Italia e per l'estero (escluse spese postali).

I versamenti per la quota associativa devono pervenire all'Associazione entro il mese di febbraio di ogni anno e potranno essere effettuati tramite conto corrente postale n. 11984002, intestato all'Associazione Micologica ed Ecologica Romana, Onlus, Via Tuscolana 548, 00173 Roma, specificando la causale del versamento.

Alternativamente per i pagamenti può essere effettuato il seguente bonifico postale, intestato a A.M.E.R. Onlus, Via Tuscolana 548, 00173 Roma, presso:

Banco Posta - Codice IBAN (dall'Italia): IT 45 Z 07601 03200 000 011 984 002 - Codice IBAN (dall'estero): BIC/SWIFT BPPIIRXXX.

Credito Valtellinese - Agenzia 22, Via XX settembre 50/52 Roma - Codice IBAN (per l'Italia): IBAN IT 95 I 05216 03222 000 000 000 340 - Codice IBAN (dall'estero): BIC/SWIFT BPCVIT2S.

I versamenti per l'adesione al solo Bollettino e per il pagamento dei numeri arretrati si effettuano anch'essi tramite il c/c postale o il bonifico postale sopra citato.

ASSOCIAZIONE MICOLOGICA ECOLOGICA ROMANA - A.M.E.R. ONLUS

Presidente

Aldo GURRIERI

Segretario Generale

Gaetano FANELLI

Tesoriere

Dante PASCUCCI

Consiglio Direttivo

Fabio DE STEFANI - Gaetano FANELLI - Giancarlo GHEZZI - Leonardo GIULIANI

Aldo GURRIERI - Attilio LUCIDI - Maria Grazia MAIOTTI - Dante PASCUCCI

Luigi PERRONE - Giovanni SEGNERI - Roberto TREGGIARI

Garante

Angelo SFERRAZZA

Revisore dei Conti

Siria NUCCI

PAMELA MANZI

ALLA SCOPERTA DEL VALORE NUTRIZIONALE E
DELLE PROPRIETÀ FUNZIONALI DEI FUNGHI EDULI**Riassunto**

Con l'obiettivo di allargare le conoscenze sulla composizione chimico-nutrizionale dei funghi eduli, in questo breve lavoro vengono esaminati i principali nutrienti di questi alimenti, troppo spesso considerati solo per le loro caratteristiche organolettiche e non nutrizionali. Viene, inoltre focalizzata l'attenzione su quei composti funzionali, ovvero molecole naturalmente presenti negli alimenti che sono in grado di influenzare positivamente uno o più funzioni dell'individuo, riducendo il rischio di insorgenza di patologie. Nei funghi questi composti sono rappresentati per la maggior parte dalla fibra alimentare, dalla chitina, dai polisaccaridi oltre che da molecole antiossidanti il cui studio è attualmente in evoluzione.

Abstract

With the aim of extending knowledge on the chemical and nutritional composition of edible mushrooms, this work is focused on the main nutrients of these foods. Actually, these items are much more consumed for their organoleptic characteristics rather than their nutritional qualities. Moreover, this work focuses attention on functional compounds, namely molecules naturally present in foods that can positively affect one or more biological functions, reducing the risk of disease in humans. In mushrooms these compounds are mostly represented by dietary fibre, chitin and polysaccharides as well as antioxidant molecules whose study is currently developing.

Key words: edible mushrooms, chemical and nutritional characterization, functional compounds.

Introduzione

Molte sono le leggende che circondano il mondo dei funghi: gli egiziani credevano che fossero un regalo del dio Osiride, gli antichi romani li consideravano "cibo divino" nati dove i fulmini toccavano il terreno, e nelle fantasia medievale si pensava che i funghi crescessero in cerchio attorno al luogo dove danzavano le streghe durante le loro riunioni magiche (*cerchio delle streghe*) (<http://www.gruppomicolametino.it/funghi-leggenda-e-mitologia>).

Folclore a parte, la realtà dei funghi eduli è ben diversa: nei paesi orientali i funghi eduli sono consumati soprattutto per le loro proprietà terapeutiche, mentre nei paesi occidentali il loro consumo è legato più alle caratteristiche organolettiche che a quelle nutrizionali (CHEUNG, 2010).

Dal punto di vista produttivo, le produzioni italiane di basidiomi di funghi eduli del 2017 sono state pari a circa 62.000 tonnellate, di cui l'87,1% sono state assorbite dal mercato del fresco, mentre il 12,9% è stato destinato al settore industriale per la trasformazione (https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/FP_it/2019/01/28/GEPC_ITALIANO.pdf), ma sicuramente tra i primi produttori ci sono i mercati asiatici come Cina e Giappone (GUPTA ET AL., 2019).

Nel mondo i funghi più coltivati sono l'*Agaricus bisporus*, la *Lentinula edodes*, alcune specie di *Pleurotus* (tra cui *P. ostreatus*, *P. cornucopiae* e *P. eryngii*), l'*Agrocybe aegerita* ed infine la *Flammulina velutipes* (GRIMM & WÖSTEN, 2018).

In questo lavoro si vuole effettuare una breve panoramica sulle principali caratteristiche chimico-nutrizionali dei funghi eduli ed inoltre si vogliono esaminare i principali componenti funzionali di questi alimenti a cui vengono imputate molte funzioni positive per l'organismo.

Discussione

Caratteristiche nutrizionali

Dal punto di vista nutrizionale i funghi eduli non sono tutti uguali perché la loro composizione merceologica è strettamente legata al genere, alla specie ma anche al substrato di crescita. Una caratteristica comune è però l'elevato contenuto di acqua, sia nei funghi coltivati che nei funghi spontanei. Di conseguenza, come nella maggior parte dei prodotti orticoli, anche nei funghi le perdite post-raccolta sono molto elevate: i funghi dopo la raccolta continuano a crescere, respirare, maturare ed invecchiare con conseguente perdita di peso, perdita della freschezza e deterioramento. L'elevato contenuto di acqua, in media pari a 85-91 g/100 g (Figura 1) è il principale responsabile di questa elevata suscettibilità alla disidratazione con conseguente deterioramento della qualità del prodotto in 1-3 giorni (RAI & ARUMUGANATHAN, 2008).

Per ovviare ai processi di disidratazione e prolungare la *shelf-life* del prodotto, in commercio esistono diverse tipologie di prodotti trasformati. I più commercializzati sono i «funghi secchi» che devono avere un tasso di umidità residua non superiore al 12%. In particolare, nell'ambito di questa categoria vengono commercializzati anche i porcini (*Boletus*, sez. *Boletus*, *B. edulis*, *B. pinophilus*, *B. aereus*, *B. aestivalis*), le cui denominazioni di vendita seguono le disposizioni del DM Industria 9/10/98, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 249 del 24/10/98, in cui si distinguono le seguenti menzioni qualificative:

- a) Extra: solo fette e/o sezioni non inferiori al 60% della quantità del prodotto finito;
- b) Speciali: sezioni di cappello e/o di gambo; colore da crema a nocciola; presenza di briciole provenienti solo da frammenti di manipolazione;
- c) Commerciali: sezioni di fungo anche a pezzi con briciole (non più del 15%); colore da marrone chiaro a marrone scuro; presenza di briciole provenienti da frammenti di manipolazione;
- d) Briciole: frammenti di sezioni di fungo tali da consentire la determinazione della specie di appartenenza;
- e) Polvere: ottenuti dalla macinazione di funghi porcini secchi con un contenuto di umidità non superiore al 9%.

Un'altra tipologia di trasformazione per prolungare la *shelf-life* è la cottura. In questo modo una parte di acqua viene eliminata durante il processo (Tabella 1): è tuttavia interessante notare come i funghi surgelati, sottoposti a cottura perdano una maggiore percentuale di acqua, mentre i funghi essiccati, opportunamente reidratati prima della cottura come indicato in etichetta, perdano una minore quantità di acqua (MANZI ET AL., 2001).

Nonostante le differenze tra le specie, i generi e i substrati di crescita (MANDEEL ET AL., 2005; PONMURUGAN ET AL., 2007; EL SEBAALY ET AL., 2019) si può effettuare una stima riguardante la composizione chimica dei funghi coltivati. In Figura 2 si riportano infatti le composizioni chimiche di alcuni funghi commerciali, quali *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Agrocybe aegerita*.

Nei funghi, oltre all'elevata percentuale di acqua, i carboidrati rappresentano circa il 40-70% del peso secco (CRISAN ET AL. 1978) e il loro contenuto dipende sia dal substrato che dalle diverse fasi di crescita.

Sono presenti sia mono e disaccaridi, che polisaccaridi a più alto peso molecolare. In particolare, il mannitolo (monosaccaride) e il trealosio (disaccaride) sono zuccheri caratteristici dei funghi in quanto svolgono una funzione di regolazione della pressione osmotica e contribuiscono alla resistenza verso la disidratazione e agli stress termici (KALAČ, 2009). Inoltre, è stato evidenziato che i carboidrati a più basso peso molecolare come trealosio, mannitolo e glucosio si accumulano durante la crescita nei corpi fruttiferi, prima nel gambo e poi nel cappello (ZHOU ET AL., 2016) e, in particolare, il contenuto di mannitolo differisce ampiamente tra le diverse specie di funghi (TAN & MOORE, 1994).

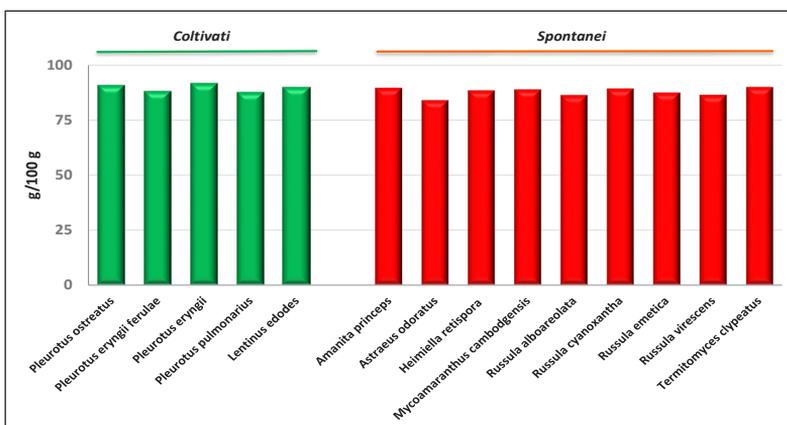


Figura 1. Contenuto di acqua (g/100 g) in funghi coltivati e spontanei (mod. da: MANZI ET AL., 1999 e SRIKRAM & SUPAPVANICH, 2016).

Tabella 1. Perdita percentuale di acqua con la cottura per 10 minuti in padella senza aggiunta di altri ingredienti (modificato da: MANZI ET AL., 2001)

Funghi	Perdita % di acqua con la cottura
<i>Agaricus bisporus</i> (fresco)	22,7
<i>Agaricus bisporus</i> (surgelato)	42,6
<i>Pleurotus ostreatus</i> (fresco)	30,3
<i>Boletus</i> essiccati (reidratati)	12,9

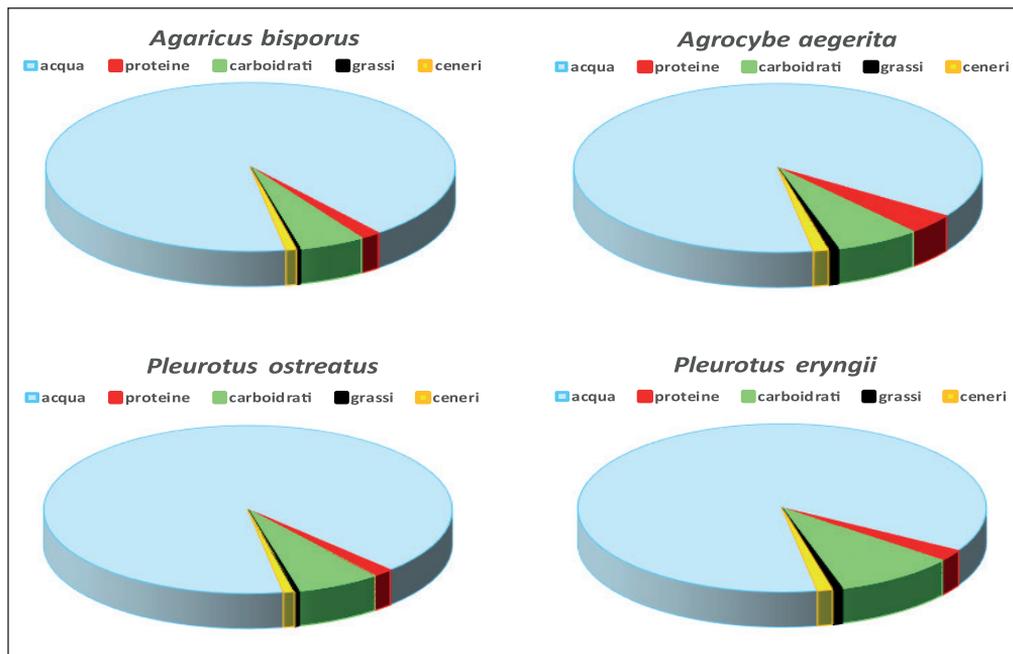


Figura 2. Composizione chimica (g/100 g) di funghi commerciali (modificato da: MANZI ET AL., 2001).

Tra i polisaccaridi è presente la chitina, un polisaccaride strutturale insolubile in acqua costituito da monomeri di N-acetil glucosammina uniti da un legame di tipo β -1,4, oltre ad altri polisaccaridi non amidacei, quali glucani e mannani, che insieme alla chitina rappresentano la frazione principale dei carboidrati nei funghi (CHEUNG, 2010).

Le ceneri, residuo inorganico dopo la combustione a 500-550 °C, rappresentano l'insieme dei minerali presenti nei funghi: tra questi, il potassio è l'elemento prevalente ed alcuni autori (KALAC, 2013) affermano che i suoi livelli nei corpi fruttiferi sono da 20 a 40 volte superiori rispetto al substrato sottostante. Di conseguenza, come mostrato in Figura 3, una porzione di 100 g di funghi soddisfa il 7,0 % fabbisogno giornaliero di potassio, risultato molto simile alla copertura dei fabbisogni giornalieri di potassio, ottenuti con una porzione di 100 g di albicocche (pari al 8,2%) considerate alimenti ad elevato contenuto di potassio (AKIN ET AL., 2008).

Il contenuto proteico dei funghi freschi, ottenuto moltiplicando il valore dell'azoto $\times 4,38$ (BRAAKSMA & SCHAAP, 1996) e considerando il *P. ostreatus* come esempio, è risultato paragonabile al contenuto proteico di molti vegetali (Figura 4); tuttavia, a differenza dei prodotti orticoli, la composizione aminoacidica dei funghi è risultata più equilibrata. Alcuni autori (MANZI ET AL., 1999) hanno individuato come amminoacido limitante la leucina e/o la lisina in *P. ostreatus*, la leucina in *P. eryngii* e *P. pulmonarius* e la lisina in *L. edodes*; tuttavia, il punteggio chimico ottenuto è risultato generalmente elevato confermando il buon valore biologico delle proteine di questi alimenti.

I funghi hanno, in genere un contenuto di lipidi molto basso (< 5% sulla sostanza secca) (KAVISHREE ET AL., 2008) e, a differenza degli alimenti di origine animale e dei prodotti vegetali che contengono rispettivamente colesterolo e steroli vegetali, in essi è presente principalmente l'ergosterolo, oltre a steroli minori (PARKS & WEETE 1992). Questo risulta di grande importanza dal momento che l'ergosterolo in funghi coltivati ed esposti alle radiazioni solari, in seguito ad alcune reazioni biochimiche, verrebbe convertito in vitamina D come dimostrato da SIMON ET AL. (2011).

In Figura 5 si riportano i contenuti di acidi grassi presenti in alcuni funghi commerciali (REIS ET AL., 2012; KOSTIĆ ET AL., 2017): dallo studio del profilo degli acidi grassi è stato evidenziato che l'acido palmitico è quello prevalente fra gli acidi grassi saturi, mentre tra i monoinsaturi è presente una discreta quantità di acido oleico e tra i polinsaturi sono presenti sia l'acido linoleico che l'acido linolenico (KOSTIĆ ET AL., 2017); tuttavia è ben noto che il tipo di substrato colturale induce apprezzabili variazioni del contenuto lipidico (SARDAR ET AL., 2017; P. PONMURUGAN ET AL., 2007; HOA ET AL., 2015).

Proprietà funzionali dei funghi

Per poter identificare le proprietà funzionali dei funghi, bisogna inizialmente definire che cos'è un "alimento funzionale": quando mangiamo, il nostro primo obiettivo è introdurre nutrienti per soddisfare i nostri bisogni metabolici. Un alimento funzionale, oltre ad apportare nutrienti, è in grado di influenzare positivamente uno o più funzioni dell'individuo per migliorare la salute (potenziamento dei meccanismi di difesa, prevenzione di malattie, rallentamento dei processi di invecchiamento, ecc.), riducendo il rischio di insorgenza di alcune patologie. Gli alimenti contenenti composti funzionali hanno, pertanto, effetti benefici/salutistici che vanno oltre l'evidente valore nutritivo, tuttavia è bene ricordare che le molecole funzionali possono essere considerate tali solo se l'effetto potenzialmente benefico è stato dimostrato da studi scientifici di supporto.

Esiste un'ampia varietà di sostanze (LIU, 2004) con strutture chimiche anche molto diverse tra loro (come ad esempio composti fenolici, flavonoidi, carotenoidi, vitamine, minerali e fibra) che sono identificate come funzionali o bioattive; pertanto, i consumatori sempre più consapevoli che gli alimenti possono avere un effetto positivo sulla loro salute, possono introdurre queste molecole nell'organismo grazie ad una sana e corretta alimentazione.

Molti lavori scientifici (WASSER 2002; RATHORE ET AL., 2017; GUPTA ET AL., 2018; MA ET AL., 2018) attribuiscono ai funghi proprietà funzionali che comportano una diminuzione della concentrazione lipidica nel sangue, una diminuzione della pressione sanguigna, un'attivazione del sistema immunitario, una riduzione delle infiammazioni e, recentemente, una potenziale fonte di prebiotici (AIDA ET AL., 2009).

Tra principali composti funzionali dei funghi troviamo massimamente fibra alimentare, chitina, chitosano, glucani ed altri polisaccaridi e, di recente, è allo studio l'attività di molecole antiossidanti.

Andando nel dettaglio dei composti funzionali, la fibra alimentare è costituita essenzialmente da un insieme di carboidrati complessi che il nostro organismo non è in grado di digerire, ma che, almeno in parte, possono essere fermentati dalla flora intestinale. Il ruolo della fibra è particolarmente importante per la regolazione di diverse funzioni fisiologiche nell'organismo, alcuni componenti sono insolubili in acqua ed agiscono prevalentemente sul funzionamento del tratto gastrointestinale, ritardando lo svuotamento gastrico e facilitando il transito del bolo. Altri composti, solubili in acqua, formano gel in grado di regolare l'assorbimento di alcuni nutrienti contribuendo al controllo della glicemia e della colesterolemia.

I funghi contengono una discreta quantità di fibra alimentare, ad esempio 2 g/100 g di parte edibile in *A. bisporus* o 4 g/100 g di parte edibile in *P. ostreatus* (MANZI ET AL., 2001): conseguentemente, una porzione di 100 g coprirebbe, rispettivamente per *A. bisporus* e per *P. ostreatus*, l'8% e il 16% dell'assunzione giornaliera raccomandata di fibra che, secondo i Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana (SINU, 2014) per un soggetto adulto deve essere di 25 g al giorno. Considerando che il consumo di alimenti raffinati, ovvero con uno scarso apporto di fibra alimentare, è una caratteristica peculiare della alimentazione moderna, la presenza della fibra alimentare rende i funghi un alimento particolarmente interessante per una corretta e completa alimentazione.

Nei funghi la chitina, principale costituente della loro parete cellulare, può essere classificata come un componente della fibra alimentare della frazione insolubile. Questo composto riveste una particolare importanza in quanto, insieme con il chitosano, suo derivato deacetilato, è in grado di svolgere un'azione fisiologica di tipo ipocolesterolemizzante prolungando i tempi di assorbimento dei lipidi (STACHOWIAK & REGUŁA, 2012).

I funghi sono ricchi in polisaccaridi: i più noti e più studiati sono i β -glucani, omopolisaccaridi costituiti da monomeri di glucosio uniti da legami di tipo β (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 6), che fanno parte della parete cellulare. I glucani sono presenti in diversi funghi edibili e presentano differenze (SARI ET AL., 2017) sia nelle quantità totali che nella loro distribuzione (gambo o cappello) come mostrato in Figura 6. È stato dimostrato che i glucani hanno proprietà funzionali tra cui ad esempio quelle di diminuire i livelli di colesterolo e di glicemia nel sangue (DALONSO ET AL., 2015).

Oltre ai β -glucani i funghi hanno numerosi altri polisaccaridi anch'essi noti per possedere un'attività antitumorale, un'azione immunomodulatoria, antivirale, antimicrobica ed antinfiammatoria (GIAVASIS, 2014; SINGDEVSACHAN ET AL., 2016). I polisaccaridi sono in grado di formare anche complessi con proteine o con peptidi mostrando anche in questi casi diverse proprietà funzionali sia *in vitro* che *in vivo*, oltre ad avere un effetto prebiotico (SINGDEVSACHAN ET AL., 2016).

Infine, recentemente la ricerca si è focalizzata sulle capacità antiossidanti e i fenoli presenti nei funghi sono tra le sostanze biologicamente attive che hanno mostrato questa attività.

I fenoli appartengono ai polifenoli, una classe molto complessa di composti bioattivi largamente diffusi in alimenti quali frutta, verdura, cereali, olive, legumi, cioccolata ed in alcune bevande come tè, caffè e vino. I polifenoli contribuiscono a preservare l'integrità della pianta in risposta a raggi UV, alle alte temperature, all'aggressione di microrganismi e/o insetti oltre ad essere responsabili della pigmentazione e di alcune caratteristiche organolettiche degli alimenti che li contengono. Il termine "polifenoli" si riferisce a composti aventi una struttura chimica comune, cioè almeno un anello fenolico e una catena carboniosa con uno o più gruppi idrossilici.

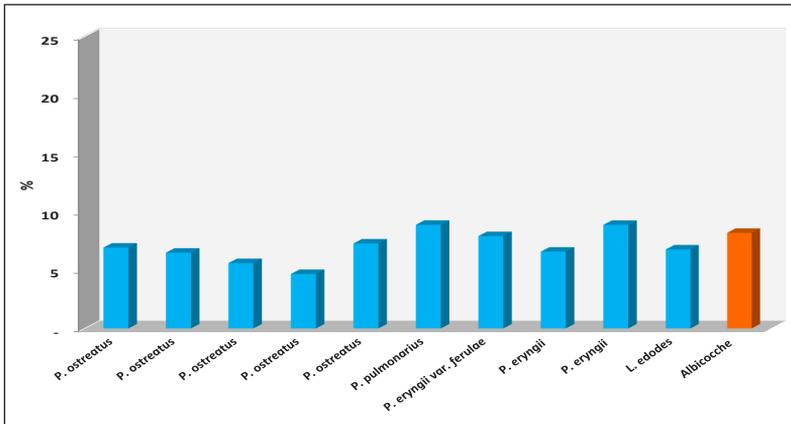


Figura 3. Copertura percentuale dei fabbisogni giornalieri di potassio con una porzione di 100 g di funghi freschi e con una porzione di 100 g di albicocche fresche.

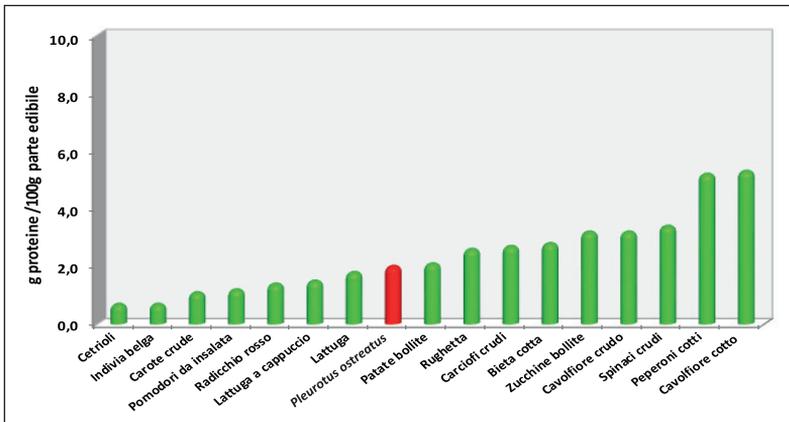


Figura 4. Contenuto proteico di alcuni vegetali e di *P. ostreatus*.

