



A.D. 1308
unipg

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE,
ALIMENTARI E AMBIENTALI



ABSTRACT
XXIII CONVEGNO NAZIONALE DI MICOLOGIA

PERUGIA

9-10 Giugno 2022

PROGRAMMA DEI LAVORI

Giovedì 9 Giugno 2022

- 14:00 Registrazione dei partecipanti al convegno
14:30 Apertura del convegno e saluto ai partecipanti
15:00 Inizio lavori

Sessione: Biodiversità fungina
Moderatori: Claudia Perini e Mirco Iotti

- 15:00 – 15:15 **Studio della biodiversità fungina associata al catrame nell’ottica del micorisanamento**
Chiara Daccò, Lorenzo Signorini, Solveig Tosi
- 15:15 – 15:30 **Caratterizzazione micologica di sedimenti marini profondi**
Grazia Cecchi, Michael De Benedetto, Simone Di Piazza, Laura Cutroneo, Marco Capello, Mirca Zotti
- 15:30 – 15:45 **La biodiversità fungina del suolo in agroecosistemi e riserve naturali sugli altopiani andini**
Lidia Nicola, Angela Y. Landínez-Torres, Ernesto F. Delgado, Solveig Tosi
- 15:45 – 16:00 **Biodiversità fungina associata al Plasmix**
Marta Elisabetta Eleonora Temporiti, Chiara Daccò, Solveig Tosi

Sessione: Micopatologia vegetale
Moderatori: Mirca Zotti e Benedetto Linaldeddu

- 16:00 – 16:15 **Malattie emergenti del melograno in Italia: sintomatologia ed eziologia**
Giovanni Rossetto, Carlo Bregant, Alessandro Raiola, Lucio Montecchio, Benedetto T. Linaldeddu
- 16:15 – 16:30 **Ruolo delle specie invasive di *Phytophthora* nella moria delle formazioni arboree del bosco della Mesola**
Alessandro Gianolla, Carlo Bregant, Giovanni Rossetto, Andrea Corda, Giovanni Nobili, Lucio Montecchio, Benedetto T. Linaldeddu
- 16:30-17:00 coffee break

- 17:00 – 17:15 **Nuove acquisizioni sull'eziologia del mal dell'inchiostro del castagno in Italia**
Carlo Bregant, Giovanni Rossetto, Giovanni Bozza, Michele Farioli, Lucio Montecchio, Benedetto T. Linaldeddu, Sergio Murolo
- 17:15 – 17:30 **LIFE MycoRestore - uso innovativo di risorse micologiche locali per la protezione di foreste mediterranee e biocontrollo di patogeni forestali**
Antonietta Mello, Francesco Venice, Alfredo Vizzini, Angela Frascella, Giovanni Emiliani, Roberto Danti, Gianni Della Rocca
- 17:30 – 17:45 **Malattie emergenti nelle formazioni arbustive degli ambienti alpini**
Carlo Bregant, Giovanni Rossetto, Nicolò Sasso, Lucio Montecchio, Benedetto T. Linaldeddu
- 17:45 – 18:00 **Influenza dei cambiamenti climatici sui rapporti tra funghi e piante forestali**
Naldo Anselmi
- 18:00 – 19:00 **Visita guidata presso l'Osservatorio Sismologico Andrea Bina di San Pietro e aperitivo** (secondo chiostro del complesso storico, accanto all'Aula Magna, Borgo XX Giugno, 74 – Perugia)
- 20:30 **Cena sociale presso il Ristorante Numero Zero – Il gusto dell'inclusione**
Via Bonfigli 4/6 – Perugia

Venerdì 10 Giugno 2022

Sessione: Sistematica e Funghi medicinali

Moderatori: Anna Maria Persiani e Marco Leonardi

- 9:00 – 9:15 **Il genere *Lycoperdon* conservato presso il *Fungarium* dell'Università di Siena**
Irene Mazza, Claudia Perini, Elena Salerni
- 9:15 – 9:30 **Metabolomic profile and biological activities of mycelia of *Pleurotus* spp. grown in different substrates**
Giancarlo Angeles Flores, Gaia Cusumano, Roberto Venanzoni, Paola Angelini
- 9:30 – 9:45 **Therapeutic potential of ergothioneine: a promising antioxidant molecule from fungi**
Lorenzo Goppa, Anthea Desiderio, Daniela Ratto, Paola Rossi, Federica Corana, Elena Savino
- 9:45 – 10:00 **L'identikit del cercatore di funghi**
Elena Salerni, Monia Ciampolini, Claudia Perini

10:00 – 10:15 **Il ruolo del micologo nella gestione delle intossicazioni da funghi nell'Azienda Unità Sanitaria Locale della Romagna**
Silvio Cantori

10:15 – 10:45 coffee break

Sessione: Micologia Applicata

Moderatori: Solveig Tosi e Simone Di Piazza

10:45 – 11:00 **Collection and characterization of Wood Decay Fungi to develop mycelium mats**

Marco Cartabia, Rebecca Michela Baiguera, Simone Buratti, Carolina Elena Girometta, Chiara Milanese, Alessandro Girella, Dhanalakshmi Vadivel, Chiara De Donno, Ferdinando Auricchio, Stefano Babbini, Daniele Dondi, Elena Savino

11:00 – 11:15 **Investigare il potenziale trasformativo di funghi filamentosi e unicellulari attraverso trasformazione mediata da *Agrobacterium tumefaciens***

Vittorio Capra, Simone di Piazza, Mirca Zotti

11:15 – 11:30 **Tackling co-contaminations: potentialities of soil fungi isolated from a decommissioned military site**

Roberto Giovannini, Andrea Ceci, Veronica Spinelli, Oriana Maggi, Anna Maria Persiani

11:30 – 11:45 **Mycoremediation di matrici ambientali contaminate da arsenico: scenari attuali e prospettive future**

Laura Canonica, Grazia Cecchi, Simone Di Piazza, Mirca Zotti

11:45 – 12:00 **Valorizzazione dei gusci di nocciola per la coltivazione di funghi eduli e medicinali**

Federico Puliga, Pamela Leonardi, Francesco Minutella, Veronica Zuffi, Ornella Francioso, Alessandra Zambonelli

12:00 – 12:15 **Chitin oligomers from *P. ostreatus* grown on industrial wastes**

Andrea Crosino, Elisa Moscato, Marco Blangetti, Gennaro Carotenuto, Federica Spina, Simone Bordignon, Veronica Volpe, Cristina Prandi, Roberto Gobetto, Giovanna Cristina Varese & Andrea Genre

12:15 – 12:30 **Biorecupero di elementi preziosi da rifiuti elettronici: che cosa si può fare con i funghi**

Simone Di Piazza, Ester Rosa, Grazia Cecchi, Michela Mazzocoli, Micol Zerbini, Anna Maria Cardinale, Mirca Zotti

12:30 – 12:45 **Artificial fungal consortia for a possible use as organic waste degraders on the ISS**

Michele Vezzola, Chiara Nugnes, Elena Savino, Solveig Tosi

12:45 – 13:00 **A fungal solution to a fungal problem: *Chaetomium globosum* and *Minimedusa polyspora* potential in the biocontrol of plant pathogenic fungi**
Veronica Spinelli, Andrea Ceci, Roberto Giovannini, Anna Maria Persiani

13:00 – 14:00 Pranzo di lavoro

14:00 – 14:15 Registrazione dei partecipanti alla Tavola rotonda

Sessione: Tartufi

Moderatori: Alessandra Zambonelli e Leonardo Baciarelli Falini

14:15 – 14:30 **Caratterizzazione morfo-molecolare e filogenetica di funghi del genere *Tuber* in Sardegna**
Francesca Angius, Andrea Brandano, Alessandro Tuffu, Lucia Maddau e Bruno Scanu

14:30 – 14:45 **Caratterizzazione di colture pure fungine isolate da ascomi di *T. melanosporum*, *T. aestivum* e *T. borchii***
Alessia Marino, Danica Limongi, Marco Leonardi, Giovanni Pacioni, Mirco Iotti

14:45 – 15:00 **Analisi e caratterizzazione del tartufo nero estivo (*Tuber aestivum*) e bianco (*Tuber magnatum*) molisano**
Pamela Monaco, Antonio Bucci, Gino Naclerio, Antonietta Mello

15:00 – 15:15 **Monitoraggio e tecniche innovative applicate nelle zone di produzione di *Tuber magnatum***
Mara Rondolini, Nicola Baldoni, Leonardo Baciarelli Falini, Federica Bonini, Daniela Gigante, Lara Reale, Gilberto Bragato, Domizia Donnini

15:15 – 15:30 **Studio delle relazioni simbiotiche fra specie di orchidee spontanee e funghi del genere *Tuber***
Simone Graziosi, Pamela Leonardi, Alessandra Zambonelli

15:30-16:00 coffee break

16:00-16:15 **Influenza dei ceppi batterici in *Tuber melanosporum* e *Tuber magnatum*: un approccio per sviluppare nuovi biostimolanti in vivaio e in campo**
Bianca Ranocchi, Veronica Giorgi, Mirco Iotti, Davide Neri, Alessandra Zambonelli, Antonella Amicucci

16:15 – 16:30 **Approccio preliminare alla micorrizzazione di germogli di tiglio micropropagato con *Tuber borchii***
Nicola Baldoni, Mara Rondolini, Francesco Prospero, Leonardo Baciarelli Falini, Maurizio Micheli, Domizia Donnini

16:30-18:00 **Tavola rotonda “Dalla pianta tartufigena al Tartufo”**
a cura dell’Associazione Pianta Tartufigena di Qualità

18:00 **Chiusura del Convegno**

Sabato 11 Giugno 2022

9:30 **Visita a una tartufaia coltivata produttiva**
ritrovo davanti all’ingresso del Dipartimento di Scienze Agrarie,
Alimentari e Ambientali (Borgo XX Giugno, 74) e partenza con mezzi
propri per la visita a una tartufaia coltivata in località Montefalco
(PG)

13:00 **Pranzo** (presso un ristorante in zona Montefalco).

Sessione: Biodiversità fungina
Moderatori: Claudia Perini e Mirco Iotti

STUDIO DELLA BIODIVERSITA' FUNGINA ASSOCIATA AL CATRAME NELL'OTTICA DEL MICORISANAMENTO

Chiara Daccò¹, Lorenzo Signorini¹, Solveig Tosi¹

¹ Laboratorio di Micologia, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Pavia, Pavia.

L'inquinamento da petrolio costituisce una grave minaccia per gli ecosistemi marini. Negli oceani della Terra ogni anno vengono riversate circa 112 milioni di tonnellate di petrolio da fonti antropogeniche (1). Il petrolio è pericoloso in particolar modo per il Mar Mediterraneo, un bacino relativamente chiuso, in contatto con l'oceano solo tramite lo stretto di Gibilterra e che, di conseguenza, non presenta un efficace ricambio delle acque (2). La presenza di idrocarburi nelle acque non costituisce una minaccia unicamente per gli ecosistemi acquatici; anche gli ambienti di transizione terra-acqua subiscono importanti danni che influenzano la loro vitalità e quella dei loro abitanti. La rimozione del petrolio e dei suoi derivati è quindi un argomento di fondamentale importanza e utilizzare a tale scopo metodi biologici e a basso impatto ambientale è la sfida che molti ricercatori stanno affrontando. È noto che il biorisanamento, metodologia che sfrutta le attività metaboliche di alcuni microrganismi per decontaminare gli ambienti inquinati, sia una delle tecnologie più promettenti anche grazie alla sua facilità di attuazione e al costo relativamente basso. Isolare microrganismi da aree contaminate, già adattati al contatto con il contaminante stesso, è un ottimo metodo per incrementare i tassi di degradazione ed evitare l'immissione in natura di specie alloctone.

Per questo studio campioni di sabbie contaminate da catrame e altri residui idrocarburici sono stati prelevati dalla spiaggia di Punta Vagno, a Genova (Fig. 1). La spiaggia oggetto di studio è stata scelta perché vicina al porto, e quindi, interessata da un maggiore inquinamento delle acque del mare specialmente a causa dello scarico e della pulizia delle stive delle navi da carico e petroliere nella zona limitrofa al porto. I campioni sono stati piastrati su diversi terreni di crescita: Rose Bengal Agar per isolare la maggior parte delle specie fungine presenti, agar-gel con acidi umici e agar-gel con acidi umici e acqua salata per isolare quei ceppi potenzialmente in grado di degradare sostanze recalcitranti e quelli in grado di farlo in ambienti con salinità simile a quella del Mar Mediterraneo. Con questo metodo sono stati isolati 24 ceppi fungini, di cui 5 lieviti. I ceppi filamentosi isolati sono poi stati sottoposti a un test di screening su due miscele idrocarburiche con composizione chimica differente (una a più alta concentrazione di idrocarburi alifatici e l'altra di aromatici) e i risultati hanno mostrato che 12 ceppi sono in grado di crescere su entrambe le miscele, 3 ne hanno preferita una all'altra mentre 6 non sono riusciti a tollerare la presenza dell'idrocarburo. Contemporaneamente, i lieviti sono stati sottoposti a *drop collapse test* per verificare la loro capacità di produrre surfattanti in presenza di acqua salata e idrocarburi. Anche in questo caso la maggior parte dei ceppi hanno risposto positivamente. I ceppi filamentosi che hanno dimostrato la capacità di crescere sulle miscele idrocarburiche sono stati utilizzati per svolgere un test di antibiosi al fine di assemblare un consorzio fungino da utilizzare con scopi di *mycoremediation*.



Figura 1- Punta Vagno (Genova, Italia). Cerchiati in blu e in verde i due siti oggetto di campionamento.

1) M Gonnelli, Y. Galletti, E. Marchetti, L. Mercadante, S. Retelletti Brogi, A. Ribotti, R. Sorgente, S. Vestri, C. Santinelli (2016). Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 133, 88–99

2) A. Pisano, M. De Dominicis, W. Biamino, F. Bignami, S. Gherardi, F. Colao, G. Coppini, S. Marullo, M. Sprovieri, P. Trivero, E. Zambianchi, R. Santoleri (2016). Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 133, 132–145

CARATTERIZZAZIONE MICOLOGICA DI SEDIMENTI MARINI PROFONDI

Grazia Cecchi¹, Michael De Benedetto¹, Simone Di Piazza¹, Laura Cutroneo², Marco Capello², Mirca Zotti¹
¹Laboratory of Mycology, Department of Environmental Earth and Life Sciences, University of Genoa, Corso Europa 26, 16132, Genoa, Italy; ²Laboratory of Oceanography, Department of Environmental Earth and Life Sciences, University of Genoa, Corso Europa 26, 16132, Genoa, Italy

I sedimenti marini profondi rappresentano un ambiente ancora oggi poco esplorato dal punto di vista microbiologico e in particolare micologico. A oltre duemila metri di profondità, infatti, gli elementi e i fattori essenziali per l'espletamento delle funzioni metaboliche cominciano a scarseggiare (es. nutrienti, luce, temperatura). Queste limitanti condizioni selezionano fortemente la varietà dei microorganismi capaci di colonizzare e riprodursi attivamente in tali sedimenti, favorendo l'insorgenza di meccanismi di difesa e adattamento specifici e la conseguente produzione di metaboliti primari e secondari talvolta ancora sconosciuti. Molti studi, infatti, hanno già dimostrato come la controparte marina di molte specie fungine terrestri sia scrigno di nuove sostanze bioattive di interesse farmaceutico e biotecnologico (1). Nonostante le interessanti prospettive applicative, pochi sono ad oggi gli studi che hanno portato all'isolamento e alla caratterizzazione di ceppi vitali in coltura pura a partire da sedimenti profondi (2).

In questo studio vengono riportati i risultati preliminari della caratterizzazione micologica di quattro campioni di sedimento, prelevati nella piana abissale antistante l'area portuale di Tolone (Francia), ad una profondità di circa 2.400 m. Tale sedimento è stato diluito 1:10 e inoculato in piastre da 15 cm di diametro in 7 differenti terreni di coltura, realizzati con concentrazione salina compatibile con quella della profondità di prelievo, e con differenti tipologie e quantità di nutrienti in modo da favorire la crescita di più microfunghi possibili. Per permettere, inoltre, la germinazione di conidi, spore e forme di resistenza, le piastre sono state incubate a due differenti temperature ($24\pm 1^\circ\text{C}$ e 5°C) e monitorate settimanalmente per due mesi.

Dai sedimenti è stato possibile isolare molteplici ceppi fungini, dimostrando che tali substrati sono caratterizzati da un certo grado di diversità micologica. I vari terreni di coltura saggiati hanno portato alla crescita di differenti morfotipi fungini, avvalorando la tesi per cui in condizioni limitanti dal punto di vista ambientale, la variazione di determinati nutrienti nel substrato di crescita sia essenziale per aumentare il numero di specie isolate. Solo su terreno YA, substrato oligotrofico arricchito con estratto di lievito, sono stati rinvenuti alcuni miceli sterili, indagati successivamente su terreni di coltura (solidi e liquidi) appositamente modificati per cercare di favorirne la sporulazione. *Penicillium*, noto per prediligere le basse temperature, è stato tra i generi più rappresentati giunti a completa maturazione (). Gli studi futuri prevedono l'identificazione molecolare dei ceppi isolati e l'analisi delle loro proprietà biotecnologiche, sia dal punto di vista farmaceutico (per indagare la produzione, ad esempio, di nuovi antibiotici), sia ambientale (per indagare la produzione di composti bioattivi e metaboliti sfruttabili in processi di biorisanamento).

