PROGETTO COFINANZIATO DA: PSR Sicilia 2014-2022, SOTTOMISURA 16.1
ENTE CAPOFILA: Co.Ri.Bi.A

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE E DELLE FORESTE

REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE SICILIANA
ASSESSORATO REGIONALE DELL'AGRICOLTURA, DELLO SVILUPPO RURALE E DELLA PESCA MEDITERRANEA

PSR SICILIA 2014 2020



Pleuron

Preserviamo e valorizziamo
il fungo di basilisco (Pleurotus nebrodensis)
per sostenere biodiversità e imprese

PARTNERS

Co.Ri.Bi.A
Consorzio di Ricerca sul Rischio Biologico in Agricoltura

CORERAS
Consorzio Regionale per la ricerca applicata e la sperimentazione

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO

Az. Agr. Antonino Azzarello, Az. Agr. Barbato Francesca, Az. Agr. Barna Francesco,
Az. Agr. Dinolfo s.s.a., Az. Agr. Pantina Gandolfo Maria, Az. Agr. Sottile Anna,
Cooperativa Agricola Sociale Agry Social, Trazzere del Gusto Srl.

fungodibasilisco.it

INDICE

PREFAZIONE . . . . . pag. 04
Gianfranco Badami - Presidente del Consorzio Coreras

Biodiversità, territori e nuove sfide dell'agricoltura siciliana . . . . . pag. 04

Il Pleurotus nebrodensis: un patrimonio naturale della Sicilia . . . . . pag. 04

La sfida scientifica: comprendere una specie "difficile" . . . . . pag. 04

La sperimentazione nelle aziende agricole: un laboratorio a cielo aperto . . . . . pag. 05

Oltre la produzione: le proprietà nutraceutiche e medicinali del fungo di basilisco . . . . . pag. 05

Valorizzare un fungo simbolo della Sicilia: prospettive future . . . . . pag. 06

Il ruolo degli Enti di Ricerca e il valore della ricerca scientifica . . . . . pag. 06

RELAZIONE DEL RESPONSABILE SCIENTIFICO . . . . . pag. 07
Prof. Giuseppe Venturella

Verifica dei campioni d'erbario di Pleurotus nebrodensis . . . . . pag. 07

Raccolta in natura di basidiomi di Pleurotus nebrodensis . . . . . pag. 07

Identificazione morfologica e molecolare di Pleurotus nebrodensis . . . . . pag. 07

Isolamento dei ceppi di Pleurotus nebrodensis e preparazione dello spawn . . . . . pag. 08

Camera di coltivazione . . . . . pag. 09

Coltivazione . . . . . pag. 10

Batteri . . . . . pag. 18

Virus . . . . . pag. 19

Ulteriori saggi di laboratorio . . . . . pag. 19

Dati produttivi . . . . . pag. 21

Azione sui patogeni del pomodoro . . . . . pag. 21

Patogeni Testati . . . . . pag. 21

Estratti del fungo Pleurotus . . . . . pag. 23

Procedura Sperimentali . . . . . pag. 23

Risultati . . . . . pag. 24

Prove di fitotossicità . . . . . pag. 24

Efficacia degli Estratti . . . . . pag. 25

Essiccamento e caratterizzazione della polvere di fungo . . . . . pag. 27

Preparazione degli estratti . . . . . pag. 27

Valutazione delle proprietà medicinali . . . . . pag. 27

Conclusioni . . . . . **pag. 28**
Attività di divulgazione . . . . . **pag. 29**
Pubblicazioni scientifiche . . . . . **pag. 29**

INNOVAZIONE DI MARKETING NELLA VALORIZZAZIONE DEL PLEUROTUS NEBRODENSIS COLTIVATO IN SERRA: APPROCCI STRATEGICI E PROSPETTIVE DI FILIERA A PARTIRE DAL PROGETTO PLEURÒN . . . . . **pag. 30**
Maurilio Caracci - Università degli Studi di Palermo, Resp. comunicazione progetto Pleuròn
Abstract . . . . . **pag. 30**
Bibliografia e Sitografia . . . . . **pag. 33**

RELAZIONE PANEL TEST PLEURON . . . . . **pag. 34**
Stefano Antolino
Introduzione . . . . . **pag. 34**
Profilo dei partecipanti . . . . . **pag. 34**
Livello di esperienza . . . . . **pag. 34**
Analisi sensoriale . . . . . **pag. 35**
Aspetto visivo . . . . . **pag. 35**
Aroma . . . . . **pag. 36**
Gusto . . . . . **pag. 37**
Texture . . . . . **pag. 37**
Gradimento globale . . . . . **pag. 38**
Commenti qualitativi . . . . . **pag. 38**
Conclusioni . . . . . **pag. 38**

CONCLUSIONI . . . . . **pag. 39**
Giuseppe Di Giovanni - Progettista ed Innovation Broker

Prefazione
Prof. Gianfranco Badami - Presidente del CORERAS

Il Progetto PLEURÒN – Per la coltivazione sostenibile del fungo Pleurotus nebrodensis

1.Biodiversità, territori e nuove sfide dell'agricoltura siciliana

La Sicilia è da sempre terra di biodiversità, crocevia di specie, culture e saperi che hanno plasmato nei secoli paesaggi agricoli unici nel Mediterraneo. In questo mosaico naturale e umano, alcune specie rappresentano simboli identitari del territorio. Tra queste, il Pleurotus nebrodensis — conosciuto localmente come **fungo di basilisco** — occupa un posto speciale: raro, pregiato, endemico delle Madonie, capace di raccontare la storia di un rapporto millenario tra l'uomo e la montagna.

Il progetto **PLEURÒN** con capofila il Co.Ri.Bi.A. e con i partner Co.Re.R.A.S., Università degli Studi di Bari, aziende agricole Antonino Azzarello, Barbato Francesca, Barna Francesco, Dinolfo s.s.a., Pantina Gandolfo Maria e Sottile Anna (Azienda agrituristica BERGI), la Cooperativa Agricola Sociale Agry Social e il partner commerciale Trazzere del Gusto, sotto la responsabilità scientifica del Prof. Giuseppe Venturella, nasce proprio da questa consapevolezza: tutelare la biodiversità non significa soltanto conservarla, ma **trasformarla in valore per i territori,** generando nuova conoscenza e nuove opportunità economiche per le imprese agricole. La ricerca scientifica, in questo senso, diventa strumento di sviluppo locale. La relazione conclusiva del Responsabile Scientifico rende evidente come la sfida posta da *P. nebrodensis* — specie delicata, lenta, fortemente dipendente dall'habitat naturale — abbia richiesto un approccio multidisciplinare, rigoroso e innovativo, articolato in attività di campo, laboratorio, sperimentazione colturale e prove applicative. PLEURÒN si pone quindi come un esempio virtuoso di **innovazione partecipata**, dove università, laboratori, aziende agricole e istituzioni collaborano per trasformare una specie rara in una risorsa culturale, scientifica ed economica.

2.Il Pleurotus nebrodensis: un patrimonio naturale della Sicilia

Il fungo di basilisco è un **testimone del valore ecologico delle Madonie**. Cresce in un microhabitat unico, in simbiosi con la Prangos ferulacea, seguendo un ciclo biologico diverso da quello della maggior parte delle specie del genere Pleurotus, con fruttificazione primaverile e tempi di sviluppo molto lenti.