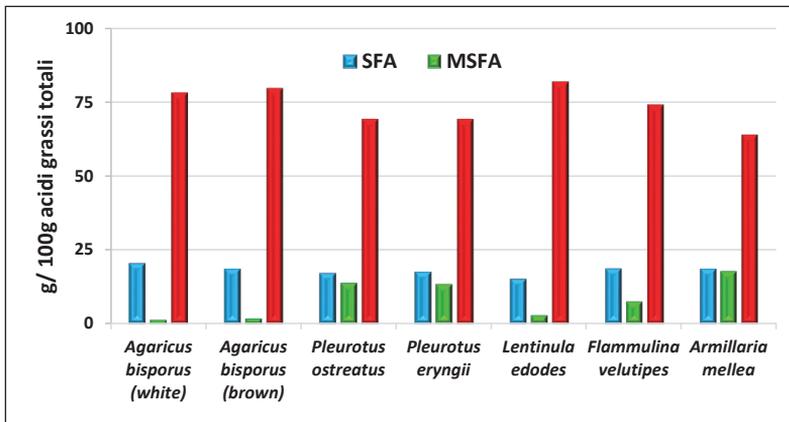


Figura 5. Acidi grassi presenti in alcuni funghi coltivati (modificato da: REIS ET AL., 2012; KOSTIĆ ET AL., 2017).

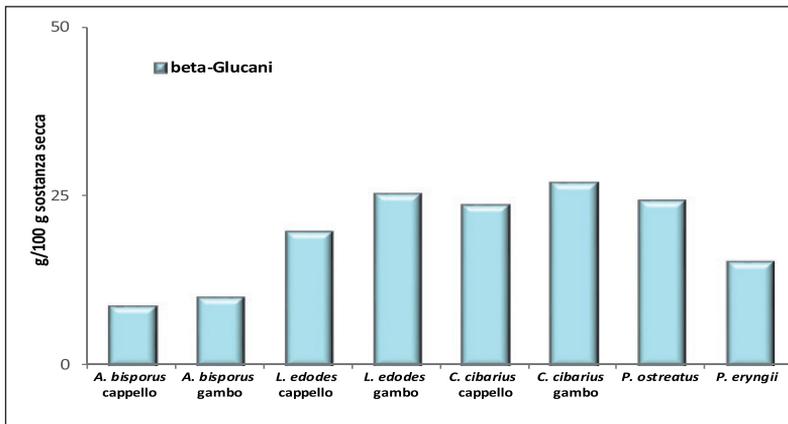


Figura 6. Contenuto di β -glucani in diversi funghi commerciali (*A. bisporus*, *L. edodes*, *C. cibarius*) o coltivati (*P. ostreatus*, *P. eryngii*) (modificato da: SARI ET AL., 2017).

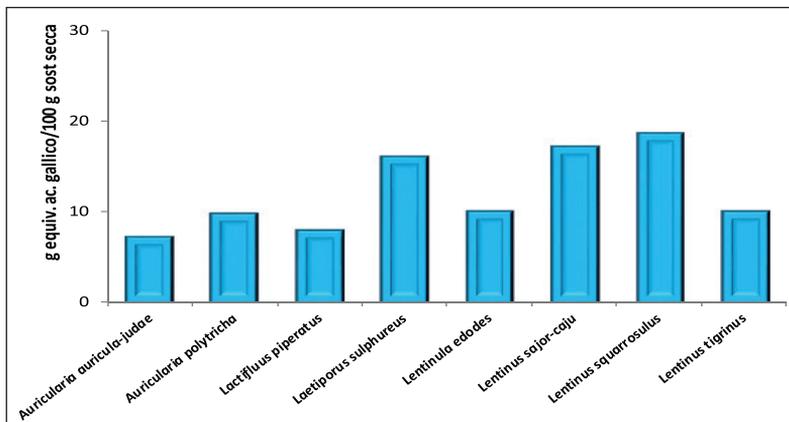


Figura 7. Contenuto in fenoli totali espressi come g equivalenti di acido gallico/100 g di sostanza secca in diversi funghi (modificato da: AO & DEB, 2019).

Da un punto di vista chimico, i polifenoli vengono classificati in: fenoli semplici, contenenti un solo anello fenolico (acidi idrossibenzoici e acidi idrossicinammici); polifenoli contenenti due anelli fenolici con struttura lineare (stilbeni) o ramificata (lignani); flavonoidi, ovvero polifenoli con più anelli fenolici.

Nei funghi sono maggiormente presenti i fenoli semplici e tra questi l'acido p-idrossibenzoico, l'acido protocatechico, l'acido gallico, l'acido gentisico e l'acido caffeico. Tuttavia, il contenuto di fenoli varia ampiamente come mostrato in Figura 7 (AO & DEB, 2019).

I composti fenolici in genere hanno un'attività antiossidante e sono classificati come antiossidanti primari ovvero *scavenger* di radicali liberi che ritardano o inibiscono la fase di inizio dell'ossidazione o ne interrompono la fase di propagazione (SHAHIDI & AMBIGAIPALAN 2015).

Alcuni autori (PALACIOS ET AL., 2011) hanno studiato sia il contenuto totale di fenoli che di flavonoidi in otto specie di funghi eduli (*Agaricus bisporus*, *Boletus edulis*, *Calocybe gambosa*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *Hygrophorus marzuolus*, *Lactarius deliciosus* e *Pleurotus ostreatus*) sia la loro capacità antiossidante. I contenuti di fenoli hanno mostrato

un'elevata variabilità compresa tra 1 e 6 mg/g di sostanza secca, mentre le concentrazioni di flavonoidi sono risultate minori e comprese tra 0,9 e 3,0 mg/g di sostanza secca.

Gli stessi autori (PALACIOS ET AL., 2011) hanno successivamente misurato l'inibizione dell'ossidazione lipidica di una soluzione di acido linoleico (0,25 M) indotta da un agente ossidante (2,20-azo-bis-(2-amidinopropane)-dihydrochloride, ABAP)) ad opera dei diversi estratti metanolici dei funghi studiati. La misura della capacità di inibire l'ossidazione dell'acido linoleico è stata effettuata mediante spettrofotometria a 234 nm: i risultati hanno evidenziato come l'estratto metanolico del *C. cibarius* fosse il più efficace nell'inibire l'ossidazione lipidica (74% di inibizione), mentre *l'A. bisporus* è risultato il fungo con minore attività (10% di inibizione). Una probabile spiegazione di questo fenomeno potrebbe risiedere nel fatto che i diversi composti fenolici hanno attività antiossidante diversa e probabilmente l'acido caffeico e le catechine presenti in maggior quantità in *C. cibarius* potrebbero essere i responsabili della maggiore risposta.

Conclusioni

Sulla base delle caratteristiche chimico-nutrizionali si può affermare che i funghi costituiscono un ottimo alimento che può entrare in una formulazione dietetica bilanciata, grazie anche al basso contenuto di grassi e all'elevato contenuto di minerali. La presenza di composti funzionali nei funghi come la fibra alimentare, β -glucani e altri polisaccaridi oltre a composti antiossidanti, sono di importanza dal punto di vista nutrizionale in quanto sono in grado di apportare benefici per la salute. È tuttavia importante precisare che i contenuti sia dei principali nutrienti che dei composti funzionali sono strettamente dipendenti dal genere, dalla specie ma anche dal substrato di crescita.

Infine, è bene ricordare che non esiste l'alimento perfetto in grado di soddisfare da solo le nostre necessità nutritive ecco perché è importante diversificare le scelte alimentari e scegliere porzioni adeguate di alimenti appartenenti a tutti i diversi gruppi di alimenti, alternandoli nel corso dei pasti della giornata per una sana e corretta alimentazione.

Indirizzo dell'Autore

PAMELA MANZI

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA),

Centro di ricerca Alimenti e Nutrizione, Via Ardeatina 546, 00178-Roma.

E-mail: pamela.manzi@crea.gov.it

Bibliografia

- AIDA F. M. N. A., SHUHAIMI M., YAZID M. & MAARUF A. G. – 2009: *Mushroom as a potential source of prebiotics: a review*. Trends Food Sci. Technol. 20: 567-575.
- AKIN E. B., KARABULUT I. & TOPCU A. – 2008: *Some compositional properties of main Malatya apricot (Prunus armeniaca L.) varieties*. Food Chem. 107: 939-948.
- AO T. & DEB C. R. – 2019: *Nutritional and antioxidant potential of some wild edible mushrooms of Nagaland, India*. J. Food Sci. Technol. 56: 1084-1089.
- BRAAKSMA A., & SCHAAP D. J. – 1996: *Protein analysis of the common mushroom Agaricus bisporus*. Postharvest Biol. Technol. 7: 119-127.
- CHEUNG P. C. K. – 2010: *The nutritional and health benefits of mushrooms*. Nutr. Bull. 35 (4): 292-299.
- CRISAN E., SANDS A., CHANG S. & HAYES W. – 1978: *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, New York.
- DALONSO N., GOLDMAN G. H. & GERN R. M. – 2015: *Beta-(1-3),(1-6)-Glucans: medicinal activities, characterization, biosynthesis and new horizons*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 99: 7893-7906.

- EL SEBAALY Z., ASSADI F., NAJIB SASSINE Y. & SHABAN N. – 2019: *Substrate types effect on nutritional composition of button mushroom (Agaricus bisporus)*. Agriculture and Forestry 65: 73-80.
- GIAYAVIS I. – 2014: *Bioactive fungal polysaccharides as potential functional ingredients in food and nutraceuticals*. Curr. Opin. Biotechnol. 26: 162-173.
- GRIMM D. & WÖSTEN H.A.B. – 2018: *Mushroom cultivation in the circular economy*. App. Microbiol. Biotechnol. 102: 7795-7803.
- GUPTA S., SUMMUNA B., GUPTA M. & ANNEPU S.K. – 2019: *Edible Mushrooms: Cultivation, Bioactive Molecules, and Health Benefits*. In: MÉRILLON J.M., RAMAWAT K. (editors) *Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry*. Springer. Switzerland.
- HOA H.T., WANG C. L. & WANG C. H. – 2015: *The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (Pleurotus ostreatus and Pleurotus cystidiosus)*. Mycobiology 43: 423-434.
- KALAC P. – 2009: *Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review*. Food Chem. 113: 9-16.
- KALAC P. – 2013: *A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms*. J. Sci. Food Agric. 93: 209-218.
- KAVISHREE S., HEMAVATHY J., LOKESH B.R., SHASHIREKHA M.N. & RAJARATHNAM S. – 2008: *Fat and fatty acids of Indian edible mushrooms*. Food Chem. 106: 597-602.
- KOSTIC M., SMILJKOVIC M., PETROVIC J., GLAMOCLIIJA J., BARROS L., FERREIRA I., CIRIC A. & SOKOVIC M. – 2017: *Chemical, nutritive composition and a wide range of bioactive properties of honey mushroom Armillaria mellea (Vahl: Fr.) Kummer* Food Funct. 8: 3239-3249.
- LIU R.H. – 2004: *Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action*. J. Nutr. 134: 3479S-3485S.
- MA G., YANG W., ZHAO L., PEI F., FANG D. & HU Q. – 2018: *A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals*. Food Science and Human Wellness 7: 125-133.
- MANDEEL Q.A., AL-LAITH A.A. & MOHAMED S.A. – 2005: *Cultivation of oyster mushrooms (Pleurotus spp.) on various lignocellulosic wastes*. World J. Microbiol. Biotechnol. 21: 601-607.
- MANZI P., AGUZZI A. & PIZZOFERRATO L. – 2001: *Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy*. Food Chem. 73: 231-235.
- MANZI P., GAMBELLI L., MARCONI S., VIVANTI V. & PIZZOFERRATO L. – 1999: *Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study*. Food Chem. 65: 477-482.
- PALACIOS I., LOZANO M., MORO C., D'ARRIGO M., ROSTAGNO M.A., MARTÍNEZ J.A., GARCÍA-LAFUENTE A., GUILLAMÓN E. & VILLARES A. – 2011: *Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms*. Food Chem. 128: 674-678.
- PARKS L. W. & J.D. WEETE. – 1992: *Fungal sterols. Physiology and biochemistry of sterols*. AOCS Publishing: 168-181.
- PONMURUGAN P., NATARAJA SEKHAR Y. & SREESAKTHI T. R. – 2007: *Effect of various substrates on the growth and quality of mushrooms*. Pakistan J. Biol. Sci. 10 171-173.
- RAI, R. D. & ARUMUGANATHAN, T. – 2008: *Post harvest technology of mushrooms*. Chambaghat, India: National Research Centre for Mushroom, Indian Council of Agricultural Research.
- RATHORE H., PRASAD S. & SHARMA S. – 2017: *Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review*. Pharma Nutrition 5: 35-46.
- REIS F. S., BARROS L., MARTINS A. & FERREIRA I. C. – 2012: *Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study*. Food Chem. Toxicol. 50: 191-197.
- S.I.N.U. - 2014: *LARN. Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana, Società Italiana di Nutrizione Umana (editors) IV Revisione*.
- SARDAR H., ALI M. A., ANJUM M. A., NAWAZ F., HUSSAIN S. & NAZ S. – 2017: *Agro-industrial residues influence mineral elements accumulation and nutritional composition of king oyster mushroom (Pleurotus eryngii)*. Sci. Hortic. 225: 327-334.

- SARI M., PRANGE A., LELLEY J. I. & HAMBITZER R. – 2017: *Screening of beta-glucan contents in commercially cultivated and wild growing mushrooms*. Food Chem. 216: 45-51.
- SHAHIDI F. & AMBIGAIPALAN P. – 2015: *Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review*. J. Funct. Foods 18: 820-897.
- SIMON R.R., PHILLIPS K.M., HORST R.L. & MUNRO I.C. – 2011: *Vitamin D mushrooms: comparison of the composition of button mushrooms (Agaricus bisporus) treated postharvest with UVB light or sunlight*. J. Agric. Food Chem. 59: 8724-8732.
- SINGDEVSACHAN S.K., AUROSHREE P., MISHRA J., BALIYARSINGH B., TAYUNG K. & THATOI H. – 2016: *Mushroom polysaccharides as potential prebiotics with their antitumor and immunomodulating properties: A review*. Bioact. Carbohydr. Dietary Fibre 7: 1-14.
- SRIKRAM A. & SUPAPVANICH S. – 2016: *Proximate compositions and bioactive compounds of edible wild and cultivated mushrooms from Northeast Thailand*. Agriculture and Natural Resources 50: 432-436.
- STACHOWIAK B. & REGULA J. – 2012: *Health-promoting potential of edible macromycetes under special consideration of polysaccharides: a review*. Eur. Food Res. Technol. 234: 369-380.
- TAN Y.H. & MOORE, D. – 1994: *High concentrations of mannitol in the shiitake mushroom Lentinula edodes*. Microbios 79: 31-35.
- WASSER S.P. – 2002: *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 60: 258-274.
- ZHOU S., MA F., ZHANG X. & ZHANG J. – 2016: *Carbohydrate changes during growth and fruiting in Pleurotus ostreatus*. Fungal Biol. 120: 852-861.

Siti web

- https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/FP_it/2019/01/28/GEPC_ITALIANO.pdf ultimo accesso Agosto 2019.
- <http://www.gruppomicolametino.it/funghi-leggenda-e-mitologia> ultimo accesso Agosto 2019.

FUNGHI EDIBILI ED ECONOMIA CIRCOLARE: IL CASO DEL PLEUROTUS

Riassunto

In un'ottica in cui la produzione e i consumi mondiali, uniti al costante aumento della popolazione, sottopongono l'ambiente e le risorse a continui stress, un nuovo modo di immaginare prodotti e processi di produzione virtuosi, poco impattanti, e ad alto valore sociale e territoriale, è rappresentato dal concetto di economia circolare. Secondo tale modello economico, i materiali vengono riutilizzati in successivi cicli produttivi, riducendo al massimo gli sprechi.

La coltivazione di funghi eduli del genere Pleurotus ben si inserisce in un'ottica di economia circolare. Oltre ad essere caratterizzati da una coltivazione molto semplice e da un elevato valore nutrizionale, i Pleurotus possiedono un complesso sistema enzimatico in grado di degradare i materiali lignocellulosici. Pertanto, diversi rifiuti provenienti dalle lavorazioni agricole o dalle industrie agroalimentari sono stati studiati per valutarne l'effettivo utilizzo come substrati di crescita per la coltivazione dei Pleurotus, riducendone così l'impatto sull'ambiente e reintroducendoli nel ciclo produttivo per generare ulteriore valore. Oltre ad aver dato buone rese di produzione (elevati valori di efficienza biologica), in alcuni casi la coltivazione dei Pleurotus si è tradotta in una riduzione della tossicità dei residui stessi e/o in aumento del contenuto di composti funzionali nei funghi eduli. Lo stesso sistema enzimatico è in grado di migliorare le qualità dei residui delle lavorazioni agricole come alimentazione per il bestiame, poiché, degradando preferenzialmente lignina ed emicellulosa, li rende più facilmente assimilabili dai ruminanti. Allo stesso tempo, diversi studi sono in corso per valutare l'attività di biorisanamento ad opera dei Pleurotus su matrici contaminate.

La coltivazione dei Pleurotus rappresenta essa stessa un micro-modello di economia circolare: oltre a fare uso di residui provenienti da precedenti cicli economici, infatti, il substrato esausto (residuo solido della coltivazione dei funghi), può essere riutilizzato per generare ulteriore valore, dall'estrazione di enzimi, al riutilizzo come substrato di crescita, alla produzione di compost, biochar e biocarburanti.

Abstract

In a perspective in which world production and consumption, combined with the constant population increase, are putting the environment and resources under pressure, a new way of imagining virtuous, low-impact and high social and territorial value products is represented by the concept of circular economy. According to this economic model, materials are reused in subsequent production cycles, reducing waste as much as possible.

Cultivation of edible mushrooms of the genus Pleurotus well fits in a circular economy perspective. Pleurotus are generally characterized by very simple cultivation and high nutritional value. Furthermore, they possess a complex enzyme system able of degrading lignocellulosic materials. Therefore, different field-based and processing-based residues have been evaluated for their use as growing substrates for Pleurotus cultivation, thus reducing their impact on the environment and reintroducing them into the production cycle in order to generate additional value. Cultivation of Pleurotus on these residues generally gave high values of biological efficiency. Furthermore, in some cases it resulted in a reduction of the residues toxicity, and/or in an increase in the content of functional compounds of edible mushrooms. The same enzymatic system is able to improve the quality of field-based residues as feed for livestock: Pleurotus, in fact, preferentially degrade lignin and hemicellulose, thus making these residues more easily digestible by ruminants. At the same time, several studies are in progress in order to evaluate the activity of bioremediation by Pleurotus on contaminated matrices.

The cultivation of Pleurotus represents itself a micro-model of circular economy: in addition to making use of residues coming from previous economic cycles, in fact, spent mushroom substrate (the

soil-like material remaining after mushrooms cultivation) can be reused for producing additional value, from the extraction of enzymes, to the re-use as growing substrate for further mushroom cultivation, to the production of compost, biochar and biofuels.

Key words: *Pleurotus*; circular economy; agricultural wastes; agro-industrial wastes; mushrooms ligninolytic enzymes system.

Introduzione

Il concetto di economia circolare risponde al desiderio di crescita sostenibile, in un quadro in cui la produzione e i consumi sottopongono le risorse mondiali e l'ambiente a pressione continua.

Finora l'economia ha funzionato con un modello *"take-make-dispose"*, modello lineare dove ogni prodotto è inesorabilmente destinato ad arrivare a *"fine vita"* (PE 2018). Per produrre il cibo, costruire le case e le infrastrutture, fabbricare beni di consumo o fornire l'energia si usano materiali pregiati. Quando sono stati sfruttati del tutto o non sono più necessari, questi materiali vengono smaltiti come rifiuti.

La transizione verso un'economia circolare è necessaria in quanto ci troviamo di fronte a un aumento della domanda di materie prime e allo stesso tempo ad una scarsità delle risorse (PE 2018): molte delle materie prime e delle risorse essenziali per l'economia sono limitate, ma la popolazione mondiale è in continuo aumento così come è in crescita la richiesta di tali risorse finite. Non dobbiamo poi dimenticare l'impatto sul clima che hanno i processi di estrazione e l'utilizzo delle materie prime, che inducono ad un aumento del consumo di energia e delle emissioni di anidride carbonica. Il continuo bisogno di materie prime crea poi una dipendenza verso altri paesi (PE 2018): alcuni stati membri dell'UE dipendono da altri paesi per quanto riguarda l'approvvigionamento (vedi ad esempio l'importazione di gas naturale in Italia da Algeria, Libia e Russia).

La transizione verso un'economia circolare sposta l'attenzione sul riutilizzare, aggiustare, rinnovare e riciclare i materiali e i prodotti esistenti, secondo il modello *"make-use-recycle"*. Quel che normalmente si considerava come *"rifiuto"* può essere trasformato in una nuova risorsa. Una volta che il prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali di cui è composto vengono infatti reintrodotti, laddove possibile, nel ciclo economico, generando così ulteriore valore (PE 2018). In questo modo si estende il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo.

L'espressione dell'economia circolare fa riferimento ad una concezione della produzione e del consumo di beni e servizi alternativa rispetto al modello lineare (ad esempio attraverso l'impiego di energie rinnovabili in luogo dei combustibili fossili). I suoi principali obiettivi sono l'estensione della vita dei prodotti, la produzione di beni di lunga durata, le attività di ricondizionamento e la riduzione della produzione di rifiuti. I vantaggi che si trarrebbero da una transizione verso un'economia circolare sarebbero numerosi (EPRS 2016): i) riduzione della pressione sull'ambiente; ii) più sicurezza circa la disponibilità di materie prime; iii) aumento della competitività; iv) impulso all'innovazione e alla crescita economica; v) incremento dell'occupazione (si stima che nell'UE grazie all'economia circolare ci saranno 580.000 nuovi posti di lavoro).

Residui agroindustriali e fermentazione allo stato solido (FSS)

Uno dei problemi principali da affrontare in tutto il mondo è lo smaltimento sia della grande quantità di rifiuti agroindustriali che dei residui derivanti dalle attività zootecniche (GARG ET AL., 2012). Nel 2012 la sola Unione Europea ha prodotto circa 88 milioni di tonnellate di rifiuti alimentari, di cui 9 milioni di tonnellate derivanti dalla produzione primaria e 17 milioni di tonnellate provenienti dal settore della trasformazione (STENMARCK ET AL., 2012). Questo valore è destinato ad aumentare in maniera significativa, tant'è che si prevede salirà a circa 126 milioni di tonnellate entro il 2020 (MIRABELLA ET AL., 2014), se non dovessero essere intraprese ulteriori misure preventive.

I rifiuti agroindustriali sono generalmente indirizzati alle discariche o smaltiti in maniera inadeguata, con conseguente minaccia per l'ambiente e la salute pubblica. Sono generalmente caratterizzati da elevati valori di richiesta biochimica di ossigeno (BOD) e richiesta chimica di ossigeno (COD), e sono anche facilmente suscettibili alla contaminazione batterica a causa dell'elevato contenuto di acqua (SADH ET AL., 2018), il che rende ulteriormente complicato il loro smaltimento. Fortunatamente i rifiuti agroindustriali hanno ancora un elevato potenziale nutrizionale (RAVINDRAN & JAISWAL, 2016), poiché sono composti principalmente da zuccheri, fibre, proteine e sali minerali (MUSSATTO ET AL., 2012). Proprio grazie a queste caratteristiche di composizione, attualmente c'è un grande interesse per il loro riutilizzo, tant'è che questi residui agroindustriali non vengono più considerati come semplici rifiuti da smaltire ma possono essere classificati come sottoprodotti (SADH ET AL., 2018), sposando così i principi dell'economia circolare. La contemporanea presenza di fonti di carbonio, sostanze nutritive e umidità all'interno di tali residui crea le condizioni ideali per lo sviluppo di microrganismi (MUSSATTO ET AL., 2012), aprendo così la porta a numerose applicazioni nel campo dei processi di fermentazione allo stato solido (SSF).