1) E. Bovio, L. Garzoli, A. Poli, A. Luganini, P. Villa, R. Musumeci, G.P. McCormack, C.E. Cocuzza, G. Gribaudo, M. Mehiri, G.C. Varese (2019) Marine drugs, 17(4), 220.

2) X.Y. Zhang, Y. Zhang, X.Y. Xu, S.H. Qi (2013) Curr Microbiol (2013) 67:525–530 DOI 10.1007/s00284-013-0394-6

LA BIODIVERSITÀ FUNGINA DEL SUOLO IN AGROECOSISTEMI E RISERVE NATURALI SUGLI ALTOPIANI ANDINI

Lidia Nicola¹, Angela Y. Landínez-Torres², Ernesto F. Delgado³, Solveig Tosi¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e dell' Ambiente, Università degli Studi di Pavia, via Sant' Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia; ² Facoltà di Scienze Agrarie e Ambientali, Università Juan de Castellanos, 150001 Tunja, Colombia; ³ Dipartimento di Ingegneria Ambientale, INBIAM, Salesian Polytechnic University, Calle Vieja 12-30 and Elia Liut, Cuenca 010102, Ecuador.

I funghi del suolo hanno un ruolo essenziale nel ciclo dei nutrienti e nelle relazioni con gli altri organismi. I tropici ospitano una grandissima biodiversità di funghi del suolo, ma per molte aree questa biodiversità risulta perlopiù inesplorata. Grazie alle collaborazioni internazionali in atto, è stato indagato il microbiota del suolo di due diverse aree sugli altopiani andini in Sud America: la riserva naturale della foresta dell' Aguarongo in Ecuador e due frutteti coltivati a pero in Colombia. Il metabarcoding di questi campioni di suolo ha permesso un' analisi approfondita dell' intera comunità fungina delle due aree prese in esame. Nei campioni provenienti dalla foresta dell' Aguarongo sono state identificate 987 OTUs (Operational Taxonomic Units) che appartenevano a sette diversi phyla, dove i più abbondanti sono risultati essere gli *Ascomycota* (32–36%), i *Mortierellomycota* (25–28%), e i *Basidiomycota* (9–11%). Invece, nei campioni provenienti dai pereti colombiani, sono state trovate 629 OTUs che erano dominate da funghi appartenenti agli *Ascomycota* (64%), *Mortierellomycota* (27%), e *Basidiomycota* (8%). La grande abbondanza della famiglia delle *Mortierellaceae* sia nella riserva naturale sia nell' agroecosistema andino è di estremo interesse, perché può aiutare a comprenderne la funzione ecologica, che ancora rimane per la maggior parte sconosciuta. Molte delle specie trovate in entrambe le aree sono primi record di questi funghi in Colombia o in Ecuador, un segno di quanto poco si sappia riguardo ai funghi del suolo in queste aree e quanto sia importante proseguire con la ricerca in questo campo. Inoltre, molte delle specie fungine identificate sono considerate funghi bioattivi con attività benefiche, come agenti di biocontrollo, promotori di crescita vegetale e produttori di metaboliti secondari di elevata utilità. La raccolta di queste informazioni riguardo alle comunità fungine del suolo rappresenta il primo passo per monitorarle e preservarle, specialmente in regioni tropicali ad altitudine elevata, che sono ambienti estremamente minacciati.

BIODIVERSITÀ FUNGINA ASSOCIATA AL PLASMIX

Marta Elisabetta Eleonora Temporiti¹, Chiara Daccò¹, Solveig Tosi¹

¹Laboratory of Mycology, Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia, 27100 Pavia (Italy)

Negli anni '50 la plastica ha iniziato a sostituire i materiali naturali in un'ampia gamma di settori differenti, raggiungendo una produzione mondiale di 370 milioni di tonnellate solo nel 2020¹. L'utilizzo di questo materiale nella vita di tutti i giorni ha portato ad un aumento costante di rifiuti plastici, accumulati in discarica o dispersi nell'ambiente. Al fine di riutilizzare i polimeri plastici per creare nuovi materiali, si sta puntando a incrementare e migliorare i processi di riciclaggio, che, tuttavia, non sono ancora completamente efficaci. Infatti, questi stessi processi spesso generano residui di natura composita e di dimensioni disomogenee, che non possono essere ulteriormente riciclati. Questo mix di plastica eterogenea viene chiamato Plasmix.

Lo scopo di questo lavoro è stato analizzare la biodiversità fungina associata al Plasmix e testarne le potenzialità biodegradative. Su piastre Petri contenenti terreno ricco PDA e antibiotici sono stati uniformemente distribuiti 10 mg di Plasmix che hanno permesso di isolare 20 ceppi fungini differenti. Le specie identificate morfologicamente appartengono ai generi *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Fusarium*. I ceppi sono poi stati testati per la loro capacità di produrre enzimi di interesse per il biorisanamento mediante test colorimetrici qualitativi e di crescere su materiali recalcitranti. I risultati hanno mostrato che il 75% dei ceppi è in grado di produrre ureasi a livelli elevati, il 45% ha una buona capacità di produrre laccasi, mentre solo il 15% è in grado di produrre perossidasi a livelli buoni. I ceppi sono poi stati testati su di un mix di idrocarburi policiclici aromatici (olio motore esausto) e alifatici (vaselina) e, nella maggior parte dei casi, hanno evidenziato una buona capacità di utilizzare questi idrocarburi come unica fonte di carbonio. Inoltre, tutti i ceppi hanno mostrato una buona crescita utilizzando acidi umici come unica fonte di carbonio, suggerendo un alto potenziale applicativo nei processi di biorisanamento. Questo potenziale è stato confermato anche dal fatto che l'85% dei ceppi ha mostrato un'ottima capacità di crescere su poliuretano.

In conclusione, i ceppi isolati dal Plasmix, dagli screening preliminari, sono risultati candidati di particolare interesse per applicazioni nel campo della biodegradazione di materiale recalcitrante. Ulteriori studi saranno quindi necessari per valutarne attentamente le potenzialità biodegradative nei confronti di vari tipi di plastiche.

1) Plastic Europe (2021). Plastics—the Facts 2021: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>
Accessed 17th May 2022

Sessione: Micopatologia vegetale
Moderatori: Mirca Zotti e Benedetto Linaldeddu

MALATTIE EMERGENTI DEL MELOGRANO IN ITALIA: SINTOMATOLOGIA ED EZIOLOGIA

Giovanni Rossetto, Carlo Bregant, Alessandro Raiola, Lucio Montecchio, Benedetto T. Linaldeddu
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020
Legnaro, Italy

Fin dall'antichità, il melograno (*Punica granatum* L.) è stato coltivato in tutto il bacino del Mediterraneo, inclusa l'Italia, per i suoi frutti eduli e per finalità ornamentali (1). Nel corso degli ultimi anni la coltivazione del melograno si è espansa in differenti aree geografiche del pianeta anche grazie alla diffusione di varietà molto apprezzate dai consumatori quali Wonderful e Acco. In Italia la coltivazione del melograno è concentrata soprattutto nelle regioni centro-meridionali, tuttavia anche in alcune regioni del Nord, tra cui il Veneto, sono sorte importanti realtà produttive. Unitamente all'espansione delle superfici coltivate, in tutte le regioni italiane, sono progressivamente aumentate le segnalazioni di nuove malattie dal forte impatto sia sulla vitalità che sulla produttività delle piante (2,3). Pertanto, visto il crescente interesse economico suscitato da questa coltura in Veneto e Friuli-Venezia Giulia, l'allarmante diffusione di malattie nuove ad eziologia complessa e il forte impatto di queste sulle produzioni, a partire dal 2018 è stato condotto uno studio volto a chiarire gli aspetti sintomatologici ed eziologici di queste malattie emergenti. L'attività di monitoraggio ha consentito di individuare, in tutti gli impianti oggetto di indagine, l'esistenza di gravi criticità fitosanitarie legate agli attacchi di patogeni sia tellurici sia della chioma. In particolare, numerose piante presentavano su rami e branche cancri "depressi" caratterizzati dal collasso dei tessuti corticali e dalla presenza di necrosi xilematiche dalla caratteristica forma a "V" in sezione trasversale. Dai campioni vegetali con questi sintomi sono stati isolati organismi fungini afferenti alla famiglia delle *Botryosphaeriaceae*. A livello del fusto i sintomi più frequenti erano rappresentati da necrosi corticali più o meno ampie e da estesi cancri contraddistinti dal distacco dei tessuti corticali. Da questa tipologia di cancri sono stati isolati esclusivamente ceppi del fungo ascomicete *Coniella granati*. In tutti i siti di indagine è stata altresì riscontrata la presenza di piante con sintomi di microfillia, ingiallimento e rarefazione della chioma, disseccamento settoriale della chioma e/o morte repentina. Le piante con questi sintomi mostravano inoltre estese aree necrotiche e lesioni umide con presenza di essudati nella parte basale del fusto e al colletto. A livello radicale erano presenti aree necrotiche da cui fuoriuscivano essudati bruno-rossastri con perdita parziale o totale delle radichette assorbenti. Le indagini diagnostiche svolte su queste piante hanno evidenziato una elevata complessità eziologica legata alla presenza di 10 specie fitopatogene di oomiceti appartenenti ai generi *Phytophthora* e *Phytopythium*. I sintomi sia radicali sia della chioma interessavano piante di differente età e appartenenti a cultivar diverse. Vista la complessità delle infezioni riscontrate, la natura invasiva dei patogeni isolati e l'assenza di agrofarmaci registrati, è quanto mai opportuno estendere ulteriormente le indagini per individuare sia i fattori che hanno favorito la diffusione di questi patogeni invasivi sia varietà locali con potenziali tratti di resistenza alle differenti specie fitopatogene.

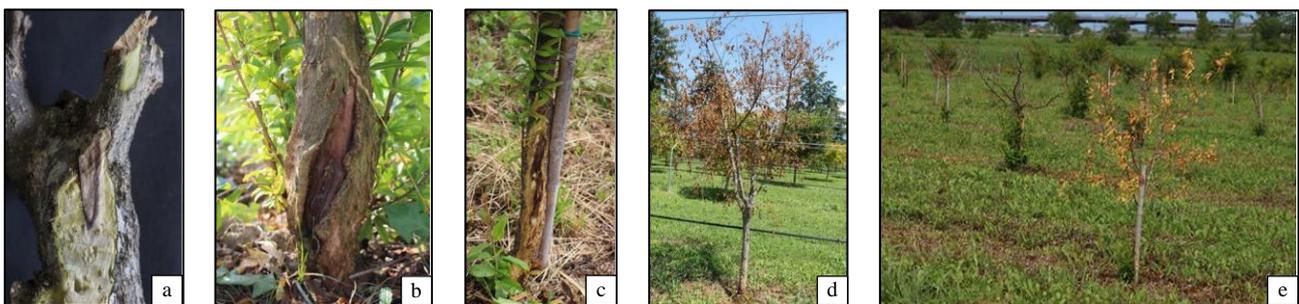


Figura 1. Principali sintomi rilevati su piante di melograno: cancri da *Botryosphaeriaceae* su rami (a), cancri e necrosi causati da *Coniella granati* su fusto (b,c), piante con sintomi di morte repentina dovuti ad attacchi radicali di *Phytophthora* spp. (d,e)

- 1) L. Riccioni, M.T. Valente, G. Di Gianbattista (2017) *Journal Plant Pathology*, 99(1), 294.
- 2) G. Adiletta, M. Petriccione, L. Liguori, F. Pizzolongo, R. Romano, M. Di Matteo (2018) *European Food Research Technology*, 244(8), 1427-1438.
- 3) B.T. Linaldeddu, C. Bregant, B. Ruzzon, L. Montecchio (2020) *Italian Journal of Mycology*, 49, 92-100.

RUOLO DELLE SPECIE INVASIVE DI *PHYTOPHTHORA* NELLA MORIA DELLE FORMAZIONI ARBOREE DEL BOSCO DELLA MESOLA

Alessandro Gianolla¹, Carlo Bregant¹, Giovanni Rossetto¹, Andrea Corda¹, Giovanni Nobili², Lucio Montecchio¹, Benedetto T. Linaldeddu¹

¹Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Italy; ²Raggruppamento Carabinieri Biodiversità, Reparto Biodiversità di Punta Marina, Via C. Colombo, 21 – 48122 Punta Marina Terme (RA)

La Riserva Naturale del Bosco della Mesola è un'area naturale protetta di circa 1057 ettari situata in provincia di Ferrara (Italia). È un sito di grande valenza ecologica, in quanto rappresenta una delle ultime formazioni planiziali-costiere della Pianura Padana (1). All'interno della riserva sono presenti numerosi habitat ed ecosistemi con formazioni a leccio (*Quercus ilex* L.), farnia (*Quercus robur* L.), ontano nero (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) carpino orientale (*Carpinus orientalis* Mill.), frassino meridionale (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), pioppo bianco (*Populus alba* L.) e olmo campestre (*Ulmus minor* Mill.). Nel corso di un recente monitoraggio fitosanitario è stata osservata la presenza diffusa, su tutta la riserva, di piante con sintomi di morte repentina e marciume radicale. Essendo i sintomi indicativi di attacchi di *Phytophthora* spp., è stata condotta un'indagine dettagliata al fine di isolare e caratterizzare le specie fitopatogene associate alle differenti essenze forestali. Il monitoraggio ha interessato 23 aree boschive e 10 habitat umidi (corsi d'acqua). Gli isolamenti sono stati eseguiti utilizzando la tecnica del *baiting* con l'impiego di foglie fresche di quercia da sughero come esche (2). Le indagini di laboratorio hanno consentito di isolare e caratterizzare 133 colonie di *Phytophthora*. Sulla base delle caratteristiche morfologiche e delle analisi molecolari, gli isolati sono stati identificati come: *Phytophthora lacustris* (61 isolati), *P. hydropathica* (20), *P. plurivora* (19), *P. cinnamomi* (9), *P. quercina* (8), *P. crassamura* (5), *P. multivora* (2), *P. polonica* (2), *P. pseudocryptogea* (2), *P. syringae* (2), *P. bilorbang* (1), *P. gonapodyides* (1) e *P. inundata* (1). *Phytophthora lacustris*, *P. plurivora* e *P. quercina* sono state isolate con maggiore frequenza dai campioni di radici e rizosfera, mentre, *P. hydropathica* e *P. cinnamomi* dagli habitat umidi e lungo i corsi d'acqua. I risultati evidenziano una sorprendente diversità di specie di *Phytophthora*, con otto nuove associazioni ospite-patogeno. La presenza di numerose specie invasive ed aggressive quali *P. cinnamomi* e *P. multivora*, costituisce un grave rischio per l'integrità vegetazionale e floristica di questa cenosi forestale residua della Pianura Padana.



Figura 1. Focolai di *Phytophthora* rilevati nel Bosco della Mesola con mortalità diffusa di leccio (a), ontano nero (b), e frassino (c).

- 1) A. Alessandrini, G. Balboni, L. Brancaleoni, R. Gardon, G. Nobili, M. Pellizzari, F. Piccoli, M. Ravaglioli (2021) *Geobotany Studies*, 23-78
- 2) C. Bregant, G.P. Sanna, A. Bottos, L. Maddau, L. Montecchio, B.T. Linaldeddu (2020) *Forests*, 11, 848.