La letteratura scientifica nazionale (Gargano & Venturella, 2024; Venturella et al., 2002; compilazioni floristico-micologiche dell'Università di Palermo e di altri centri di ricerca italiani) ha più volte sottolineato l'unicità di questa specie, tanto da inserirla tra i **funghi più rari e minacciati d'Italia**. Questa consapevolezza ha spinto il mondo scientifico a elaborare strategie di conservazione *ex situ* e, più recentemente, progetti di sperimentazione per la coltivazione controllata. Il progetto PLEURÒN rappresenta il primo vero tentativo sistematico di portare P. nebrodensis fuori dal suo ambiente naturale, rispettandone però le esigenze ecologiche e fisiologiche. Le attività descritte nella relazione del Prof. Venturella — dalla verifica dei campioni d'erbario ai rilievi naturalistici nelle Madonie, dall'isolamento dei ceppi alle analisi molecolari — costituiscono un patrimonio di conoscenza indispensabile per comprendere i limiti e le potenzialità di questa specie.

3.La sfida scientifica: comprendere una specie "difficile"

Coltivare il fungo di basilisco non è stato un esercizio banale. Il progetto ha messo in luce almeno tre criticità fondamentali:

a) Il substrato di crescita

La specie, in natura, è associata ai residui radicali della Prangos ferulacea.

Nella coltivazione in ambiente protetto, trovare un substrato alternativo che garantisca:

- rapido sviluppo del micelio,
- minore vulnerabilità ai funghi competitori,
- qualità organolettiche comparabili al prodotto selvatico,

si è rivelata una delle sfide più importanti. La relazione rileva che molte contaminazioni da Trichoderma (muffa verde), Neurospora (muffa arancione) e persino Schizophyllum erano correlate a substrati di qualità non uniforme o trattati termicamente in modo insufficiente.

b) La fisiologia lenta e la bassa competitività della specie

I ceppi di P. nebrodensis crescono più lentamente rispetto ad altri Pleurotus, diventando facili bersagli per patogeni e microrganismi competitori. Tale caratteristica era già documentata nella bibliografia micologica italiana, ma il progetto PLEURÒN ha permesso, per la prima volta, una **caratterizzazione comparativa su vasta scala** tra ceppi diversi.

c) La sensibilità a batteriosi e altre patologie

Le analisi di laboratorio condotte dai ricercatori hanno identificato batteri finora mai documentati in associazione con P. nebrodensis (come Sphingobacterium faecium e Providencia rettgeri). Il lavoro sperimentale sulla patogenicità, con prove in coltura duale, rappresenta un contributo scientifico di rilievo per la micologia agraria. Queste conoscenze, ora documentate in modo sistematico, rappresentano un punto di partenza imprescindibile per chiunque voglia continuare la ricerca sulla specie.

4.La sperimentazione nelle aziende agricole: un laboratorio a cielo aperto

Uno degli aspetti più innovativi di PLEURÒN è stata la **trasformazione delle aziende partner veri e propri laboratori sperimentali**. Polizzi Generosa, Castelbuono, Gangi — territori vocati alla biodiversità e all'agricoltura sostenibile — sono diventati luoghi in cui testare ceppi, monitorare condizioni colturali, misurare la risposta alle variabili ambientali, verificare la produttività reale.

La relazione illustra i sopralluoghi, i prelievi, le analisi dei sacchi di coltivazione, documentando sia i fallimenti sia i successi. Le aziende hanno attraversato problemi comuni nella mic coltura:

- ritardi nelle attrezzature per la climatizzazione,
- inesperienza iniziale,
- contaminazioni del substrato,
- parametri ambientali non costanti.

Eppure, nonostante tali difficoltà, i risultati evidenziano produzioni significative, soprattutto con il **ceppo 6**, risultato complessivamente il più produttivo. Questo dato è fondamentale perché permette alle imprese agricole di orientarsi verso una scelta varietale più consapevole.

Il valore del trasferimento di conoscenze

Non si è trattato semplicemente di "affidare sacchi di coltivazione" alle aziende, ma di:

- formare gli operatori,
- condividere protocolli di coltivazione,
- interpretare insieme gli esiti produttivi,
- risolvere problemi in tempo reale,
- avviare una cultura micologica oggi quasi assente nel comparto agricolo siciliano.

Questo è il vero significato del **trasferimento tecnologico** che il CoRERAS sostiene da sempre: fare in modo che la scienza diventi patrimonio operativo delle imprese.

5.Oltre la produzione: le proprietà nutraceutiche e medicinali del fungo di basilisco

Uno degli aspetti più promettenti del progetto è rappresentato dalla ricerca sulle **proprietà biologiche e nutraceutiche** degli estratti di P. nebrodensis.

I ricercatori hanno indagato:

- attività antimicrobica verso batteri multiresistenti,
- riduzione della formazione di biofilm,
- attività antiossidante sui cheratinociti umani,
- potenziale utilizzo cosmetico e dermatologico.

Questi dati — che si integrano con la letteratura italiana recente su Pleurotus medicinali — aprono prospettive di mercato che vanno ben oltre il settore alimentare:

- cosmetica naturale,
- integrazione alimentare,
- biotecnologie medicali,
- prodotti ad alto valore aggiunto per l'agricoltura sostenibile.

Si tratta di un territorio nuovo, che la Sicilia può esplorare diventando **pioniera nella filiera del fungo ad uso nutraceutico**.

6.Valorizzare un fungo simbolo della Sicilia: prospettive future

Il progetto PLEURÒN ha dimostrato che:

- il fungo di basilisco **può essere coltivato con successo**,
- è possibile ottenere produzioni maggiori rispetto a quelle naturali,
- le caratteristiche organolettiche rimangono di alta qualità,
- il prodotto può essere disponibile per gran parte dell'anno, e non solo in primavera.

Questi risultati hanno implicazioni economiche di grande rilievo: offrire una specie rara — oggi venduta fino a 50 €/kg nella sua forma selvatica — a un pubblico più ampio, garantendone qualità, sicurezza e reperibilità.

Verso la certificazione e il riconoscimento regionale

Un obiettivo strategico dei prossimi anni sarà:

- ottenere un marchio regionale,
- inserire il fungo di basilisco tra le produzioni tipiche siciliane,
- valorizzarlo come prodotto identitario del territorio,
- costruire una filiera corta che unisca agricoltura, gastronomia, turismo ed economia verde.

7.Il ruolo degli Enti di Ricerca e il valore della ricerca scientifica

Gli Enti di Ricerca coinvolti credono profondamente nel ruolo della ricerca applicata, come motore di innovazione per l'agricoltura. PLEURÒN ne è un esempio concreto: un progetto in cui la scienza non rimane chiusa nei laboratori, ma diventa strumento operativo nelle mani delle aziende agricole.

Il nostro compito istituzionale è stato favorire questo dialogo continuo tra ricerca e produzione, rendendo possibile ciò che, fino a pochi anni fa, sembrava irrealizzabile: coltivare una specie rara, complessa, preziosa, trasformandola in occasione di sviluppo sostenibile per le comunità rurali.