La SFF è definita come la fermentazione ad opera di microrganismi che crescono su particelle solide in assenza (o quasi) di acqua libera (PANDEY, 2003). Il substrato è un qualsiasi materiale solido che agisce sia come supporto fisico che come fonte di sostanze nutritive, e che possiede sufficiente umidità per supportare la crescita e il metabolismo di microrganismi, come funghi e batteri (PANDEY, 2003). Possono essere impiegati diversi substrati, provenienti dalle industrie agricole, alimentari, della carta, dei tessuti, e così via (SADH ET AL., 2018). La fermentazione allo stato solido si è rivelata un processo biotecnologico con maggiori rese e caratteristiche del prodotto migliori rispetto alla fermentazione sommersa, che è invece caratterizzata dalla crescita di microrganismi in un mezzo liquido (MUSSATTO ET AL., 2012).

Molti dei residui agroindustriali sono composti principalmente da cellulosa, seguita da emicellulosa e lignina, tant'è che vengono definiti materiali "lignocellulosici". Queste caratteristiche fanno sì che essi siano un substrato idoneo al processo di fermentazione allo stato solido ad opera da funghi, i quali possiedono un complesso sistema enzimatico in grado di degradare i materiali lignocellulosici.

La cellulosa e l'emicellulosa sono macromolecole composte da diversi zuccheri; mentre la lignina è un polimero aromatico sintetizzato da precursori fenilpropanoidi. Tutte e tre costituiscono la cosiddetta frazione insolubile della fibra alimentare. La composizione e le proporzioni di questi composti variano da pianta a pianta (SÁNCHEZ, 2009). La cellulosa è un polimero lineare composto da subunità di D-glucosio unite da legami β -1,4 glicosidici a formare lunghe catene, insolubili in acqua, disposte parallelamente le une alle altre e unite fra loro da legami idrogeno e forze di van der Waals. La disposizione regolare delle catene porta alla formazione di zone cristalline, mentre una piccola quantità di catene non organizzate forma cellulosa amorfa. In quest'ultima conformazione la cellulosa è più suscettibile alla degradazione enzimatica. La cellulosa appare in natura essere associata ad altri composti vegetali e questa associazione può influire sulla sua biodegradazione.

L'emicellulosa è un polisaccaride con peso molecolare inferiore a quello della cellulosa. Le sue unità monomeriche comprendono pentosi (L-arabinosio e D-xilosio) ed esosi (D-mannosio, D-galattosio, D-glucosio, acidi D-galatturonico e D-glucuronico), uniti da legami di tipo β -1,4 (principalmente) e β -1,3 glicosidici, a formare catene che possono essere lineari ma anche ramificate.

La lignina è legata sia all'emicellulosa che alla cellulosa, formando un sigillo fisico che costituisce una barriera impenetrabile nella parete cellulare dei vegetali, con funzione di supporto strutturale, impermeabilità e resistenza contro gli attacchi microbici e gli stress ossidativi. È un eteropolimero amorfo, non solubile nella maggior parte dei solventi, formato da unità fenilpropanoidi (alcoli p-cumarilico, coniferilico e sinapilico) unite tra loro da diversi

tipi di legame (C-C e C-O) non idrolizzabili. Il reticolo tridimensionale straordinariamente complesso della lignina è responsabile del suo appellativo di “sostanza incrostante” datogli dai botanici, il che rende la sua degradazione un processo molto complesso.

Nonostante la lignina risulti essere recalcitrante all’attacco enzimatico, alcuni microrganismi hanno sviluppato vie enzimatiche in grado di degradare tale polimero, come ad esempio alcune specie appartenenti al gruppo dei funghi della carie bianca (*white-rot fungi*) e della carie bruna (*brown-rot fungi*). Anche alcuni batteri si sono rivelati in grado di decomporre la lignina, che invece risulta non digeribile dagli animali.

La degradazione lignocellulosica è un processo complesso, che richiede una serie di enzimi idrolitici e ossidativi (SÁNCHEZ, 2009): i primi sono responsabili della degradazione della cellulosa e dell’emicellulosa, mentre i secondi agiscono sulla depolimerizzazione della lignina (PÉREZ ET AL., 2002; BALDRIAN, 2005). Tra gli enzimi idrolitici, le cellobioidrolasi, le endoglucanasi e le β -glucosidasi idrolizzano le lunghe catene di cellulosa, rilasciando il cellobiosio e infine il glucosio, mentre le endoxilanasi e le endomannanasi sono i principali enzimi coinvolti nella degradazione dell’emicellulosa (TENDERDY & SZAKACS, 2003). La degradazione della lignina avviene invece ad opera di una batteria di enzimi ossidativi, principalmente rappresentati dalla lignina perossidasi (LiP), manganese perossidasi (MnP) e laccasi.

I *Pleurotus* sono un genere di funghi appartenenti ai funghi della carie bianca e il *P. ostreatus* (fungo orecchione, gelone, ostrichetta, etc.) è una delle specie più coltivate in tutto il mondo, insieme all’*Agaricus bisporus* (champignon) e il *Lentinula edodes* (Shiitake) (PHILIPPOUSSIS, 2009). Gli champignon hanno una velocità di degradazione della lignina inferiore a quella dei *Pleurotus* (LANKINEN, 2004) e sono meno interessanti dal punto di vista nutrizionale, a causa del loro contenuto trascurabile di beta-glucani, a differenza, invece, di alcune specie del genere *Pleurotus* (MANZI ET AL., 2001). Anche la *Lentinula edodes* si è rivelata molto promettente nella degradazione selettiva della lignina (PHILIPPOUSSIS, 2009), ma è diffusa soprattutto in Giappone e Cina; tuttavia, la sua coltivazione si sta diffondendo attualmente anche in Europa.

I *Pleurotus* possono essere definiti dei degradatori selettivi, in quanto degradano preferenzialmente lignina ed emicellulosa piuttosto che cellulosa, che in questo modo rimane esposta e può essere utilizzata dai ruminanti (COHEN ET AL., 2002). Inoltre essi hanno il vantaggio di necessitare di condizioni di coltivazione molto più semplici rispetto a quelli del genere *Agaricus* (COHEN ET AL., 2002): paglia tritata, non compostata e imbevuta d’acqua, rappresenta infatti un substrato sufficientemente idoneo alla coltivazione di funghi del genere *Pleurotus* (PHILIPPOUSSIS, 2009).

Grazie al loro complesso sistema enzimatico in grado di degradare materiali lignocellulosici, e al loro valore nutrizionale unito alla loro diffusione in tutta Europa, i funghi del genere *Pleurotus* potrebbero essere considerati come un utile strumento in grado di ridurre non solo l’impatto dei rifiuti agroalimentari sull’ambiente, ma anche per trasformare questi ultimi in nuove risorse per la produzione simultanea di prodotti edibili (funghi) ad alto valore aggiunto, il tutto in linea con i principi dell’economia circolare.

Per tale motivo gli sforzi della ricerca scientifica negli ultimi anni si sono concentrati sullo studio dell’utilizzo di diversi residui, provenienti dalle lavorazioni agricole o dalle industrie agroalimentari, come substrati per la coltivazione di funghi del genere *Pleurotus*, con particolare attenzione volta agli effetti della coltivazione stessa sui residui, ai parametri di crescita dei funghi coltivati e meno frequentemente alle caratteristiche chimico-nutrizionali di questi ultimi. Purtroppo, c’è da sottolineare come non sempre i dati della letteratura scientifica siano confrontabili fra loro, a causa in genere della mancanza di alcune informazioni fondamentali, come ad esempio la composizione iniziale dei substrati di crescita, la quantità di substrato utilizzato per la coltivazione o i ceppi impiegati, e alla differenza di metodi analitici utilizzati per alcuni parametri di rilevante interesse nutrizionale (vedi metodi per la determinazione delle proteine, della fibra o dei carboidrati).

Per quanto riguarda i parametri di produzione per la coltivazione dei funghi, molto spesso si fa riferimento all'Efficienza Biologica (BE), calcolata come la percentuale del peso di funghi freschi rispetto al peso secco del substrato (CHANG ET AL., 1981). Affinché la coltivazione dei *Pleurotus* possa considerarsi redditizia, il valore di BE deve essere pari ad almeno il 50% (PATRA & PANI, 1995). Questo, ovviamente, sarà influenzato dalle caratteristiche del substrato di crescita e dalla specie di fungo coltivata, oltre che dal ceppo utilizzato.

Substrati a base di paglia o segatura, fermentate o no, con l'aggiunta o meno di supplementi sono i substrati più utilizzati per la coltivazione del *Pleurotus* (PHILIPPOUSSIS, 2009). Questi generalmente forniscono cellulosa, emicellulosa e lignina, componenti necessarie per la fruttificazione e la crescita dei funghi. L'efficienza biologica di questi substrati differisce notevolmente, con valori di BE per la segatura generalmente inferiori (KOUTROTSIOS ET AL., 2014): ciò può essere attribuito ad una più bassa velocità di delignificazione della segatura (CHITAMBA ET AL. 2012), ovvero al rapporto C/N più elevato della segatura rispetto alla paglia, poiché l'attività ligninolitica dei funghi sembra essere stimolata da substrati ricchi di azoto (KNOP ET AL., 2015).

Per quanto riguarda i residui provenienti dalle lavorazioni agricole utilizzati per la coltivazione del *Pleurotus*, la sola paglia di cereali raggiunge generalmente valori di efficienza biologica superiori al 50%. Differenze nei valori di BE osservate in letteratura possono essere attribuite a differenze nella composizione dei substrati (Tabella 1): la paglia di frumento utilizzata da SARDAR ET AL. (2017) per la coltivazione del *P. eryngii*, ad esempio, aveva un contenuto di emicellulosa superiore (27,2% vs 21,8%) e un contenuto di lignina inferiore (11,4% vs 19,1%) rispetto alla paglia di frumento utilizzata da ZERVAKIS ET AL. (2013) per produrre lo stesso fungo, portando pertanto a valori di BE più elevati. Entrambe queste componenti del substrato hanno mostrato, infatti, una correlazione, rispettivamente, negativa e positiva con l'efficienza biologica. Lo stesso effetto dei costituenti del substrato sulla produzione di funghi eduli è stato evidenziato nella coltivazione del *P. ostreatus*, dove anche il rapporto C/N mostra una correlazione negativa con l'efficienza biologica.

Tabella 1. Valori di Efficienza Biologica (BE) e caratteristiche di alcuni substrati utilizzati per la coltivazione di specie del genere *Pleurotus*

Substrato	Caratteristiche del substrato	Specie	BE	Riferimento
Paglia	Emicellulosa: 27,2% Lignina: 11,4%	<i>P. eryngii</i>	87,5	SARDAR ET AL. (2017)
Paglia	Emicellulosa: 21,8% Lignina: 19,1% C/N: 79,8	<i>P. eryngii</i>	48,2	ZERVAKIS ET AL. (2013)
Paglia	Emicellulosa: 21,8% Lignina: 19,1% C/N: 79,8	<i>P. ostreatus</i>	70,2	ZERVAKIS ET AL. (2013)
Paglia	Emicellulosa: 37,6% Lignina: 11,6% C/N: 123	<i>P. ostreatus</i>	52,6	KOUTROTSIOS ET AL. (2014)

La fermentazione allo stato solido operata dai funghi sui residui provenienti dalle lavorazioni agricole può essere vista come uno strumento per ridurre il loro impatto sull'ambiente, evitando così che vengano lasciati marcire in campo o che vengano smaltiti impropriamente tramite pratiche di abbruciamento che non rispettano le condizioni e i limiti previsti dalle norme, ma anche per migliorare la loro qualità, rendendoli ad esempio più adatti all'utilizzo come mangimi.

Molto spesso, infatti, l'uso di tali residui come alimentazione per il bestiame è limitato, a causa della presenza di elevati contenuti di composti non nutritivi (come lignina e silice) e/o di fattori antinutrizionali (es. tannini), che possono interferire con la normale digestione e il conseguente assorbimento dei nutrienti (ISSAKA ET AL., 2013). In un recente studio, NASEHI ET AL. (2017) hanno valutato l'effetto della fermentazione allo stato solido di *P. florida* sul valore nutritivo di alcuni rifiuti agricoli (paglia di riso, di frumento, d'orzo, di soia, di canola, di pisello e lolla di riso). Dopo il pretrattamento biotecnologico ad opera del *P. florida*, gli autori hanno osservato un aumento significativo del contenuto di proteine e ceneri in tutti i trattamenti, così come una diminuzione della sostanza secca, della sostanza organica e della fibra al detergente neutro.

Molto interessante risulta anche l'utilizzo di scarti provenienti dalle industrie agroalimentari per la produzione di funghi eduli, con il duplice scopo di ridurre il loro impatto sull'ambiente e reintrodurli nella catena alimentare, generando così ulteriore valore, in linea con i principi dell'economia circolare.

L'industria olearia è uno dei settori trainanti per l'economia dei Paesi del Mediterraneo; tuttavia, è noto che il processo di produzione dell'olio produce grandi volumi di rifiuti. A seconda del sistema di centrifugazione utilizzato dall'industria per estrarre l'olio, alla fine del processo possono essere ottenute diverse frazioni (ROIG ET AL., 2006). Nel sistema a tre fasi si producono la fase oleosa, la sansa di oliva e le acque di vegetazione, mentre l'estrazione con il più recente sistema a due fasi porta alla fase oleosa e alla sansa umida, un residuo viscoso simile ad un fango (con gli impianti a due fasi è vero che si riduce fortemente la produzione di acque di vegetazione, ma le sanse prodotte, essendo molto umide, sono di difficile collocazione presso i sansifici). Sebbene il sistema a due fasi sia stato etichettato come "ecologico" a causa della riduzione del consumo di acqua, la gestione efficace e lo smaltimento sicuro di tutti i rifiuti generati da entrambi i sistemi rappresentano un serio problema di inquinamento ambientale, anche perché sono prodotti in grandi quantità in un breve periodo di tempo. Questi residui, infatti, sono caratterizzati da pH acido, alto carico organico, elevato contenuto di sostanze fenoliche, colore e odore indesiderati (NTOUGIAS ET AL., 2013). Il loro uso nell'alimentazione del bestiame è limitato a causa della presenza di composti antinutrizionali, come i fenoli, e dell'elevato contenuto di lignina, che impedisce l'azione sia dei microrganismi del rumine sia degli enzimi idrolitici (BROZZOLI ET AL., 2010). Numerosi studi in letteratura hanno mostrato come il sistema enzimatico ligninolitico di alcuni funghi della carie bianca sia in grado di diminuire il contenuto fenolico e la fitotossicità dei residui della lavorazione delle olive (KOUTROTSIOS & ZERVAKIS, 2014; NTOUGIAS ET AL., 2012).

In uno studio del 2013 ZERVAKIS ET AL. hanno osservato come le sanse umide (TPOMW) provenienti dal sistema a due fasi per la produzione dell'olio, e utilizzate come substrato di crescita per la coltivazione di diverse specie del genere *Pleurotus*, dessero risultati migliori in termini di BE se utilizzati dopo compostaggio (cTPOMW): questo processo, infatti, porta a una disintossicazione del materiale originale. La produttività dei funghi è diminuita quando la supplementazione con TPOMW tal quale superava il 60%, probabilmente a causa dell'elevata tossicità dei residui presenti nel substrato di crescita. Tuttavia, c'è da sottolineare come i risultati di questo studio avessero mostrato valori di BE molto elevati (Figura 1), con il risultato massimo ottenuto sul substrato TPOMW compostato al 20% (BE compresa tra 120 % e 135%). Per quanto riguarda le diverse specie di *Pleurotus* oggetto di studio, il *P. ostreatus* ha mostrato valori di BE leggermente superiori. Pochi sono gli studi di letteratura in cui si sono valutati gli effetti della supplementazione con residui agroindustriali oltre che sui parametri di crescita, anche sulla composizione chimica e sulla qualità nutrizionale dei funghi. AVNI ET AL., (2017) hanno studiato l'uso di sanse (derivanti dal sistema a tre fasi) come substrato nella coltivazione di diverse specie di *Pleurotus*, concentrandosi in particolare sul contenuto di glucani. Gli autori sono stati in grado di aumentare fino al doppio il contenuto totale di glucani utilizzando le sanse in combinazione con la segatura di eucalipto (80:20) nel substrato di crescita rispetto al substrato che non conteneva sanse. Questo risultato era in accordo con quanto già osservato

da REVERBERI ET AL. (2004), secondo il quale il substrato contenente sanse stimolava la sintesi di β -1,3-glucani nel *P. ostreatus*, a causa della risposta del fungo allo stress ossidativo che può verificarsi in presenza di sanse. Inoltre, AVNI ET AL. (2017) hanno osservato una grande differenza nel contenuto di glucani tra le diverse specie di *Pleurotus* studiate, con la massima variazione nelle concentrazioni di α -glucani. Il *P. eryngii* si è rivelata la specie con il più alto contenuto di α - e β -glucani, con gli α -glucani concentrati principalmente nel gambo.

Anche i residui provenienti dalla lavorazione del caffè, una delle bevande più consumate al mondo, possono essere utilizzati come substrati per la coltivazione di funghi o essere bioconvertiti tramite il processo di fermentazione allo stato solido. Questi residui, infatti, contengono composti come la caffeina, i tannini e i polifenoli, che li rendono tossici e ne impediscono o limitano l'uso come fertilizzanti, mangimi per animali, compost, ecc., oltre ad essere causa di problemi di inquinamento ambientale. Studi in materia hanno per esempio evidenziato un aumento dell'attività delle laccasi in funghi coltivati su residui dell'industria del caffè con la contemporanea diminuzione della caffeina e dei contenuti fenolici nel substrato, portando pertanto ad una riduzione della tossicità dei residui stessi (SALMONES ET AL., 2005; VELÀZQUEZ-CEDENO ET AL., 2002).

Biorisanamento ad opera di funghi del genere *Pleurotus*

Per biorisanamento si intende una tecnologia di bonifica ambientale basata sul metabolismo microbico di determinati microrganismi in grado di biodegradare o detossificare sostanze inquinanti. Il "micorisanamento", ossia il trattamento biologico basato sull'utilizzo di funghi, soprattutto di quelli appartenenti alla classe dei *white-rot*, è considerato attualmente di grande interesse nella bonifica di suoli contaminati da inquinanti organici. I funghi *white-rot*, infatti, si sono dimostrati particolarmente abili nel metabolizzare e mineralizzare molti contaminanti organici, quali oli ed affini, prodotti petroliferi, clorofenoli e idrocarburi policiclici aromatici. I funghi filamentosi hanno inoltre delle peculiarità che li distinguono dai batteri dal punto di vista della possibile applicabilità al biorisanamento di suoli inquinati e alla rimozione dei contaminanti. Le loro ife, infatti, hanno un'ottima capacità di penetrazione nella matrice contaminata; producono, inoltre, enzimi esocellulari quali laccasi, Mn-perossidasi e lignina-perossidasi in grado di raggiungere ed attaccare i composti inquinanti, anche a basse biodisponibilità. Le ossidasi che producono, inoltre, hanno bassa specificità del substrato e quindi sono capaci di ossidare (anche attraverso mediatori) un'ampia gamma di composti aromatici.

Ad esempio il substrato esausto derivato dalla produzione industriale di *P. ostreatus* è stato valutato come substrato organico versatile ed a basso costo per la degradazione di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) su suoli da essi contaminati (GREGORIO ET AL., 2016). I risultati hanno evidenziato come, già dopo 1 mese di trattamento con il substrato spento, si osservasse una riduzione del 50% della concentrazione di IPA totali, arrivando addirittura ad un valore di oltre il 95% dopo 8 mesi. Sebbene tali risultati fossero incoraggianti, c'è tuttavia da sottolineare come sia stata osservata anche una tossicità residua dell'eluato del suolo: alcuni metaboliti degli IPA, infatti, possono essere ancora più tossici dei composti primari da cui derivano, pertanto ulteriori studi in materia sono necessari per valutare l'effettiva azione di biorisanamento da parte di funghi eduli o dei loro substrati di coltivazione esausti su suoli contaminati da IPA.

Il potente sistema ligninolitico dei *Pleurotus* è stato valutato anche per la sua possibilità di degradare le aflatoxine, classe di composti prodotti da specie fungine appartenenti principalmente al genere *Aspergillus*. L'aflatoxina B₁ (AFB₁), in particolare, è una micotossina, prodotta principalmente da isolati della specie *A. flavus* e *A. parasiticus*, che ha potenti effetti epatotossici, cancerogeni e mutageni sia sull'uomo che sugli animali (WILLIAMS ET AL., 2004). In un recente studio del 2017, BRANÀ ET AL. hanno evidenziato come isolati della specie di *P. eryngii* fossero in grado di degradare l'aflatoxina B₁ in mais contaminato (Figura 2 e 3). I risultati hanno evidenziato come la percentuale di degradazione di aflatoxina B₁ fosse già superiore all'80% dopo 10 giorni di incubazione e del 100%

dopo 30 giorni nel substrato di crescita liquido, mentre su supporto solido la percentuale di degradazione di aflatoxina B₁ oscillava tra il 65% e l'84%. Inoltre, né la biomassa prodotta né i basidiomi maturi, contenevano livelli rilevabili di AFB₁ o del suo metabolita aflatoxicolo, escludendo quindi la trasmigrazione di queste tossine attraverso il tallo fungino.

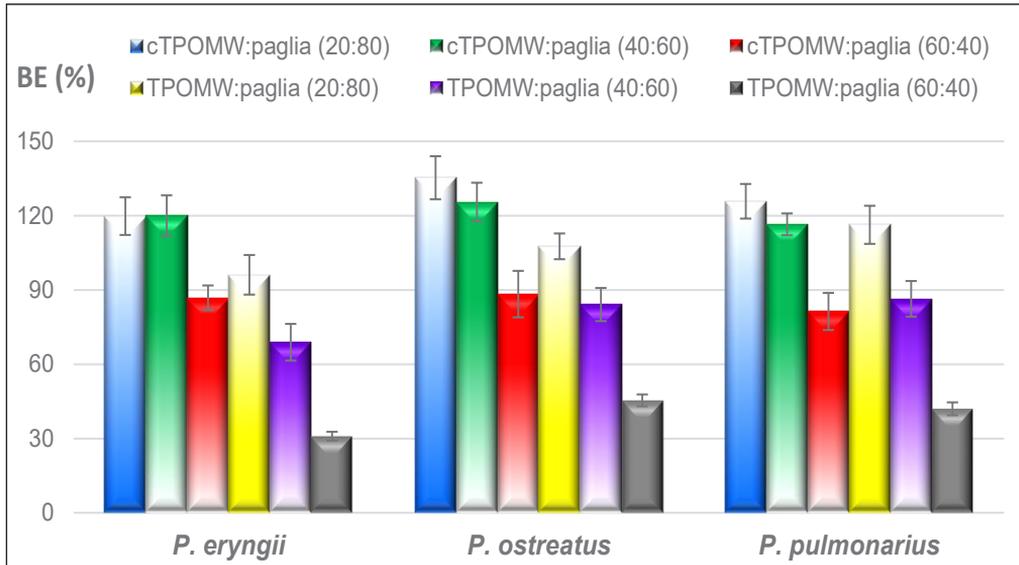


Figura 1. Efficienza Biologica (BE) di diverse specie di *Pleurotus* coltivate su substrati diversi: sansa umide compostate (cTPOMW) e non (TPOMW) + paglia di grano (modificato da ZERVAKIS ET AL. 2013).

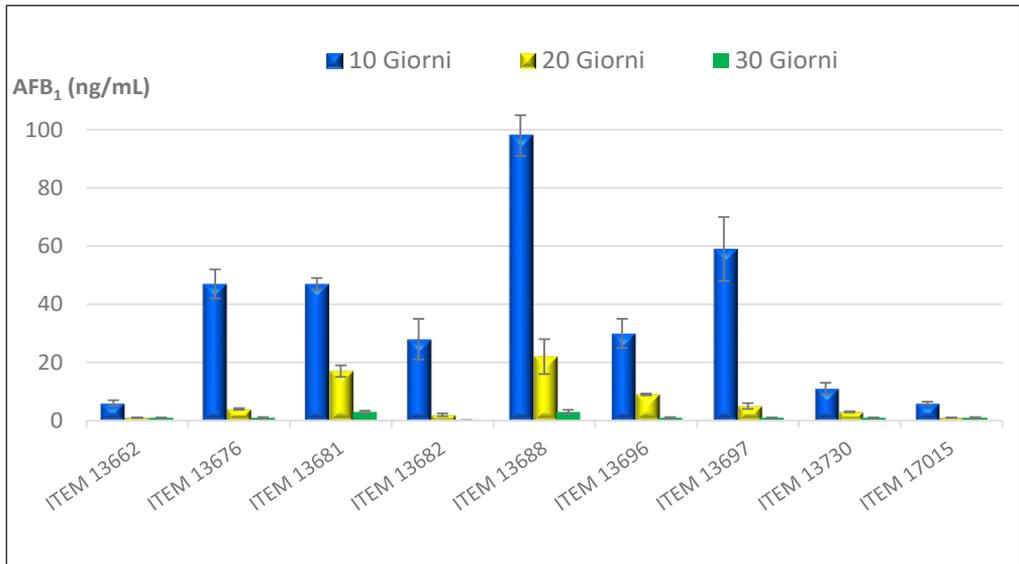


Figura 2. Degradazione di Aflatoxina B1 (500 ng/mL) ad opera di diversi isolati di *Pleurotus eryngii* su supporto liquido (brodo di estratto di malto) (modificato da BRANÀ ET AL. 2017).