NUOVE ACQUISIZIONI SULL'EZIOLOGIA DEL MAL DELL'INCHIOSTRO DEL CASTAGNO IN ITALIA

Carlo Bregant¹, Giovanni Rossetto¹, Giovanni Bozza¹, Michele Farioli¹, Lucio Montecchio¹, Benedetto T. Linaldeddu¹, Sergio Murolo²

¹Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Italy; ²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona

Il “Mal dell’Inchiostro” è una delle principali malattie del castagno (*Castanea sativa* Mill.) in Europa (1). Le piante interessate da questa malattia possono presentare sintomi di marciume radicale con la perdita delle radici assorbenti, necrosi sottocorticali nella zona del colletto, microfillia, clorosi e avvizzimento fogliare. La malattia è storicamente associata agli attacchi di *Phytophthora cambivora* e *P. cinnamomi*, ma in Europa, nel corso degli ultimi anni, sono state isolate da piante sintomatiche anche altre specie fitopatogene ed in particolare: *P. cactorum*, *P. megasperma*, *P. syringae* e *P. pseudosyringae* (2,3). Pertanto, vista la recrudescenza di questa malattia su tutto il territorio nazionale e il numero crescente di specie di *Phytophthora* coinvolte nell’eziologia, tra il 2017 e il 2021 è stato condotto uno studio in 25 castagneti distribuiti in 5 regioni italiane con l’intento di valutare la presenza, la diffusione e la virulenza delle varie specie di *Phytophthora*. In ciascun castagneto è stata valutata l’incidenza della malattia e da 146 piante sintomatiche sono stati prelevati complessivamente 162 campioni di rizosfera, radici e tessuti corticali nella zona del colletto. Le indagini diagnostiche hanno consentito di isolare 132 colonie di oomiceti. Attraverso l’analisi delle sequenze nucleotidiche della regione ITS, gli isolati sono stati identificati come: *Phytophthora cinnamomi* (48 isolati), *P. cambivora* (23), *P. plurivora* (20), *P. pseudosyringae* (13), *P. acerina* (9), *P. cactorum* (6), *P. pseudocryptogea* (3), *P. citrophthora* (3), *P. hedraiaandra* (3), *P. castanetorum* (2), *P. bilorbang* (1) e *P. gonapodyides* (1). I risultati ottenuti hanno permesso di ampliare le conoscenze sull’eziologia del Mal dell’Inchiostro in Italia identificando sette nuove associazioni ospite-patogeno. La diversità genetica (7 differenti *clade*), le caratteristiche ecologiche (omotalliche ed eterotalliche) e le strategie di infezione (sporangii caduchi e persistenti) delle specie di *Phytophthora* isolate nel corso di questo studio, nonché la differente virulenza, suggerisce la necessità di estendere l’attività di monitoraggio fitosanitario a tutto il territorio nazionale, al fine di individuare e mappare i focolai di malattia e sviluppare nuove strategie di controllo che tengano conto della crescente complessità eziologica.

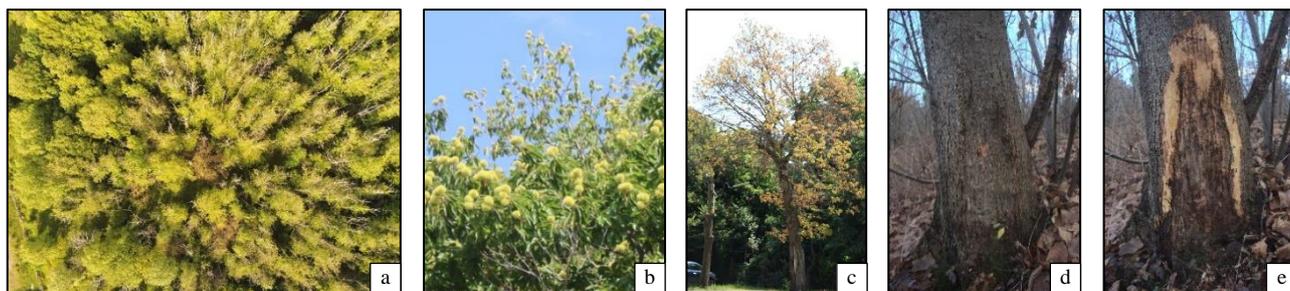


Figura 1. Sintomi di “Mal dell’Inchiostro” rilevati nelle aree di studio: visuale dall’alto di un castagneto con focolaio di malattia (a); microfillia (b), ingiallimento e rarefazione della chioma (c), essudati nerastri nella parte basale del fusto (d), particolare della necrosi corticale a forma di fiamma (e).

1) G. Cristinzio (1986) Atti delle Giornate Fitopatologiche, 2, 223-228.

2) A.M. Vettraino, O. Morel, C. Perlerou, C. Robin, S. Diamandis, A. Vannini (2005) European Journal Plant Pathology, 111, 169.

3) B. Scanu, B.T. Linaldeddu, A. Franceschini (2010) Plant Disease, 94(8), 1068.

LIFE MYCORESTORE - USO INNOVATIVO DI RISORSE MICOLOGICHE LOCALI PER LA PROTEZIONE DI FORESTE MEDITERRANEE E BIOCONTROLLO DI PATOGENI FORESTALI

Antonietta Mello¹, Francesco Venice^{1,2}, Alfredo Vizzini^{1,2}, Angela Frascella³, Giovanni Emiliani³, Roberto Danti³, Gianni Della Rocca³

¹CNR-Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante-SS Torino, Viale P.A. Mattioli 25, 10125 Torino, Italy;

²Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Viale P.A. Mattioli 25, 10125 Torino, Italy; ³CNR-Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante-SS Sesto Fiorentino, Via Madonna del Piano 10, 50019 Firenze, Italy

LIFE MycoRestore (<https://mycorestore.eu/it/life-mycorestore-2/>) è un progetto dell'Unione Europea (2019-2023) a cui partecipano Istituti di Ricerca e aziende private di Spagna, Italia e Portogallo. L'obiettivo del progetto è quello di utilizzare risorse micologiche innovative e pratiche di gestione forestale sostenibile al fine di rendere le foreste più resistenti agli attacchi di parassiti e malattie, meno vulnerabili agli eventi naturali esacerbati dai cambiamenti climatici (siccità e incendi boschivi), e promuovere un approccio gestionale maggiormente efficiente sotto il profilo delle risorse e dell'economia circolare. In Italia sono state individuate due aree pilota situate nell'Appennino toscano in provincia di Firenze, a S. Godenzo e nella Riserva biogenetica di Vallombrosa. S. Godenzo è caratterizzato da castagneti da frutto in produzione (*Castanea sativa* Mill.) tra cui si ritrova una zona circoscritta di piante affette da *Phytophthora cambivora*, l'agente del mal dell'inchiostro (Fig. 1). Vallombrosa ospita una fustaia di Abete bianco (*Abies alba* Mill.) minacciata da agenti di marciume radicale e carie del legno, *Armillaria ostoyae* e *Heterobasidion abietinum* (Fig. 2). Al fine di determinare il micobiota presente nelle due aree sperimentali è stata effettuata un'analisi metagenomica (metabarcoding dell'ITS dell'rDNA e sequenziamento di ultima generazione) della popolazione fungina in campioni di suolo prelevati sia da piante apparentemente sane sia da piante malate. Questa analisi è stata associata al rilevamento dei parametri chimico-fisici del suolo e a misure dendrometriche. Nel sito di Vallombrosa l'analisi è ancora in corso, mentre è stata completata nel sito di S. Godenzo dove risulta che la biodiversità fungina non è influenzata dalla presenza del patogeno nè sono alterate le interazioni fra le comunità presenti, bensì si osserva un rimodellamento della rete fungina che conserva la stessa composizione a livello di taxa ma che risulta diversamente distribuita. In particolare dall'analisi dei networks sono state individuate specie "keystone", cioè membri del micobioma che possono influenzare la struttura della comunità fungina attraverso forti interazioni con l'ambiente o con altri taxa e che rimossi dall'analisi di co-occorrenza dei networks possono determinare la distruzione di questi network (Venice et al., 2021; Fig. 3). Al fine di raggiungere il micocontrollo dei patogeni fungini tellurici, è stato effettuato l'isolamento di putativi agenti di biocontrollo (BCAs) su campioni di suolo e radici (endofiti) prelevati a livello della rizosfera di piante asintomatiche e sono state identificate 5 specie diverse di interesse appartenenti al genere *Trichoderma*. Attraverso saggi in coltura duale, attività enzimatiche e prove di inibizione dei patogeni *in vivo*, su semenzali di *C. sativa* e *A. alba* sui quali sono stati monitorati parametri fisiologici (scambi gassosi, fluorescenza della clorofilla, greenness), è stata determinata la loro efficacia che è risultata paragonabile a quella del prodotto commerciale di riferimento a base di *Trichoderma* (RadixSoil).



Fig. 1. Castagneto.



Fig. 2. Abetina.

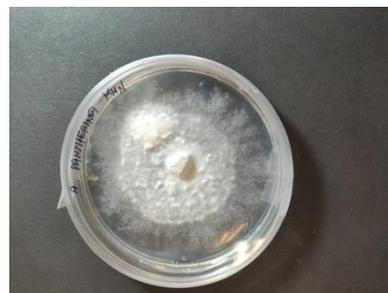


Fig. 3. *Amanita pantherina*.

MALATTIE EMERGENTI NELLE FORMAZIONI ARBUSTIVE DEGLI AMBIENTI ALPINI

Carlo Bregant, Giovanni Rossetto, Nicolò Sasso, Lucio Montecchio, Benedetto T. Linaldeddu
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Italy

Le formazioni arboree ed arbustive del piano montano e della fascia subalpina rappresentano dei veri e propri *hotspot* di biodiversità vegetale con numerosi endemismi (1,2). A partire dal 2019, in varie regioni dell'Italia centro-settentrionale è stata osservata, con sempre maggiore frequenza, la presenza di piante con sintomi di morte repentina, avvizzimento di foglie e germogli, disseccamento di rami e branche, sviluppo di rami epicormici e cancri con essudazioni nerastre su fusto e radici (3). Vista l'assenza di informazioni sull'eziologia di questi patosistemi emergenti e l'elevata valenza ecologica e paesaggistica degli habitat montani e alpini, è stato condotto uno studio in 47 siti distribuiti in Italia, Austria e Slovenia, al fine di isolare, identificare e caratterizzare i patogeni coinvolti. Dagli isolamenti effettuati su 322 campioni sintomatici prelevati da 26 specie vegetali sono state ottenute complessivamente 286 colonie ascrivibili al genere *Phytophthora*. L'analisi filogenetica degli isolati basata sull'esame delle sequenze nucleotidiche dell'intera regione degli spaziatori interni trascritti (ITS1 e ITS2) e del gene 5.8S dell'rDNA ha consentito di identificare 15 specie: *Phytophthora pseudosyringae* (169 isolati), *P. plurivora* (39), *P. ilicis* (20), *P. acerina* (13), *P. alpina* (6), *P. cactorum* (6), *P. gonapodyides* (6), *P. idaei* (4), *P. cambivora* (3), *P. psychrophila* (3), *P. pseudocryptogea* (2), *P. bilorbang* (2), *P. gregata* (2), *P. hedraiandra* (2) e *P. kelmanii* (1). Nel complesso le ricerche effettuate hanno permesso di chiarire i quadri sintomatologici che interessano le varie specie montane e di ampliare le conoscenze sulla bio-ecologia di numerose specie di *Phytophthora*, con il rinvenimento di 38 nuove associazioni ospite-patogeno. Il rinvenimento di specie di *Phytophthora* capaci di differenziare sporangi caduchi, di svilupparsi a temperature prossime allo zero e di infettare un numero elevato di specie vegetali, sottolinea il grave rischio di diffusione di questi patogeni negli habitat alpini.

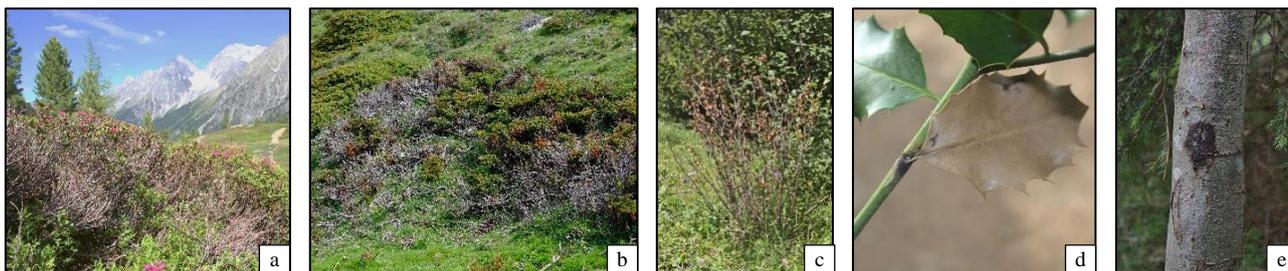


Figura 1. Panoramica dei sintomi osservati nei siti di indagine: brughiera di rododendro con estesi disseccamenti di rami e branche (a), piante di ginepro comune con disseccamenti settoriali della chioma (b), ontano verde con avvizzimento dei germogli primaverili (c), necrosi fogliare causata da *Phytophthora ilicis* su agrifoglio (d), fusto di ontano bianco con cancri ed essudazioni nerastre (e).

1) C. Körner 13 (2004) *Ambio*, 11-17.

2) C. Körner, J. Paulsen, E.M. Spehn (2011) *Alpine Botany*, 121, 73-78.

3) C. Bregant, G.P. Sanna, A. Bottos, L. Maddau, L. Montecchio, B.T. Linaldeddu (2020) *Forests*, 11, 848.

INFLUENZA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUI RAPPORTI TRA FUNGHI E PIANTE FORESTALI

Naldo Anselmi

Università degli studi della Tuscia, Dipartimento per le Innovazioni biotecnologiche agricole e forestali (DIBAF), Via San Camillo De Lellis, snc, Viterbo

I cambiamenti climatici, con innalzamenti di temperatura e persistenti siccità, stanno provocando notevoli cambiamenti nei rapporti tra le piante forestali e i funghi, sia patogeni, sia saprotrofi, sia simbiotici mutualistici. In generale, oltre a predisporre l'acclimatamento di alcuni macro e micromiceti di nuova introduzione, essi possono causare lo spostamento dell'areale a latitudini più umide e fresche di molte specie autoctone, che rischiano di andare progressivamente incontro a riduzione, sostituzione o scomparsa nelle aree più soggette ad aridità.

Quanto ai funghi fitopatogeni, il Global Change può ridurre l'aggressività e la diffusione di specie caratterizzati da gloiospore o gloioconidi che esigono piogge cospicue per essere diffuse, oppure, più frequentemente, può favorire: 1) gli attacchi di specie caratterizzati da xero-propaguli; (2) le recrudescenze di taluni patogeni invasivi, sia radicali (es. *Phytophthora*, comunemente inclusa tra i funghi), sia corticali (es. *Botryosphaeria*, ecc.); (3) lo sviluppo di "parassiti da debolezza" predisposti da un indebolimento delle piante per forti stress idrici. Tra questi ultimi si possono annoverare: (a) numerosi agenti di necrosi corticali che lo stress induce a virare da una fase endofitica asintomatica ad uno stato patogenico conclamato (es. *Biscogniauxia*, *Coryneum*, *Cytospora*, *Fusarium*, *Phomopsis*, ecc.); (b) vari agenti di marciumi radicali (*Armillaria*, *Heterobasidion*, *Ganoderma*, *Rosellinia*, ecc.); (c) innumerevoli specie cariogene che vanno a colonizzare i tessuti legnosi delle piante deperienti o morte provocandone la biodegradazione. Un particolare esempio di alterazione nei rapporti pianta-funghi è dato dal famoso fenomeno "deperimento delle piante forestali" connesso a ripetute e persistenti siccità, che oltre a favorire i patogeni da debolezza sopra menzionati, può essere causa di: 1) alterazioni nella microflora del suolo; 2) riduzioni o involuzioni delle micorrize, con diminuzione dei relativi 'corpi fruttiferi', eduli e non, sia di specie ipogee, generalmente ascomiceti (*Tuber*, *Hydnoria*, *Delastreopsis*, ecc.), ma anche basidiomiceti (*Hymenogaster*, *Melanogaster*, *Rhizopogon*, ecc.), sia di specie epigee, essenzialmente basidiomiceti (es. *Amanita*, *Boletus*, *Hebeloma*, *Laccaria*, *Russula*, ecc., ecc.).

Proprio per le specie micorrizogene alcune proiezioni fanno ritenere che in futuro esse andranno incontro alle più intense riduzioni nelle zone più aride, mentre nelle aree meno a rischio di siccità, come quelle del Centro-nord Europa, esse subiranno notevoli integrazioni o sostituzioni, anche per l'introduzione di nuove specie vegetali.

1) N., Anselmi Saraceni A., Anselmi A., 2021. *Agriculture and Forestry*, 67 (1): 7-25.

2) N., Anselmi Nicolotti G., Cellerino G.P., 1997. *Proceed. 10th Congress Mediterranean Phytopathological Union*, Montpellier, France, 101-104.

3) L., Boddy 2016. In: Watkinson S. C., Money N., Boddy L. Lynne eds. *The Fungi (Third Edition)*, Elsevier, pp. 361-400.

4) G., Ferisin Dovana F., Giusto A., 2019. *Phytotaxa*, 408, 2, 99-108.

5) R., Pirazzi Bragaloni M., Anselmi N., 1996. *Micologia Italiana*, XXV, 3, 61-68.

6) A., Ragazzi *et al* (eds), 2004. "Decline of oak species in Italy. Problems and perspectives", *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 242pp.

7) I., Sidirova Voronina E., 2020. *Terrestrial fungi and Global Climate Change*. In *Climate Change and Microbial Ecology: Current Research and Future Trends (2nd Edition)* (Edited by: Jürgen Marxsen). Caister Academic Press, U.K., 133-192.

Sessione: Sistematica e Funghi medicinali
Moderatori: Anna Maria Persiani e Marco Leonardi

IL GENERE *LYCOPERDON* CONSERVATO PRESSO IL *FUNGARIUM* DELL'UNIVERSITÀ DI SIENA

Irene Mazza¹, Claudia Perini², Elena Salerni²

¹ Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, Via La Pira 4/Via Micheli 1-3, 50121, Firenze, Italia; ² Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena, Via P. Mattioli 4, 53100, Siena, Italia.