Il progetto PLEURÒN non si conclude qui: rappresenta una , per **base solida per future ricerche** nuovi progetti di filiera e per un rafforzamento della cultura scientifica e imprenditoriale nel settore micologico.

PROGETTO PLEURÒN
(Progetto per la coltivazione in ambiente protetto Pleurotus Nebrodensis)
Domanda di sostegno 242532180 del 16/12/2022
D.D.S. n.1594 del 03/04/2024 e successiva variante

Relazione del Responsabile Scientifico - Prof. Giuseppe Venturella

Il sottoscritto **Professore Giuseppe Venturella**, è **Responsabile Scientifico** del progetto PLEURÒN (Progetto per La coltivazionE in ambiente protetto Pleurotus Nebrodensis) approvato con D.D.S. n.1594 del 03/04/2024 nell'ambito del P.S.R. SICILIA 2014-2022 - SOTTOMISURA 16.1 con capofila il Co.Ri.Bi.A.
Le attività svolte sono qui di seguito riassunte, esse sono una sintesi di quanto emerso dalla attività del responsabile scientifico in coordinamento con l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, degli esperti incaricati dal capofila, degli esperti cui sono state affidate le collaborazioni di carattere occasionale e delle aziende partner.

- **Verifica dei campioni d'erbario di *Pleurotus nebrodensis***
  Si è proceduto ad una verifica dei campioni d'erbario depositati presso l'Herbarium SAF del Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) dell'Università di Palermo e su tali campioni sono stati verificati i caratteri microscopici della specie in esame mettendoli a confronto con quelli rilevati da basidiomi freschi raccolti in natura e anche per l'analisi molecolare.

- **Raccolta in natura di basidiomi di *Pleurotus nebrodensis***
  Basidiomi di *Pleurotus nebrodensis* (Inzenga) Quèl. sono stati raccolti nei pascoli delle Madonie (Sicilia settentrionale) su radici morte di *Prangos ferulacea* (L.) Lindl., una pianta erbacea perenne diffusa nel bacino del Mediterraneo, sulla costa bulgara, del Mar Nero e nel Caucaso. Secondo il Prodromo della vegetazione in Italia *P. ferulacea* fa parte dell'associazione vegetale n. 62.2.1 Cerastio-Astragalion nebrodensis Pignatti & Nimis ex Brullo 1984 in cui sono presenti comunità xerofile e basifile che si sviluppano su substrati dolomitici con pendenze più o meno pronunciate, principalmente su rocce consolidate e talvolta su creste rocciose. Questa associazione vegetale è distribuita in tutto il massiccio delle Madonie nel termotipo supramediterraneo.
  Le escursioni sono state effettuate durante il periodo di fruttificazione di *P. nebrodensis*, ovvero tra la fine di aprile e inizio giugno. Le località di ricerca ricadono nell'area del Monte dei Cervi (1794 m), una montagna che si trova nei territori di Scillato e Polizzi Generosa, 37°52'45"N, 13°58'14"E (DMS), e Vallone Faguare, un canyon situato a 1.263 m s.l.m., 37°51'42"N, 14°03'54"E (DMS) nel territorio di Petralia Sottana (Monti Madonie). In base alla classificazione di Rivas-Martinez (1995), le caratteristiche bioclimatiche dell'area possono essere complessivamente ricondotte ai termotipi mesomediterraneo (temperatura media: 13-16 °C) e supramediterraneo (temperatura media: 8-13 °C), con ombrotipo variabile tra subumido (precipitazioni medie: 600-1000 mm) e umido (precipitazioni medie: >1000 mm).

- **Identificazione morfologica e molecolare di *Pleurotus nebrodensis***
  Per procedere con l'isolamento dei ceppi da testare nelle prove di coltivazione, differenti basidiomi freschi sono stati raccolti ed identificati in base alle loro caratteristiche macroscopiche ((cappello, carne, lamelle, gambo, colore delle impronte sporali, ecc.). Inoltre, sono state osservate caratteristiche microscopiche (basidiospore, basidi, cheilocistidi, sistema ifale, parete ifale, ife e pellis) a un ingrandimento compreso tra 40X e 1000X. In particolare, le caratteristiche macromorfologiche dei basidiomi sono state valutate con un microscopio binoculare Leica MS5, mentre le caratteristiche microscopiche sono state valutate con un microscopio Leica DLMB utilizzando acqua di rubinetto. In particolare abbiamo osservato l'habitus e l'habitat, il colore, l'odore, la forma e le dimensioni del cappello e del gambo, la cuticola del cappello, il tipo di lamelle, la posizione del gambo, il sistema

ifale (monomitico o dimitico), il tipo di parete, la forma e le dimensioni dei basidi e delle basidiospore, la pileipellis, la presenza di pileocistidi, la trama imenoforale combinata con un subimene ben sviluppato, la reazione delle basidiospore nella soluzione di Melzer.

Basidiomata robusto e carnoso. Dimensioni del cappello: 3,0-14,5 cm (larghezza), 3,7-13,5 cm (lunghezza); appiattito, sollevato, leggermente depresso o convesso nella vista laterale; ovoidale o conchiforme nella vista dall'alto, monocolore, avorio chiaro, talvolta bicolore, da crema ad avorio. Margine del cappello piano, incurvato, rialzato, incurvato o involuto nella sezione trasversale, intero o eroso nella vista superficiale. Superficie del margine intera o erosa, liscia. Superficie del cappello lucida o traslucida, asciutta, screpolata-glabra, liscia o glabra. Carne del cappello, color crema, di consistenza dura-resistente a turgida, senza cambiamenti di colore, giallo zolfo quando asciutta, spessa 1-2 mm al margine e 1-4 cm al centro. Sapore delicato e farinoso. Lamelle larghe 4-8 mm, lunghe 2,5-7,5 cm, attaccate da annesse a decorrenti, distanza tra le lamelle da sub-distante a ravvicinata, moderatamente larghe in spessore, di colore avorio chiaro, margine delle lamelle liscio o eroso, faccia delle lamelle cerosa, lamellule presenti, che si estendono da metà a un terzo della lunghezza delle lamelle. Gambo largo 1,4-3 cm, lungo 2,1-7,5 cm, bulboso, leggermente affusolato o affusolato alla base in vista longitudinale. Superficie del gambo liscia, di colore avorio chiaro. Consistenza del gambo fibrosa, polpa solida o carnosa. Gambo attaccato al cappello in modo eccentrico o laterale, inserito nei residui radicali della pianta ospite, tomento basale e velo assenti. Portamento solitario o connato. Tipo di attacco del basidioma: stipitato. Impronta sporale da avorio chiaro a crema. Spore 12,5-15,1(-18) × 5,2-6,1 µm, crema,eterotrofe, asimmetriche, faseoliformi, lisce, ialine, guttulate. Basidi con basidioli, 4 spore, 40–50 × 10–11,5(–14) µm, sterigmi 3–4,5 µm. Cheilocistidi 50–60 × 6,2–7,5(–9) µm, tipo leptocistidi, clavati, apice da mucronato a capitato. Sistema ifale monomitico. Parete ifale sottile. Ife settate con connessioni a morsetto. Ife specializzate assenti, nessuna pigmentazione.