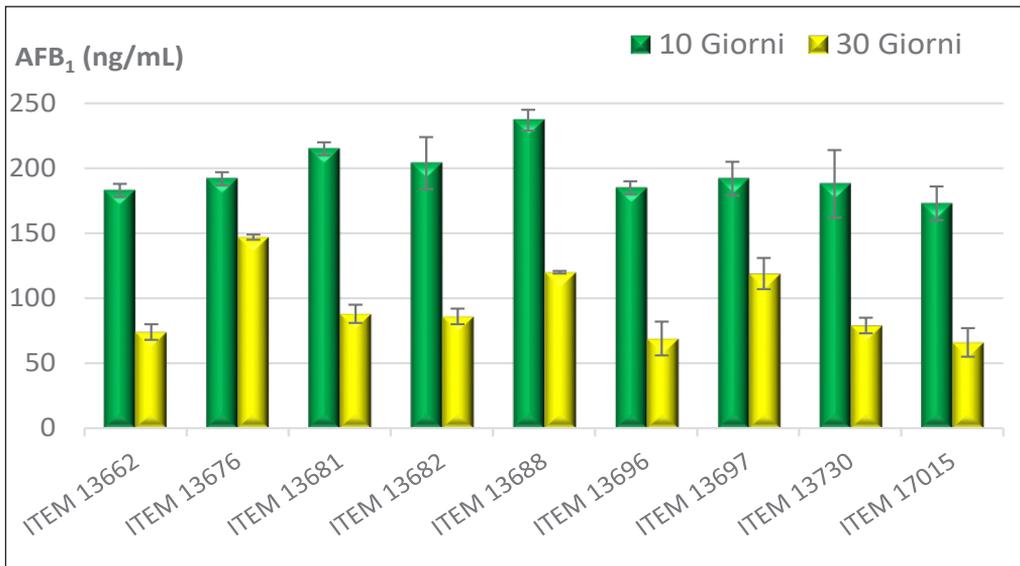


Figura 3. Degradazione di Aflatossina B1 (500 ng/mL) ad opera di diversi isolati di *Pleurotus eryngii* su supporto solido (agar di estratto di malto supplementato con paglia di frumento e farina di mais) (modificato da BRANÀ ET AL. 2017).

Utilizzo del substrato di coltivazione esausto

La coltivazione dei *Pleurotus* porta ad una produzione di circa il 50% di anidride carbonica, 20% di acqua, 10% di basidiomi e 20% di residuo, il cosiddetto substrato esausto (STAMETS, 1993). Poiché la produzione globale di funghi è aumentata rapidamente negli ultimi decenni e si prevede che aumenterà ulteriormente in futuro a causa della necessità sempre maggiore di alimenti di qualità con un ridotto impatto ambientale, si assisterà anche ad un aumento della produzione di substrato esausto, che potrebbe superare addirittura i trilioni di kg l'anno (GRIMM & WÖSTEN, 2018). Diversi sono gli usi a cui potrebbero essere destinate queste enormi quantità di substrati esausti (Figura 4), ma la domanda che ci si deve porre è come queste possano essere

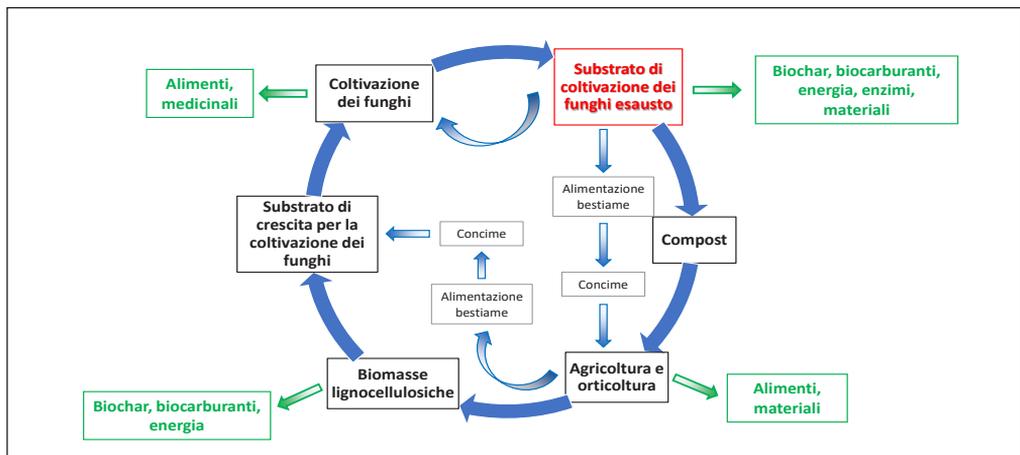


Figura 4. Utilizzo del substrato di coltivazione dei funghi esausto in un'economia circolare (modificato da: GRIMM & WÖSTEN, 2018).

utilizzate nella maniera più circolare possibile. Intuitivamente, si potrebbe iniziare con l'estrarre gli enzimi dal substrato esausto, cosa che sarebbe commercialmente fattibile a seconda delle attività degli enzimi presenti nello stesso substrato e dell'energia e dell'acqua necessarie per l'estrazione e, laddove richiesto, per la purificazione. Dopo l'estrazione enzimatica, il substrato esausto potrebbe essere utilizzato per uno o due altri cicli di coltivazione dei funghi, seguito dall'utilizzo dello stesso come compost, mangime o fonte per la produzione di biocarburanti. L'opzione più circolare dipenderà, ad esempio, dalla disponibilità locale di flussi di rifiuti, fertilizzanti e risorse alimentari e mangimistiche. La ricerca futura dovrebbe, pertanto, essere focalizzata ad individuare quali applicazioni del substrato esausto siano realmente rispettose verso l'ambiente, quali potrebbero essere fonte di reddito e come queste potrebbero essere migliorate integrando la produzione di funghi e substrato esausto in un'ottica di economia circolare.

Conclusioni

I funghi del genere *Pleurotus* sono tra i più coltivati al mondo, essendo caratterizzati da una coltivazione molto semplice e da un elevato valore nutrizionale. Sono anche ben noti per la loro capacità di degradare materiali lignocellulosici; pertanto, diversi rifiuti agroalimentari sono stati studiati per valutarne l'effettivo utilizzo come substrati di crescita per la loro coltivazione. In tal modo, rifiuti di basso valore, derivanti principalmente dalle attività delle lavorazioni agricole o dalle industrie agro-alimentari, possono essere convertiti in nuove risorse per la produzione di prodotti alimentari a valore aggiunto, riducendone anche il relativo impatto sull'ambiente. Tutto ciò ben si sposa con i principi dell'economia circolare, secondo cui un prodotto, una volta terminato il suo ciclo di vita, può essere scomposto nei suoi costituenti e reintrodotta nel ciclo economico.

I molti lavori scientifici pubblicati in materia mostrano la versatilità dei *Pleurotus* nel crescere su una vasta gamma di materiali lignocellulosici. A seconda della disponibilità locale dei residui dell'industria agricola e alimentare, pertanto, sarebbe possibile utilizzare diversi substrati in ciascuna regione del mondo. Tuttavia, poiché i substrati svolgono il ruolo importante di sostenere la crescita, lo sviluppo e la fruttificazione dei funghi, la scelta del materiale di scarto più adatto come substrato di crescita per ottenere la massima resa è molto importante per i produttori di funghi, affinché possano trarre il giusto ritorno economico da una coltivazione per così dire sostenibile.

La fermentazione allo stato solido ad opera di funghi del genere *Pleurotus* si è dimostrata anche uno strumento utile per migliorare e valorizzare alcuni rifiuti agricoli: grazie alla degradazione preferenziale della lignina e dopo SFF ad opera dei *Pleurotus*, infatti, molti scarti agricoli (es. paglia) si traducono in una alimentazione per il bestiame di migliore qualità, poiché risultano più facilmente digeribili con conseguente migliore assorbimento dei nutrienti.

La forte attività ossidativa del sistema enzimatico ligninolitico del *Pleurotus* si è dimostrata essere anche un processo di biorisanamento a basso costo: in alcuni residui dell'industria agroalimentare, infatti, i *Pleurotus* sono in grado di ridurre la fitotossicità legata alla presenza di composti tossici (fenoli, tannini, caffeina, ecc.). Inoltre, l'uso di residui dell'industria agroalimentare (ad es. residui della lavorazione delle olive) come substrato di crescita di funghi eduli è un chiaro esempio di applicazione biotecnologica con il duplice risultato di ridurre l'impatto sull'ambiente dei rifiuti tossici e produrre funghi ad elevato valore aggiunto (aumento del contenuto di glucani). Lo stesso corredo enzimatico si è rivelato in grado di metabolizzare e mineralizzare molti contaminanti organici, quali clorofenoli, idrocarburi policiclici aromatici e micotossine, aprendo così le porte per l'utilizzo dei *Pleurotus* nelle attività di micorisanamento (anche se la reale efficacia di un sistema così nettamente sostenibile è ancora da dimostrare, data la produzione in alcuni casi di metaboliti secondari con proprietà ancora pericolose per la salute dell'uomo e dell'ambiente).

Sempre in un'ottica di economia circolare, ben si inserisce la coltivazione dei funghi *Pleurotus*: il substrato esausto (residuo solido della coltivazione), infatti, può essere riutilizzato per produrre ulteriormente valore (estrazione di enzimi, riutilizzo come substrato di crescita, produzione di compost, biochar o biocarburanti).

Sebbene tutti i risultati esposti in questo lavoro siano incoraggianti, c'è da sottolineare come molti di essi provengano da esperimenti su scala di laboratorio o semi-pilota. Inoltre molti lavori scientifici sono carenti di informazioni che impediscono il confronto dei diversi risultati (ad esempio caratteristiche dei substrati in crescita per la coltivazione di funghi o il ceppo impiegato). Pertanto sono necessari ulteriori studi per valutare l'utilizzo di residui agro-alimentari come substrati nella coltivazione di funghi eduli su scala industriale o per dimostrare la reale efficacia dei *Pleurotus* in attività di biorisanamento.

Indirizzo dell'Autore

MENA RITOTA

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA),
Centro di ricerca Alimenti e Nutrizione, Via Ardeatina 546, 00178 Roma.

E-mail: mena.ritota@crea.gov.it

Bibliografia

- AVNI S., EZOVE N., HANANI H., YADID I., KARPOVSKY M., HAYBY, H., GOVER O., HADAR, Y., SCHWARTZ B. & DANAY O. – 2017: *Olive mill waste enhances alpha-glucan content in the edible mushroom Pleurotus eryngii*. Int. J. Mol. Sci. 18: 1-11.
- BALDRIAN P. – 2005: *Fungal laccases-occurrence and properties*. FEMS Microbiol. Rev. 30: 215–242.
- BRANÀ M.T., CIMMARUSTI M.T., HAIDUKOWSKI M., LOGRIECO A.F. & ALTOMARE C. – 2017: *Bioremediation of aflatoxin B1-contaminated maize by king oyster mushroom (Pleurotus eryngii)*. PLoS ONE 12(8): e0182574.
- CHANG S.T., LAU O.W. & CHO K.Y. – 1981: *The cultivation and nutritional value of Pleurotus sajor-caju*. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 12: 58-62.
- CHITAMBA J., DUBE F., CHIOTA W.M. & HANDISENI M. – 2012: *Evaluation of substrate productivity and market quality of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) grown on different substrates*. Int. J. Agric. Res. 7: 100-106.
- DI GREGORIO S., BECARELLI S., SIRACUSA G., CASTIGLIONE M.R., PETRONI G., MASINI G., GENTINI A., DE LIMA E., SILVA M. R. & LORENZI R. – 2016: *Pleurotus ostreatus spent mushroom substrate for the degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons: the case study of a pilot dynamic biopile for the decontamination of a historically contaminated soil*. J. Chem. Technol. Biotechnol. 91: 1654–1664.
- EPRS / European Parliamentary Research Service – 2016: *Closing the loop – new circular economy package*. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI%282016%29573899_EN.pdf
- GARG V.K., SUTHAR S. & YADAV A. – 2012: *Management of food industry waste employing vermicomposting technology*. Bioresour. Technol. 126: 437-43.
- GRIMM D. & WÖSTEN H.A.B. – 2018: *Mushroom cultivation in the circular economy*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 102:7795-7803.
- HATAKKA A. – 1994: *Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role from in lignin degradation*. FEMS Microbiol. Rev. 13: 125-135.
- ISSAKA J., ALEMAWOR F. & DZOGBEFIA V.P. – 2013: *Bioconversion impact of Pleurotus ostreatus on the value of rice and groundnut by-products as feed resources*. Res. Biotechnol. 4: 24-30.
- KNOP D., YARDEN O. & HADAR Y. – 2015: *The ligninolytic peroxidases in the genus Pleurotus: divergence in activities, expression, and potential applications*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 99: 1025- 918.

- KOUTROTSIOS G., KALOGEROPOULOS N., KALIORA A.C. & ZERVAKIS G.I. – 2018: *Toward an Increased Functionality in Oyster (Pleurotus) Mushrooms Produced on Grape Marc or Olive Mill Wastes Serving as Sources of Bioactive Compounds*. J. Agric. Food Chem. 66(24): 5971-5983.
- KOUTROTSIOS G., MOUNTZOURIS K.C., CHATZIPAVLIDIS I. & ZERVAKIS G.I. – 2014: *Bioconversion of lignocellulosic residues by Agrocybe cylindracea and Pleurotus ostreatus mushroom fungi – Assessment of their effect on the final product and spent substrate properties*. Food Chem. 161: 127–135.
- LANKINEN P. – 2004: *Ligninolytic enzymes of the basidiomycetous fungi Agaricus bisporus and Phlebia radiata on lignocellulose containing media*. Academic Dissertation in Microbiology, Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki, Finland. 54 p.
- MANZI P., AGUZZI A. & PIZZOFERRATO L. – 2001: *Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy*. Food Chem. 73: 321-325.
- MIRABELLA N., CASTELLANI V. & SALA S. – 2014: *Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review*. J. Clean. Prod. 65: 28-41.
- MUSSATTO S.I., BALLESTEROS L.F., MARTINS S. & TEIXEIRA J.A. in: SHOW K.Y. & GUO X. (editors) – 2012: *Use of agro-industrial wastes in solid-state fermentation processes*. Industrial Waste: InTech Open Access Publisher; 121-140.
- NASEHI M., TORBATINEJAD N.M., ZEREHDARAN S. & SAFAIE A.R. – 2017: *Effect of solid-state fermentation by oyster mushroom (Pleurotus florida) on nutritive value of some agro by-products*. J. Appl. Anim. Res. 45: 221-226.
- NTOUGIAS S., BALDRIAN P., EHALIOTIS C., NERUD F., ANTONIOU T., MERHAUTOVA V. & ZERVAKIS G.I. – 2012: *Biodegradation and detoxification of olive mill wastewater by selected strains of the mushroom genera Ganoderma and Pleurotus*. Chemosphere 88:620-626.
- NTOUGIAS S., BOURTZIS K. & TSIAMIS G. – 2013: *The microbiology of olive mill wastes*. Bio. Med. Res. Int. 2013: 1-16.
- PANDEY A. – 2003: *Solid-state fermentation*. Biochem Eng. J. 13: 81-84.
- PATRA AK. & PANI B.K. – 1995: *Evaluation of banana leaf as a new alternative substrate to paddy straw for oyster mushroom cultivation*. J. Phytol. Res. 8: 145-148.
- PE / Parlamento Europeo – 2018: *Economia circolare: definizione, importanza e vantaggi*. N. di rif.: 20151201STO05603. http://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2015/12/story/20151201STO05603/20151201STO05603_it.pdf
- PÉREZ J., MUÑOZ-DORADO J., DE LA RUBIA T. & MARTÍNEZ J. – 2002: *Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview*. Int. Microbiol. 5: 53-63.
- PHILIPPOUSSIS A. in: SINGH NEE' NIGAM P, PANDEY A. (editors) – 2009: *Production of Mushrooms Using Agro-Industrial Residues as Substrates*. Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation: Utilisation of Agro-Residues. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 163-196.
- RAVINDRAN R. & JAISWAL AK. – 2016: *Exploitation of food industry waste for high-value products*. Trends Biotechnol. 34: 58-69.
- REVERBERI M., DI MARIO F. & TOMATI U. – 2004: *b-Glucan synthase induction in mushrooms grown on olive mill wastewaters*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 66: 217-225.
- ROIG A., CAYUELA M.L. & SANCHEZ-MONEDERO M.A. – 2006: *An overview on olive mill wastes and their valorisation methods*. Waste Management 26: 960-969.
- SADH P.K., DUHAN S. & DUHAN J.S. – 2018: *Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review*. Bioresour. Bioprocess 5: 1.
- SÁNCHEZ C. – 2009: *Lignocellulosic residues: biodegradation and bioconversion by fungi*. Biotechnology Advances 27: 185-194.
- SARDAR H., ALI M.A., ANJUM M.A., NAWAZ F., HUSSAIN S., NAZ S. & KARIMI S.M. – 2017: *Agro-industrial residues influence mineral elements accumulation and nutritional composition of king oyster mushroom (Pleurotus eryngii)*. Sci Hort. 225: 327-334.

- STAMETS P. – 1993: *Growing gourmet and medicinal mushrooms, 3rd edn.* Crown Publishing Group, New York.
- STENMARCK Å., JENSEN C., QUESTED T. & MOATES G. – 2016: *FUSIONS-Estimates of European food waste levels.* Stockholm, ISBN 978-91-88319-01-2.
- TENGERDY R.P. & SZAKACS G. – 2003: *Bioconversion of lignocellulose in solid substrate fermentation.* *Biochem. Eng. J.* 13: 169-79.
- WILLIAMS J.H., PHILLIPS T.D., JOLLY P.E., STILES J.K., JOLLY C.M. & AGGARWAL D. – 2004: *Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions.* *Am. J. Clin. Nutr.* 80: 1106-1122.
- ZERVAKIS G.I., KOUTROTSIOS G. & KATSARIS P. – 2013: *Composted versus raw olive mill waste as substrates for the production of medicinal mushrooms: an assessment of selected cultivation and quality parameters.* *BioMed. Res. Int.* 2013: 1-13.

PIETRO VOTO

NOVELTIES IN THE FAMILY *PSATHYRELLACEAE*. PART I

- Cystoagaricus propinquus*** (A.H. Sm.) Voto, comb. nov. [MB 832609]. Basionym: *Psathyrella propinqua* A.H. Sm., Mem. N. Y. Bot. Gard. 24: 48. 1972.
- Cystoagaricus weberi*** (Murrill) Voto, comb. nov. [MB 832610]. Basionym: *Astylospora weberi* Murrill [as '*Atylospora*'], Lloydia 5: 153. 1942. Syn.: *Psathyrella weberi* (Murrill) Singer, Agaric. mod. Tax. (Weinheim): 507. 1962.
- Cystoagaricus subamarus*** (A.H. Sm.) Voto, comb. nov. [MB 832611]. Basionym: *Psathyrella subamara* A.H. Sm., Mem. N. Y. Bot. Gard. 24: 46. 1972.
- Coprinellus aquatilis*** (Peck) Voto, comb. nov. [MB 832612]. Basionym: *Coprinus aquatilis* Peck, Annual report on the New York State Museum of Natural History 27: 96. 1875.
- Coprinellus pseudomicaceus*** (Dennis) Voto, comb. nov. [MB 832613]. Basionym: *Coprinus pseudomicaceus* Dennis, Kew Bull. 15 (1): 122. 1961.
- Coprinellus caracasensis*** (Dennis) Voto, comb. nov. [MB 832614]. Basionym: *Coprinus caracasensis* Dennis, Kew Bull. 15 (1): 119. 1961.
- Coprinellus chaignonii*** (Pat.) Voto, comb. nov. [MB 832615]. Basionym: *Coprinus chaignonii* Pat., Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Autun 17: 8. 1904.
- Coprinopsis alnivora*** (Bogart) Voto, comb. nov. [MB 832616]. Basionym: *Coprinus alnivorus* Bogart, Mycotaxon 4 (1): 241. 1976.
- Coprinopsis cardiaspora*** (Bender) Voto, comb. nov. [MB 832617]. Basionym: *Coprinus cardiasporus* Bender, Zeitschrift für Mykologie 52 (1): 102. 1986.
- Coprinopsis dryophila*** (Pat.) Voto, comb. nov. [MB 832618]. Basionym: *Coprinus dryophilus* Pat., Bulletin de la Société Mycologique de France 18: 49. 1902.
- Coprinopsis filiformis*** (Berk. & Broome) Voto, comb. nov. [MB 832619]. Basionym: *Coprinus filiformis* Berk. & Broome, Annals and Magazine of Natural History 7: 379. 1861.
- Coprinopsis maculata*** (Dennis) Voto, comb. nov. [MB 832620]. Basionym: *Coprinus maculatus* Dennis, Kew Bull. 15 (1): 119. 1961.
- Coprinopsis platypus*** (Berk.) Voto, comb. nov. [MB 832621]. Basionym: *Coprinus platypus* Berk., Annals and Magazine of Natural History 15: 344. 1885.
- Coprinopsis punctata*** (Kalchbr.) Voto, comb. nov. [MB 832622]. Basionym: *Coprinus punctatus* Kalchbr., Grevillea 9 (49): 17. 1880.
- Homophron naucoria*** (A.H. Sm.) Voto, comb. nov. [MB 832623]. Basionym: *Psathyrella naucoria* A.H. Sm., Mycologia 42: 126. 1950.
- Homophron naucorioides*** (A.H. Sm.) Voto, comb. nov. [MB 832624]. Basionym: *Psathyrella naucorioides* A.H. Sm., Mem. N. Y. Bot. Gard. 24: 246. 1972.
- Lacrymaria echiniceps*** (G.F. Atk.) Voto, comb. nov. [MB 832625]. Basionym: *Hypholoma echiniceps* G.F. Atk., Annales Mycologici 7 (4): 370. 1909. Syn.: *Drosophila echiniceps* (G.F. Atk.) Murrill, Mycologia 14 (2): 69. 1922; *Psathyrella echiniceps* (G.F. Atk.) A.H. Sm., Mem. N. Y. Bot. Gard. 24: 35. 1972.
- Lacrymaria flavidifolia*** (Corner) Voto, comb. nov. [MB 832627]. Basionym: *Psathyrella flavidifolia* Corner, Gardens Bulletin Singapore 45 (2): 339. 1993.
- Lacrymaria malayana*** (Corner) Voto, comb. nov. [MB 832628]. Basionym: *Psathyrella malayana* Corner, Gardens Bulletin Singapore 45 (2): 341. 1993.

Lacrymaria nigeriensis (Pegler & T.W.K. Young) Voto, comb. nov. [MB 832629]. Basionym: *Psathyrella nigeriensis* Pegler & T.W.K. Young, Mycological Research 96 (6): 503. 1992.

Lacrymaria pseudovelutina (Guzmán, Bandala & Montoya) Voto, comb. nov. [MB 832630]. Basionym: *Psathyrella pseudovelutina* Guzmán, Bandala & Montoya, Revista Mexicana de Micología 6: 107. 1991.

Lacrymaria retispora (Corner) Voto, comb. nov. [MB 832632]. Basionym: *Psathyrella retispora* Corner, Gardens Bulletin Singapore 45 (2): 339. 1993.

Lacrymaria splendens (Corner) Voto, comb. nov. [MB 832633]. Basionym: *Psathyrella splendens* Corner, Gardens Bulletin Singapore 45 (2): 341. 1993.