Sin dalla fine degli anni Settanta, il gruppo del laboratorio di Micologia dell'Università di Siena ha condotto numerose ricerche che hanno spaziato da indagini qualitative sui macromiceti (micoflora) ad analisi qualitative e quantitative di comunità fungine (micocenologia) in vari ecosistemi della Toscana centro-meridionale, coprendo un ideale transetto altitudinale che va dall'Isola di Montecristo fino all'Appennino centrale. Tra i numerosi campioni di macromiceti raccolti e conservati presso il *Fungarium* dell'*Herbarium Universitatis Senensis* (SIENA), 47 *exsiccata* del genere *Lycoperdon* sono rimasti in parte indeterminati o con dubbia identificazione a causa principalmente della scarsa disponibilità negli anni passati di chiavi di determinazione esaustive e monografie dettagliate. In questa sede si riportano i risultati di una revisione del genere *Lycoperdon* presente nel *Fungarium* senese. A questo scopo è stata effettuata dapprima un'analisi macro- e microscopica degli *exsiccata* con dubbia identificazione correlata poi ad un riesame dei campioni registrati nel software di archiviazione e informatizzazione anArchive, che per il *Fungarium* dell'Università di Siena mostrava già 124 campioni.

Fra le 13 specie conservate nel *Fungarium*, *Lycoperdon perlatum* risulta essere il *taxon* più rappresentato con 47 *exsiccata*. Anche *L. atropurpureum* e *L. molle* risultano ben rappresentate in anArchive, rispettivamente con 32 e 13 *exsiccata*. Questi *taxa* abbastanza comuni e assai simili tra loro si possono distinguere, oltre che per una lunga rizomorfa caratteristica in *L. atropurpureum*, ma non sempre presente, solo attraverso un attento esame delle spore che risultano differenziarsi per le ornamentazioni: aculei conici nella prima specie e formazioni più fitte, cilindrico-verrucose, nella seconda. Fra le specie meno frequenti, si possono citare: *L. echinatum*, specie poco comune in natura, ma dalle caratteristiche macroscopiche inconfondibili, che risulta presente in anArchive con 6 *exsiccata*. *L. nigrescens*, che negli esemplari giovani mostra caratteristiche molto simili a *L. perlatum*, è presente in anArchive con 5 *exsiccata*, campioni rinvenuti unicamente nell'ambiente di pineta; a questi si aggiunge la raccolta delle abetine grazie al lavoro di revisione effettuato. Infine, *L. mammiforme* specie rappresentata da soli 2 *exsiccata* in anArchive. Questo *taxon* è l'unico ad essere caratterizzato nei carpofori giovani da un sottile velo le cui tracce negli esemplari maturi possono essere rinvenute talvolta con estrema difficoltà portando a scambiarsi con altri *taxa* affini. Grazie alla presente revisione, questa specie ha aumentato la sua presenza all'interno del *Fungarium* di 5 unità. Un discorso a parte va fatto per *L. caudatum*, specie molto rara secondo Sarasini (1) e fino ad ora del tutto assente tra gli *exsiccata* registrati in anArchive. Questo *taxon*, simile ad altre specie più comuni per alcune caratteristiche macroscopiche, è però caratterizzato da spore alle quali resta attaccato un lungo sterigma, generalmente molto più corto o autolizzato o ancora del tutto assente, nelle altre specie.

1) M. Sarasini, (2005) *Gasteromiceti epigei*. Associazione Micologica Bresadola, Trento Ed.

METABOLOMIC PROFILE AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF MYCELIA OF *PLEUROTUS* SPP. GROWN IN DIFFERENT SUBSTRATES

Giancarlo Angeles Flores, Gaia Cusumano, Roberto Venanzoni, Paola Angelini

Department of Chemistry, Biology and Biotechnology, University of Perugia, Via del Giochetto 6, 06121 Perugia, Italy

In this study, the in vitro cultured mycelium of some species of *Pleurotus* and some varieties of *P. eryngii* were investigated with the aim of determining the effect of different substrates, indicated as “S1” and “S2”, on their production of secondary metabolites and on their antiradical and antibacterial activity. Substrate “S1” contained Potato-dextrose-agar-PDA, substrate “S2” contained PDA enriched with wheat straw. The metabolites found among various samples of *Pleurotus* covered a total of 58 metabolic pathways. Comparisons were made between the metabolic profiles of *Pleurotus* spp. mycelia grown up in substrates S2 with respect to substrate S1 taken as reference. The most relevant result is that the metabolic pathways are strongly influenced by the chemical composition of the growth substrate. Regarding the biological activities, the antibacterial effect, tested against some Gram-Positive and Gram-Negative strains, was particularly evident against *Escherichia coli* for the mycelium of *Pleurotus columbinus* (M1), *Pleurotus eryngii* (M5) and *Pleurotus ostreatus* (M14), grown on substrate S1; the best antiradical activity was shown by the extract S1. The results of this study suggest that the metabolomic profile and biological activities of mycelia of *Pleurotus* spp. could be influenced by the cultural media.



Fig. 1. *Pleurotus eryngii* collected from Catania

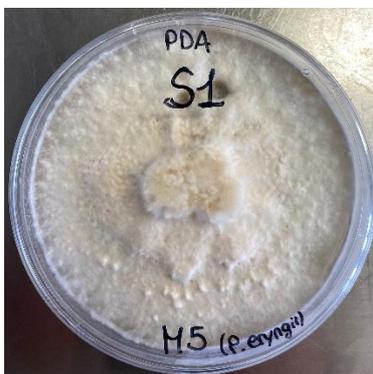


Fig. 2. Mycelia of *Pleurotus eryngii* (M5) growth in substrate S1



Fig. 3. Mycelia of *Pleurotus eryngii* (M5) growth in substrate S2

- 1) P., Angelini Pellegrino R.M., Tirillini B., Angeles Flores G., Alabed H.B.R., Ianni F., Blasi F., Cossignani L., Venanzoni R., Orlando G., Menghini L., Ferrante C. (2021). *Antibiotics* 10: 1245.
- 2) M., Balouiri Sadki M., Ibsouda S.K. (2016). *Journal of Pharmaceutical Analysis* 6: 71-79.
- 3) C., Bas Kuyper T.W., Noordeloos M., Vellinga E. (1990). *Flora Agaricina Neerlandica Volume 2*. A.A. Balkema: Rotterdam, The Netherlands.
- 4) S., Covino D'Ellena E., Tirillini B., Angeles Flores G., Arcangeli A., Bistocchi G., Venanzoni R., Angelini P. (2019). *International Journal of Medicinal Mushrooms* 21: 1051–1063.
- 5) F., Ianni Blasi F., Angelini P., Di Simone S.C., Angeles Flores G., Cossignani L., Venanzoni R. (2021). *Processes* 9: 743.
- 6) R., Pagiotti Angelini P., Rubini A., Tirillini B., Granetti B., Venanzoni R. (2011). *Mycoses* 54: 364–376.
- 7) J.S., Santos Alvarenga Brizola V.R., Granato D. (2017). *Food Chemistry* 214: 515–522.
- 8) G., Venturella Gargano M. L., Compagno R. (2015). *Flora Mediterranea* 25(Special Issue): 143-156.

THERAPEUTIC POTENTIAL OF ERGOTHIONEINE: A PROMISING ANTIOXIDANT MOLECULE FROM FUNGI

Lorenzo Goppa¹, Anthea Desiderio¹, Daniela Ratto², Paola Rossi², Federica Corana³, Elena Savino¹

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italy

² Department of Biology and Biotechnology “L. Spallanzani”, University of Pavia, Via A. Ferrata 9, 27100 Pavia, Italy

³ Centro Grandi Strumenti, University of Pavia, Via A. Bassi 21, 27100 Pavia, Italy

L-(+)-Ergothioneine (ET) is an amino acid derived from histidine that shows a tautomeric structure, with the thione tautomer predominant at physiological pH; this makes the molecule unusually resistant to autoxidation [1]. Because of the existence of thiol group located on the C2 atom of the imidazole ring it possesses interesting anti-aging and antioxidant activity, exert through multiple mechanisms like scavenging some reactive oxygen species (ROS) and inhibiting lipid peroxidation by binding transition metal ions in forms unable to catalyze redox reactions [2]. ET is also able to extend lifespan as shown by experiments on *Drosophila melanogaster* [3] and *Caenorhabditis elegans* [2], besides to protect neurons and preserve cognitive functions. For all these reasons, ET has been recently defined as the “longevity vitamin” [4]. Although different microorganisms like *Cyanobacteria* and *Actinobacteria* can synthesize ET, the main source of ET are mushrooms [1]. Human and plants cannot produce ET and need to uptake it from diet and soil respectively. In human ET is able to accumulate even at high concentration in some cells and tissues and the rapid absorption and retaining mechanism suggest that this molecule could have a useful function in the body.

In the present work fungal species that, according to literature, could have high ET concentrations together with never investigated species were chosen for ET extraction and quantification; samples of sporophores (collected in the field or purchased depending on the species) and/or mycelia (isolated from sporophores and grown on malt extract broth) have been analyzed.

First of all, comparison between two procedures of conservation, lyophilization and drying has been carried out. Then, the ET extraction procedure was optimized by comparing different combinations of three fundamental parameters: raw material/solvent ratio, temperature and extraction time. For the final quantification an HPLC-UV-ESI/MS method was used [5]. In addition, for the species we had enough material, also the difference between pileus and stipe has been investigated. Only for *Herichium erinaceus* (He2), ET quantity has been analyzed at different growth stages: mycelium, primordium and sporophore.

Results show that drying is recommendable for maintaining a higher ET concentration, whereas the best solution for extraction is to place 0,5 g of freeze-dried sample in 10 mL of 70% EtOH (1:20), keep 24 h in a heating thermostat module at 25 °C and then centrifugate at 4000 rpm for 3 min, finally storing the supernatant in the freezer at -20 °C. Generally, pileus had a higher ET concentration than stipe.

Primordium of He2 (2,5 mg/g) and sporophores of *Pleurotus citrinopileatus* (1,36 mg/g) were the samples with the highest ET values.

Therefore, hydroalcoholic extract of He2 primordium was tested to evaluate effects on a preclinical mice model of aging. In particular, locomotor parameters were studied. From the results obtained, is possible to confirm that oral supplementation with He2 extract significantly improved locomotor performances in mice, specifically for the parameters resting time and total distance during senescence.

1) I. Borodina, L.C. Kenny, C.M. McCarthy, K. Paramasivan, E. Pretorius, T.J. Roberts, S.A. van der Hoek, D.B. Kell (2020). *Nutr. Res. Rev.*, 33(2), 190-217

2) I.K. Cheah, B. Halliwell (2021). *Redox Biol.*, 42, 101868

3) H.Y. Pan, Z.W. Ye, Q.W. Zheng, F. Yun, M.Z. Tu, W.G. Hong, B.X. Chen, L.Q. Guo, J.F. Lin (2022). *Food Funct.*, 13(1), 227-241

4) E. Roda, D. Ratto, F. De Luca, A. Desiderio, M. Ramieri, L. Goppa, E. Savino, M.G. Bottone, C.A. Locatelli, P. Rossi (2022). *Nutrients*, 14(6),1177

5) F. Corana, V. Cesaroni, B. Mannucci, R.M. Baiguera, A.M. Picco, E. Savino, D. Ratto, C. Perini, H. Kawagishi, C.E. Girometta, P. Rossi (2019). *Molecules*, 24(19), 3511

L'IDENTIKIT DEL CERCATORE DI FUNGHI

Elena Salerni¹, Monia Ciampolini², Claudia Perini¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena, Via P.A. Mattioli, 4 – 53100 Siena. E-mail: elena.salerni@unisi.it

²Dipartimento delle Professioni Tecniche Sanitarie della Prevenzione e della Riabilitazione - Tecnico della Prevenzione Micologo, Strada del Ruffolo, 4 - 53100 Siena.

Chi è il “cercatore di funghi”? Per rispondere a questa domanda l'Università di Siena e l'USL Toscana sud-est hanno iniziato una collaborazione per creare un primo “identikit” di chi frequenta i boschi alla continua ricerca di questi prodotti del sottobosco.

Nel rapporto sullo stato delle foreste toscane si evidenzia come la scarsità delle informazioni relative ai prodotti non legnosi del bosco e quindi, anche i funghi, costituisca un problema per valutare gli effetti che tali produzioni possono avere, sia dal punto di vista economico sia dal punto di vista ambientale, sul territorio interessato. E' in tale contesto che, nel 2020, si inserisce la collaborazione tra l'Ispettorato micologico del Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda USL Toscana sud-est province di Arezzo, Grosseto, Siena e il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Siena (sez. micologia). Obiettivo della ricerca è stato quello di reperire, attraverso appositi questionari, sia maggiori informazioni sulla distribuzione, habitat, periodi di crescita, ecc. delle specie fungine che quella di conoscere meglio chi frequenta i boschi alla continua ricerca di questi pregiati prodotti del sottobosco. Dai questionari somministrati durante l'autunno del 2020 negli sportelli micologici emerge che il cercatore di funghi è generalmente un maschio, di età piuttosto avanzata, con un titolo di studio secondario che svolge abitualmente l'attività di ricerca funghi solo per consumo personale. Le specie fungine che generano maggiori dubbi sono afferenti ai generi *Amanita*, *Lactarius* e *Russula* raccolti in boschi di latifoglie. Pertanto, malgrado le limitazioni imposte dalla pandemia, fra cui quella che prevede l'accesso allo sportello micologico solo previo appuntamento, il questionario si è dimostrato uno strumento efficace nell'acquisizione di informazioni su questi pregiati prodotti del sottobosco.

IL RUOLO DEL MICOLOGO NELLA GESTIONE DELLE INTOSSICAZIONI DA FUNGHI NELL'AZIENDA UNITÀ SANITARIA LOCALE DELLA ROMAGNA

Silvio Cantori

Dipartimento di Sanità Pubblica, Azienda Unità Sanitaria Locale della Romagna, Via Alcide De Gasperi, 48121 Ravenna, Italia.

Il Micologo e i Centri Antiveleni prestano la consulenza al personale Medico dei Pronto Soccorso ospedalieri nei casi di sospetta/accertata intossicazione da funghi. Tale collaborazione consente ai Sanitari di ottenere tempestivamente l'identificazione delle specie fungine e applicare protocolli terapeutici più appropriati per trattare i pazienti intossicati. Aspetto di particolare rilevanza nei casi di sindromi a lunga latenza, per le quali è fondamentale avere una diagnosi precoce e somministrare terapie, al fine di ridurre l'assorbimento delle sostanze tossiche contenute nelle specie velenose da parte degli organi bersaglio, come il fegato e reni. Durante l'intervento il Micologo compila la scheda anamnestica, consultando i Pazienti ed il Medico, verifica i resti di funghi consumati e ritira il materiale organico per la determinazione morfologica macroscopica, macrochimica e microscopica. A fine indagine rilascia un certificato micotossicologico, in cui vengono indicate le specie responsabili dell'intossicazione e la relativa sindrome. Da un'analisi dei dati degli ultimi anni, nell'AUSL della Romagna, si registrano annualmente circa quaranta casi di intossicazione e sessanta persone coinvolte, nel 90% dei casi con sindromi a breve latenza.

Sessione: Micologia Applicata
Moderatori: Solveig Tosi e Simone Di Piazza

COLLECTION AND CHARACTERIZATION OF WOOD DECAY FUNGI TO DEVELOP MYCELIUM MATS

Marco Cartabia^{1,4}, Rebecca Michela Baiguera¹, Simone Buratti¹, Carolina Elena Girometta¹, Chiara Milanese², Alessandro Girella², Dhanalakshmi Vadivel², Chiara De Donno³, Ferdinando Auricchio³, Stefano Babbini⁴, Daniele Dondi², Elena Savino¹

¹Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia, Via Adolfo Ferrata 7, 27100 Pavia, Italy;

²Department of Chemistry, University of Pavia, Via Torquato Taramelli 12, 27100 Pavia, Italy;

³Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia, Via Adolfo Ferrata 3, 27100 Pavia, Italy;

⁴MOGU S.r.l., Via S. Francesco 62, 21020 Inarzo, Italy.

Fungi, and in particular wood decaying fungi (WDF), have been re-considered in the last few years as source for biotechnological and industrial applications [1]. These organisms seem to be very suitable for developing myco-materials thanks to the mycelial texture, ease of cultivation, and lack of sporification [2]. In this study 94 different strains of *Agaricomycetes*, belonging to 75 different species, related to 51 genera (18 families and 5 orders) were isolated using 2% malt extract agar (MEA) medium enriched with 3% hydrogen peroxide. Molecular analysis of the ITS region allowed to confirm the identification of the isolated strains. Among these, 21 wood decaying fungal strains were chosen based on colour, homogeneity, and consistency of the mycelium. The growth rate of each strain was measured and a chemical characterization of all the mycelia obtained in liquid static fermentation was analysed through thermogravimetric analysis (TGA) and scanning electron microscopy (SEM). Mycelium mats were obtained by developing an exclusive method (newly patented) [3] to improve consistency, structure and thickness. The obtained mats were also analysed through TGA and SEM. Among all the 21 strains, *Abortiporus biennis*, *Fomitopsis iberica* and *Irpex lacteus* showed to be suitable for a demo production of mycelium mats. The mats themselves were then mechanically tested in terms of tear strength, elongation at break, and Young's modulus.