Il DNA è stato estratto da campioni essiccati di *Pleurotus nebrodensis* utilizzando il kit Extract-N-Amp™ (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) seguendo le istruzioni del produttore. La purezza e la concentrazione del DNA sono state misurate utilizzando lo spettrofotometro NanoDrop ND-1000 (Thermo Fisher Scientific, Waltham, USA) a 260/280 nm e 260/230 nm. I primer ITS1/ITS4 sono stati utilizzati per amplificare la regione spacer trascritta interna dell'rDNA (ITS) mediante reazione a catena della polimerasi (PCR). La miscela PCR consisteva in un volume di reazione totale di 20 µl contenente 4 µl di DNA estratto, 10 µl della miscela di reazione Extract-N-Amp PCR (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), 1 µl di ciascun primer a 10 µM e 4 µl di acqua distillata sterilizzata. L'amplificazione è stata effettuata in un termociclatore MultiGene OptiMax (Labnet International Inc.) con un ciclo di denaturazione iniziale a 94 °C per 3 min, seguito da 35 cicli a 94 °C per 30 s, annealing a 55 °C per 30 s, allungamento a 72 °C per 45 s e un'estensione finale a 72 °C per 10 min. Il prodotto della PCR è stato separato mediante elettroforesi in gel di agarosio all'1,5% e rilevato sotto un transilluminatore UV. Il prodotto della PCR è stato purificato seguendo il protocollo Exo I-SAP secondo le istruzioni del produttore (Applied Biosystems, Foster City, CA) e quindi inviato a BMR Genomics (Padova, Italia) per il sequenziamento. La sequenza ottenuta è stata modificata manualmente quando necessario e confrontata con quelle riportate nel GenBank tramite lo strumento BLASTn (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov). La nuova sequenza è stata depositata nel GenBank. La sequenza con il 100% di somiglianza, così come le sequenze rappresentative di *Pleurotus nebrodensis*. sono state recuperate dal GenBank e allineate con le nostre sequenze. Gli allineamenti sono stati effettuati utilizzando lo strumento ClustalW e l'analisi filogenetica è stata eseguita utilizzando il metodo della massima verosimiglianza e il modello Tamura-Nei. Il software MEGA12 è stato utilizzato sia per l'allineamento che per l'analisi filogenetica. I valori di confidenza per i singoli rami sono stati determinati mediante test bootstrap (1.000 repliche).

- **Isolamento dei ceppi di *Pleurotus nebrodensis* e preparazione dello spawn**

Un frammento di tessuto proveniente da basidiomi freschi è stato posto su agar destrosio-patata

(PDA) in piastre di Petri in condizioni asettiche sotto una cappa a flusso laminare. Le piastre di Petri sono state sigillate con Parafilm e incubate a 25 ± 2 °C. La coltura pura è stata conservata nella Micoteca del Diparti mento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti – (Di.S.S.P.A.). Dopo avere isolato il micelio fungino si è proceduto alla preparazione dello spawn da fornire all'Azienda Castelluccio (Senise, Potenza), fornitore dei sacchi inoculati alle Aziende partner del progetto. Lo spawn è stato preparato utilizzato cme substrato cariossidi di cereali in bottiglie di vetro PIREX, sterilizzati in autoclave, ed inoculati con il micelio delle capsule PETRI sotto cappa a flusso laminare. Dopo circa 15 giorni il micelio ha interamente colonizzato le cariossidi. Una volta che il substrato iniziale è stato completamente colonizzato, si è utilizzato per inoculare ulteriormente altro substrato (un processo chiamato grain to grain) per aumentare la quantità di spawn disponibile e velocizzare la produzione totale. Lo spawn prodotto dai singoli ceppi di Pleurotus nebrodensis è stato spedito alla ditta Castelluccio per la preparazione dei sacchi di coltivazione.

- **Camera di coltivazione**

La camera di coltivazione è costruita a forma di tunnel, ha dimensioni di 26-30 m (lunghezza) x 9 m (larghezza) x 3,0-3,5 m (altezza), e una superficie totale di 234-270 mq. Lo scheletro del tunnel è costituito da travi in acciaio zincato che sono posizionate a distanze di 3 m l'una dall'altra.

La copertura della camera è costituita da un "sandwich" di materiali disposti nel seguente modo (dall'esterno all'interno): a) un foglio di polietilene trasparente (PE) dello spessore di 200 µm, b) un materasso isolante in lana di cotone (come il materiale utilizzato per isolare pareti o tetti di case) dello spessore di 5-10 cm, e c) un foglio di PE nella parte interna.

I lati anteriore e posteriore del tunnel sono generalmente realizzati con pannelli in poliuretano coibentato (spessore 4-6 cm) ricoperti da piastre in acciaio zincato. Le porte (dimensioni: 2 m x 2,5 m sul lato anteriore e 2 m x 1 m sul lato posteriore) sono realizzate con lo stesso materiale.

Il pavimento della camera è in "cemento grezzo", ovvero uno strato di 10-15 cm di cemento armato con una rete in acciaio zincato. In alternativa, il pavimento può essere realizzato con il tipo di materiale non lucidato utilizzato nei grandi magazzini (per la logistica, ecc.). Tali costruzioni consentono un facile lavaggio e disinfezione dell'area, a condizione naturalmente che sia pianificata in anticipo la giusta inclinazione e il corretto smaltimento delle acque reflue.

È necessaria un'unità di climatizzazione composta da un ventilatore centrifugo, serpentini per la circolazione dell'acqua calda e fredda, un vano per la miscelazione dell'aria fresca e il riciclo, filtri e 1-2 tubi flessibili per l'aria che distribuiscono l'aria climatizzata attraverso la camera.

Questa unità riceve acqua calda da una caldaia (come quelle utilizzate nel riscaldamento centralizzato delle case) e freddo da un refrigeratore. Un'alternativa più economica è quella di costruire una "parete bagnata" da un lato della camera e inserire due grandi ventilatori assiali dall'altro lato. Questo sistema funziona secondo il principio del raffreddamento per evaporazione dell'acqua, è ampiamente utilizzato nelle serre di molti paesi mediterranei (e del Medio Oriente), e funziona meglio ad alte temperature e bassi livelli di umidità esterna.

Indipendentemente da quale di esse verrà installata, la camera necessita anche di un generatore di nebbia d'acqua con beck ad alta pressione, diversi sensori per il rilevamento dei livelli dei parametri climatici (temperatura, CO2, umidità relativa) e una principale unità computerizzata che raccoglierà tutte le informazioni, le analizzerà e controllerà il funzionamento di tutti i macchinari sulla base del programma selezionato.

PARAMETRI

La camera dovrebbe essere costruita in modo tale (isolamento, macchinari, attrezzature) che il coltivatore possa mantenere i seguenti valori:

Temperatura: fino a 12°C (o 15°C durante l'estate)

Aerazione: ventilatori di potenza adeguata per sostenere fino a 10-15 scambi completi di volume d'aria interno all'ora.

Umidità: fino al 98% di umidità
Illuminazione: Adeguata mediante luce artificiale o aperture coibentate sul lato o sul soffitto della struttura.