Lacrymaria valdiviana (Singer) Voto, comb. nov. [MB 832634]. Basionym: *Psathyrella valdiviana* Singer, Beihefte zur Nova Hedwigia 29: 185. 1969.

Lacrymaria verrucispora (Corner) Voto, comb. nov. [MB 832636]. Basionym: *Psathyrella verrucispora* Corner, Gardens Bulletin Singapore 45 (2): 344. 1993.

Montagnea schuppii (Rick) Voto, comb. nov. [MB 832637]. Basionym: *Montagnites schuppii* Rick, Egatea 13: 434. 1928.

Coprinellus neodilectus Voto, sp. nov. [MB 832638].

Typus: Poland, Bieszczady Mts, Bieszczadzki National Park, slopes of Tarnica Mt. near the tourist trail, ATPOL: GG-60, 5.IX.2011, leg. A. Kujawa, det. B. Gierczyk, BGF/BdPN/110905/0002.

The name refers to the informal species *Coprinus dilectus* Fr. sensu auct. eur., non J. Lange (1915) [= *Coprinopsis erythrocephala* (Lév.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo].

DIAGNOSIS

Pileus when closed 3-10 mm broad, 4-14 mm high, ovoid then cylindrical-conical, expanding to campanulate, finally plane or convex, 10-25 mm broad, wrinkled-sulcate to centre, rusty-tawny, orange-tawny, brick coloured, orange, orange brown, paler at margin, fading to greyish towards margin; veil adpressed granulose to scurfy-scaly when fresh, orange coloured especially in younger fruitbodies.

Lamellae subdistant (L ca. 20), with lamellulae (l = 1), adnexed, at start pale buff to subconcolorous with the pileus, then greyish, finally violaceous brownish black, not or slowly deliquescent.

Stipe 13-35 × 0.5-2.0 mm, equal to slightly thickened at the base, whitish to greyish or with an ochraceous buff tinge, sometimes pale rusty-tawny to orange at the base, entirely minutely pubescent pruinose when fresh. Odour none.

Spores (9-)11.0-15.6 × 5.6-8.2 μm, in front view elliptic, in side view narrowly amygdaliform to sometimes somewhat irregular, smooth, base rounded, apex sub truncate, red-brown in water; germ pore more or less distinctly eccentric. *Basidia* 4-spored, 25.0-40.0 × 10.0-12.0 μm. *Pleurocystidia* absent. *Cheilocystidia* mainly lageniform, sometimes utriform, numerous to locally scattered or clustered, neck often slightly attenuated upwards, 30.0-80.0 × 16.0-30.0 μm, apex 6-12 μm broad, obtuse, usually intermixed with distinct to inconspicuous, globose to sphaeropedunculate cystidia. *Pileipellis* an epithelium of ca. 12-30 μm broad cells. *Pileocystidia* 56.0-124.0 × (16.0-)18.0-25.0(-30.0) μm, lageniform; neck cylindrical to slightly attenuated upwards; apex 5.0-10.0(-12.0) μm broad, obtuse, sometimes partly incrustated; thin-walled; numerous to scattered and then more detectable at margin.

Veil made of hyaline to pale yellow-orange-brown, encrusted or not, thin-walled, mainly globose, 10.0-45.0 μm broad sphaerocysts, interconnected by slender hyphae. *Caulocystidia* lageniform, up to 170.0 μm long. Clamps present, at least on the stem hyphae.

Habitat on wet wood, on muddy soil, on wet peaty soil, solitary to gregarious.

ALFREDO VIZZINI, BERNARDO PICILLO, LUIGI PERRONE, FRANCESCO DOVANA

CHRYSOMYCENA PERPLEXA GEN. ET SP. NOV. (AGARICALES, POROTHELEACEAE),
UNA NUOVA ENTITÀ DAL TERRITORIO LAZIALE**Riassunto**

In base ad analisi morfologiche e filogenetiche molecolari, viene descritto il nuovo genere *Chrysomyca* per una specie, *C. perplexa*, che presenta una combinazione di caratteri unica all'interno della famiglia *Porothelaceae* quali un habitus mycenoide, una pileipellis organizzata come una ixocutis con elementi talvolta pileocistidioidi, spore e basidi a parete debolmente amiloide, cheilocistidi da lageniformi a lungamente flagelliformi, unioni a fibbia presenti ed abbondanti e struttura sarcodimitica (una versione in inglese dell'articolo sarà presto disponibile, abbinata al n.107, nel nostro sito internet: <http://www.ameronlus.it/bollettini.php>).

Abstract

Based on morphological and molecular phylogenetic analyses, the new genus *Chrysomyca* is described for the species *C. perplexa* which shows a peculiar combination of features within the *Porothelaceae*: a mycenoid habit, a pileipellis structured as an ixocutis with some pileocystidioid elements, slightly amyloid spores and basidia, long lageniform to flagellate (flagelliform) cheilocystidia, abundant clamp-connections and sarcodimitic tissues (an English version of the article will soon be available, combined with n.107, on our website: <http://www.ameronlus.it/bollettini.php>).

Key words *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Marasmiaceae*, hydroid clade, *Gerronema*, *Phloeomana*, *Trogia*, nrITS, nrLSU, Phylogeny, Taxonomy

Introduzione

Durante un'indagine sui macromiceti del litorale di Castelfusano (Roma) sono stati rinvenuti su una ceppaia degradata di *Pinus pinea* L. alcuni basidiomi di una specie sconosciuta di habitus mycenoide contraddistinti da colorazioni giallastre sulle lamelle e sullo stipite. Il successivo esame microscopico ha potuto mettere in evidenza caratteri che non hanno permesso una sicura attribuzione generica su base tradizionale. Lo scopo di questo articolo è stato quindi di fornire una dettagliata descrizione macro- e microscopica della specie, corredata da immagini a colori, e di individuarne, su base molecolare, la posizione filogenetica.

Materiali & Metodi

Le annotazioni riguardanti la descrizione dei campioni raccolti (basidiomi freschi), dell'habitat e della pianta ad essi associata sono state effettuate sul luogo di raccolta.

I caratteri microscopici sono stati rilevati da materiale fresco e essiccato. Nel caso di materiale essiccato si è provveduto alla reidratazione con acqua (H₂O), Ammoniaca (NH₃) e Idrossido di potassio (KOH) al 5%. Per l'osservazione dei preparati è stato utilizzato anche il tampone alla Glicerina (L4).

L'osservazione delle strutture e le misure dei caratteri anatomici è stata effettuata tramite l'impiego di Rosso Congo ammoniacale (RCA) e Floxina 1%. Per l'osservazione del pigmento parietale e intracellulare si è fatto uso del Blu cotone in acido lattico (BCAL) e Blu di Toluidina (BDT). Il reagente di Melzer (M) è stato utilizzato per testare la reazione allo iodio delle spore e degli altri tessuti.

Le misure delle ife e delle spore sono state effettuate con obiettivi ad immersione 1000× muniti di un micrometro calibrato. Gli strumenti utilizzati sono stati un microscopio Zeiss Universal R trinoculare con Leitz Wetzlar e PL Fluotar Lens e Zeiss Axiolab A1, con obiettivi 5×, 10×, 40×, 50×, 60× e 100× ad immersione d'olio.

La misurazione delle spore è stata effettuata considerando, di volta in volta, tutte le spore presenti nel campo visivo del microscopio, in modo da soddisfare il principio della casualità. In particolare la dimensione sporale è stata rilevata, escludendo l'apicolo, tramite la misurazione di 32 basidiospore prelevate da più basidiomi. I valori sono stati dati come minimo-media-massimo, $Q = \text{lunghezza/larghezza}$ con valori minimo e massimo e $Q_m = \text{quoziente medio}$. Le abbreviazioni L ed l si riferiscono, rispettivamente, al numero totale di lamelle presenti nel basidioma ed al numero di lamellule comprese tra due lamelle. Le microfotografie sono state effettuate con fotocamere digitali Canon Powershot G10 e G11, mentre le fotografie degli esemplari freschi in habitat con fotocamere digitali Nikon D300 e D80.

I basidiomi della collezione esaminata sono stati depositati in MCVE.

Analisi molecolare

Il DNA è stato estratto seguendo il protocollo CTAB secondo DOYLE & DOYLE (1987). La regione nrITS è stata amplificata utilizzando i primers ITS1F (GARDES & BRUNS, 1993) e ITS4 (WHITE ET AL., 1990), mentre la regione nrLSU è stata amplificata con i primers LR0R e LR05 (VILGALYS & HESTER, 1990). Le sequenze ottenute sono state editate con Geneious v. 11.1.4 (KEARSE ET AL., 2012) e poi depositate in GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>). I numeri di accesso di GenBank sono presenti in FIG. 1. Il dataset utilizzato nelle analisi è stato approntato principalmente sulla base dei risultati presenti in YANG ET AL., 2012, DUTTA ET AL., 2017, LATHA ET AL., 2018, ANTONÍN ET AL., 2019, LIU ET AL., 2019, e dei risultati ottenuti in BLASTN. Come outgroup sono state usate le sequenze di *Gamundia leucophylla* (EU669424) e *Myxomphalina maura* (AF261378). L'allineamento è stato condotto con MAFFT v7.388 (KATO & TOH, 2008) e l'analisi di Maximum Likelihood è stata condotta con il software RAXML 8.2.7 (STAMATAKIS, 2006) utilizzando il modello GTR+G e 1000 repliche di bootstrap per la convalida statistica dei nodi dell'albero. Nell'albero sono indicati solo i valori di supporto dei nodi (bootstrap-MLB) maggiori o uguali a 50%.

TASSONOMIA

Chrysomyca Vizzini, Picillo, Perrone & Dovana, nov. gen.

MycoBank MB 832697

Etymology from the ancient Greek *chrysós* (gold) + *Mycena*, referring to the golden yellow tinges on lamellae and stipe of this mycenoid species.

DIAGNOSIS: Habit mycenoid to omphalinoid, with yellow tinges on lamellae and stipe, lamellae adnate to subdecurrent; spore deposit whitish; spores ellipsoid, thin-walled, smooth, acyanophilous, with iodine reactions; basidia clavate, amyloid at apex; subhymenium filamentous; hymenophoral trama regular; pleurocystidia absent; cheilocystidia abundant, in clusters, lageniform to flagelliform; pileipellis as an ixocutis; caulocystidia present, similar to cheilocystidia; clamp-connections present, sometimes of the medallion-type. Context sarcodimitic. Habitat on decayed wood.

TYPE SPECIES: *Chrysomyca perplexa*

Chrysomyca perplexa Picillo, Vizzini & Perrone, nov. sp. (Foto 1-31)

MycoBank MB 832698

Etymology the specific epithet is from the Latin adjective "perplexus" (unintelligible, intricate, inscrutable, ambiguous, obscure) and refers to the puzzling features of the species.

DIAGNOSIS: Pileus 7-13 mm broad, hemispheric to convex, often weakly depressed at centre, slightly undulate at margin, surface smooth, lubricous when wet, not hygrophanous, translucent-striate (pellucid) up to the centre, ochraceous-brownish at the centre, ochraceous at margin, at first covered by a dense whitish bloom which soon tends to disappear in mature specimens or due to rain. Lamellae adnate, sometimes with short decurrent tooth, spaced, up to 2 mm wide, intercalated with lamellulae,

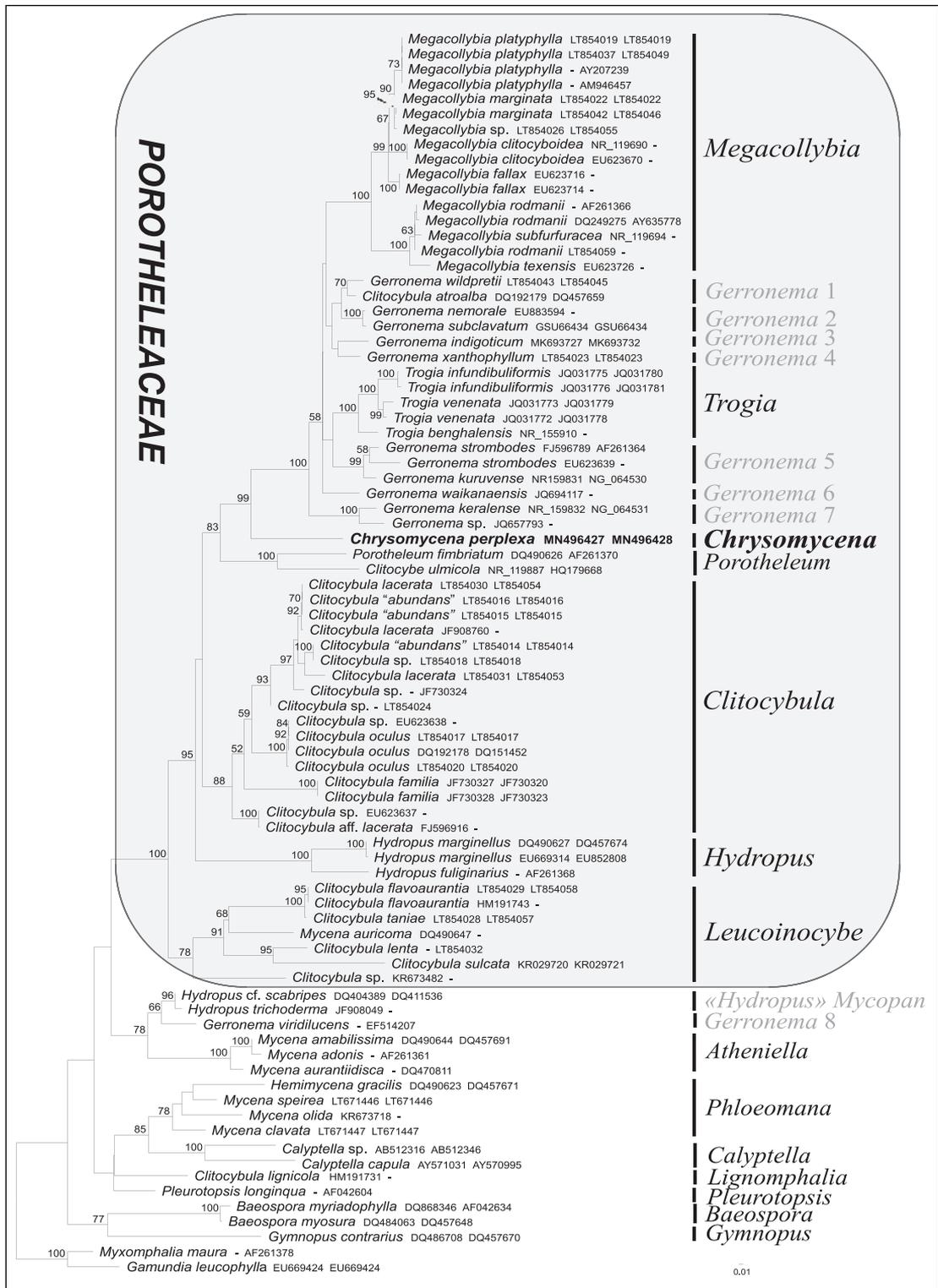


Figura 1 (albero). Analisi RAxML del dataset combinato nrITS/nrLSU(28S) delle *Porothelaceae*. Vengono mostrati solo i valori di MLB $\geq 50\%$. Complessivamente si è ottenuto un allineamento di 82 sequenze della lunghezza di 1954 posizioni.

$L = 15-20$, $l = 1-2(-3)$, first whitish, then yellowish with an entire to minutely crenulate, concolorous edge. Stipe $12-25 \times 2-3$ mm, central, cylindrical, slightly enlarged at the base, translucent, fistulose, bright golden-yellow, surface completely decorated with a dense whitish bloom, which gives it a fluffy appearance, with evident whitish mycelial residues (rhizomorphs) at the base. Context thin, fibrous, concolorous to the external surfaces, smell and taste indistinct. Spore deposit whitish. Spores $7-8.5-9.6 \times 5.2-6.1-7$ μm , $Q = 1.2-1.6$, $Q_m = 1.4$, broadly ellipsoid to ellipsoid, with large central guttula or even pluriguttulate, with rather pronounced apiculus, smooth, weakly amyloid, not dextrinoid, acyanophilic. Basidia $30.4-47.8 \times 6.1-9.6$ μm , long clavate, pluriguttulate, tetrasporic (also bisporic) with sterigmata up to 6.1 μm long, amyloid at the apex. Subhymenium filamentous, consisting of up to 3 μm wide hyphae. Cheilocystidia $23.5-90 \times 2.6-7.4$ μm , with a moderately thickened wall (0.4 μm), mostly grouped in clusters (tufts), of the lageniform type but with a characteristic very thin neck of varying length (in some cases up to 70 μm long), similar to a flagellum, but also lageniforms without flagellum, clavate, knobby stick shaped, bifurcate at the apex, diverticulate. Pleurocystidia absent. Hymenophoral trama regular, sarcodimitic. Stipe structure consisting of an outer layer of thin, intertwined, knotted, diverticulate hyphae, $\times 0.9-2.6(3.2)$ μm and an inner layer of cylindrical hyphae, swollen in the median part, with parallel pattern, $\times 7.8-13.6(18)$ μm , with a fairly thick wall ($0.4-0.8$ μm). Caulocystidia present, of shape and size comparable to that of cheilocystidia, $37.4-69.6 \times 4.3-7.8$ μm . Pileipellis sarcodimitic: suprapellis of the ixocutis type, gelified, with cylindrical, vesicular, utriform hyphae, with rounded apex, pointed, with a short beak or capitulum (in some cases pileocystidioid), restricted to the septa, with a fairly thick wall (0.8 μm) at the base of which no clamp-connections were observed, with terminal elements of $36.5-143 \times 14.8-34.8$ μm , and thinner, intertwined, knotted, diverticulate, bifurcate hyphae, with terminal elements of $61-78.3 \times 2.6-3.5$ μm ; a brownish mixed parietal and intracellular pigment is present. Subpellis similar to the suprapellis. Oleiferous hyphae uncommon but present in all tissues of the basidioma. Clamp-connections abundant, also of the medallion type, present at the base of the cheilocystidia and caulocystidia, as well as in the thin hyphae of the pileipellis, of the hymenophoral and stipe trama; infrequent at the base of basidia. Not observed elsewhere. Habitat gregarious on a decaying *Pinus pinea* wood in the Mediterranean area, in late autumn. So far known from only one station in Lazio.

HOLOTYPE: Italy, Lazio, Pineta di Castel Fusano urban park, Castel Fusano (RM), on a *Pinus pinea* stump, 20-12-2014, leg. B. Picillo & L. Perrone (MCVE 30184).

Pileo 7-13 mm, da emisferico a convesso con leggera depressione al disco, liscio, lubrico a tempo umido, non igrofano, margine intero, leggermente ondulato, striato per trasparenza fino al centro, di colore ocraceo al margine, ocraceo-brunastro al disco; superficie completamente ricoperta da una fitta pruina biancastra che tende a dissolversi negli esemplari maturi o per dilavamento.

Lamelle da adnate a brevemente decorrenti, spaziate, $L = 15-20$, $l = 1-2(-3)$ larghe fino a 2 mm, intercalate da lamellule, dapprima biancastre, poi giallastre con il filo concolore, da integro a leggermente crenulato.

Stipite $12-25 \times 2-3$ mm, centrale, cilindrico, leggermente allargato alla base, traslucido, fistoloso, giallo-dorato splendente, superficie completamente decorata da una fitta pruina biancastra, che gli conferisce un aspetto fioccoso, sono presenti evidenti residui miceliari biancastri (cordoni miceliari/rizomorfe) alla base.

Carne esigua, fibrosa, concolore alle superfici esterne. Odore e sapore nulli.

Sporata biancastra.

Spore (Foto 2) $7-8.5-9.6 \times 5.2-6.1-7$ μm , $Q = 1.2-1.6$, $Q_m = 1.4$, da largamente ellissoidali a ellissoidali, con grossa guttula centrale o anche pluriguttulate, lisce, con apicolo piuttosto pronunciato, non destrinoidi, debolmente amiloidi (Foto 3), acianofile (Foto 4).

Basidi (Foto 5) $30.4-47.8 \times 6.1-9.6$ μm , lungamente clavati, pluriguttulati, tetrasporici (anche bisporici) con sterigmi lunghi fino a 6.1 μm , amiloidi all'apice (Foto 6).

Cheilocistidi $23.5-90 \times 2.6-7.4$ μm , a parete discretamente spessa (0.4 μm), per lo più riuniti in ciuffi (clusters), di tipo lageniforme ma con un caratteristico collo molto sottile e di varia



Foto 1. *Chrysomyena perplexa*

Foto di Bernardo Picillo

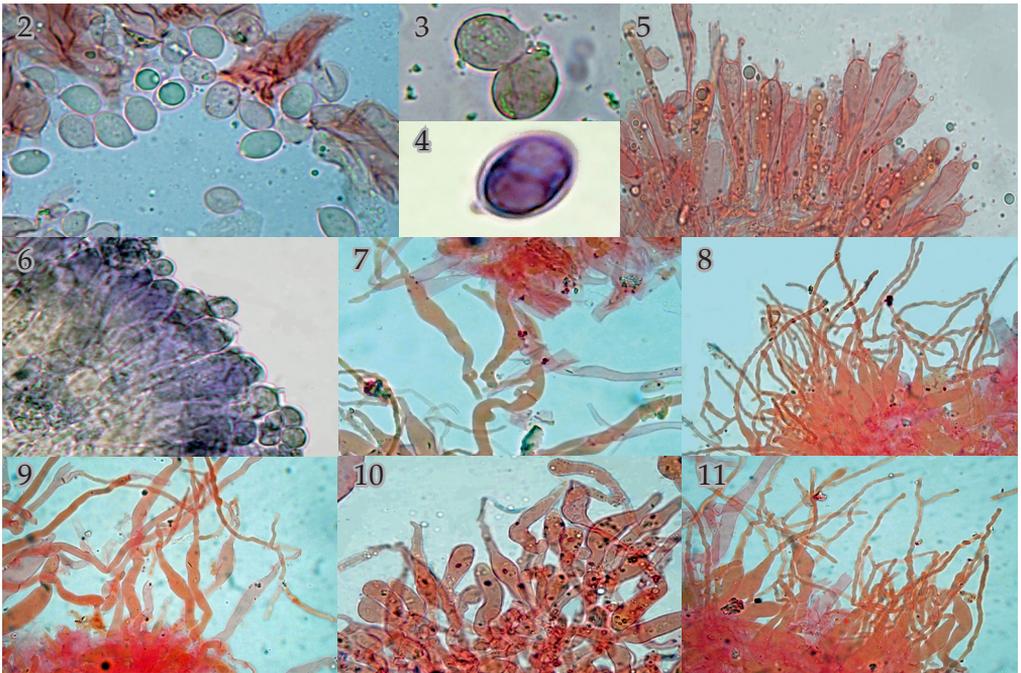


Foto 2. Spore (RCA); 3. Spore (M); 4. Spore (BCAL); 5. Basidi; 6. Imenio (M); 7. Cheilocistidi con giunti a fibbia (RCA); 8-9-10-11. Cheilocistidi (RCA).