TGA allowed to evaluate the principal chemical components of fungal cell wall providing an indication on mat composition; SEM gave information about mat porosity. Based on mechanical tests, *A. biennis* produces the most resistant and dense mat material. Further chemical and physical steps are needed in order to let this material show its high potential in practical applications.

In conclusion, the selection of the most suitable fungal strain is the basis for developing new myco-materials but to obtain commercial products the synergy of many skills is necessary, not least that of fashion experts.

This study was supported by Fondazione Cariplo and Regione Lombardia, Grant No. 2018-1765, through the project entitled "MYCO-ADVANCED LEATHER MATERIALS (MATER)", P.I. Professor D. Dondi

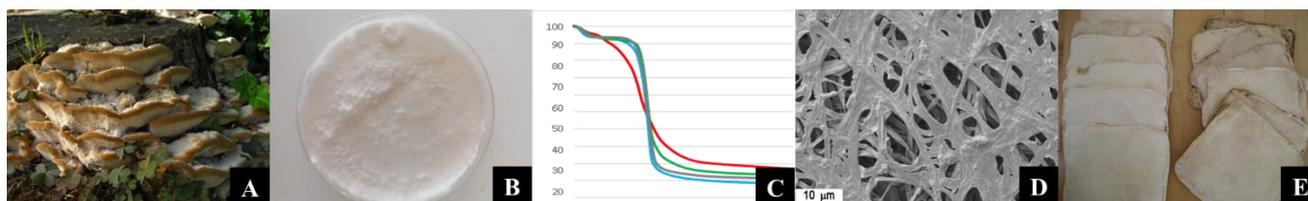


Fig. 1. Stages of development of a mycelium mats (e.g. *F. iberica*): A) Sporophore; B) Mycelium; C) TGA; D) SEM; E) Mycelium mats

1) K.D. Hyde, J. Xu, S. Rapior, R. Jeewon, S. Lumyong, A.G.T. Niego, P.D. Abeywickrama, J.V.S. Aluthmuhandiram, R.S. Brahamanage, S. Brooks (2019). *Fungal Divers*, 97, 1–136

2) M.E. Antinori, L. Ceseracciu, G. Mancini, J.A. Heredia-Guerrero, A. Athanassiou (2020). *ACS Appl. Bio Mater.*, 3, 1044–1051

3) A. Gandia, M. Montalti, S. Babbini, MOGU srl. Metodo di Produzione di Feltri Fungini e dei Materiali da essi Derivati. Ministero per lo Sviluppo Economico—Direzione Generale per la Lotta alla Contraffazione—Ufficio Italiano Brevetti e Marchi, 06/06/2020. Domanda di Invenzione numero 102018000010869. Available online: <https://patents.google.com/patent/WO2020115690A1/en?q=IT201800010869A1> (accessed on 17 September 2021)

INVESTIGARE IL POTENZIALE TRASFORMATIVO DI FUNGHI FILAMENTOSI E UNICELLULARI ATTRAVERSO TRASFORMAZIONE MEDIATA DA *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS*

Vittorio Capra, Simone di Piazza, Mirca Zotti

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova, Corso Europa 26, 16132 Genova, Italia

La trasformazione genetica è un processo durante il quale diverse tipologie di organismi possono assumere e integrare materiale genetico esterno. Di norma, molti appartenenti al regno dei Funghi non sono spontaneamente predisposti a tale metamorfosi, il che limita direttamente l'ottimizzazione di quelle linee produttive che proprio dall'impiego di specie fungine traggono beneficio (1, 2). Diverse metodologie sono ad oggi disponibili al fine di ovviare questa mancata predisposizione alla trasformazione, metodologie quasi sempre basate sul passaggio artificiale di materiale genetico attraverso pareti e membrane cellulari opportunamente manipolate. La competenza alla trasformazione può così venire indotta tramite trattamenti chimici con sostanze non-organiche, la digestione enzimatica delle regioni parietali delle cellule fungine, o come pure con il discriminare e la raccolta solo di quelle regioni del fungo che meglio si prestano alla sperimentazione (spore, conidi, comparti ifali) (3). In natura, tuttavia, la trasmissione trans-regni di materiale genetico per la modifica e assunzione delle caratteristiche desiderate è già presente, come nel caso del batterio *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Town.) Conn (3). La capacità di modificare il genoma di linee cellulari vegetali cooptate a vantaggio del donatore di materiale genetico (in questo caso il batterio) è stata difatti impiegata anche nel caso dei funghi, come dimostrato dapprima nei lieviti (4), e poi anche nei filamentosi (5). Un esempio è l'impiego di *FungalBraid*, un sistema binario di ingegnerizzazione dei ceppi fungini presentante una maggiore plasticità del materiale genetico da integrarsi, in termini di unità trascrizionale composta principalmente da promotore-sequenza codificante-terminatore (6). Infatti, laddove *A. tumefaciens* riesce ad ovviare alle sopracitate tecniche di competenza indotta delle cellule fungine, una grammatica condivisa di assemblaggio del vettore genetico fornirebbe un duplice beneficio. Più nello specifico, ad un comune linguaggio tra gruppi di ricerca si unirebbe una logica di clonaggio modulare e facilmente espandibile, adattamento della più comune strategia di assemblaggio plasmidico GoldenGate (6). In questo studio, a dimostrazione della veloce implementazione di coniugazione trans-regni anche in specie non modello, sono stati ottenuti ceppi del lievito *Saccharomyces paradoxus* Bach-Raich. resistenti all'igromicina B utilizzando un plasmide impiegato con successo in *Verticillium dahliae* Kleb., tramite l'adattamento di una metodologia di trasformazione mediata da *A. tumefaciens* in *S. cerevisiae*.

1) Y. Honda, E. Tanigawa, T. Tsukihara, D. X. Nguyen, H. Kawabe, N. Sakatoku, T. Watanabe (2019). *AMB Express*, 9(1), 92.

2) V. Meyer, E. Y. Basenko, J. P. Benz, G. H. Braus, M. X. Caddick, M. Csukai, H. A. B. Wösten (2020). *Fungal biology and biotechnology*, 7, 5-5.

3) N. L. Poyedinok, & Y. B. Blume (2018). *Cytology and Genetics*, 52(2), 139-154.

4) K. Moriguchi, S. Yamamoto, Y. Ohmine, K. Suzuki (2016). *PLoS One*;11(2): e0148989.

5) L. Czamanski Nora, R. Gonçalves, L. Santana, B. Ferreira, F. Rodrigues, & R. Silva-Rocha (2019). *Genetics and Molecular Biology*, 42.

6) M. Vazquez-Vilar, M. Gandía, V. García-Carpintero, E. Marqués, A. Sarrion-Perdigones, L. Yenush, J. Polaina, P. Manzanares, J.F. Marcos, D. Orzaez. (2020) *Current Protocol in Molecular Biololgy*,130(1): e116.

TACKLING CO-CONTAMINATIONS: POTENTIALITIES OF SOIL FUNGI ISOLATED FROM A DECOMMISSIONED MILITARY SITE.

Roberto Giovannini, Andrea Ceci, Veronica Spinelli, Oriana Maggi, Anna Maria Persiani
Department of Environmental Biology, Sapienza University of Rome, Piazzale Aldo Moro, 5, 00185 Rome, Italy.

Approximately 250 000 sites in Europe are thought to be contaminated and in need of remediation, mostly due to industries and waste processing, with a rising concern over the underestimation of current and past military activities¹. A recognized common trend is the soil co-contamination by both organic and inorganic contaminants caused by the production and use of ammunitions and weaponry and vehicle maintenance²⁻⁴. Subsequently, restoring military sites should be a primary objective, aiming to preserve the untouched habitats found within exclusion zones^{5,6} and return decommissioned sites to local communities. Unfortunately, the remediation of such contaminations, especially through conventional methods, comes with many drawbacks, both economically and environmentally. Hence, in recent years the potential of biotechnological applications of biological resources, such as fungi, bacteria and plants, has garnered rising interest. Particularly with a focus on organisms isolated from contaminated environments, who may possess useful traits, such as increased tolerance and ability to degrade/detoxify pollutants^{7,8}. Therefore, in this study, the microbial community of a decommissioned military site, previously identified as co-contaminated, has been isolated. Consequently, a preliminary screening has been implemented in order to evaluate the potentialities of fungal isolates in the bioremediation of co-contaminated soils. Furthermore, this study also focused on evaluating the potentialities of the rhizospheric fungal community of a specimen of *Plantago lanceolata* L., a wild herb widely distributed in the site. This study's results highlighted a high variability in Colony Forming Unit (CFU) abundance among the isolates of the 6 samples collected from the site. The most abundant genera were found to be *Penicillium*, *Aspergillus* and *Trichoderma*, with the strain labelled *Penicillium* S28A5 being the most represented among the samples. To study the potentialities of the isolates, a representative subset of 30 strains, including the most represented strains and at least a strain for each identified genera, were tested in a two-phase screening. The first phase included the *Remazol Brilliant Blue R* (RBBR) and the *Fe-Chromeazurol S* (Fe-CAS) decolorization assays to pinpoint the best candidates for the subsequent *in-vitro* tolerance tests. The selected strains were tested for their tolerance against Zn (an inorganic contaminant detected in all samples) and a mixture of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), in single contaminant and co-presence conditions. The decolorization assays showed that *Gliomastix* S28RE2 and *Westerdykella* S28RA1 showed large decolorization halos in the RBBR assay, pointing to a strong capacity of degrading complex organic compounds. Meanwhile, in the Fe-CAS test, *Gliomastix* S28RE2 as well as *Acremonium* S76A16 and *Aspergillus* S56C4 showed the ability to produce high amounts of siderophores, similar to a strong chelating agent used as positive control. Based on the results of the first phase of screenings 11 strains were chosen for the subsequent tolerance test on Zn and PAHs. Based on the analysis performed on the soil samples, a second tolerance test, replacing Zn with Pb, were performed involving 4 strains, isolated from a Pb-contaminated area. These tests revealed that *Penicillium* S56C6 tolerated both the Zn-PAH and the Pb-PAH mixture, with a tolerance index of more than 70%, while *Mucor* S56E4 showed to be unaffected by co-presence of Pb and PAH in the growth medium, although showing a less dense mycelium. Overall, several strains isolated from this contaminated site showed promising abilities for application as bioresources in the bioremediation of co-contaminated soils. Further studies are currently ongoing to evaluate the application of those strains in consortia.

1) Contamination from local sources — EEA. <https://www.eea.europa.eu/themes/soil/soil-threats>.

2) P. Pereira, D. Barceló, & P. Panagos, (2020) *Environmental Research* 186, 109501.

3) J. Stolte, et al. EUR 27607. (2016) JRC Scientific and Technical Reports.

4) J. A. Siles, & R. Margesin (2018) *Applied Microbiology and Biotechnology* 102, 4409–4421.

5) G. Ellwanger, C. Müller, A. Ssymank, M. Vischer-Leopold, & C. Paulsch (2016). *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 152

6) European Commission (2005) *Natura 2000 and the military*. <http://europa.eu.int/comm/environment/life/home.htm>.

7) S. Ye, et al. (2017) *Critical Reviews in Biotechnology* 37, 1062–1076.

8) H. Harms, D. Schlosser, & L. Y. Wick, (2011) *Nature Reviews Microbiology* 9, 177–192.

MYCOREMEDIATION DI MATRICI AMBIENTALI CONTAMINATE DA ARSENICO: SCENARI ATTUALI E PROSPETTIVE FUTURE

Laura Canonica, Grazia Cecchi, Simone Di Piazza, Mirca Zotti

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova, C.so Europa 26, 16132 Genova

L'arsenico è un metalloide di origine naturale o antropogenica, considerato altamente tossico e dannoso. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato l'arsenico inorganico come un carcinogeno umano certo. L'esposizione all'arsenico avviene principalmente per consumo di acqua potabile o cibo contaminato (1). Ad oggi l'inquinamento da arsenico è diffuso in tutto il mondo, principalmente in Cina, Bangladesh e in India, dove la contaminazione delle acque rappresenta un problema grave (1,2,3). Negli ultimi anni sono state sviluppate numerose tecniche di risanamento. Tra le *Green technologies* sta emergendo la metodologia della *Mycoremediation* (4). Il potenziale biodeteriogeno del metabolismo fungino nei confronti dell'arsenico è tuttora oggetto di studio. Nel laboratorio di Micologia dell'Università di Genova sono stati individuati e studiati ceppi fungini tolleranti e con potenziale bioaccumulativo, isolati a partire da acque di falda contaminate da arsenico. Per questi ceppi sono stati allestiti test di tolleranza e di accumulo. In particolare, i saggi di tolleranza sono stati condotti su media contenenti differenti concentrazioni di arsenico (0, 200, 400, 800, 1600 µg/L). Ai test di bioaccumulo sono stati sottoposti i due ceppi fungini che hanno mostrato il maggior tasso di crescita tra i funghi oggetto di studio. In particolare, sono state selezionate le specie *Aspergillus niger* Tiegh. (fungo autoctono isolato da acque di falda contaminate da arsenico) e *Penicillium expansum* Link (fungo alloctono già noto per accumulare metalli tossici, appartenente alla collezione CoLD-UNIGE JRU MIRRI-IT.). Ceppi di queste specie sono stati inoculati su terreni di coltura contenenti arsenico nella stessa concentrazione dell'acqua di falda contaminata (1600 µg/L). I risultati analitici hanno permesso di ricavare il fattore di bioconcentrazione corrispondente, ottenuto dal rapporto tra la concentrazione di arsenico presente nella biomassa fungina e la concentrazione di arsenico nell'ambiente circostante. Il *bioconcentration factor* si è rivelato essere > 1 per entrambi i ceppi. Pertanto, questo lavoro ha permesso di effettuare studi preliminari sul grado di tolleranza e di accumulo di funghi autoctoni isolati da matrici ambientali contaminate. Gli esiti promettenti ottenuti rappresentano un punto di partenza per lo sviluppo di protocolli di *Mycoremediation* da applicare in diversi contesti come, ad esempio, quello agrario.

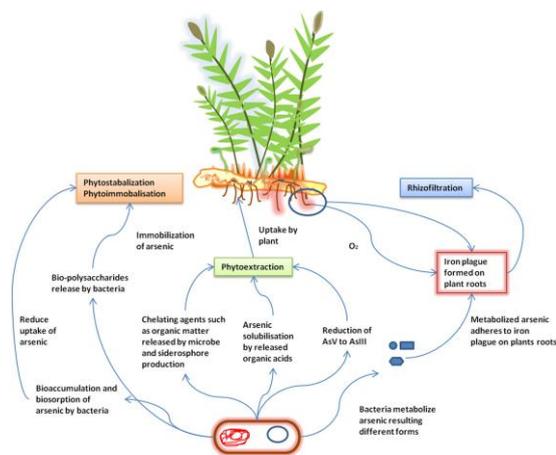


Fig. 1 *Mechanisms and processes involved in phytobial As remediation* (Irshad et al. 2020; Lampis et al. 2015; Mallick et al. 2014)

- 1) B. K. Mandal, & K. T. Suzuki (2002) *Talanta*, 58(1), 201-235.
- 2) P. L., Smedley, & D. G. Kinniburgh (2002) *Applied geochemistry*, 17(5), 517-568.
- 3) M. M., Bahar, Megharaj, M., & Naidu, R. (2013) *Water, Air, & Soil Pollution*, 224(12), 1722.
- 4) S., Yin, X. Zhang, H. Yin, & X. Zhang, (2022) *Microbiological Research*, 126990.

VALORIZZAZIONE DEI GUSCI DI NOCCIOLA PER LA COLTIVAZIONE DI FUNGHI EDULI E MEDICINALI

Federico Puliga, Pamela Leonardi, Francesco Minutella, Veronica Zuffi, Ornella Francioso, Alessandra Zambonelli

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, Viale G. Fanin 40-50, 40127 Bologna, Italia.

Recentemente, la coltivazione del nocciolo sta subendo una grande espansione. L'Italia è il secondo produttore mondiale di nocciole, con una produzione di circa 98.530 tonnellate nel 2019. La lavorazione delle nocciole produce grandi quantità di rifiuti, in particolare pericarpi legnosi, a seguito del processo di sgusciatura. Tali prodotti di scarto vengono generalmente utilizzati per il riscaldamento domestico, causando inquinamento atmosferico. L'alto contenuto di lignina presente nei pericarpi li rende un substrato idoneo alla coltivazione di funghi commestibili e medicinali. A tale scopo *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler e *Pleurotus cornucopiae* (Paulet) Quéf. sono stati coltivati su diversi substrati a base di gusci di nocciola: gusci di nocciola (HS), gusci di nocciola e paglia di frumento (HS-WS) e paglia di frumento mista a cippato di faggio (WS-BC) come controllo. Sono stati studiati il tasso di accrescimento miceliare *in vitro*, la capacità di degradazione della frazione lignocellulosica, l'efficienza biologica (BE) e le differenze qualitative tra i funghi cresciuti sui diversi substrati utilizzando la tecnica spettroscopica in riflettanza totale attenuata (ATR-FTIR). I risultati ottenuti nelle prove *in vitro* hanno evidenziato la capacità di *G. lucidum*, *L. edodes* e *P. cornucopiae* di crescere e degradare la frazione lignocellulosica presente in HS. Le prove di coltivazione sui differenti substrati hanno mostrato un'efficienza biologica simile ma una diversa produzione di corpi fruttiferi (FBP) in presenza di HS rispetto al controllo. L'analisi ATR-FTIR condotta sui corpi fruttiferi cresciuti su substrati diversi ha messo in luce differenze nella composizione chimica dei corpi fruttiferi delle specie studiate. Questi risultati forniscono prospettive interessanti sia per una gestione più sostenibile dei gusci di nocciola che per il miglioramento dell'efficienza della coltivazione dei funghi.