- **Coltivazione***

Presso l'Azienda Gandolfo Pantina (Polizzi Generosa, PA) , è stata rilevata la presenza di pochi sacchi colturali, tutti inoculati con il ceppo "CAN" di *P. nebrodensis*, che presentavano solo un limitato numero di basidiomi, soprattutto dallo stadio di primordio sino a molto giovani (Fig.1 a). Sono state anche rilevate alcune colonie di muffa verde, da localizzate a più o meno diffuse nella massa di substrato (Fig. 1 b,c). I prelievi hanno riguardato, quindi, campioni di basidiomi sia sani che con efflorescenze fungine di colore verdastro, sacchi di substrato contaminati da muffa verde, basidiomi morfologicamente deformi e alterati. Tale materiale è stato sottoposto a saggi di laboratorio mirati all'ottenimento delle rispettive colonie fungine in piastre Petri, sul substrato colturale sterile agarizzato Potato Dextrose Agar (PDA, Oxoid). Successivamente, sempre nella stessa Azienda. È stata rilevata, in particolare, una più abbondante presenza di sacchi di substrato colturale, inoculati con altri due ceppi della stessa specie fungina (*P. nebrodensis* 3A e 2B), molti dei quali in piena produzione (Fig. 2). Anche in questo caso sono stati prelevati campioni di basidiomi sani dei tre ceppi presenti, esemplari evidentemente contaminati da muffa verde, altri morfologicamente alterati e sacchi di substrato con muffa verde (Fig. 3 a-d), per saggi di isolamento e identificazione. Inoltre, per ciascun ceppo di *P. nebrodensis*, aliquote di circa 1 kg circa di prodotto sono state raccolte e successivamente essiccate, per ulteriori analisi di laboratorio (Dott. Tagliavento). Si è proceduto ad ulteriore raccolta di campioni da processare in laboratorio e da essiccare per le ulteriori indagini ed è stata rilevata anche la comparsa di una nuova sintomatologia su basidiomi appena formati, a probabile eziologia batterica (Fig. 4 a, b).



Fig. 1. Sopralluogo dell'11 febbraio 2025 presso l'Azienda Gandolfo Pantina (Polizzi Generosa, PA). **a)** Sacchi colturali inoculati con il ceppo *P. nebrodensis* "CAN" e avvio della fase di produzione. **b, c)** Particolari di un sacco di substrato con evidente efflorescenza fungina da *Trichoderma*, di colore verdastro e micelio di *P. nebrodensis* in fase di necrosi.

Tutte le colonie fungine (*P. nebrodensis* ceppi CAN, 3A e 2B, *Trichoderma* spp.) e batteriche, isolate e mantenute in purezza, saranno caratterizzate morfologicamente e molecolarmente, per determinarne

**Attività rilevata dal Prof. L. Torta - collaboratore Co.Ri.Bi.A.*

le specie di appartenenza. Inoltre, saranno allestiti saggi di inoculazione in vitro per valutare eventuali differenze di suscettibilità/tolleranza/resistenza dei ceppi di *P. nebrodensis* ai micopatogeni.



Fig. 2. Sopralluogo del 21 marzo 2025 presso l'Azienda Gandolfo Pantina (Polizzi Generosa, PA). Sacchi colturali inoculati con i ceppi *P. nebrodensis* "CAN", 3A e 2B, in vari stadi di produzione.



Fig. 3. Sopralluogo del 21 marzo 2025 presso l'Azienda Gandolfo Pantina (Polizzi Generosa, PA). Alterazioni morfologiche di carpofori maturi dovute a probabili **a)** ridotta luminosità, **b)** virosi, **c)** batteriosi. **d)** Evidente colonia di *Trichoderma* sp., agente di muffa verde, sulla superficie dello strato di copertura.



Fig. 4. Sopralluogo del 17 aprile 2025 presso l'Azienda Di Nolfo (Gangi, PA). **a)** Sviluppo di primordi di *P. nebrodensis* e **b)** evidenti alterazioni da batteriosi a carico degli stessi.



Fig. 5. Sopralluogo del 17 aprile 2025 presso l'Azienda Sottile Bergi (Castelbuono, PA). **a) S**poradica produzione di basidiomi maturi e **b)** evidenti colonie di contaminanti fungini sulla superficie del substrato di copertura

Le Aziende coinvolte nel progetto Pleuron hanno provveduto ad ulteriore fornitura di sacchi di substrato per la produzione di *P. nebrodensis* nelle strutture opportunamente attrezzate.
Già alla consegna di tali sacchi, molti di essi mostravano solo una parziale colonizzazione del micelio, in una buona parte (circa il 30-50%) erano evidenti efflorescenze fungine di un colore arancio brillante e solo alcuni di essi risultavano regolarmente colonizzati. Una volta messi a dimora, l'efflorescenza fungina di colore arancio si è manifestata anche in numerosi altri sacchi, tra quelli meno colonizzati e, allo stesso tempo, in alcuni di essi si sono sviluppati basidiomi di *Schizophyllum* sp. (*S. commune*?), un genere fungino coinvolto nella degradazione del legno per la produzione di carie bianca.
In seguito a tali segnalazioni, è stato effettuato un sopralluogo nelle Aziende Sottile Bergi di Castelbuono (PA) e Di Nolfo di Gangi (PA), che avevano già ricevuto la fornitura richiesta. In entrambe le Aziende sono stati prelevati campioni di substrato alterato, efflorescenze fungine (Fig. 6a), basidiomi di *Schizophyllum* (Fig. 6b) e del ceppo 6 di *P. nebrodensis*, non fornito in precedenza e in fase di avvio di produzione (Fig. 6c), da sottoporre alle opportune analisi di laboratorio. Un'aliquota di oltre 1 kg di tale ceppo è stata raccolta e successivamente essiccata, per ulteriori analisi di laboratorio (Prof. Venturella, Dott. Tagliavento).



Fig. 6: **a)** evidenti efflorescenze fungine prodotte da muffa arancione; **b)** basidiomi di *Schizophyllum* sp.; **c)** primordi di basidiomi prodotti dal ceppo 6 di *P. nebrodensis*.

Tutti i basidiomi di *P. nebrodensis* prelevati nel corso delle osservazioni sono stati sottoposti alle usuali tecniche di isolamento, mirate al mantenimento in purezza delle rispettive colonie fungine. Alla collezione di isolati di *Pleurotus* del Dipartimento SAAF sono stati inclusi anche quelli di *P. nebrodensis*, ceppi 2B, 3A, CAM e 6 (Fig. 7). Va rilevato che i quattro ceppi di *P. nebrodensis* hanno manifestato, in piastra su substrato colturale agarizzato sterile PDA (Potato Dextrose Agar, Oxoid), una velocità di crescita assai più ridotta rispetto agli altri isolati del genere *Pleurotus* in collezione, ad eccezione di *P. fuscosquamulosus*.



Fig. 7: Ceppi di *Pleurotus* spp e di *P. nebrodensis* mantenuti in collezione nella micoteca del Dipartimento SAAF

Trichoderma, agente della "muffa verde".