Foto di Luigi Perrone e Bernardo Picillo

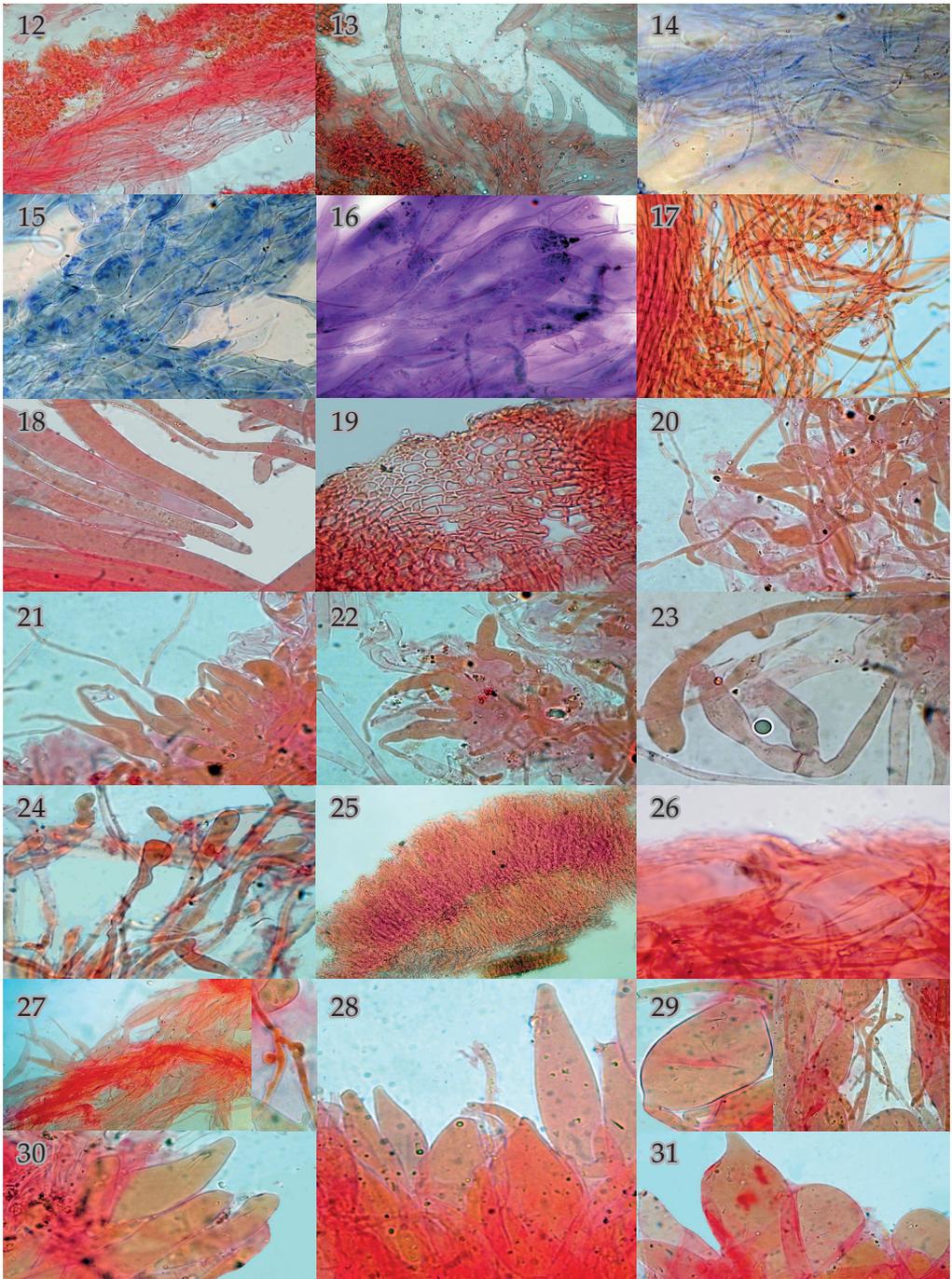


Foto 12. Inenio e subimienio (RCA); 13. Trama lamellare (RCA); 14-15-16. Trama lamellare pigmentata (BDT e BCAL); 17. Caulopellis (RCA); 18. Caulotrama (RCA); 19. Sezione trasversale del gambo (RCA); 20-21-22-23-24. Caulocistidi (RCA); 25. Pilepellis, sezione completa, senza pressione sul vetrino (RCA); 26. Suprapellis senza pressione s. v. (RCA); 27. Ife della suprapellis con giunti a fibbia dopo pressione s. v. (RCA); 28-29-30-31. Ife della suprapellis di varia morfologia dopo pressione s. v. (RCA).

Foto di Luigi Ferrone e Bernardo Picillo.

lunghezza (in alcuni casi lungo fino a 70 μm), simile ad un flagello, ma anche lageniformi senza flagello, clavati, claviforme-nodosi, biforcati alla sommità, diverticolati. (Foto 7-8-9-10-11).

Subimienio filamentoso, costituito da ife larghe fino a 3 μm (Foto 12).

Pleurocistidi assenti.

Trama lamellare sarcodimitica, costituita da ife molto variabili per dimensione e forma, a parete discretamente spessa (0,4-0,6 μm). Sono infatti presenti ife cilindriche, vescicolose, anche catenulate, utriforimi, con apice arrotondato, appuntito, ristrette ai setti, e ife più sottili, intrecciate, nodose, diverticolate, biforcate, con terminali 78-156,6 \times 3,5-63 μm . È presente un pigmento misto, parietale e intracellulare brunastro. (Foto 13-14-15-16).

Trama dello stipite costituita da uno strato esterno di ife sottili, intrecciate, nodose, diverticolate, \times 0,9-2,6(3,2) μm e uno strato interno di ife cilindriche, rigonfie nella parte mediana, ad andamento parallelo, \times 7,8-13,6(18) μm , a parete discretamente spessa (0,4-0,8 μm) (Foto 17-18-19).

Caulocistidi presenti, di forma e dimensione paragonabile a quella dei cheilocistidi, 37,4-69,6 \times 4,3-7,8 μm . (Foto 20-21-22-23-24).

Pileipellis sarcodimitica: suprapellis di tipo ixocutis, gelificata, con ife cilindriche, vescicolose, utriforimi, con apice arrotondato, appuntito, con breve becco o capitulo (in alcuni casi pileocistidioidi), ristrette ai setti, con parete discretamente spessa (0,8 μm) alla base delle quali non sono stati osservati giunti a fibbia, con terminali di 36,5-143 \times 14,8-34,8 μm , e ife più sottili, intrecciate, nodose, diverticolate, biforcate, con terminali di 61-78,3 \times 2,6-3,5. È presente un pigmento misto, parietale e intracellulare brunastro (Foto 25-26-27-28-29-30-31); subpellis simile alla suprapellis.

Ife oleifere non frequenti, ma presenti in tutti i tessuti del basidioma.

Unioni a fibbia numerosissime, anche a forma di medaglione, presenti alla base dei cheilocistidi e dei caulocistidi, nonché nelle ife sottili della pileipellis, della trama lamellare e della trama dello stipite. Infrequenti alla base dei basidi. Non osservati altrove. (Foto 7-17-23-27).

Habitat e raccolte effettuate Italia, Lazio, Pineta di Castel Fusano, parco urbano, gregario su un ceppo di *Pinus pinea* in disfacimento, in zona mediterranea, il 20.12.2014; *legit* B. Picillo & L. Perrone (MCVE 30184). Conosciuto in quella sola stazione.

Discussione

Il nuovo genere appartiene al cosiddetto hydropoid clade (/hydropoid). Questo clade è stato messo in evidenza la prima volta da MONCALVO ET AL. (2002), nella cui analisi basata sulle sequenze nrLSU era costituito da alcune specie di *Hydroporus* Kühner ex Singer, *Gerronema* Singer, *Megacollybia* Kotl. & Pouzar, *Clitocybula* (Singer) Singer ex Métrod e dal genere poroide/cifelloide *Porothelium* Fr. La medesima configurazione del clade era presente in BODENSTEINER ET AL. (2004). Nell'analisi multigenica di MATHENY (2006) l'hydropoid clade (parte del più ampio marasmioide clade) comprendeva anche *Henningsomyces candidus* (Pers.) Kuntze, alcune *Mycena* (Pers.) Roussel (*M. auricoma* Har. Takah., *M. amabilissima* (Peck) Sacc., *M. aurantiidisca* (Murrill) Murrill) e *Hydnopolyporus fimbriatus* (Cooke) D.A. Reid. *Calyptella capula* (Holmsk.) Quél. e due specie di *Trogia* Fr. (*T. infundibuliformis* Berk. & Broome e *T. venenata* Zhu L. Yang) appartenevano parimenti a questo clade nello studio di YANG ET AL. (2012). REDHEAD (2012, 2013, 2016a, b) incluse nel clade le specie dei generi mycenoidi *Atheniella* Redhead, Moncalvo, Vilgalys, Desjardin, B.A. Perry e *Phloeomana* Redhead. Infine ANTONÍN ET AL. (2019) pongono nell'hydropoid clade i nuovi generi *Leucoinocybe* Singer ex Antonín, Borovička, Holec & Kolařík (segregato da *Clitocybula*) e *Lignomphalia* Antonín, Borovička, Holec & Kolařík.

Per questo clade è possibile utilizzare il nome di *Porothelaceae* Murrill, mentre "*Trogiaceae*" Locq. è nom. inval. (Art. 39.1, Melbourne).

Porothelaceae fa parte del sottordine *Marasmiineae* Aime, Dentinger & Gaya come circoscritto su base filogenomica da DENTINGER ET AL. (2016) (= Marasmioide clade s. BINDER ET AL. 2010). Molti taxa in questa famiglia possiedono una struttura sarcodimitica nel senso di REDHEAD (1987).

Nella nostra analisi (FIG. 1) viene riconosciuta una famiglia *Porothelaceae* statisticamente ben sostenuta (MLB = 100%) solo quando costituita dai generi *Hydropus*, *Clitocybula*, *Leucoinocybe*, *Megacollybia*, *Porotheleum*, *Trogia* ed alcune specie di *Gerronema*. *Chrysomyцена* occupa nelle *Porothelaceae* una posizione indipendente ed è sister (MLB = 99%) ad un clade (MLB = 100%) formato da *Megacollybia*, *Trogia* ed alcune specie di *Gerronema*.

Il genere *Megacollybia* è caratterizzato da un habitus da collybioide a clitocyboide, una superficie pileica fibrillosa, abbondanti rizomorfe alla base dello stipite, una pileipellis da subimnidermica a subtricodermica (almeno al centro del pileo), spore non amiloidi, cheilocistidi ampiamente clavati (HUGHES ET AL., 2007; ANTONÍN ET AL., 2019), presenza di unioni a fibbia ed una struttura sarcodimitica dello stipite (REDHEAD, 1987). I generi filogeneticamente e morfologicamente più vicini sono *Gerronema* e *Trogia*.

Gerronema è un genere ad ampia distribuzione (SINGER 1964, 1970, 1986) con circa 130 nomi specifici (inclusi i sinonimi) riportati nel database di Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/>, ultimo accesso il 20/09/2019). Il genere fu proposto originariamente da SINGER (1951) per accogliere tre specie (*G. melanomphax* Singer, *G. elasticum* Singer e *G. depauperatum* Singer) raccolte nella provincia di Tucumán (Argentina tropicale) e caratterizzate da un portamento da omphalinoide a clitocyboide, stipite allungato, centrale o leggermente eccentrico, crescita su legno marcescente, trama lamellare irregolare/confusa, assenza di cistidi, spore non amiloidi, pigmento intracellulare, unioni a fibbia presenti o assenti. La definizione del genere è andata successivamente incontro a numerose rimodulazioni (es. SINGER, 1964, 1970, 1975, 1986; BIGELOW, 1970; CLÉMENÇON, 1982; REDHEAD 1986, 1987, 2002a, b; NORVELL ET AL., 1994). SINGER (1964-1986) aveva ampliato il concetto del genere trasferendovi alcune specie precedentemente incluse in *Omphalina* QuéL. BIGELOW (1970) considerò *Gerronema* sinonimo posteriore di *Omphalina*. Molti autori (CLÉMENÇON, 1982; MOSER, 1983; KUYPER, 1986; REDHEAD, 1986, 1987, 2002a, b; NORVELL ET AL., 1994; ANTONÍN ET AL., 2008) hanno ritenuto *Gerronema* sensu Singer (1964, 1975, 1986) come estremamente artificiale ed eterogeneo. In questo senso, già le prime analisi molecolari di LUTZONI (1997), MONCALVO ET AL. (2002) e REDHEAD (2002a, b), basate sullo studio dei geni ribosomali, suggerivano la polifileticità del genere *Gerronema* così come delimitato da Singer. NORVELL ET AL. (1994), a seguito degli studi di REDHEAD, 1986, 1987, limitò *Gerronema* alle sole specie lignicole, con spore a parete sottile, pileipellis in forma di cutis e con struttura sarcodimitica. Così delimitato *Gerronema* risulterebbe monofiletico negli studi di MONCALVO ET AL. (2002), ANTONÍN ET AL. (2008, 2019), YANG ET AL. (2012), LIU ET AL. (2019), le cui analisi però hanno preso in considerazione solo un numero estremamente limitato di specie e collezioni di *Gerronema* e/o di generi vicini. Le indagini in LATHA ET AL. (2018) e nel presente lavoro (FIG. 1), basate su un taxon sampling più ampio, indicherebbero uno status polifiletico anche per *Gerronema* s.s. nel senso di NORVELL ET AL. (1994).

Nel corso degli anni, alcune specie di *Gerronema* sensu SINGER (1951, 1964) sono state inserite nei generi *Blasiphalia* Redhead, *Cantharellopsis* Kuyper, *Chrysomphalina* Cléménçon, *Haasiella* Kotl. & Pouzar, *Contumyces* Redhead, Moncalvo, Vilgalys & Lutzoni, *Gyroxylus* Raithehl. (= *Sphagnomphalia* Redhead, Moncalvo, Vilgalys & Lutzoni), *Lichenomphalia* Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys, *Loreleia* Redhead, Moncalvo, Vilgalys & Lutzoni e *Rickenella* Raithehl. (KOTLÁBA & POUZAR, 1966; CLÉMENÇON, 1982; KUYPER, 1986; REDHEAD, 2002a, b).

Il genere *Trogia*, stabilito da FRIES (1835) con la specie indiana *Trogia montagnei* come tipo, comprende specie generalmente lignicole con basidiomi da clitocyboidi a omphalinoidi di consistenza tenace e reviviscenti *in situ* (KUMAR & MANIMOHAN, 2009; YANG ET AL., 2012). CORNER (1966) autore del primo lavoro monografico sul genere, ne adottò un concetto molto ampio, riconoscendovi 56 specie accomunate solo dal possedere una struttura sarcodimitica. Questo concetto allargato di *Trogia* fu molto criticato da SINGER (1986), ritenendo che Corner avesse troppo enfatizzato l'importanza della struttura sarcodimitica; limitò il genere a sole tre specie contraddistinte da basidiomi reviviscenti, lamelle strette e spesso forcate, trama lamellare intricata e pileipellis tricodermica e distribuì le altre in *Gerronema*, *Hemimycena* Singer, *Hydropus* e *Mycena* (Pers.) Roussel. REDHEAD (1987), in uno studio atto a comprendere il valore

tassonomico della presenza di tessuti sarcodimitici nei basidiomi delle *Agaricales*, enfatizzò l'importanza di questo carattere, ma invece di accorpate tutti i taxa dotati di tessuti sarcodimitici in un solo genere (*Trogia*) come fatto da Corner (1966), riconobbe più generi che inserì nella famiglia *Xerulaceae* Jülich (ora *Physalacriaceae* Corner *partim*). Nella monografia del 1991 Corner riconfermò inalterata la sua definizione di *Trogia* del 1966, riconoscendo 90 specie per l'Asia, Australasia e neotropici. Nel senso di Singer (1986) *Trogia* sembra essere un buon genere monofiletico (WILSON & DESJARDIN, 2005; YANG ET AL., 2012; DUTTA ET AL., 2017; ANTONÍN ET AL., 2019; Fig. 1 del presente lavoro) anche se *T. montagnei*, specie tipo del genere, non è mai stata sequenziata [l'holotypus risulta non rintracciabile (CORNER, 1991; WILSON & DESJARDIN, 2005)].

Il genere *Hydropus* basato su *Agaricus plexipes* b *fuliginaria* Batsch 1783 contiene specie da mycenoidi, omphalinoidi a collybioidi con spore amiloidi o inamiloidi e una pileipellis generalmente almeno in parte subimieniforme e/o dotata di pileocistidi ventricosi/rigonfi (SINGER 1982, 1986; HAUSKNECHT ET AL., 1997; CONTU & ROBICH, 1998; BAS, 1999; ESTEVE-RAVENTÓS ET AL., 2002). Il genere non è monofiletico (vedi ad es. MONCALVO, 2002; ANTONÍN ET AL., 2019; nostra analisi in FIG. 1) ed il genere *Mycopan* Redhead, Moncalvo, Vilgalys è stato recentemente stabilito per *Prunulus scabripes* Murrill 1916 (REDHEAD, 2013).

Tra i generi simili a *Chrysomyca* vicini alle *Porotheleaceae* (FIG. 1), *Phloeomana*, stabilito da REDHEAD (2013) (specie tipo *Agaricus speireus* Fr. 1815) e corrispondente alle specie in *Mycena*, sez. *Hiemales* Konrad & Maubl. (HOLEC & KOLAŘÍK, 2017), include specie con basidiomi micenoidi grigio-brunastri, crescenti su corteccia e legno morto, lamelle adnate, decorrenti con dentino, spore non amiloidi, cheilocistidi di forma poco differente da quella dei basidi ed ife della pileipellis con digitazioni ramificate (MAAS GEESTERANUS, 1992; RONIKIER & ARONSEN, 2007; REDHEAD, 2013; Aronsen & Læssøe, 2016; ROBICH, 2016; HOLEC & KOLAŘÍK, 2017). *Atheniella* Redhead, Moncalvo, Vilgalys, Desjardin, B.A. Perry (specie tipo *Agaricus adonis* Bull. 1793), corrispondente all'*adonis* clade di MONCALVO ET AL., (2002) e a *Mycena*, sez. *Adonideae* (Fr.) Quél., è un genere costituito da specie mycenoidi con pileo colorato vivacemente di rosso, arancione, giallo o bianco, lamelle ascendenti o adnate, spore inamiloidi, cheilocistidi e pleurocistidi generalmente fusiformi ed elementi della pileipellis dotati di diverticoli semplici o ramificati (MAAS GEESTERANUS, 1992; REDHEAD, 2012; ARONSEN & LÆSSØE, 2016; ROBICH, 2016).

Tra i generi mycenoidi-omphalinoidi appartenenti ad altre famiglie, morfologicamente il più vicino è *Chrysomphalina* (specie tipo *Agaricus chrysophyllus* Fr. 1821), che appartiene filogeneticamente alle *Hygrophoraceae* (MONCALVO ET AL., 2002; MATHENY ET AL., 2006; VIZZINI ET AL., 2012; LODGE ET AL., 2014) e che si distingue per la presenza di pigmenti carotenoidi, un imenio pachipodiale, una struttura monomitica, l'assenza di unioni a fibbia e per i cistidi imeniali poco differenziati (CLÉMENÇON, 1982; NORVELL ET AL., 1994; LODGE ET AL., 2014).

Indirizzo degli Autori

ALFREDO VIZZINI

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi,

Via Mattioli 25, 10125, Torino (Italia).

E-mail: alfredo.vizzini@unito.it

BERNARDO PICILLO

Via Roma 139- 81017 Sant'Angelo d'Alife (CE- Italia).

E-mail: nando.picillo@gmail.com

LUIGI PERRONE

Via Mosca 71, 00142 Roma (Italia).

E-mail: gigiper40@gmail.com

FRANCESCO DOVANA

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,

Viale P.A. Mattioli 25, 10125 Torino (Italia).

E-mail: francesco.dovana@unito.it

Bibliografía

- ANTONÍN, V., RYOO R. & SHIN H.D. – 2008: *Gerronema nemorale* (Basidiomycota, Agaricomycetes): *anatomical-morphological, cultivational, enzymatic and molecular characteristics and its first records in the Republic of Korea*. Czech Mycology 60: 197-212.
- ANTONÍN V., BOROVÍČKA J., HOLEC J., PILTAVER A. & KOLAŘÍK M. – 2019: *Taxonomic update of Clitocybula sensu lato with a new generic classification*. Fungal Biology 123(6): 431-447.
- ARONSEN A. & LÆSSØE T. – 2016: *The genus Mycena s.l. Fungi of northern Europe vol. 5*. Narayana press, Gylling.
- BAS C. – 1999: 8. *Hydropus (Kühner) ex Singer*. In: Bas C., Kuyper T.W., Noordeloos M.E. & Vellinga E.C. *Flora Agaricina Neerlandica*. Rotterdam, A. A. Balkema: 166-172.
- BIGELOW H.E. – 1970: *Omphalina in North America*. Mycologia 62: 1-32.
- BINDER M., LARSSON K.H., MATHENY P.B. & HIBBETT D.S. – 2010: *Amylocorticiales ord. nov. and Jaapiales ord. nov.: early diverging clades of agaricomycetidae dominated by corticioid forms*. Mycologia 201: 865-880.
- BODENSTEINER P., BINDER M., MONCALVO J.M., AGERER R. & HIBBETT D.S. – 2004: *Phylogenetic relationships of cyphelloid homobasidiomycetes*. Molecular Phylogenetics and Evolution 33 (2): 501-515.
- BON M. – 1997: *Tricholomataceae (2e partie). Genres: Clitocybe, Armillaria, Lepista, Ripartites, Omphalina, Gerronema, Rickenella, Chrysomphalina, Haasiella, Gamundia, Omphaliaster, Cantarellula, Pseudoomphalina, Clitocybula, Pseudoclitocybe, Myxomphalia, Fayodia*. Flore Mycologique d'Europe n° 4. Documents Mycologiques Mémoires Hors-Série 4: 1-181.
- CLÉMENÇON H. – 1982: *Kompendium der Blätterpilze. Europäische omphalinoide Tricholomataceae*. Zeitschrift für Mykologie 48: 195-237.
- CONTU M. & ROBICH G. – 1998: *Hydropus liciosae spec. nov., con chiave per la determinazione delle specie del genere Hydropus in Europa*. Rivista di Micologia 41(2): 109-118.
- COOPER J.A. – 2014: *New species and combinations of some New Zealand agarics belonging to Clitopilus, Lyophyllum, Gerhardtia, Clitocybe, Hydngium, Mycena, Rhodocollybia and Gerronema*. Mycosphere 5(2): 263-288.
- COOPER A.C., DESJARDIN D.E. & PERRY B.A. – 2018: *The genus Mycena (Basidiomycota, Agaricales, Mycenaceae) and allied genera from Republic of São Tomé and Príncipe, West Africa*. Phytotaxa 383(1): 1-47.
- CORNER E.J.H. – 1966: *A monograph of cantharelloid fungi*. Oxford University Press, Oxford.
- CORNER E.J.H. – 1991: *Trogia (Basidiomycetes)*. The Gardens' bulletin, Singapore, Suppl 2: 1-100.
- DENTINGER B.T.M., GAYA E., O'BRIEN H., SUZ L.M., LACHLAN R., DÍAZ-VALDERRAMA J.R., KOCH R.A. & AIME M.C. – 2016: *Tales from the crypt: genome mining from fungarium specimens improves resolution of the mushroom tree of life*. Biological Journal of the Linnean Society 117: 11-32.
- DOYLE J.J. & DOYLE J.L. – 1987: *A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf material*. Phytochemical Bulletin 19: 11-15.
- DUTTA A.-K., NANDI S., TARAFDER E., SIKDER R., ROY A. & ACHARYA K. – 2017: *Trogia benghalensis (Marasmiaceae, Basidiomycota), a new species from India*. Phytotaxa 331(2): 273-280.
- DUTTA A.R., ANTONÍN A., BARUI R. & ACHARYA K. – 2017: *A new species of Clitocybula (Marasmiaceae) from West Bengal, India*. Nova Hedwigia 107 (1-2): 195-203.
- ESTEVE-RAVENTÓS F., VILLARREAL M. & HEYKOOP M. – 2002: *Hydropus paradoxus var. xerophyticus and a key to the taxa known from Europe*. Persoonia 17 (4): 631-635.
- FRIES E.M. – 1818: *Observationes mycologicae*. Gerh. Bonnier, Copenhagen, 372 pp.
- FRIES E.M. – 1836[1835]: *Corpus Florarum provincialium suecicae I*. Floram Scanicam: 1-349.
- GARDES M. & BRUNS T.D. – 1993: *ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes application to the identification of mycorrhizae and rusts*. Molecular Ecology 2: 113-118.
- HAUSKNECHT A., KRISAI-GREILHUBER I. & KLOFAC W. – 1997: *Die Gattung Hydropus in Österreich*. Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde 6: 181-210.