Fig. 1 basidiomi di (a) *Lentinula edodes*, (b) *Ganoderma lucidum* e (c) *Pleurotus cornucopiae* coltivati su HS.

CHITIN OLIGOMERS FROM *P. OSTREATUS* GROWN ON INDUSTRIAL WASTES

Andrea Crosino¹, Elisa Moscato¹, Marco Blangetti², Gennaro Carotenuto¹, Federica Spina¹, Simone Bordignon², Veronica Volpe¹, Cristina Prandi², Roberto Gobetto², Giovanna Cristina Varese¹ & Andrea Genre¹

¹Department of Life Science and Systems Biology, University of Turin, 10125 Turin, Italy.

²Department of Chemistry, University of Turin, 10125 Turin, Italy.

Agriculture is one of the most pollutant human practices, making large use of pesticides and chemical fertilizers to increase plant defense and productivity. Such agrochemicals are responsible for different issues including water pollution, loss of soil fertility and biodiversity, soil erosion and food poisoning, leading to several negative effects on human health (1). Just recently, thanks to the increasing public awareness, governance is going to shift toward low-input, environmentally-friendly practices to promote biodiversity and sustainable plant nutrition. In this context, arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis, between Glomeromycota and around 70% of land plants, is raising increasing interest (2). During such interaction, plants feed the fungus with carbon compounds (sugars, lipids) and receive in turn mineral nutrients, namely P and N (3). During the first phase of the interaction, plants are detected by AM fungi through the perception of root-secreted strigolactones. Their perception boosts hyphal growth and branching, as well as the release of plant-directed chemical signals, known as Myc-factors. Myc-factors consist in a mix of chitin-derived molecules: chito-oligosaccharides (COs) and lipo-chito-oligosaccharides (LCOs) (4, 5). Myc-factor perception activates plant symbiotic responses, preparing the host plant to a successful association (2). Recent works have demonstrated that exogenous CO application in *Oryza sativa* and *Medicago truncatula* stimulated lateral root branching and AM symbiosis development (6, 7), leading the way to the applicative use of such treatments in sustainable agriculture (8). At present, COs are commercially obtained from fishing industry wastes, but this approach presents a few drawbacks due to seasonal availability and environmental pollution. In one of our previous works, we successfully showed the possibility to extract COs from *P. ostreatus* fungal biomass (9), while the aim of the current work is to optimize each protocol step in a circular economy perspective, including the selection of the best growth medium, reduction of solvent use and mechanical treatments. Finally we will discuss our results and possible future improvements.

1) N. Vassilev, et al. (2015) *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(12), 4983–4996.

2) C. Gutjahr, & M. Parniske (2013) *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 29, 593–617.

3) M. K. Rich, E. Nouri, P. E. Courty, & D. Reinhardt (2017) *Trends in Plant Science* 22, 652–660.

4) F. Maillet, et al. (2011) *Nature* 469, 58–63.

5) A. Genre, et al. (2013) *New Phytologist* 198, 190–202.

6) G. E. D. Oldroyd (2013) *Nature Reviews Microbiology* 11, 252–263.

7) V. Volpe, et al. (2020) *Carbohydrate Polymers* 229, 115505.

8) L. Lanfranco, P. Bonfante, & A. Genre. (2016) *Microbiology Spectrum* 4, 727–747.

9) A. Crosino, et al. (2021) *Scientific Reports* 11, 3798.

BIORECUPERO DI ELEMENTI PREZIOSI DA RIFIUTI ELETTRONICI: CHE COSA SI PUÒ FARE CON I FUNGHI

Simone Di Piazza¹, Ester Rosa¹, Grazia Cecchi¹, Michela Mazzocoli², Micol Zerbini³, Anna Maria Cardinale³, Mirca Zotti¹

¹Department of Earth, Environment and Life Sciences, University of Genoa, C.so Europa 26, 16136 Genoa, Italy;

²Department of Civil, Chemical and Environmental Engineering, University of Genoa, Via all'Opera Pia 15-16, 145 Genova, Italy; ³ Department of Chemistry and Industrial Chemistry, University of Genoa, Via Dodecaneso 31, 16146 Genoa, Italy

I dispositivi elettrici ed elettronici in disuso rappresentano un rifiuto potenzialmente fonte di materie prime da reimpiegare nella produzione di nuovi dispositivi. La principale sfida odierna nel settore dell'elettronica è proprio quella di trovare nuove soluzioni ecocompatibili che garantiscano un processo affidabile per reperire materie prime ed elementi preziosi da dispositivi in disuso. Negli ultimi decenni molti autori hanno dimostrato come i funghi possano svolgere un ruolo attivo nelle tecnologie verdi finalizzate al riciclo di elementi preziosi. In particolare, negli ultimi anni, grazie a studi *in vitro*, sono stati individuati diversi meccanismi dei funghi di bioaccumulo attivo, bioaccumulo passivo e attività di biolisciviazione, che sono già stati sfruttati proficuamente nei processi di estrazione [1, 2]. Tuttavia, non tutti i ceppi fungini possiedono le stesse caratteristiche ed è quindi fondamentale isolare e selezionare i ceppi migliori da poter saggiare in impianti pilota e test a scala industriale [3]. A tal proposito, ad oggi, non esistono metodi standardizzati per valutare l'efficienza di recupero dei diversi ceppi fungini di elementi preziosi da rifiuti elettrici ed elettronici. Durante le nostre ricerche finalizzate proprio alla selezione di ceppi fungini da utilizzare in un bioreattore sono stati utilizzati differenti criteri di selezione e tecniche. In particolare, i CAS-agar test e i successivi test di accumulo, su media arricchiti con rifiuti elettronici, hanno evidenziato le differenze nella capacità di accumulo, nel tasso di crescita e nella produzione di biomassa dei ceppi testati. Inoltre, le successive analisi chimiche hanno evidenziato fattori di bioconcentrazione interessanti soprattutto per alcuni elementi preziosi alcuni dei quali presenti nella lista delle *Critical Raw Material*. In base alla nostra esperienza pur confermando il potenziale biotecnologico dei funghi per il recupero di elementi preziosi a scala di laboratorio, vogliamo sottolineare la necessità di individuare efficaci test di screening standardizzati che permettano di poter valutare in maniera rapida ed efficiente le caratteristiche dei diversi ceppi potenzialmente impiegabili nell'ambito del biorecupero.

1) S. Di Piazza, G. Cecchi, A. M. Cardinale, C. Carbone, M. G. Mariotti, M. Giovine, M. Zotti (2017) *Waste Management*, 60, 596-600.

2) Z. Yu, H. Han, P. Feng, S. Zhao, Zhou, Kakade T., S. Kulshrestha, S. Majeed, X. Li (2020) *Bioresour. Technol.* 2020, 297, 122416.

3) M. Zotti, S. Di Piazza, E. Roccotiello, G. Lucchetti, M.G. Mariotti, P. Marescotti (2014) *Chemosphere* 117, 471-476.

ARTIFICIAL FUNGAL CONSORTIA FOR A POSSIBLE USE AS ORGANIC WASTE DEGRADERS ON THE ISS

Michele Vezzola, Chiara Nugnes, Elena Savino, Solveig Tosi

Department of Earth and Environmental Sciences (DSTA), University of Pavia, Laboratory of Mycology, via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italy

This work is a part of the ASI project “In Situ Resource Bioutilization for Life Support Systems” (REBUS). The main purpose of this study is the selection of fungi that can degrade the waste produced by the crew of the International Space Station (ISS).

Fungi, together with bacteria, have a crucial role because they represent the main degraders of organic substances and, for this reason, they can be involved in the process of bio-regeneration for the support of space life. This goal is indispensable for extraterrestrial long time life maintenance (such as live on moon's and Martian's bases). Moreover, fungi, during the degradation process, re-enter in the system nutrients that can be used by plants; this is a process of transformation from a waste to a fertilizer.

In the present work we highlight the results on the ability of some fungi, properly selected, to reduce in terms of weight a simulant of solid organic waste which can be produced by the crew on the ISS. We wanted to formulate a minimum artificial fungal consortium for the treatment of such waste.

The first phase concerned the selection of fungi isolated from greenfelt, which is a substrate still used in hydroponic cultivation, and isolated from different organic waste. These fungi, together with a set of *Basidiomycota* already belonging to the collection of mycology laboratories, have been tested for their ability to increase biomass upon space organic waste (SOW) that is a simulant of ISS waste formulated by ENEA Casaccia bioag-biotech. This simulant is composed by food waste of astronauts' diet with other materials, such as cellulose paper, coming from the human activity on board of ISS.

The most active fungi in the production of biomass on the SOW were 13 belonging of *Ascomycota* and *Basidiomycota*; 12 filamentous and one yeast. The 13 strains belong to the genera: *Chaetomium*, *Dichotomopilus*, *Byssochlamys*, *Humicola*, *Bjerkandera*, *Ganoderma*, *Pleurotus*, *Schizophyllum*, *Monascus*, *Torulaspora*, *Penicillium* and *Alternaria*. Only those strains that did not have airborne spores, those that were not pathogenic for plants and animals and those of possible applicative interest were selected.

After the selection we have considered 5 strains for the next research phases. With these fungi we have create 2 consortia, one with all 5 strains while the other with 3 strains.

Both of consortia led to a reduction of about 30% of SOW dry weight (in one month at the temperature of 20°C) without significant difference. So that, the minimum consortium composed by 3 strains was chosen; with an antibiosis test the three fungal components demonstrated a long-term coexistence and seem to be the best combination to be manipulated and to degrade SOW in a Controlled Biological life support system within which the ISS is the largest human outpost in space.

A FUNGAL SOLUTION TO A FUNGAL PROBLEM: *CHAETOMIUM GLOBOSUM* AND *MINIMEDUSA POLYSPORA* POTENTIAL IN THE BIOCONTROL OF PLANT PATHOGENIC FUNGI

Veronica Spinelli, Andrea Ceci, Roberto Giovannini, Anna Maria Persiani

Department of Environmental Biology, Sapienza University of Rome, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Rome, Italy

Plant diseases, resulting in an annual estimated loss of 10–15% of world's major crops, represent a major threat to global crops production and social and political stability of nations [1]. About 70–80% of these diseases are caused by pathogenic fungi, numbers that are expected to increase in future years due to the effect of climate change on plant-pathogens interactions [2,3]. In the effort to transition to a more sustainable and resilient agriculture, the application of biological control agents and their secondary metabolites represent a promising option to support the achievement of food security, without further compromise ecosystems' health [4,5]. Therefore, it is important deepening the potential of known fungal biocontrol agents against the existing fungal pathogens, shedding further light on their action mechanisms and discovering new efficient fungal strains suitable for biotechnological applications. *In vitro* screenings, despite presenting several limitations, constitute valuable methods for the identification of potential biocontrol agents [6].

Therefore, this study, through an array of *in vitro* plate assays, aimed at evaluating *Minimedusa polyspora* (Hotson) Weresub & P. M. LeClair and *Chaetomium globosum* Kunze ability to inhibit the growth of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Berkeleyomyces basicola* (Berk. & Broome) W.J. Nel, Z.W. de Beer, and *Botrytis cinerea* Pers. Furthermore, this study aimed also at gaining insights on possible antimicrobial mechanism/s involved in their biological control action. More specifically, a dual culture assay, a dual culture for volatile antimicrobial compounds (performed in two different conditions), and a culture filtrate antifungal activity assay were designed to try to discriminate the impact of direct and indirect biological control mechanisms. This study's results show that both *M. polyspora* and *C. globosum* were able to inhibit, to a different extent, all the pathogens' growth in the dual culture assay, suggesting a mechanism of biocontrol involving competition for nutrients and space. *M. polyspora*, based on the culture filtrate antifungal activity assay, was found to exert its inhibition on all the pathogens thanks also to an antibiosis mechanism through the release of diffusible compounds. Moreover, *M. polyspora* culture filtrate resulted to be particularly effective especially against *B. basicola* whose growth was completely inhibited; furthermore, its high inhibition effect against this species was also observed in the dual culture for volatile antimicrobial compounds assay, suggesting that *M. polyspora* antagonism against *B. basicola* occurs through multiple or mixed mechanisms.

Therefore, based on this preliminary study's results *M. polyspora* and *C. globosum* are promising biocontrol agents of three fungal phytopathogens of economical and agronomical relevance, and consequently species of interest for further studies in this area aimed at validating their potential as antagonists in *in vivo* conditions.

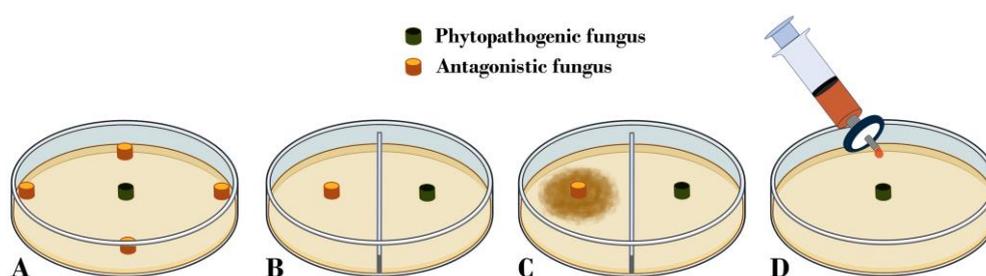


Fig. 1a-1b-1c-1d. Schematic representation of the performed plate assays: a. dual culture plate arrangement; b. dual culture VOC assay plate arrangement; c. dual culture VOC assay plate arrangement with the antagonistic strain inoculum of 5 days in advance; d. antagonistic culture filtrates 10 % concentration added to PDA to assess its antifungal activity.

- 1) J.B. Ristaino, P.K. Anderson, D.P. Bebber, K.A. Brauman, N.J. Cunniffe, N.V. Fedoroff, C. Finegold, K.A. Garrett, C.A. Gilligan, C.M. Jones, et al. (2021) PNAS, 118, 23 e2022239118.
- 2) A.C. Velásquez, C.D.M. Castroverde, S.Y. He (2018) Current Biology, 28, 619–634.
- 3) S. Sarrocco, G. Vannacci (2018) Crop Protection, 110, 160–170.
- 4) R.A.A. Khan, S. Najeeb, S. Hussain, B. Xie, Y. Li (2020) Microorganisms, 8, 817.
- 5) Y. Peng, S.J. Li, J. Yan, Y. Tang, J.P. Cheng, A.J. Gao, X. Yao, J.J. Ruan, B.L. Xu (2021) Frontiers in Microbiology, 12, 670135.
- 6) K. Raymaekers, L. Ponet, D. Holtappels, B. Berckmans, B.P.A. Cammue (2020) Biological Control, 144, 104240.

Sessione: Tartufi

Moderatori: Alessandra Zambonelli e Leonardo Baciarelli
Falini

CARATTERIZZAZIONE MORFO-MOLECOLARE E FILOGENETICA DI FUNGHI DEL GENERE *TUBER* IN SARDEGNA

Francesca Angius, Andrea Brandano, Alessandro Tuffu, Lucia Maddau e Bruno Scanu
Dipartimento di Agraria, sezione di Patologia vegetale ed Entomologia, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39A, 07100 Sassari, Italy. E-mail: fangius@uniss.it

La Sardegna offre ecosistemi le cui condizioni litologiche, vegetazionali e climatiche sono favorevoli alla presenza di diverse specie fungine appartenenti al genere *Tuber*. Tra dicembre 2021 e febbraio 2022, in collaborazione con l'Associazione Tartufai della Sardegna, sono state condotte delle ricerche in tre diverse aree tartufigene, caratterizzate da boschi di leccio, volte alla ricerca di funghi ipogei utilizzando cani addestrati. I campioni raccolti sono stati trasferiti in laboratorio e caratterizzati sia sulla base delle caratteristiche morfologiche sia mediante analisi delle sequenze nucleotidiche dell'intera regione degli spaziatori interni trascritti (ITS1 e ITS2), incluso il gene 5.8S del rDNA. Per alcuni di questi, sono state inoltre condotte delle analisi filogenetiche che hanno rivelato la presenza di due nuovi genotipi filogeneticamente vicini a *T. buendiae* e *T. melosporum*. Ulteriori indagini sono necessarie al fine di chiarire la sistematica e la tassonomia dei due *taxa* rinvenuti in questo studio.