Nel corso dei sopralluoghi e dei campionamenti, è stata rivelata la ricorrente contaminazione da muffa verde, conseguente allo sviluppo di funghi del genere *Trichoderma*, come confermato dalle osservazioni microscopiche. È noto che tali microrganismi colonizzano il substrato colturale delle differenti specie di *Pleurotus* in seguito a vari fattori, talvolta concomitanti. In particolare, l'impiego di materiali organici contaminati, trattamenti termici dei substrati colturali non adeguati, l'utilizzo di ceppi fungini a lenta crescita e poco competitivi, le inadatte modalità di colonizzazione ed eventuali infezioni durante le fasi finali di trasporto e di produzione, possono indurre la comparsa di tali muffe. I loro effetti negativi sulla coltivazione sono dovuti alla competizione per la colonizzazione del substrato, il cui esito ultimo è la devitalizzazione del micelio del fungo coltivato.

Neurospora sitophyla (sin.: *Monilia sitophyla*), agente della "muffa arancione".

Le analisi microscopiche sui campioni di muffa arancione prelevati durante il monitoraggio estivo hanno confermato la presenza di *N. sitophyla* quale agente della "muffa arancione", rilevata nella seconda fornitura di sacchi di substrato per la coltivazione di *P. nebrodensis*. In letteratura non sono frequenti le segnalazioni di *N. sitophyla* come contaminante delle coltivazioni di funghi del genere *Pleurotus*. Tale specie fungina sembra essere legata, piuttosto, a caratteristiche chimiche ed ecologiche dei substrati, mostrandosi particolarmente aggressiva in presenza di elevate concentrazioni zuccherine (derivati del mais) e di trattamenti termici della massa di substrato non adeguati, antecedenti alle fasi di confezionamento dei sacchi e di inoculazione del micelio.

Schizophyllum commune

L'identificazione dei basidiomi rinvenuti sui sacchi di substrato colturale è stata condotta solo su base morfologica macroscopica. I caratteri dei corpi fruttiferi riconducono univocamente al genere *Schizophyllum*, un gruppo di funghi caratterizzato da un comportamento fitopatogeno/saprotrofo a carico dei tessuti legnosi di piante vive o di residui vegetali, sui quali producono carie bianca, degradandone le lignine. Si tratta di microrganismi profondamente infeudati in matrici legnose, del tutto incapaci di colonizzare substrati per la coltivazione di funghi eduli, se razionalmente prodotti. La loro comparsa è indice di contaminazione del

materiale vegetale impiegato (residui di potatura di piante infette o legno colonizzato) e di un inadeguato trattamento termico del substrato.

Batteri

Durante tutti i sopralluoghi, più o meno frequentemente, sono stati osservati basidiomi di *P. nebrodensis* dei differenti ceppi, con alterazioni riconducibili ad infezioni batteriche. Le analisi di laboratorio sui campioni prelevati nelle differenti fungaie, con il supporto scientifico della Prof.ss Bella (Docente di Patologia Vegetale – Dipartimento SAAF UNIPA), hanno consentito di isolare diverse colonie batteriche. In particolare, nel corso di questa prima indagine, le analisi molecolari hanno permesso di caratterizzare i seguenti taxa batterici.

Isolato	**Phylum**	**Ordine**	**Famiglia**	**Corrispondenzapiù vicina in GenBank**
53.1.1	Proteobacteria	Enterobacterales	Morganellaceae	*Providencia* sp. (*P. rettgeri; P. alcalifaciens*)
53.1.2	Pseudomonadota	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	*Pseudomonas* sp. (*P. capeferrum; P. putida; P. oryzihabitans*)
53.2.1	Pseudomonadota	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	*Pseudomonas* sp.
53.2.2	Bacteroidetes	Flavobacteriales	Sphingobacteriaceae	*Sphingobacterium faecium*
53.2.3	Bacteroidetes	Flavobacteriales	Sphingobacteriaceae	*Sphingobacterium faecium*

Questi batteri comprendono sia specie opportuniste o potenzialmente patogene, come *Providencia* e *Pseudomonas*, sia commensali come *Sphingobacterium*, che non mostrano effetti patogeni noti, con differenti tipi di interazione.

Providencia rettgeri o *P. alcalifaciens*

Batteri Gram-negativi appartenenti alla famiglia Enterobacteriaceae, comunemente presenti in substrati vegetali. Possono influenzare la crescita e la morfologia del micelio tramite la produzione di enzimi degradativi.

Pseudomonas capeferrum, *P. putida* o *P. oryzihabitans*

Batteri Gram-negativi molto diffusi in suoli e substrati organici. Alcuni ceppi possono esercitare effetti patogeni o competitivi sul micelio, mentre altri possono stabilire relazioni neutre o favorire la crescita fungina tramite metaboliti volatili o composti antimicrobici.

Pseudomonas sp.

Isolato generico di *Pseudomonas*, Gram-negativo, con capacità di colonizzare substrati vegetali. Gli effetti sul micelio possono variare dalla semplice competizione per nutrienti a possibili interazioni stimolanti, a seconda del ceppo specifico.

Pseudomonas (*P. putida*, *P. tolaasii*, ecc.) è noto per la sua attività di degradazione del micelio e dei corpi fruttiferi, sui quali produce alterazioni cromatiche (giallo brunastre), marciumi e un caratteristico odore di putrescenza.

Sphingobacterium faecium

Batteri Gram-negativi, frequentemente presenti in substrati organici e ambienti acquatici. Considerati generalmente commensali, permettono di osservare l'adattamento dei batteri al substrato colonizzato dai *Pleurotus* e le loro interazioni con il micelio senza effetti patogeni diretti. Va rilevato che, sebbene batteri

degli *Pseudomonas*, sono già noti come patogeni per varie specie di funghi coltivati, *Pleurotus* inclusi (ma mai segnalati in P. *nebrodensis*), *Sphingobacterium faecium* e *Providencia* sp (*P. retgeri* o *P. alcalifaciens*) non sono mai stati descritti in associazione a *P. nebrodensis* e, pertanto, il loro ruolo sarà oggetto di ulteriori indagini.

Virus

Premesso che nessun dato relativo a virus associati a *P. nebrodensis* sia ancora disponibile, va comunque segnalata un'alterazione ricorrente, in particolare sul ceppo "CAM", che consiste in un'evidente e ricorrente alterazione morfologica dei basidiomi, come riportato in fig. 3b, riscontrata durante tutti i monitoraggi, esclusivamente sullo stesso ceppo e la cui colonia è mantenuta in collezione.

Ulteriori saggi di laboratorio

Al fine di valutare la patogenicità degli isolati batterici sui ceppi di *P. nebrodensis* in collezione, nell'intento di definire, quindi, l'eziologia della malattia riscontrata sui giovani basidiomi, sono stati avviati saggi *in vitro* secondo la metodologia della coltura duale.

In particolare, per tutti i ceppi del fungo e per tutti gli isolati batterici, in una stessa piastra contenente PDA, due frammenti di una colonia fungina sono stati posti a circa 5 cm di distanza tra loro e, in posizione intermedia è stata strisciata una delle colonie batteriche. I risultati di tale indagine hanno rilevato che, relativamente al ceppo *P. nebrodensis* 3A, le colonie batteriche di *Pseudomonas* sp. ceppi 53. 1.2 e 53.2.1 hanno indotto necrosi sul fronte di entrambe le colonie fungine, inducendo ad ipotizzare la patogenicità di tali batteri sul ceppo fungino in parola (Fig. 8).