- HOLEC J. & KOLAŘÍK M. – 2017: *First report of Mycena clavata* (Fungi, Agaricales) in the Czech Republic including notes on its taxonomy, phylogenetic position and ecology. *Czech Mycology* 69(1): 1-14.
- HUGHES K.W., PETERSEN R.H., MATA J.L., PSURTSEVA N.V., KOVALENKO A.E., MOROZOVA O.V., LICKEY E.B., CIFUENTES BLANCO J., LEWIS D.P., NAGASAWA E., HALLING R.E., TAKEHASHI S., AIME M.C., BAU T. & HENKEL T. – 2007: *Megacollybia* (Agaricales). *Reports of the Tottori Mycological Institute* 45: 1-57.
- KATO H. & TOH H. – 2008: *Recent developments in the MAFFT multiple sequence alignment program*. *Briefings in Bioinformatics* 9: 286-298.
- KEARSE M., MOIR R., WILSON A., STONES-HAVAS S., CHEUNG M., STURROCK S., BUXTON S., COOPER A., MARKOWITZ S., DURAN C., THIERER T., ASHTON B., MEINTJES P. & DRUMMOND A. – 2012: *Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data*. *Bioinformatics* 28: 1647-1649.
- KOTLÁBA F. & POUZAR Z. – 1966: *Haasiella, a new Agaric genus and H. splendidissima sp. nov.* *Ceská Mykologie* 20(3): 135-140.
- KUMAR T.K.A. & MANIMOHAN P. – 2009: *Rediscovery of Trogia cyanea and record of T. infundibuliformis* (Marasmiaceae, Agaricales) from Kerala State, India. *Mycotaxon* 109: 429-436.
- KUYPER T.W. – 1986: *Generic delimitation in European omphalinoid Tricholomataceae*. *Atti del Centro Studi per la Flora Mediterranea (Borgo Val di Taro, Italy)* 6: 83-104.
- LATHA K.P.D., RAJ K.N.A., SHARAFUDHEEN S.A. & MANIMOHAN P. – 2015: *Clitocybula sulcata—a new species from India*. *Phytotaxa* 208(1): 63–69.
- LATHA K.P.D., NANU S., SHARAFUDHEEN S.A. & MANIMOHAN P. – 2018: *Two new species of Gertonema* (Agaricales, Basidiomycota) from Kerala State, India. *Phytotaxa* 364(1): 81-91.
- LIU L.-N., MOU G.-F. & BAU T. – 2019: *A new Gertonema species with striking colours from China*. *Phytotaxa* 405(2): 74-82.
- LODGE D.J., PADAMSEE M., MATHENY P.B., AIME M.C., CANTRELL S.A., BOERTMANN D., KOVALENKO A., VIZZINI A., DENTINGER B.T.M., KIRK P.M., AINSWORTH A.M., MONCALVO J.M., VILGALYS R., LARSSON E., LÜCKING R., GRIFFITH G.W., SMITH M.E., NORVELL L.L., DESJARDIN D.E., REDHEAD S.A., OVREBO C.L., LICKEY E.B., ERCOLE E., HUGHES K.W., COURTECUISSE R., YOUNG, A., BINDER M., MINNIS A.M., LINDNER D.L., ORTIZ-SANTANA B., HAIGHT J., LÆSSØE T., BARONI T.J., GEML J. & HATTORI T. – 2014: *Molecular phylogeny, morphology, pigment chemistry and ecology in Hygrophoraceae* (Agaricales). *Fungal Diversity* 64: 1-99.
- LUTZONI F.M. – 1997: *Phylogeny of lichen- and non-lichen-forming omphalinoid mushrooms and the utility of testing for combinability among multiple data sets*. *Systematic Biology* 46(3): 373-406.
- MAAS GEESTERANUS R.A. – 1992: *Mycenas of the Northern Hemisphere, vol. 1: Studies in Mycenas and other papers; vol. 2. Conspectus of the Mycenas of the Northern Hemisphere*. North-Holland, Amsterdam.
- MATHENY P.B., CURTIS J.M., HOFSTETTER V., AIME M.C., MONCALVO J.M., GE Z.W., SLOT J.C., AMMIRATI J.F., BARONI T.J., BOUGHER N.L., HUGHES K.W., LODGE D.J., KERRIGAN R.W., SEIDL M.T., AANEN D.K., DENITIS M., DANIELE G.M., DESJARDIN D.E., KROPP B.R., NORVELL L.L., PARKER A., VELLINGA E.C., VILGALYS R. & HIBBETT D.S. – 2006: *Major clades of Agaricales: a multilocus phylogenetic overview*. *Mycologia* 98(6): 982-995.
- MÉTROD G. – 1952: *Les Collybies*. *Revue de Mycologie* 17: 60-93.
- MONCALVO J.M., VILGALYS R., REDHEAD S.A., JOHNSON J.E., JAMES T.Y., AIME M.C., HOFSTETTER V., VERDUIN S.J.W., LARSSON E., BARONI T.J., THORN R.G., JACOBSSON S., CLEMENCON H. & MILLER JR. O.K. – 2002: *One hundred and seventeen clades of eu-agarics*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 23: 357-400.
- MOSER M. – 1983: *Keys to Agarics and Boleti* (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). Roger Phillips, London, 535 pp.
- NORVELL L.L., REDHEAD S.A. & AMMIRATI J.F. – 1994: *Omphalina sensu lato in North America 1–2. 1: Omphalina wynniae and the genus Chrysomphalina, 2: Omphalina sensu Bigelow*. *Mycotaxon* 50: 379-407.
- REDHEAD S.A. – 1986: *Mycological observations: 17–20. Nomenclatural notes on some omphalioid genera in Canada: Chrysomphalina, Rickenella, Gertonema, Omphalina*. *Acta Mycologica Sinica* 1: 297-304.

- REDHEAD S.A. – 1987: *The Xerulaceae (Basidiomycetes), a family with sarcodimitic tissues*. Canadian Journal of Botany 65: 1551-1562.
- REDHEAD S.A. – 2012: *Nomenclatural novelties*. Index Fungorum 14: 1.
- REDHEAD S.A. – 2013: *Nomenclatural novelties*. Index Fungorum 15: 1-2.
- REDHEAD S.A. – 2016a: *Nomenclatural novelties*. Index Fungorum 290: 1.
- REDHEAD S.A. – 2016b: *Nomenclatural novelties*. Index Fungorum 291: 1.
- REDHEAD S.A., MONCALVO J.-M., VILGALYS R. & LUTZONI F. – 2002a: *Phylogeny of agarics: Partial systematics solutions for bryophilous omphalinoid agarics outside of the Agaricales (Euagarics)*. Mycotaxon 82: 151-168.
- REDHEAD S.A., LUTZONI F., MONCALVO J.M. & VILGALYS R. – 2002b: *Phylogeny of agarics: partial systematics solutions for core omphalinoid genera in the Agaricales (Euagarics)*. Mycotaxon 83: 19-57.
- ROBICH G. – 2016: *Mycena d'Europa, Vol. 2*. Associazione Micologica Bresadola, Trento.
- RONIKIER A. & ARONSEN A. – 2007: *Type study of Mycena phaeophylla reveals its conspecificity with M. clavata*. Mycologia 99: 924-935.
- SINGER R. – 1951: *New genera of fungi V*. Mycologia 43: 598-604.
- SINGER R. – 1964: *Die Gattung Gerronema*. Nova Hedwigia 7: 53-92.
- SINGER R. – 1970: *Omphalinae (Clitocybeae – Tricholomataceae, Basidiomycetes)*. Flora Neotropica, 3: 1-84.
- SINGER R. – 1982: *Hydropus (Basidiomycetes – Tricholomataceae – Mycenaceae)*. Flora Neotropica, 32: 1-152.
- SINGER R. – 1986: *The Agaricales in modern taxonomy. 4th edition*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 981 pp.
- STAMATAKIS A. – 2006: *RAxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models*. Bioinformatics 22: 2688-2690.
- VILGALYS R. & HESTER M. – 1990: *Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several Cryptococcus species*. Journal of Bacteriology 172: 4238-4246.
- VIZZINI A., CONSIGLIO G., SETTI L. & ERCOLE E – 2012 [2011]: *The phylogenetic position of Haasiella (Basidiomycota, Agaricomycetes) and the relationship between H. venustissima and H. splendidissima*. Mycologia 104: 777-784.
- WHITE T.J., BRUNS T., LEE S.S. & TAYLOR J. – 1990: *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. In: Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J. & White T.J. (Eds.) - *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, New York, pp. 315-322.
- WILSON A.W. & DESJARDIN D.E. – 2005: *Phylogenetic relationships in the gymnopoid and marasmioid fungi (Basidiomycetes, euagarics clade)*. Mycologia 97: 667-679.
- YANG Z.L., LI Y.C., TANG L.P., SHI G.Q. & ZENG G. – 2012: *Trogia venenata (Agaricales), a novel poisonous species which has caused hundreds of deaths in southwestern China*. Mycological Progress 11(4): 937-945.

Siti consultati

<http://www.indexfungorum.org/>, ultimo accesso il 20/09/2019.

IL GENERE *XEROCOMUS* QUÉL.

A cura di Giovanni Segneri

Come accennato nel precedente articolo sul genere *Xerocomus*, gli anni 90 dello scorso secolo costituiscono una specie di spartiacque, poiché segnano il momento del passaggio dalla micologia tradizionale al nuovo modo, molto innovativo, di fare ricerca scientifica. In quegli anni iniziarono a concludersi gli studi scientifici condotti tramite il microscopio elettronico a scansione (SEM), che hanno interessato anche alcune specie di *Xerocomus*. I diversi lavori pubblicati mettono in risalto, tra l'altro, che la superficie esterna delle spore non presenta un carattere omogeneo, alcune mostrano la parete liscia, altre hanno delle striature longitudinali in rilievo ed altre ancora presentano una particolare ornamentazione definita "venosa" o a "bacilli". Queste scoperte, pubblicate fra il 1988 ed il 1997 da vari autori (tra i quali lo studioso olandese OOLBEKKINK, 1991 e BINDER & FISHER, 1997), offrono una visione innovativa e molto interessante sugli *Xerocomus* e si pensa che possano avere una certa influenza sulla riorganizzazione sistematica del genere. Purtroppo invece tutto ciò non porterà a nessuna novità in tale campo. Vengono pubblicate quattro nuove specie di *Boletaceae*. La prima, nel 1991, col binomio di *Boletus bubalinus* Oolbekkink & Duin, specie che tratterò nella rubrica, la seconda, nel 1992, *Xerocomus erubescens* Cadinanos & Munoz, rinvenuta nel nord della penisola iberica (di questa entità ne parlerò nella nota a calce di *Boletus bubalinus*), la terza in Germania, nel 1996, *Xerocomus spadiceomaculans* H. Engel & W. Hartl (vedi la nota a commento di *X. badius*), infine la quarta, nel 1999, *Boletellus fennicus* Harmaja, rinvenuta in Finlandia (questa quarta specie, attualmente conosciuta con ampio consenso col binomio di *Xerocomellus fennicus* (Harmaja) Šutara, ancora non è stata raccolta in Italia, pertanto mi asterrò dal trattarla).

Nei primi anni del 2000 possiamo, poi, osservare il consolidamento di due correnti di pensiero diverse tra loro, ma che ambedue condividono l'opinione che nel genere *Xerocomus* convivono specie con caratteri fra di loro disomogenei. La prima ritiene che questa difformità possa essere gestita all'interno del genere con opportuni accorgimenti sistematici e che non sia difficile individuare e separare in piccoli sottogruppi, talora monospecifici, le varie specie del genere. La seconda propone il superamento del genere *Xerocomus* e sente la necessità di riorganizzare queste entità in modo completamente innovativo.

Nel medesimo periodo, anche gli studi condotti con tecniche tradizionali, che ha visto collaborare tra di loro molti specialisti europei con scambio e confronto di dati, approdano a risultati concreti. Molte specie possono essere determinate anche sul campo in modo completo, altre vengono distinte tramite l'osservazione delle spore al microscopio ottico, in quanto presentano una caratteristica striatura sulla superficie delle spore stesse (occorre uno strumento dotato di ottica eccellente). Nel 2003 viene pubblicata una nuova specie, *Xerocomus cisalpinus* Simonini, H. Ladurner & Peintner (vedi scheda descrittiva nel precedente numero della rivista). In questo periodo si riescono a conseguire risultati importanti mettendo insieme i dati sulla ornamentazione delle spore con gli elementi anatomici microscopici individuati ed acquisiti in anni di studio. Questi caratteri riguardano la cuticola, i tessuti del gambo e dei tuboli. Infine la scoperta di una particolare reazione positiva ai reagenti iodati (Melzer) delle ife alla base del gambo ha permesso di delimitare un ristretto gruppo di entità. Le ife interessate da questa durevole reazione sono denominate "*pruinatus-hyphae*". Esse sono state osservate in *X. pruinatus* (Fr. & Hök) Šutara in maniera costante e rappresentano un buon carattere differenziale rispetto a *X. chrysenteron* (Bull.) Šutara, entità con la quale il primo potrebbe essere confuso. Questi lavori pubblicati a ridosso dell'anno 2000 oltre a portare chiarezza permettono di eliminare alcuni errori di determinazione che venivano fatti anche nella nostra regione.

Per esempio: gli esemplari di *X. subtomentosus* (Fr.) Quél. con la cuticola di colore bruno rugginoso venivano spesso identificati come *X. ferrugineus* (Schaeff.) Alessio o gli *Xerocomus* che presentavano una cuticola screpolata, la quale mostrava un fondo di colore rosa-rossastro, venivano interpretati come *X. chrysenteron*. Ebbene *X. ferrugineus* e *X. chrysenteron* dovrebbero essere assenti nella nostra regione e quindi non saranno trattati in questa sede. Nello stesso periodo alcuni autori nei loro lavori considerano come collocabili nel genere *Xerocomus* alcune entità appartenenti ad altri generi. Esse sono *Boletus depilatus* Redeuilh, *Boletus impolitus* Fr. e *Phylloporus pelletieri* (Lév.) Quél. (vedi, BINDER & BESL., 2000; LADURNER E SIMONINI, 2003). Nella presente rubrica le tratterò come *Xerocomus*.

Ma ora veniamo al punto. In questo numero parlerò di altre quattro specie, oggi escluse dal genere *Xerocomus*, due con carne bianca, *Xerocomus moravicus* (Vaček) Herink e *Xerocomus badius* (Fr.) E.-J. Gilbert, una terza, *Xerocomus pelletieri* (Lév.) Bresinsky & Manfr. Binder, a struttura xerocomoide e avente un imenoforo a lamelle e una quarta, *Xerocomus pruinatus* (Fr. & Hok) Quél., che possiede, diversamente dalle altre, un aspetto morfologico tipico del genere.

Xerocomus badius (Fr.) E.-J. Gilbert

Cappello fino a 18 cm di diametro, talvolta anche 20 cm, convesso nei giovani, poi appianato, carnoso; cuticola asciutta, non asportabile, vellutata nei giovani esemplari, lucente col tempo secco, con l'invecchiamento o con tempo umido distintamente vischiosa, colore bruno nocciola, bruno castano-rossastro, bruno-ocraceo, bruno-olivastro.

Tuboli mediamente lunghi, adnati, o appena decorrenti, bianchi, poi bianco crema, infine verde olivastro, viranti al blu al taglio o se contusi; pori piccoli, rotondi nel giovane, poligonali a maturità, dello stesso colore dei tuboli, viranti al blu se contusi.



Xerocomus badius

Foto di Giovanni Segneri

Gambo pieno, duro, fibroso, generalmente cilindrico, talvolta ventricoso, da corto a slanciato, sovente ricurvo, asciutto, liscio, colore da giallo pallido a giallo brunastro, ricoperto da fibrille più scure, più chiaro nella parte alta.

Carne soda, compatta, molle negli esemplari maturi, fibrosa nel gambo, bianca, giallastra al di sopra dei tuboli, brunastra alla base del gambo, virante al blu, soprattutto al di sopra dei tuboli. Odore debole, gradevole. Sapore mite.

Commestibilità commestibile.

Habitat nei boschi di latifoglia e di conifera.

Questa specie non è molto comune nel Lazio dove mostra di crescere in pochissimi luoghi ben delimitati, sia prima che dopo l'estate. Conosciuto con il nome popolare di "Boletto baio", è considerato un buon commestibile, ma nel caso è opportuno eliminare il gambo perché fibroso. All'interno del genere che sto trattando, occupa una posizione ben distinta a causa della superficie del cappello viscida, soprattutto con tempo umido ed in vecchiaia e per il diametro dei pori molto ridotto. Per questi caratteri e per la carne bianca che vira molto lentamente al blu al taglio, in modo più marcato sopra i tuboli, è facile distinguerlo dalle altre specie. Possiede un aspetto robusto, carnoso, che ricorda quello dei porcini, ma da questi si differenzia facilmente per l'assenza del reticolo sul gambo e per la carne virante. Nel 1996 è stata pubblicata in Europa una nuova specie, *Xerocomus spadiceomaculans* H. Engel & W. Härtl, morfologicamente simile alla specie qui descritta. Personalmente non conosco questa nuova specie e neppure sono in possesso di informazioni che ne documentino la presenza nel Lazio. Dovrebbe differire da *X. badius* per l'assenza di colori gialli sull'imenoforo, sul gambo e nella carne. *X. badius* rappresenta una di quelle specie più discusse nel tempo, chi la voleva dentro e chi la voleva fuori da questo genere. Nel 2014, a seguito di studi molecolari, Alfredo Vizzini ha inserito *X. badius* nel genere *Imleria*, attualmente, con consenso unanime, il nome corrente della specie è *Imleria badia* (Fr.) Vizzini.

Xerocomus moravicus (Vaček) Herink

Cappello fino a 8 cm di diametro, emisferico nei giovani, poi appianato, margine sovente, carnoso; cuticola asciutta, non asportabile, vellutata, screpolata o areolata soprattutto verso il centro, colore da giallo ocra a bruno-rossastro, spesso con sfumature albicocca.

Tuboli mediamente lunghi, adnati, giallo-ocra pallido, poi giallo cuoio, immutabili al taglio ed alla contusione; pori piccoli rotondi nel giovane, poi appena più ampi e leggermente angolosi, dello stesso colore dei tuboli, bruno aranciato in vecchiaia, immutabili al taglio o se contusi.

Gambo pieno, ventricoso fusiforme, solitamente ingrossato nella zona mediana, base molto affusolata, quasi appuntita, concolore al cappello.

Carne soda, compatta, fibrosa nel gambo, da bianco-ocrea a crema-beige, immutabile al taglio ed alla contusione. Odore fruttato, gradevole. Sapore mite, dolce.

Commestibilità buon commestibile

Habitat nei boschi di latifoglia.

È una specie di media grandezza a carne bianca, immutabile al taglio ed alla contusione, con gambo a base tipicamente affusolata, quasi appuntita. Predilige ambienti caldi ed asciutti, preferibilmente di quercia con crescita estiva. È poco comune, fedele al luogo di crescita, non dovrebbe essere difficile riconoscerla. In alcuni paesi europei viene considerata una specie vulnerabile ed è stata inserita in alcune Liste rosse; nella Repubblica ceca è considerata in serio pericolo di estinzione. Anche questa specie ha posto seri problemi sulla scelta della corretta denominazione. Nel recente passato (fino al 2000) venivano descritte e pubblicate due specie

morfologicamente molto simili, la prima era *Xerocomus leonis* (D.A. Reid) Bon, la seconda *Xerocomus moravicus* (Vaček) Herink. Soltanto nei primi anni del 2000, con ampio consenso, è stata accettata la sinonimia fra le due specie, quindi la denominazione corretta è quella utilizzata per titolare questa scheda perché prioritaria. Nel 2010, però, Wolfgang Klofac ha trasferito questa entità in un altro genere, pertanto il nome più corretto attualmente è *Aureoboletus moravicus* (Vaček) Klofac.

Xerocomus pelletieri (Lév.) Bresinsky & Manfr. Binder

Cappello fino a 10 cm di diametro, emisferico, guancialiforme, poi appianato, talvolta leggermente depresso al centro; superficie asciutta, tomentosa, cuticola non asportabile, talvolta screpolata al centro, colore da bruno-ocra a bruno-rossastro, tonalità olivacee a maturità.

Imenoforo costituito da lamelle rade, solitamente debolmente decorrenti, tipicamente unite da setti trasversali (anastomosi), separabili dalla carne, giallo oro, infine lavate di bruno ruggine, non viranti al blu alla rottura.

Gambo cilindrico, pieno, talvolta leggermente allargato al centro, affusolato alla base, sovente leggermente radicante, superficie asciutta, finemente fioccosa, gialla, ornata da piccolissime squame concolori al cappello.

Carne spessa al centro del cappello, soda nei giovani esemplari, molle in quelli maturi, biancastra, con sfumature giallastre verso la base del gambo, virante al rosso porpora, più o meno scuro, al taglio. Odore debolmente acidulo. Sapore mite e dolce.

Commestibilità commestibile, di poco valore.

Habitat nei boschi di latifolia e di conifere.

È l'unica specie xerocomoide europea a possedere un imenoforo lamellare; le lamelle sono congiunte da numerosi setti trasversali (anastomosi), la carne al taglio vira verso il rosa brunoastro. L'insieme di questi caratteri permette una determinazione priva di difficoltà. È una specie termofila, cresce abitualmente nei mesi estivi, dal piano fino a 1300 m di altezza. Nel Lazio è presente a macchia di leopardo, non è proprio comune e di solito si trovano esemplari singoli, rarissimamente in gruppi. In Europa è presente ma non ovunque, nei Paesi Bassi è segnalata come specie a rischio di estinzione. Il nome corrente attualmente più utilizzato è *Phylloporus pelletieri* (Lév.) Quél., anche se non da tutti riconosciuto. Coloro che adottano una scelta più conservativa ed utilizzano per questa specie il binomio che ho usato per titolare questa scheda, sono in attesa dei risultati di studi più approfonditi che confermino una scelta meno conservativa.

Xerocomus pruinaatus (Fr. & Hok) Quél.

Cappello fino a 10 cm di diametro, talvolta anche 13 cm, convesso nei giovani, poi appianato e spesso leggermente depresso, margine solitamente regolare, carnoso; cuticola asciutta, non asportabile, leggermente vellutata nei giovani esemplari, liscia negli esemplari maturi, leggermente viscida con tempo umido, rugoso alveolata, raramente screpolata, colore bruno scuro nei giovani esemplari, bruno-ocraceo, con tonalità olivacea negli esemplari vecchi.

Tuboli lunghi, adnati, giallo limone, giallo cromo, poi giallo-verdastro, viranti debolmente al blu al taglio; pori piccoli rotondi nel giovane, ampi e poligonali a maturità, dello stesso colore dei tuboli, viranti lentamente al blu se contusi.

Gambo pieno, generalmente cilindrico, talvolta ventricoso-fusifforme, flessuoso, inizialmente giallo vivo, con piccole fioccosità che tendono a diventare rosse.



Xerocomus moravicus

Foto di Giovanni Segneri



Xerocomus pelletieri

Foto di Giovanni Segneri



Xerocomus pruvinatus

Foto di Giovanni Segneri

Carne soda, compatta, molle negli esemplari maturi, fibrosa nel gambo, gialla, talvolta con colore rossastro nella corteccia del gambo o con una macchia sfumata di rossastro nel gambo, tendente a scolorire al biancastro al taglio e virante lentamente al blu verso la base del gambo. Odore indistinto, acidulo. Sapore mite.

Commestibilità commestibile.

Habitat nei boschi di latifolia e di conifera.

È una specie tipicamente autunnale ed il suo areale di crescita sembra essere montano, non si lega ad un partner micorrizico specifico, non mostra particolari esigenze per il tipo di suolo. Le mie raccolte provengono da ambienti montani con presenza del faggio su suolo calcareo. Per lungo tempo è stata ignorata o confusa con *Xerocomus chrysenteron*, per questi motivi ancora oggi è difficile avere una chiara visione della sua distribuzione sul territorio regionale. Di solito molte specie di questo genere mostrano una cuticola con propensione naturale a screpolarsi, mentre l'entità che ho descritto in questa scheda è quella che possiede una cuticola che difficilmente si fessura. Questo non esclude che possano esserci delle raccolte con la cuticola fessurata, fenomeno che probabilmente è indotto da condizioni climatiche particolari come il vento o l'elevata calura. Come delimitare questa specie con i soli caratteri macromorfologici? La carne del cappello e del gambo è priva di ampie zone di colore rosso barbabetola. Il colore iniziale è giallo, alla sezione tende a scolorire verso il biancastro e a virare lentamente al blu nella parte basale del gambo. Questo viraggio della carne localizzato verso la base del gambo non è presente in *X. chrysenteron* ed in *X. cisalpinus*, quindi è un elemento che permette di differenziazione da queste due specie. *X. pruvinatus* possiede una reazione amiloide al Melzer delle ife situate alla base del gambo. Questa caratteristica, unitamente ai caratteri microscopici, costituisce un elemento fortemente caratterizzante. Oggi è comunemente e con largo consenso nota come *Xerocomellus pruvinatus* (Fr. & Hok) Šutara.