CARATTERIZZAZIONE DI COLTURE PURE FUNGINE ISOLATE DA ASCOMI DI *T. MELANOSPORUM*, *T. AESTIVUM* E *T. BORCHII*

Alessia Marino, Danica Limongi, Marco Leonardi, Giovanni Pacioni, Mirco Iotti
Department of Life, Health and Environmental Sciences (MESVA), University of L'Aquila, via Vetoio, 67100 L'Aquila, Italy

I tartufi (*Tuber* spp.) sono corpi fruttiferi ipogei di ascomiceti appartenenti all'ordine delle Pezizales. Essi sono fonte di nutrimento per numerosi organismi animali e ospitano al loro interno una comunità microbica molto complessa. Se le relazioni di micofagia sono state recentemente oggetto di numerosi studi, i fattori che influiscono sulla diversità microbica nei tartufi e che regolano le interazioni biologiche al loro interno sono in gran parte sconosciuti. Sicuramente la diversità fungina all'interno dei tartufi è sottostimata rispetto alla componente batterica che è stata studiata più approfonditamente.

In questa ricerca sono stati isolati e caratterizzati funghi filamentosi e lieviti da ascomi di *Tuber borchii*, *Tuber aestivum* e *Tuber melanosporum* di diversa provenienza. Le specie fungine filamentose isolate dagli ascomi di *T. borchii* appartengono a diversi taxa geneticamente molto differenti tra di loro, quali *Mucorales* sp., *Penicillium* spp., *Polyphilus* sp., *Acremonium persicinum*, *Beauveria bassiana*, *Dactylonectria macrodidyma*, *Neonectria candida*, *Peniophora cinerea*. I lieviti isolati sono stati *Candida santamariae* e *Knufia tsunedae*. In *T. aestivum* sono stati trovati *Penicillium* spp., *Cryptosphaeria multicontinentalis*, *Metarhizium carneum*, *Sagenomella verticillata*, *Peniophora* spp. e i lieviti *Candida tropicalis*, *Saitozyma podzolica*, *Sporodiobolus metaroseus* e *Kondoa* sp. Solo specie appartenenti al genere *Penicillium* sono state isolate dagli ascomi di *Tuber melanosporum*.

La maggior parte delle specie trovate non sono mai state segnalate in ascomi di *Tuber* spp., ma solo in campioni ambientali di varia natura. I risultati ottenuti suggeriscono che la diversità di microfunghi che vivono nei tartufi sia molto più estesa di quanto riportato finora in letteratura. L'incremento delle conoscenze in tale campo può essere determinante per approfondire gli studi sugli aspetti sanitari e merceologici dei tartufi in post raccolta e sul processo di maturazione e di decadimento. Inoltre, le specie fungine più rare e specifiche di determinati habitat potrebbero essere utili per risalire alla provenienza degli ascomi.

ANALISI E CARATTERIZZAZIONE DEL TARTUFO NERO ESTIVO (*TUBER AESTIVUM*) E BIANCO (*TUBER MAGNATUM*) MOLISANO

Pamela Monaco¹, Antonio Bucci¹, Gino Naclerio¹, Antonietta Mello²

¹Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Contrada Fonte Lappone, 86090 Pesche (IS), Italia; ²Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Viale P.A. Mattioli 25, 10125 Torino, Italia

I tartufi sono un gruppo polifiletico di funghi ipogei, i cui corpi fruttiferi sequestrano le spore e si sviluppano sottoterra. I funghi appartenenti al genere *Tuber*, i cosiddetti “veri tartufi”, sono ascomiceti ectomicorrizici dell’ordine *Pezizales* con un ciclo vitale piuttosto complesso (1). Delle oltre 180 specie di *Tuber* attualmente note, alcune hanno proprietà organolettiche uniche ed un elevato valore commerciale; fra queste *T. aestivum* Vittad., *T. borchii* Vittad., *T. magnatum* Picco e *T. melanosporum* Vittad. È ormai noto che alle strutture miceliari e ai corpi fruttiferi del tartufo sono associate complesse comunità microbiche costituite da batteri, lieviti e funghi filamentosi. Tuttavia, molti aspetti legati alla diversità e al potenziale ruolo dei microrganismi associati al tartufo, nonché agli effetti delle interazioni tra comunità microbiche sulla biologia del tartufo sono ancora poco conosciuti (2). Pertanto, l’obiettivo principale del presente lavoro di ricerca è stato quello di analizzare e caratterizzare le comunità batteriche associate a due delle specie di *Tuber* di maggiore interesse commerciale: il tartufo nero estivo (*T. aestivum*) e il tartufo bianco pregiato (*T. magnatum*). Le analisi sono state condotte su campioni di tartufo molisano. Il Molise (Italia centro-meridionale) è, infatti, una delle regioni italiane a più alta vocazione tartufigena, contribuendo per circa il 40% alla produzione nazionale di tartufo. Tuttavia, finora, il tartufo molisano ha ricevuto poca attenzione dal punto di vista scientifico e, di conseguenza, non è adeguatamente tutelato e valorizzato. Questo studio getta quindi le basi per colmare la carenza di dati scientifici sul tartufo molisano e rappresenta un importante punto di partenza per una caratterizzazione più approfondita di questa risorsa così preziosa per l’economia regionale.

Le comunità microbiche associate ai corpi fruttiferi di *T. aestivum* sono state analizzate mediante indagini biomolecolari (*High-Throughput Sequencing*) e comparate con quelle rinvenute in campioni di suolo prelevati all’interno delle stesse tartufaie (Fig. 1). In accordo con i risultati pubblicati in letteratura scientifica, i principali phyla batterici identificati negli ascocarpi di *T. aestivum* sono stati *Proteobacteria* ed *Actinobacteria*, con il genere *Bradyrhizobium* particolarmente rappresentato. Tuttavia, sono state osservate considerevoli differenze tra il microbiota del suolo e del tartufo ed un’inaspettata eterogeneità a livello delle comunità microbiche del tartufo in termini di composizione, abbondanza relativa dei taxa principali e valori di α -diversità (3). Sono state inoltre analizzate due popolazioni di tartufo bianco pregiato raccolte in due diverse aree della regione. Nel complesso, 21 ascocarpi di *T. magnatum* sono stati esaminati da un punto di vista morfologico, genetico e microbiologico. In particolare, le indagini morfologiche sono state finalizzate alla determinazione dello spessore del peridio (Fig. 2), mentre le analisi genetiche e microbiologiche hanno riguardato, rispettivamente, il marcatore a singolo locus SCAR A21- inf e le comunità batteriche della gleba. Tra i due gruppi di *T. magnatum* e al loro interno è emersa una considerevole variabilità, a conferma dell’interessante eterogeneità delle popolazioni di tartufo molisano, che le rende ideali per ulteriori studi (4, 5).



Fig. 1a-1b. Prelievo di campioni di suolo e di *T. aestivum*.

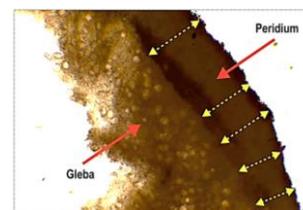


Fig. 2. Determinazione dello spessore del peridio.

- 1) A. Mello, C. Murat, P. Bonfante (2006) *FEMS Microbiology Letters*, 260, 1-8
- 2) R. Splivallo, M. Vahdatzadeh, J.G. Maciá-Vicente, V. Molinier, M. Peter, S. Egli, et al. (2019) *Frontiers in Microbiology*, 10, 1437
- 3) P. Monaco, M. Toumi, G. Sferra, E. Tóth, G. Naclerio, A. Bucci (2020) *Annals of Microbiology*, 70, 37
- 4) P. Monaco, G. Naclerio, A. Bucci, A. Mello (2021) *Italian Journal of Mycology*, 50, 92-98
- 5) P. Monaco, A. Bucci, G. Naclerio, A. Mello (2021) *Environmental Microbiology Reports*, 13, 591-599

MONITORAGGIO E TECNICHE INNOVATIVE APPLICATE NELLE ZONE DI PRODUZIONE DI *TUBER MAGNATUM*

Mara Rondolini¹, Nicola Baldoni¹, Leonardo Baciarelli Falini¹, Federica Bonini¹, Daniela Gigante¹, Lara Reale¹, Gilberto Bragato², Domizia Donnini¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, Italia;

² CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Via della Navicella 2/4, 00184 Roma, Italia.

In Italia le zone di produzione naturale di tartufi pregiati stanno subendo un forte declino con gravi conseguenze socio-economiche e ambientali. È necessario individuare delle pratiche di gestione delle tartufaie naturali capaci di favorire, incrementare e salvaguardare la risorsa tartufo e il suo ambiente di crescita (1), con particolare riguardo alla conservazione del germoplasma e alla corretta gestione dell'ambiente.

Il tartufo bianco (*Tuber magnatum* Picco) si trova principalmente nei fondivalle, lungo i corsi d'acqua e nelle pianure alluvionali (2, 3). Si tratta di ambienti coinvolti da un'importante riduzione nel tempo della copertura delle specie arboree: le piante simbiotiche sono state in parte eliminate per altri usi del suolo e sostituite da specie arbustive non simbiotiche (2).

Il singolare equilibrio che instaura *T. magnatum* nel suo habitat naturale, insieme a una scarsa conoscenza della sua biologia, sono le ragioni per cui la sua coltivazione risulta essere ancora difficile (4). Questo equilibrio richiede un monitoraggio ambientale costante prima di attuare qualsiasi intervento. Quindi, lo scopo del lavoro è di effettuare un monitoraggio continuo che consenta di analizzare e monitorare le tartufaie naturali, individuare indicatori specifici di tartufo produttivo, progettare interventi al fine di ampliare la tartufoia e ripristinare eventuali aree non più produttive.

Si parte, così, da un'accurata analisi floristico-vegetazionale, dallo studio dei parametri ambientali di clima e suolo e una ricerca sulle conoscenze reperibili riguardo la eventuale produttività pregressa e attuale di ogni sito considerato in Italia centrale.

I dati pedoclimatici, ottenuti grazie alle stazioni meteo installate nelle aree oggetto di studio, ai rilevamenti di dettaglio del suolo e analisi del relativo microbioma, nonché le caratteristiche floristico-vegetazionali, permettono di individuare i fattori maggiormente coinvolti nello sviluppo dei carpofori, anche in relazione a studi precedenti (4, 5, 6). Uno dei primi interventi da poter attuare è la ripulitura del sottobosco: una pratica utile per favorire lo sviluppo delle giovani piante simbiotiche e sostenere il loro vigore (7).

Nell'ottica di tutelare la risorsa ambientale dell'habitat di *T. magnatum*, è necessario operare attraverso l'uso sostenibile di suolo e acqua, viste le precipitazioni sempre più scarse (8), effettuando interventi come la regimazione e il reimpiego delle acque meteoriche, mantenendo così gli ambienti freschi e umidi. Un ulteriore aspetto della tartuficoltura sostenibile è garantito dall'utilizzo di germoplasma locale, sia di pianta che di tartufo, per la preparazione di piante tartufigene, da mettere a dimora in loco, e dell'inoculo da distribuire. La risposta alle tecniche gestionali viene stimata rispetto la produzione di carpofori e la valutazione della componente miceliare nel suolo.

1) F. Tagliaferro, & A. Ebone (2007) *Forest@* 4(1): 88-94. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

2) L. Gardin (2012) *Le tartufaie naturali della provincia di Arezzo* pag. 33

3) Z. Marjanovic, A. Glisic, D. Mutavdzic, D. Saljnikov, G. Bragato (2015) *Applied Soil Ecology* 95, 179-190

4) M. Iotti, P. Leonardi, G. Vitali, et al. (2018) *Biol Fertil Soils* 54, 707-716.

5) G., Bragato, Z., Marjanovic (2016) In: A. Zambonelli et al. (eds.), *True Truffle (Tuber spp.) in the World*, *Soil Biology* 47.

6) G. Marozzi, G.M.N. Benucci B. Turchetti, et al., (2021) *Microbial Ecology* <https://doi.org/10.1007/s00248-021-01950-1>

7) M., Bencivenga, L. Baciarelli Falini, (2012) *Manuale di tartuficoltura. Esperienze di coltivazione dei tartufi in Umbria*.

8) Istat – periodo di riferimento 2020, pubblicato nel 2022 <https://www.istat.it/it/archivio/268615>

Attività nell'ambito di: Progetto PS-GO HABITAR-SI e Progetto PhD PON.

STUDIO DELLE RELAZIONI SIMBIOTICHE FRA SPECIE DI ORCHIDEE SPONTANEE E FUNGHI DEL GENERE *TUBER*

Simone Graziosi; Pamela Leonardi; Alessandra Zambonelli

Department of Agricultural Sciences and Technology, University of Bologna, Viale Fanin 44, 40127 Bologna, Italy;

Il ciclo vitale dei tartufi, funghi del genere *Tuber* ed appartenenti all'ordine delle Pezizales, phylum Ascomycota, non è ancora del tutto delineato. Pur essendo i tartufi funghi ectomicorrizici è stato recentemente dimostrato che alcune specie sono in grado di formare simbiosi anche di tipo arbutoide, di formare micorrize con orchidee o addirittura svilupparsi all'interno delle radici di piante definite "non ospiti" come endofiti [1,2,3,4]. *Tuber borchii* Vittad. (Fig. 1) chiamato comunemente bianchetto o marzuolo, è un tartufo di buona qualità, dotato di una notevole plasticità ecologica e si sviluppa in un areale molto ampio che va dalla Finlandia alla Sicilia e dal Portogallo fino all'Iran. Oltre a formare ectomicorrize con svariate essenze arboree ed arbustive, sia conifere che latifoglie, forma micorrize arbutoidi col corbezzolo (*Arbutus unedo* L.) [5] ed è stato identificato all'interno di radici di orchidee aclorofilliche [6]. *Tuber dryophilum* Tul. & C. Tul. è un tartufo morfologicamente simile che si sviluppa negli stessi ambienti e stagione (Fig. 2).

Negli ultimi anni alcuni studi, focalizzati nello studio delle relazioni fra le orchidee e i propri funghi simbiotici, hanno dimostrato che la gamma di specie fungine che possono stringere relazioni trofiche con le orchidee terrestri è ampia e diversificata. Per tali ragioni, in questo studio si sono volute approfondire le conoscenze riguardanti i rapporti simbiotici fra *T. borchii* e *T. dryophilum* e le orchidee terrestri spontanee che condividono lo stesso habitat. I campionamenti sono stati condotti in quattro aree in cui erano stati precedentemente raccolti esemplari di *T. borchii*: due situate in provincia di Bologna (nei comuni di Calderino e Pianoro) costituite da boschi misti di latifoglie con prevalenza di roverella (*Quercus pubescens* Willd.), due situate lungo le pinete litoranee in provincia di Ravenna, in particolare l'area protetta di Porto Corsini e la Pineta comunale di Casalborsetti. Queste ultime sono formazioni forestali contraddistinte dalla predominanza di pino marittimo (*Pinus pinaster* Aiton). Le specie di orchidea campionate sono state *Anacamptis morio* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase, *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch (Fig. 3), *Limodorum abortivum* (L.) Sw. ed *Ophrys sphegodes* Mill. (Fig. 4). La colonizzazione di *T. borchii* e *T. dryophilum* nelle radici delle orchidee è stata verificata mediante nested PCR utilizzando i primer ITS specifici per entrambe le specie TboI-TboII, TdryI-TdryII [7] e mediante osservazioni al microscopio ottico. Per la prima volta in questo studio è emersa la presenza di *T. borchii* nelle radici di *C. longifolia* dove sono stati osservati anche gomitolifali intracellulari. Questo studio conferma come le orchidee del gen. *Cephalanthera* e i funghi del gen. *Tuber* siano in grado di costituire reciproche relazioni durante il proprio sviluppo [2,3].