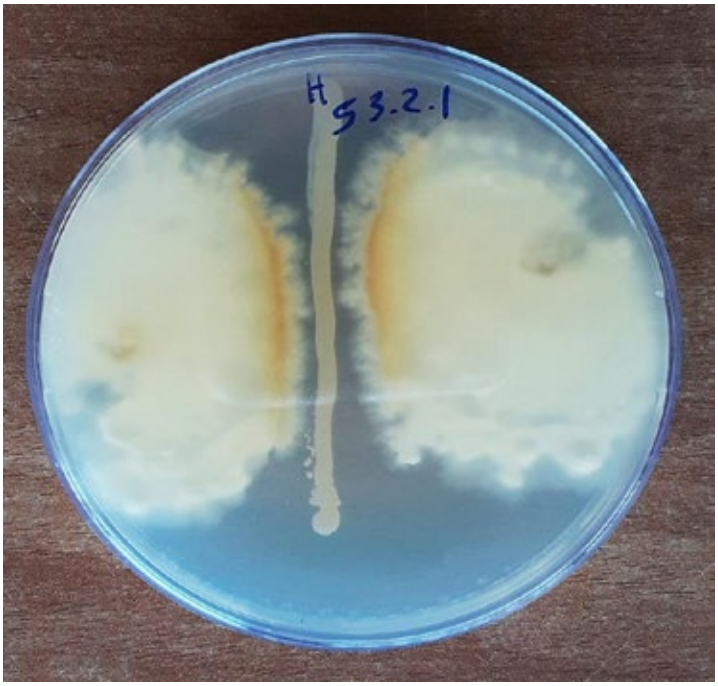


Fig. 8: Saggi in coltura duale in piastra su PDA. Ai margini, due colonie di *P. nebrodensis* 3A e, al centro, una colonia lineare di *Pseudomonas* sp. ceppo 53.2.1. Da notare l'imbrunimento necrotico sul fronte delle due colonie fungine



Fig. 9. *P. nebrodensis* ceppo CAM in fase di produzione, in sanità, in tre differenti strutture protette: **a)** Azienda Sottile Bergi, Castelbuono; **b)** Azienda Di Nolfo, Gangi; **c)** Azienda Pantina, Polizzi Generosa.

Dati produttivi

Azienda	Ceppo	Sacchi utilizzati	kg
Agrysocial	Cancare	84	52
	6	79	47
Pantina	CAN	457	38,775
	6	211	27,375
	2b	80	44,183
	3°	118	6,297
Bergi	2b	40	1,30
	3°	76	24,150
	Cancare	89	0
	6	60	1.54
	2b-inc	81	12,70
	3°-inc	48	0
	Cancare-inc	14	0
	6-inc	53	0
Barbato	3a	29	0,196
	2b	36	0.70
	6	24	7,179
	Cancare	2	0
Dinolfo	3a	140	30,570
	2b	89	10,85
	Cancare	193	5,590
	6	150	26,80

Nonostante le numerose fallanze dovute ad inquinamenti del substrato e/o insorgenza di batteriosi ed infezioni fungine alcune Aziende hanno ottenuto buone produzioni tenuto conto di selezionare i ceppi più produttivi. Il ceppo n°6 nel complesso è risultato il più produttivo nel corso della sperimentazione.

Azione sui patogeni del pomodoro*

Diversi studi hanno dimostrato che gli estratti di *Pleurotus ostreatus* possono inibire la crescita di importanti fitopatogeni fungini e batterici, come *Botrytis cinerea*, *Fusarium spp.*, e *Pseudomonas syringae*. Questi estratti possono agire sia per contatto diretto, grazie alla loro attività antimicrobica, sia indirettamente, attivando meccanismi di resistenza sistemica nella pianta ospite.
L'impiego di estratti di *Pleurotus* si inserisce quindi in un approccio integrato alla protezione delle colture, offrendo un'alternativa ecocompatibile e a basso impatto ambientale rispetto ai tradizionali prodotti chimici. Tuttavia, affinché tali prodotti possano essere efficacemente trasferiti alla pratica agricola, è necessaria un'approfondita valutazione della loro efficacia in condizioni controllate e di campo, nonché della loro compatibilità con le colture e gli altri mezzi tecnici.
E' stata quindi valutata l'efficacia di specifici estratti vegetali nel controllo di patogeni del pomodoro in condizioni di laboratorio.

**Attività rilevata dal Dott.. V. Tagliavento - collaboratore Co.Ri.Bi.A.*

Patogeni Testati

- *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Pst) - è un batterio fitopatogeno gram-negativo appartenente alla famiglia *Pseudomonadaceae*, responsabile della maculatura batterica del pomodoro, una delle principali malattie batteriche che colpiscono questa coltura a livello mondiale. Il patogeno infetta prevalentemente le foglie, ma può colpire anche fusti e frutti, compromettendo la qualità del raccolto e causando perdite economiche significative, soprattutto in ambienti umidi e temperati.
  La malattia si manifesta inizialmente con piccole lesioni idropiche (macchie bagnate) circondate da un alone clorotico, che evolvono in necrosi con caratteristiche punteggiature scure (macchie "a proiettile") sulle foglie. In condizioni favorevoli, l'infezione può estendersi rapidamente, portando a defogliazione precoce, ustioni fogliari e diminuzione della fotosintesi. Sui frutti, le infezioni possono causare piccole depressioni necrotiche che ne riducono il valore commerciale.
  Pst si trasmette principalmente attraverso schizzi d'acqua piovana o irrigazione soprachioma, vento e attrezzi contaminati. Può sopravvivere a lungo in forma epifitica sulle superfici vegetali e in residui colturali. L'infezione avviene attraverso gli stomi o ferite, e il batterio può moltiplicarsi rapidamente nei tessuti intercellulari.
  Dal punto di vista della patogenesi, il batterio produce una serie di fattori di virulenza, tra cui tossine (es. coronatina), sistemi di secrezione di tipo III, ed enzimi degradativi che gli consentono di eludere le difese della pianta e promuovere l'infezione.
  La coronatina, in particolare, mimando l'acido jasmonico, interferisce con le risposte immunitarie del pomodoro e favorisce l'apertura degli stomi.
  La gestione della maculatura batterica è complessa e si basa su pratiche integrate: selezione varietale, rotazioni colturali, adozione di misure igieniche, e trattamenti con rame o altri battericidi. Tuttavia, l'evoluzione della resistenza ai composti rameici ha stimolato la ricerca di soluzioni alternative, tra cui l'impiego di agenti di biocontrollo ed estratti naturali ad azione antibatterica e induttrice di resistenza.
- *Botrytis cinerea* (Bc) - è un fungo fitopatogeno appartenente alla classe degli Ascomiceti, noto per causare la "muffa grigia" su numerose specie vegetali, in particolare colture ortofrutticole ed ornamentali. È considerato uno dei patogeni più importanti in agricoltura per la sua ampia gamma di ospiti (oltre 200 specie vegetali), la sua capacità di sopravvivere in diverse condizioni ambientali e la difficoltà di controllo, soprattutto in condizioni di elevata umidità. Produce spore (conidi) di colore grigio su strutture chiamate conidiofori. In condizioni sfavorevoli, forma strutture di resistenza chiamate sclerozi, che permettono al fungo di sopravvivere nel suolo o sui residui vegetali.
  È un patogeno necrotrofo, il che significa che uccide i tessuti dell›ospite per nutrirsene. Predilige ambienti umidi e temperature moderate (tra i 15°C e i 25°C). I sintomi tipici includono macchie brune sui fiori, foglie e frutti, marciumi molli accompagnati da una muffa grigiastra, caduta precoce dei fiori o dei frutti e presenza di sclerozi neri nei tessuti infetti o nei residui vegetali. Le infezioni sono particolarmente gravi su frutti maturi, fiori e tessuti feriti.
- *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) - è un fungo patogeno del suolo, specializzato nell'infettare il pomodoro, causando una grave malattia nota come "tracheofusariosi" o "fusariosi vascolare". Questo patogeno è una forma specializzata (*forma specialis*) del complesso *Fusarium oxysporum*, che comprende numerosi ceppi morfologicamente simili ma con ospiti diversi.
  Fol è un fungo vascolare necrotrofo, capace di colonizzare i tessuti xilematici della pianta ospite, portando a necrosi, occlusione dei vasi e, infine, alla morte della pianta.
  Produce diversi tipi di spore, come i microconidi (forma a singola cellula, prodotti in abbondanza), macroconidi (più grandi e pluricellulari) e clamidospore (strutture di resistenza).
  I sintomi principali della fusariosi del pomodoro includono ingiallimento unilaterale delle foglie basali, avvizzimento progressivo dell'intera pianta, anche in presenza di adeguata irrigazione, imbrunimento