Le piante erbacee spontanee negli ambienti urbani

Nata per collegare Roma a Frosinone passando per Fiuggi, la linea ferroviaria a scartamento ridotto fu costruita a tappe successive nel lontano periodo 1913 e 1917. La linea a binario semplice, partiva da Roma Termini, lato via Cavour e, passando da San Cesareo, Palestrina, Genazzano ed Alatri, raggiungeva Frosinone, attraversando un paesaggio tra i più belli della regione. Il servizio era gestito dalla Società per le Ferrovie Vicinali (SFV), fra gli utenti dell'epoca era conosciuta come "Il trenino delle Vicinali". Le vicende della seconda guerra mondiale infersero alcuni gravi danni alla sede ferroviaria che non furono mai completamente sanati. Nel 1950 fu spostato il capolinea da Roma Termini alla stazione Ferrovie Laziali, vi fu un arretramento di circa 700 m, in una zona scomoda agli utenti perché distante dagli altri mezzi di trasporto. Questo provvedimento, presentato come temporaneo e provvisorio, è tutt'ora in atto e rappresenta una delle principali cause della perdita di traffico della linea. Il trascorrere degli anni avrebbe reso necessari lavori di modifica e di potenziamento del tracciato soprattutto per innalzare la velocità della linea, veramente molto bassa anche per quegli anni. La mancata esecuzione di queste migliorie infrastrutturali e una ridotta manutenzione ordinaria, gradualmente però hanno incominciato a far perdere competitività a quella linea; ci volevano circa 5 ore per percorrere l'intera tratta di circa 137 Km che separava Roma da Frosinone. La velocità commerciale era molto bassa, la linea permetteva in alcuni punti la velocità massima di 40 km/h, l'infrastruttura era diventata veramente obsoleta. Successivamente la concorrenza di altri vettori come il treno e l'auto hanno accentuato i problemi commerciali che già esistevano e dal 1970 è iniziato il progressivo declino della linea. Nel corso degli anni, neppure il cambio societario, prima alla STEFER e poi ad ACOTRAL, e l'immissione in esercizio di nuovi treni riuscirono ad invertire il trend economicamente negativo. Per contenere i danni economici si procedette con la politica del taglio dei rami secchi. Per gli alti costi di gestione nel 1978 fu chiusa la tratta Fiuggi-Frosinone. Negli anni '80 a seguito di eventi catastrofici naturali che si verificarono nei pressi di Genazzano (movimenti franosi) e di Pantano Borghese (alluvione) la tratta extraurbana venne ulteriormente limitata alla stazione di Pantano Borghese, in seguito denominata di "Pantano". In tempi più recenti con l'inizio dei lavori di costruzione della nuova linea metropolitana C, la vecchia linea tranviaria Roma-Pantano venne limitata alla stazione Giardinetti situata appena fuori il GRA. La nuova linea C in esercizio dal 2015, ha un percorso misto, in galleria dall'attuale capolinea di S. Giovanni fino alla nuova fermata "Giardinetti" ed in superficie, ricalcando come una fotocopia il vecchio percorso tranviario, fino al vecchio capolinea di "Pantano".

Con l'attivazione della metropolitana C la tratta Giardinetti-Centocelle viene definitivamente chiusa all'esercizio, sul tracciato che scorre parallelo ed adiacente alla strada statale Casilina sono rimasti i vecchi binari e la massicciata. Nessuna opera di manutenzione viene più effettuata, la linea è e resta completamente abbandonata in attesa di decisioni future. Piano, piano si sono fatte avanti le "Erbacce" a colonizzare questo ambiente che a prima vista non appare proprio ospitale ed idoneo per la crescita di piante. Ciononostante sono apparsi i primi ciuffi verdi ai lati della massicciata e poi sempre più numerose chiazze di verde a ravvivare il colore grigio nerastro della breccia. Si tratta prevalentemente del *Sonchus tenerrimus* L., che mostra la capacità di vivere in vari ambienti, di *Stellaria media* (L.) Vill. e di *Erygeron* sp.. Lungo un breve tratto che scorre in una bassa trincea, dal lato provvisto di basso muro tufaceo, è nata una pianta di "Tabacco glauco o Tabacco selvatico" (*Nicotiana glauca* R.C. Graham), originaria dell'America meridionale ed introdotta in Europa a scopo ornamentale. Negli anni si è diffusa in gran parte delle regioni italiane come avventizia, nel territorio romano è molto rara; a causa di un alcaloide, l'anabasina, l'ingestione delle foglie può risultare fatale per l'uomo.

Col trascorrere del tempo, sulla breccia della massicciata sono incominciate a comparire piantine di *Geranium purpureum* Vill., di *Hypericum perforatum* L. ed infine di *Tragopogon porrifolius* L. Di recente ho scoperto che quest'ultima pianta ha colonizzato anche la tratta rimasta in esercizio, incurante del passaggio dei convogli. Alle piante dei marciapiedi che di seguito descriverò, *Galium aparine* L., *Hypochaeris radicata* L. e *Poterium sanguisorba* L., ho aggiunto le seguenti due specie: *Tragopogon porrifolius* L. e *Urospermum dalechampii* L., che non hanno una crescita stradale. Ambedue le piante, pur vivendo in habitat diverso da quello stradale, la breccia della massicciata tranviaria, condividono con le altre un ambiente fortemente antropizzato, inoltre sono provviste di una fioritura vistosa e molto decorativa che mi ha molto incuriosito.

Proseguo, quindi, nel lavoro di presentazione delle piante erbacee spontanee che spuntano tra i marciapiedi, alla base dei muri, nelle fenditure dell'asfalto. Esse ci ricordano che la natura con la sua capacità di adattamento e sopravvivenza si impegna a vincere la battaglia della vita. Queste piante spesso calpestate ed ignorate dai pedoni cercano di riappropriarsi degli spazi che l'uomo moderno gli ha sottratto per edificare città, paesi, villaggi. Quando si sviluppano in modo rigoglioso frapponendosi al libero passaggio dei pedoni vengono, in modo dispregiativo, chiamate "Erbacce". Eppure potrebbe essere interessante dedicare un po' del nostro tempo per esplorare questo mondo sconosciuto alla maggior parte delle persone. Porsi l'obiettivo di apprezzare la bellezza che si cela dietro queste erbe potrebbe risultare gratificante. È vero, è sempre più difficile trovare il tempo per i nostri interessi, le cose prioritarie da fare sono tante, il lavoro, i figli, la scuola, il tempo purtroppo scorre via veloce. Ciononostante sarebbe utile incuriosire i nostri bambini verso le piante spontanee anche nel breve tragitto che si fa tutti i giorni a piedi tra la scuola e casa, cercare in qualche modo di suscitare nei nostri giovani l'interesse per la natura, oggi più che mai, bistrattata ed aggredita dalle attività umane.

***Galium aparine* L.**, conosciuta come "Caglio asprello" o "Attacamano", è una pianta erbacea che supera la stagione avversa per mezzo dei semi, secondo la classificazione biologica è una Terofita scaposa con sigla T scap. Pianta erbacea annuale con fusti quadrangolari ascendenti, spesso rampicanti, ricoperta di peli ispidi e ricurvi in punta, di colore verde, può raggiungere un'altezza di 1 m.

Le foglie verdi sono portate nel numero di 6-9 elementi a verticillo, oblunghe o ellittiche, apice mucronato, peli spinosi al margine e sulla nervatura centrale.

I fiori sono molto piccoli, bianchi con 4 petali, portati da infiorescenze ascellari. Fiorisce (antesi) da marzo a settembre.

I frutti sono composti da diacheni (frutto secco che a maturità non si apre) ricoperti esternamente da peli uncinati che si fissano al pelo degli animali che favoriscono la disseminazione.

Specie commestibile officinale.

Si può incontrare dal piano fino a 1800 m di altezza. Può vivere in terreni aridi, ai margini di siepi e bordi stradali, soprattutto in luoghi asciutti e caldi dove spesso forma densi intrecci.

L'Attacamano è una pianta erbacea a ciclo annuale con origini eurasiatiche, ora divenuta sub cosmopolita nelle zone temperate. È presente in tutte le regioni italiane, a Roma è molto diffusa dal centro alla periferia, possiede una capacità sorprendente di diffondersi nel territorio circostante, si può considerare una temibile infestante, certamente è stata una sorpresa osservarla crescere fra le fenditure dell'asfalto del marciapiede. I giovani e teneri germogli della pianta sono commestibili dopo cottura, possono contribuire a preparare saporiti misti di verdure cotte. Fra le sostanze utili che possiede ricordiamo la vitamina C e l'asperuloside che si trasforma in cumarina dando alla pianta il gradevole profumo di fieno appena falciato. Appartiene alla famiglia delle *Rubiaceae* Juss., che secondo la classificazione più aggiornata comprende circa 600 generi con più di 10000 specie. Queste sono distribuite in tutti i climi e continenti, la maggior parte è diffusa nelle regioni tropicali. In Italia le



Galium aparine. Habit marciapiede.

Foto di Giovanni Segneri



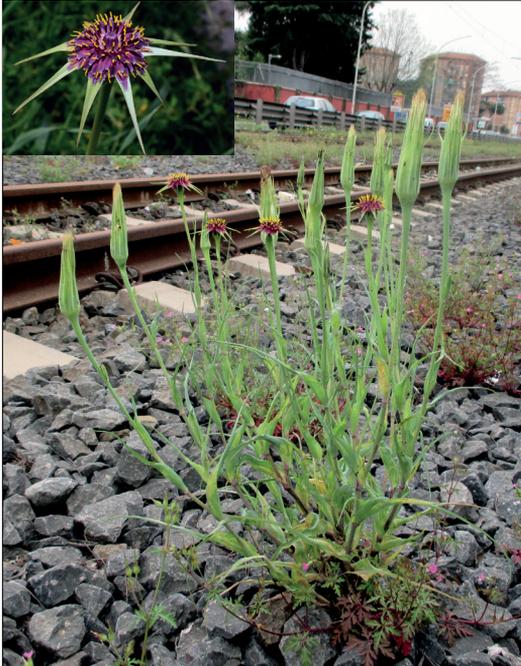
Hypochaeris radicata stradaiola.

Foto di Giovanni Segneri



Poterium sanguisorba subsp. *minor* stradale. In alto a destra il fiore.

Foto di Giovanni Segneri



Tragopogon porrifolius. Habit fiorito. In alto a sinistra il fiore.

Foto di Giovanni Segneri

Rubiaceae sono soltanto specie erbacee. Nella zona tropicale è diffusa una pianta economicamente molto importante e conosciuta in tutto il mondo per il suo prodotto, il caffè (*Coffea arabica* L.). Altre piante sono coltivate nei vivai per essere usate nei giardini come ornamentali, fra tutte è da ricordare la *Ixora coccinea* L., pianta arbustiva sempreverde che può raggiungere tre metri di altezza, produce delle spettacolari infiorescenze globose che rassomigliano a quelle dell'ortensia.

Hypochaeris radicata L., conosciuta come "Piattello" o "Costolina giuncolina", è una pianta erbacea perenne, possiede una rosetta basale di foglie, secondo la classificazione biologica è una pianta che supera la stagione avversa per mezzo di gemme poste a livello del terreno, appartiene alle Emicriptofite rosulate con sigla H ros.

Possiede un rizoma da cui nascono i fusti (o scapi) glabri, poco ramosi, verde glauco, alti fino a 90 cm.

Le foglie sessili sono a rosetta basale, verde chiaro, carnosette, pennato lobate, più o meno pelose.

L'infiorescenza è costituita da capolini terminali con involucro di solito glabro.

I fiori sono tutti ligulati, giallo vivo, quelli periferici esternamente aranciati. Fiorisce (antesi) da aprile a luglio.

I frutti sono degli acheni provvisti di pappo, la disseminazione è favorita dal vento.

Pianta commestibile.

Habitat: si trova comunemente su prati magri ma anche su suoli sabbiosi, incolti, ruderi, marciapiedi stradali, dal piano fino a 1500 m di altezza.

Distribuzione: è comune in tutta Europa sino al Caucaso. Introdotta in Asia, America ed Australia si è talmente ben adattata e sviluppata da essere considerata invasiva.

La "Costolina giuncolina" è una pianta erbacea molto rustica, presente su tutto il territorio italiano isole maggiori comprese, assai diffusa nell'area metropolitana di Roma dove vive rigogliosa e numerosa anche nelle fessure dei marciapiedi.

Dai contadini è considerata una erba infestante e difficile da sradicare a causa dell'apparato radicale molto sviluppato in profondità. È una erba edule conosciuta e raccolta abitualmente dagli appassionati di erbe spontanee. Di solito in primavera si raccolgono le giovani e tenere foglie della rosetta basale che si possono gustare crude in insalata o cotte e ripassate in padella. È facile da riconoscere perché le foglie crescono raso terra, questo portamento ha suggerito il nome popolare di "Piattello".

Recenti studi hanno individuato nel Marocco le popolazioni più antiche di questa pianta, da questo luogo si sono espanse in tutto il bacino del Mediterraneo, trovandovi ambienti ideali di crescita. Appartiene alla famiglia delle *Asteraceae* Bercht. & J. Presl che conta il maggior numero di specie ed una distribuzione cosmopolita, caratteristica principale di questa famiglia è l'infiorescenza a capolino.

***Poterium sanguisorba* L.**, conosciuta col nome comune di "Salvastrella minore" è una pianta perenne per mezzo di gemme poste a livello del terreno, con fusto allungato e spesso privo di foglie, per questi caratteri, secondo la classificazione biologica è classificata come una Emicriptofita scaposa con sigla H scap.

Pianta sempreverde che possiede un rizoma legnoso, fusti eretti, striati, alta fino a 60 cm.

Le foglie composte, sono basali e cauline; quelle basali riunite a rosetta lunghe fino a 20 cm con segmenti fogliari ellittici, pelose, margine con circa 6 denti acuti, quelle sul fusto sono simili a quelle basali ma gradatamente più corte.

Le infiorescenze globulose sono portate all'apice dei rami.

I fiori sono piccoli, i femminili con stili rossi nella parte superiore, quelli maschili nella sottostante parte con stami sporgenti e gialli. Fioritura (antesi) da maggio ad agosto.

I frutti sono aggregati o multipli (pometo) contenenti da 1 a tre acheni.

Specie commestibile officinale.

Habitat: cresce nei prati, negli incolti, in ambienti aridi, margini stradali, dal livello del mare fino a 1300 m, raramente più in alto.

Distribuzione: la "Salvastrella minore" conosciuta anche con il nome scientifico di *P. sanguisorba* subsp. *minor* Scop. o quello volgare di "Pimpinella", è una pianta rustica distribuita nell'Europa sudorientale con propaggini nel nord Africa. In Italia, probabilmente con esclusione della Valle d'Aosta, è presente in tutte le regioni.

Questa specie possiede una variabilità morfologica assai spiccata legata prevalentemente agli ambienti di crescita, negli anni sono state descritte diverse sottospecie, alcune di queste non chiaramente ben differenziate. Nel territorio romano la sottospecie *Poterium sanguisorba* subsp. *balearicum* (Bourg. ex Nyman) Stace, conosciuta con il nome popolare di "Salvastrella balearica", è quella più diffusa, differisce dalla specie tipo per alcuni caratteri del ricettacolo.

La pianta ha un gradevole odore di cetriolo per alcuni, per altri di noce, le foglie tenere possono essere consumate crude in insalata o cotte, frammiste alle altre verdure spontanee. Inoltre spesso viene utilizzata per aromatizzare formaggi, minestre o macedonie.

Appartiene alla famiglia delle *Rosaceae* Juss. che comprende piante erbacee, arbusti ed alberi distribuiti su tutti i continenti. I caratteri più tipici sono il fiore regolare (calice e corolla), generalmente con 5 petali, raramente con un numero diverso, 5 sepali, raramente 4, frutto secco o carnoso, semplice o multiplo, raramente bacca o cassula. Moltissime di queste piante rivestono una grande importanza per l'economia umana nel settore alimentare, vivaistico, foraggiero, medicinale ed industriale. Per farsi una idea basti pensare alla frutta che quotidianamente si consuma nella regione mediterranea che proviene da specie appartenenti alle *Rosaceae* e che sono largamente coltivate.

Tra le piante più diffuse ricordo il melo (*Malus domestica* Borkh.), il pero (*Pyrus communis* L.), il pesco [*Prunus persica* (L.) Batsch], il mandorlo [*P. dulcis* (Mill.) D.A. Webb.], l'albicocco (*P. armeniaca* L.), il susino (*P. domestica* L.), il ciliegio [*P. avium* (L.) L.], il lampone (*Rubus idaeus* L.). Altre sono ampiamente diffuse a scopo ornamentale, le rose nelle sue numerosissime varietà, alcuni arbusti come il lauroceraso (*Prunus laurocerasus* L.), il biancospino (*Crataegus monogyna* Jacq.), utilizzati per formare siepi o macchie verdi isolate.

***Tragopogon porrifolius* L.**, conosciuta come "Barba di prete" o "Barba di becco violetta", è una pianta erbacea biennale, secondo la classificazione biologica è una pianta che supera la stagione avversa per mezzo di gemme poste a livello del terreno, appartiene alle Emicriptofite bienni con sigla H bienn.

È anche una pianta perenne che supera la stagione avversa per mezzo di gemme poste a livello del terreno ed asse florale allungato e spesso privo di foglie, appartiene alle Emicriptofite scapose con sigla H scap.

Possiede una radice a fittone bianco avorio, un fusto (caule) glabro, poco ramificato, tipicamente clavato sotto il capolino, verde glauco, alto fino a 90 cm.

Le foglie basali sono lineari con nervature parallele lunghe fino a 15 cm, quelle cauline più corte, amplessicauli (abbracciano il fusto).

L'infiorescenza è costituita da un capolino terminale solitario.

I fiori sono tutti ligulati, viola porpora scuro; brattee dell'involucro poste su un'unica serie e vistosamente più lunghe delle ligule. Fiorisce (antesi) da maggio a luglio.

I frutti sono degli acheni bruno scuri con coste spinulose, provvisti di pappo bianco con setole lunghe fino a 35 mm. Disseminazione ad opera del vento.

Pianta commestibile officinale.

Habitat: si trova comunemente su prati magri, al margine di strade e di sentieri di campagna, dal piano fino a 1000 m di altezza.

Distribuzione: originaria dell'Asia orientale è naturalizzata nell'area mediterranea europea.

La Barba di becco violetta si presenta con il fusto eretto e glabro, provvisto di poche foglie lanceolate e lisce, molto simili a quelle del porro da cui il nome di specie. I fiori molto belli, restano aperti di giorno per poche ore, poi si chiudono e tornano ad aprirsi il giorno successivo; nell'area metropolitana di Roma è comune dal centro alla periferia. È commestibile, le giovani foglie possono essere consumate crude in insalata, la radice lunga e relativamente sottile è commestibile da cotta, un tempo veniva coltivata per questo scopo. La pianta è rustica, resistente al freddo, senza particolari esigenze culturali, può essere coltivata con facilità su suoli profondi e soffici anche da coloro che sono alle prime esperienze. In Italia è presente in quasi tutte le regioni salvo che in Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige. Si conoscono altre due sottospecie, *T. porrifolius* subsp. *australis* (Jord.) Nyman e *T. porrifolius* subsp. *cupani* (Guss. Ex DC.) I. Richardson. La sottospecie nominale è la più diffusa. Appartiene alla famiglia delle *Asteraceae* Bercht. & J. Presl, conosciuta anche come *Compositae*, che costituisce un gruppo di piante, prevalentemente erbacee, raramente legnose, con il maggior numero di specie rispetto alle altre famiglie.

Urospermum dalechampii (L.) F.W. Schmidt, conosciuta come “Boccione maggiore” o “Lattugaccio”, è una pianta erbacea perenne, secondo la classificazione biologica è una pianta che supera la stagione avversa per mezzo di gemme poste a livello del terreno e fusto allungato, appartiene alle Emicriptofite scapose con sigla H scap.

Possiede un fusto (caule) pubescente, verde, alto fino a 40 cm.

Le foglie basali sono pennatosette lunghe fino a 6 cm, quelle cauline della parte inferiore del fusto sono più lunghe e meno profondamente incise, quelle nella parte alta sono a margine quasi intero e più corte, verde oliva.

L’infiorescenza è costituita da capolini terminali di circa 6 cm di diametro, involucri con 7-8 brattee (squame) disposte in unica serie.

I fiori sono tutti ligulati con 5 dentelli, giallo limone, quelli periferici più lunghi degli interni. Fiorisce (antesi) da marzo ad agosto.

I frutti sono degli acheni con superficie rugosa, possiedono un tipico becco lungo il doppio del corpo dell’achenio e sono provvisti di pappo. Disseminazione ad opera del vento.

Pianta commestibile.

Habitat: si trova comunemente su prati magri, brevi scarpate, lungo i lati delle strade, dal piano fino a 1200 m di altezza.

Distribuzione: è pianta tipica dell’areale dell’ulivo, diffusa intorno al Mediterraneo, in Italia è molto frequente nel Centro-Sud.

Il “Boccione maggiore” è una pianta che predilige gli ambienti aperti e soleggiate, può essere coltivato con facilità in giardino su terreno ben drenato per ammirare la sua spettacolare fioritura primaverile. È una pianta commestibile dal sapore un po’ amaro, le foglie basali e le cime, prima della fioritura, possono essere utilizzate cotte, miste con altre piante spontanee



Urospermum dalechampii

Foto di Giovanni Segneri

alle quali conferiscono un leggero sapore di mandorla amara. In Italia è assente nel Triveneto; nell'area metropolitana di Roma è comune dal centro alla periferia. Per me è stata una grande sorpresa vederla crescere ai margini di una massicciata ferroviaria molto inquinata da terreno limoso. Appartiene alla famiglia delle *Asteraceae* Bercht. & J. Presl, vastissima comunità di piante contraddistinte da una infiorescenza a capolino con fiori di due tipi, ligulati o tubulosi. Studi recenti hanno individuato nel sud America, il luogo di origine delle *Asteraceae* che si sono successivamente diffuse con successo negli altri continenti colonizzando una grande varietà di habitat. Prendendo come riferimento l'appariscente fiore del "Boccione maggiore" ricordo che molte piante di questa famiglia sono importanti nel giardinaggio e nella floricoltura per la bellezza dei loro fiori.

Bibliografia

- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A. & BLASI C. – 2005: *An annotated checklist of Italian vascular flora*. Palombi Editori.
- CORBETTA F., DE SANTIS A., FORLANI L. & MURARI G. – 2001: *Piante officinali italiane*. Edagricole, Bologna.
- BREMNESS L. – 2006: *La biblioteca della natura, volume 4*. Erbe R.C.S. Libri S.p.A. Milano.
- PIGNATTI S. – 1982: *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- SIMONETTI G. & WATSCHINGER M. – 1986: *Erbe di campi e prati*. A. Mondadori, Milano.
- BURNIE D. – 1995: *La biblioteca della natura, volume 8, Fiori spontanei del mediterraneo*. R.C.S. Libri S.p.A. Milano.
- CERUTI A. – 1986: *Il nuovo Pokorný*. Loescher, Torino.
- CECCHI L. & SELVI F. – 2015: *Flora critica d'Italia, Heliotropiaceae*. Fondazione per la Flora Italiana, Firenze

Sito web

www.catalogueoflife.org-Catalogue of life.

Maria

Recentemente ci ha lasciato una carissima amica e micologa, Maria Tullii. Il miglior modo per ricordarla ci sembra quello di pubblicare questo pensiero in versi a lei dedicato dal comune amico Fanco Bersan.

*Maria, un nome comune
per una donna assai poco comune
naturalista di ottimo livello
donna dotata di ottimo cervello
donna umana come poche
scrivo queste righe sentendo le note
vecchio di Bob Dylan un brano
e adesso mi trema assai la mano
vorrei dedicarti un bel lavoro
che sei sempre stata con me un gran tesoro
ma manca il tempo e le forze se ne vanno
capelli bianchi schiena curva allo scanno.
Te ne sei andata in punta di piedi
per un male feroce incurabile vedi
abbiam chiesto aiuto a tanti ma invano
ma non siam riusciti a darti un mano
spero ora che tu sia felice
che tu rinasca di nuovo a fenice.
Che sta volta vada tutto bene
senza rimpianti e senza catene
che lasci a noi ogni dolore
che leggero ti sia sempre il cuore
che rinasca in un bel mondo
che ti soddisfi sempre a tutto tondo
pieno di fiori frutti e tanti funghi
lascia tutti a noi i musi lunghi.
Ma perché ormai sei andata via
noi non ti scorderemo mai... Maria*

Franco Bersan