Fig. 1. *T. borchii*



Fig. 2. *T. dryophilum*



Fig. 3. *C. longifolia*



Fig. 4. *O. sphegodes*

- 1) M.-A. Selosse, R. Petrolli, M.I. Mujica et al. (2022) *Annals of botany*, 129, 259–270
- 2) D. Hilszczańska, A. Rosa-Gruszecka, R. Gawryś, J. Horak (2019) *Ecoscience*, 26, 113–122
- 3) Z. Illyés, N. Ouanphanivanh, S. Rudnóy, A.K. Orczán, Z. Bratek (2010) *Acta Biologica Hungarica*, 61, 68–76
- 4) N. Ouanphanivanh (2008) *Acta Biologica Szegediensis*, 52, 229–232
- 5) E. Lancellotti, M. Iotti, A. Zambonelli, A. Franceschini (2014) *Mycorrhiza*, 24, 481–486
- 6) M.-A. Selosse, S. Belmonto, C. Murat, P.-E. Courty, M. Jąkowski (2020) *New Phytologist*, 225, 2542–2556
- 7) A. Amicucci, A. Zambonelli, G. Giomaro, L. Potenza, V. Stocchi (1998) *Molecular Ecology*, 7, 273–277

INFLUENZA DEI CEPPI BATTERICI IN *TUBER MELANOSPORUM* E *TUBER MAGNATUM*: UN APPROCCIO PER SVILUPPARE NUOVI BIOSTIMOLANTI IN VIVAIO E IN CAMPO

Bianca Ranocchi¹, Veronica Giorgi², Mirco Iotti³, Davide Neri², Alessandra Zambonelli⁴, Antonella Amicucci¹

¹Dipartimento di Scienze Biomolecolari, Università degli studi di Urbino “Carlo Bo”, via Saffi 2 Urbino, 61029 Urbino, Italia; ²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia; ³Dipartimento di Medicina clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell’Ambiente, Università dell’Aquila, via Vetoio, 37100 Coppito, L’Aquila, Italia; ⁴Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, viale Fanin 46, 40127 Bologna, Italia

I tartufi sono i corpi fruttiferi di funghi ectomicorrizici, appartenenti al genere *Tuber* e alla divisione *Ascomycota*. La coltivazione del tartufo nella regione Marche è un'attività agricola produttiva con ruolo strategico nello sviluppo dell'agro-economia, in particolare sui terreni rurali collinari. Tuttavia, negli ultimi anni la tartuficoltura ha incontrato crescenti difficoltà a causa dell'aumento delle temperature e delle precipitazioni non ottimali. L'interazione pianta-tartufo non è una simbiosi a due parti: il tartufo completa l'intero ciclo biologico nel terreno, di conseguenza numerosi microorganismi vengono inclusi. Molti studi hanno rivelato il possibile ruolo dei batteri in questa simbiosi: *i*-influenza nella produzione dell'aroma, *ii*-promozione nella crescita di pianta e micelio, *iii*-protezione da altri microbi patogeni, *iv*- fissazione dell'azoto. Il presente progetto ha posto come scopo quello di migliorare la conoscenza delle interazioni pianta-tuber-batteri sia in serra che in campo, di perfezionare i modelli di micorizzazione e di impostare una strategia di coltivazione innovativa attraverso l'impiego di microorganismi batterici. Sono stati esaminati gli effetti di *Bradyrhizobium* e *Pseudomonas* spp. su piantine micorizzate di *Tuber melanosporum* e dell'inoculazione di *Bradyrhizobium* spp. in tartufoie naturali di *Tuber magnatum*. Nello studio su piantine di *Quercus ilex* e *Q. pubescens* sono state utilizzate tre miscele batteriche: una contenente cellule di *Bradyrhizobium* spp., una contenente cellule di *Pseudomonas* spp. e una terza con cellule di entrambe le specie batteriche. Sono state valutate sia piantine micorizzate che piantine non micorizzate. Dopo 6 mesi di crescita in vivaio, è stato effettuato un rilevamento preliminare dei ceppi batterici precedentemente inoculati, attraverso metodi di coltivazione in vitro e metodi molecolari. In particolare, la permanenza delle specie batteriche impiegate è stata confermata attraverso PCR qualitative con primers 16S e primers specifici e l'identificazione è stata confermata mediante analisi RFLP (Restriction Fragments Length Polymorfisms). È stato inoltre valutato il grado di micorizzazione. Dai risultati è emersa una tendenza di aumento di micorizzazione nelle piante trattate con la miscela di entrambi i batteri, ma la variabilità dei dati non ha permesso di ottenere una statistica significativa. Lo studio sulle tartufoie naturali di *T. magnatum* è stato svolto in collaborazione con l'Agenzia per i Servizi nel Settore Agroalimentare delle Marche (ASSAM) ed ha previsto analisi sul suolo di due tartufoie naturali presenti nella regione Marche: una tartufoia produttiva, localizzata a Sant'Angelo in Vado (PU), e una non più produttiva ad Amandola (FM). Nella prima di esse è stato possibile analizzare per la prima volta gli effetti dell'inoculo di colture batteriche di *Bradyrhizobium* spp. sulla produzione di micelio di *T. magnatum*, mediante analisi Real Time con specifica sonda Taqman. Dall'analisi della tartufoia non produttiva, invece, è stata evidenziata la presenza nel suolo del DNA di *T. magnatum*, aprendo la possibilità di approfondimenti per comprendere le cause della perdita di produttività e poter quindi applicare strategie per ripristinare la fruttificazione. Tali sperimentazioni, ancora in itinere, potranno essere utili per sviluppare strategie volte a migliorare la micorizzazione in vitro e in serra e migliorare la qualità delle piantine inoculate con tartufi pregiati e per intervenire in tartufoie sperimentali e naturali in calo produttivo.

APPROCCIO PRELIMINARE ALLA MICORRIZZAZIONE DI GERMOGLI DI TIGLIO MICROPROPAGATO CON *TUBER BORCHII*

Nicola Baldoni, Mara Rondolini, Francesco Prospero, Leonardo Baciarelli Falini, Maurizio Micheli, Domizia Donnini

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX giugno, 74 - 06121 Perugia (PG), Italy

Il tiglio è una pianta ospite particolarmente interessante in quanto in natura forma ectomicorrize con tutte le specie di *Tuber* di valore economico (1). La propagazione del tiglio risulta essere abbastanza problematica e secondo Magherini e Nin (2) la produzione di materiale da seme lo è in particolare, poiché il seme germina con molta difficoltà sia a causa del tegumento coriaceo sia per la frequente incapacità di ottenere seme vitale (3). La dormienza fisiologica è la dormienza primaria presente nel genere *Tilia*, e per superarla è necessario l'intervento degli ormoni (4). Di conseguenza, nel mercato vivaistico tartufigeno è difficile avere disponibilità di tigli micorrizzati, anche a causa della forte incidenza dei costi per la loro propagazione.

A nostro avviso, una possibile soluzione da percorrere sarebbe la possibilità di propagare *Tilia* in vitro e conseguire la micorrizzazione ancora in condizioni di parziale asepsi. Le tecniche di propagazione vegetale in vitro consentono di rigenerare diverse forme di propaguli, come gli embrioni somatici (organi bipolari) oppure germogli avventizi (organi unipolari) (5). Risulta, perciò, molto interessante la possibilità di instaurare una simbiosi tra fungo e pianta già durante la condizione asettica, ma appena dopo la fase di radicazione, in modo da permettere alle plantule appena ottenute di affrontare meglio le prime fasi dell'ambientamento *ex vitro*, situazione molto delicata e pericolosa per la pianta. Lo scopo del lavoro è ottenere plantule *vitro*-derivate dotate di apparato radicale sul quale, nella fase successiva, effettuare un inoculo sporale di *Tuber borchii* Vittad. (tartufo bianchetto o marzuolo), ottenendo quindi piante di Tiglio micorrizzate.

A tal fine, è stato individuato un efficace protocollo di micropropagazione, che ha consentito di proliferare in vitro e radicare in condizioni miste *vitro-vivo* germogli di *Tilia platyphyllos* Scop. per sottoporli, successivamente, a micorrizzazione con inoculo di *T. borchii*.

Perciò, sono state prelevate porzioni uninodali dai polloni dell'anno, dotati di gemme e prive di foglie, che sono state sottoposte alla decontaminazione, allo scopo di disporre di materiale sanificato e pronto ad essere avviato alla coltura. Quindi, gli espianti risultati completamente decontaminati sono stati avviati alla fase di moltiplicazione, sottoposti all'effetto di una diversa componente nutritiva, che potesse stimolarne l'attività vegetativa. I germogli che hanno raggiunto una dimensione considerata idonea per il proseguimento della sperimentazione sono stati utilizzati per la successiva fase di radicazione su terriccio. Il metodo di radicazione su terriccio è un sistema ormai molto diffuso e si definisce come "sistema misto *vitro-vivo*". Il principale vantaggio è quello di ottenere delle radici che risultano strutturalmente molto più simili agli apparati radicali definitivi e parzialmente già funzionali. La rizogenesi in *Tilia* è stata indotta mediante IBA (3; 6). Il trattamento induttivo con IBA in polvere ha consentito di ottenere il 58% dei germogli radicati, mentre nel restante 42% dei casi è stato registrato il caratteristico ingrossamento della parte di tessuto trattato con l'auxina. I germogli radicati hanno sviluppato mediamente 2,1 radici/germoglio di lunghezza media pari a 16,6 mm.

Infine, già dopo 4 mesi dall'inoculo, all'analisi morfologica (7) è stata osservata una buona percentuale di micorrizzazione con *T. borchii* che in alcune piantine ha raggiunto l'80% e dopo 6 mesi la percentuale media di micorrizzazione era del 45%. Tali risultati, seppur ancora in fase preliminare, sono molto interessanti e promettenti al fine di ottenere tigli micropropagati e micorrizzati con *T. borchii*.

1) D. Sisti, G. Giomaro, I. Rossi, P. Ceccaroli, B. Citterio, V. Stocchi, P. Benedetti (1998) In Symposium on Plant Biotechnology as a tool for the Exploitation of Mountain Lands, 457, 379-388.

2) R. Magherini, S. Nin (1992) In WOCMAP I-Medicinal and Aromatic Plants Conference, part 3 of 4 331: (pp. 251-258).

3) I. Sarvasova, J. Durkovic (2002) *Biologia Plantarum*, 45(1), 149-152.

4) I. Ivanova, N. Panayotov, V. Panchev (2016) In Scientific proceedings of the 5th International Scientific Horticulture Conference, 34.

5) M. Micheli, A. Standardi (2015) *AgroLife Scientific Journal* - Volume 4, Number 1.6) Li N., Shu X., Tang S., Tang G., 6) X. Lu (2013) *Propagation of Ornamental Plants*, 13(4), 168-173.

7) D. Donnini, G.M.N. Benucci, M. Bencivenga, L. Baciarelli-Falini (2014) *Forest Systems*, 23(2), 385-393.

Abstract inviati che non sono stati presentati

STUDIO DI MOLECOLE AD ATTIVITÀ ANTIFUNGINA CONTRO IL PATOGENO DEL RISO *PYRICULARIA ORYZAE*

Elisa Moscato¹, Federica Spina¹, Agnese Pippione², Marta Giorgis², Ileana Caliandro², Noemi Villella², Giuseppe Mannino¹, Cinzia Berteà¹, Marco Lolli², Giovanna Cristina Varese¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università degli Studi di Torino, Viale P.A. Mattioli 25, Torino, Italia; ²Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco, Università degli Studi di Torino, via P. Giuria 9, Torino, Italia.

Pyricularia oryzae è l'agente patogeno del riso più distruttivo al mondo ed è in grado di causare perdite pari al 30% della produzione mondiale, determinando rischi per la salute e per l'ambiente correlati a danni economici ingenti (1). La capacità del patogeno di adattarsi ai cambiamenti ambientali e l'uso massiccio di fungicidi con meccanismo d'azione a sito specifico ha determinato la progressiva inefficacia delle pratiche agronomiche tradizionali e dei prodotti chimici presenti sul mercato e maggiormente diffusi, volti a contenere gli attacchi alle colture. In questo scenario, la scoperta e la validazione di nuovi target essenziali nel ciclo di vita di *P. oryzae* e la ricerca di nuove molecole ad attività antifungina risultano estremamente importanti ed urgenti. Per far fronte a questa esigenza, è stato messo a punto un protocollo sperimentale che permette di saggiare l'attività antifungina di numerose molecole in tempi rapidi. Il disegno sperimentale ha previsto una prima fase di validazione e standardizzazione del protocollo sperimentale relativo all'allestimento dei saggi di crescita, in termini di tipologia e concentrazione del solvente, al fine di ridurre al minimo l'inibizione della crescita associata ad esso, di volume delle prove e di tipologia di inoculo del fungo in analisi in modo da ottenere dati consistenti e ripetibili. È stato quindi utilizzato un sistema in micropiastre come strumento di valutazione della crescita fungina, misura indiretta della bioattività delle singole molecole saggiate. L'allestimento delle prove di crescita è stato realizzato per sette ceppi fungini della specie *P. oryzae* in presenza di numerose famiglie di molecole. Questa metodica ha permesso di effettuare screening preliminari su 33 molecole differenti, tra queste sette molecole sono risultate in grado di inibire significativamente la crescita fungina. La valutazione della minima concentrazione inibente (MIC) delle molecole, in presenza dei sette ceppi selezionati, ha messo in evidenza comportamenti diversi tra i funghi, con valori di MIC molto variabili anche tra le molecole stesse (MIC 10-40 μ M). Da notare come per alcune molecole, seppur in assenza di ulteriori ottimizzazioni della configurazione chimica, i valori di MIC sono risultati paragonabili a quelli riscontrati in presenza del principio attivo chimico azoxystrobin. Il sistema sperimentale miniaturizzato è risultato molto efficace in termini di fattibilità e riproducibilità. Il progetto in corso di sviluppo prevede successive fasi sperimentali volte ad indagare il meccanismo d'azione ed il sito molecolare coinvolto nell'attività delle molecole antifungine.

1) E. Pennisi (2010) Armed and dangerous. Science, 327:804–5.

TRUFFLE HARVESTING AND TRADE IN THE MAGAGGIARO WOOD (SICILY): A NEW OPPORTUNITY FOR THE LOCAL ECONOMY AND EMPLOYMENT IN ECONOMICALLY DEPRESSED AREAS

Valeria Ferraro¹, Mario Prestifilippo², Giuseppe Venturella¹, Giulia Mirabile¹, Fortunato Cirlincione¹

¹Department of Agricultural, Food and Forest Sciences, University of Palermo, Viale delle Scienze, Ed.4, 90128 Palermo, Italy; ² Mycologist, Via Donizetti, Mazara del Vallo (Trapani), Italy

Italy is at the vanguard of European and world truffle production, processing and trading. However, although the truffles are of remarkable importance in the gastronomy of many Italian regions, the scenario in Sicily is quite different, since this is a sector of recent development. The first report on the presence of the genus *Tuber* in Sicily date back to the end of the 19th century and the beginning of 20th century. However, the starting point of truffle investigation in Sicily dates back to 1991 with the first finding of the black summer truffle in the province of Siracusa (south-eastern Sicily). Sicily has delayed in generating its own legislation on truffles. Recently Regional Law No. 35 of 29 December 2020 was promulgated, which aims to promote Sicilian truffles and defines the collection, certification and traceability criteria for truffles produced and harvested in the regional territory. In addition to a study carried out on the Sicani mountains, we have extended the observations on the presence of truffles to another area, located in the western part of Sicily. By means of direct collaboration with local gatherers and field surveys, we aimed at providing an up-to-date report on the distribution of truffles in the semi-coastal area located between Sciacca, Caltabellotta, Menfi and, Montevago (province of Agrigento). In more detail, we reported on the distribution of truffles in the Magaggiaro Wood, together with related period of growth and techniques of gathering.

Truffles, belonging to the *T. borchii* Vittad. group, are currently found in the surveyed area. In particular, five species can be recognized: *T. borchii*, *T. puberulum* Berk. & Broome and, as a new report for the province of Agrigento, *T. dryophilum* Tul. & C. Tul., *T. oligospermum* (Tul. & C. Tul.) Trappe and the less frequent *T. maculatum* Vittad.. Although they have low value and are not included among the marketable species, all of them are often collected together with *T. borchii*, either for the convenience of collectors or for misidentification. The number of gatherers in the Magaggiaro wood has increased significantly in recent years, with an overall collection of ca. 60 kg/year for the *T. borchii* group. Selling prices of such truffles vary from 100 to 250 €/kg, depending on quality, size and, season.

The harvesting and marketing of truffles should therefore be considered an important income for economically depressed areas also because they would enable the development of a supply chain of quality products and the creation of new gastronomic routes, with the subsequent generation of employment and promotion of tourism.



Fig. 1. Map of the survey area



Fig. 2. Ascomata of *T. borchii*



Fig. 3a-b. Ascomata of *T. oligospermum* and *T. puberulum*

1) G. Venturella (1995) Atti Convegno "Funghi, Tartufi ed Erbe mangerecce", 1-6

2) R. Pampanini, F. Diotallevi, A. Marchini (2012) Economia Agro-Alimentare, 3, 11-28

3) R. Calvo, M. Prestifilippo, G. Venturella (2020) Plant Biosystems, 156, 1, DOI: 10.1080/11263504.2020.1845843

4) M. Leonardi, M. Iotti, G. Pacioni, I.R. Hall, A. Zambonelli (2021) Fungal Biology, DOI: 10.1007/978-3-030-67561-5_4

Comitato Scientifico

Antonella Amicucci
Antonietta Mello
Benedetto Linaldeddu
Domizia Donnini
Elena Salerni
Giuseppe Venturella
Marco Leonardi
Mirco Iotti
Mirca Zotti
Roberto Buonauro
Silvano Onofri
Solveig Tosi

Comitato Organizzatore

Alessandra Zambonelli
Benedetta Turchetti
Claudia Perini
Daniela Gigante
Domizia Donnini
Gilberto Bragato
Giovanni Beccari
Lara Reale
Mattia Bencivenga

Segreteria Organizzativa

Federica Bonini
Leonardo Baciarelli Falini
Mara Rondolini
Martina Cerri
Nicola Baldoni

Sede Organizzativa

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali
Università degli Studi di Perugia
Borgo XX Giugno, 74 – 06121 Perugia