dei vasi conduttori osservabile tagliando longitudinalmente il fusto e crescita stentata, perdita di produzione e morte prematura della pianta. I sintomi si manifestano tipicamente in condizioni di caldo e con suoli infetti da lungo tempo.

Il fungo è ematofito del suolo, sopravvive come clamidospora nei residui vegetali e nel terreno per lunghi periodi (fino a oltre 10 anni). Il ciclo comprende: germinazione delle clamidospore, penetrazione attraverso le radici (soprattutto in presenza di ferite o stress), colonizzazione dei tessuti xilematici, occlusione dei vasi e produzione di tossine e disseminazione attraverso l'acqua, attrezzi o materiale infetto. Esistono diverse razze del patogeno (razze 1, 2 e 3), ognuna in grado di superare differenti geni di resistenza presenti nelle varietà di pomodoro.

Estratti del fungo Pleurotus

Gli estratti del fungo *Pleurotus nebrodensis* per la prova, denominati A e B, sono stati forniti dal Laboratorio di Patologia vegetale "Bruno Rosciglione" ubicato presso il Dipartimento SAAF dell'Università degli Studi di Palermo - Viale delle Scienze edificio 5, 90128 Palermo.

Procedura Sperimentale

- Crescita dei 3 patogeni su terreni di coltura specifici (PDA per i funghi e NA per il batterio) in termostato (24°C)
- Preparazione delle piastre duali dove mettere a confronto i patogeni con due estratti di *Pleurotus nebrodensis*.
- Monitoraggio della crescita dei microrganismi.
- Analisi dei dati raccolti.

RISULTATI

Prove di fitotossicità

Di seguito vengono riportati i risultati delle prove di fototossicità eseguite su piante di pomodoro con 4 estratti di *Pleurotus nebrodensis*.

	Controllo	Trattata con Estratto (2 mg/ml)
Estratto 1		
Estratto 2		
Estratto 3		

Estratto 4		

Efficacia degli Estratti

In tabella 1, 2 e 3 vengono riportati i dati dell'efficacia di inibizione degli estratti di *Pleurotus nebrodensis* nei confronti dei patogeni scelti per questo studio:

Tesi	mm di inibizione
Estratto A *Pleurotus nebrodensis* dose 1 (25 mg/ml)	5.8±0.6
Estratto A *Pleurotus nebrodensis* dose 2 (50 mg/ml)	7.7±0.3
Estratto B *Pleurotus nebrodensis* dose 1 (25 mg/ml)	6.2±0.6
Estratto B *Pleurotus nebrodensis* dose 2 (50 mg/ml)	8.3±0.3
NIC controllo con acqua	0
PIC controllo con Streptomicina	21.2±1.7

Tab. 1 - Pst vs estratto di *Pleurotus nebrodensis*

Tesi	mm di inibizione	% di inibizione
Estratto A *Pleurotus nebrodensis* dose 1 (25 mg/ml)	11.4±0.9	14.7
Estratto A *Pleurotus nebrodensis* dose 2 (50 mg/ml)	19.2±0.9	22.0
Estratto B *Pleurotus nebrodensis* dose 1 (25 mg/ml)	13.2±0.9	17.0
Estratto B *Pleurotus nebrodensis* dose 2 (50 mg/ml)	22.1±0.9	28.5
NIC controllo con acqua	0	0
PIC controllo con Tebuconazolo	72.5±3.4	80.6

Tab. 2 - Bc vs estratto di *Pleurotus nebrodensis*

Tesi	mm di inibizione	% di inibizione
Estratto A *Pleurotus nebrodensis* dose 1 (25 mg/ml)	10.4±0.6	10.9
Estratto A *Pleurotus nebrodensis* dose 2 (50 mg/ml)	23.5±1.6	26.3
Estratto B *Pleurotus nebrodensis* dose 1 (25 mg/ml)	15.8±0.6	16.5

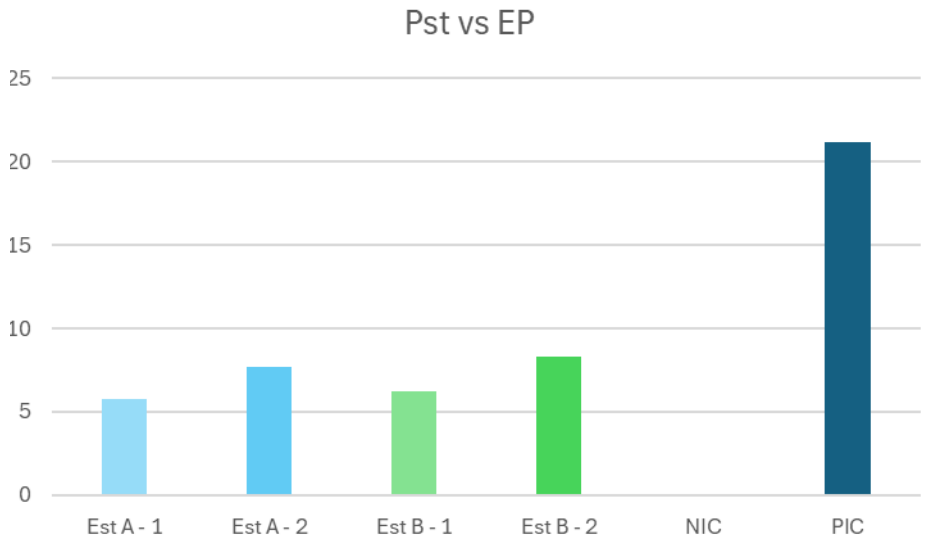
Estratto B *Pleurotus nebrodensis* dose 2 (50 mg/ml)	30.1±1.6	31.5
NIC controllo con acqua	0	0
PIC controllo con Tebuconazolo	75.1±1.7	81.7

Tab. 3 - Fol vs estratto di *Pleurotus nebrodensis*

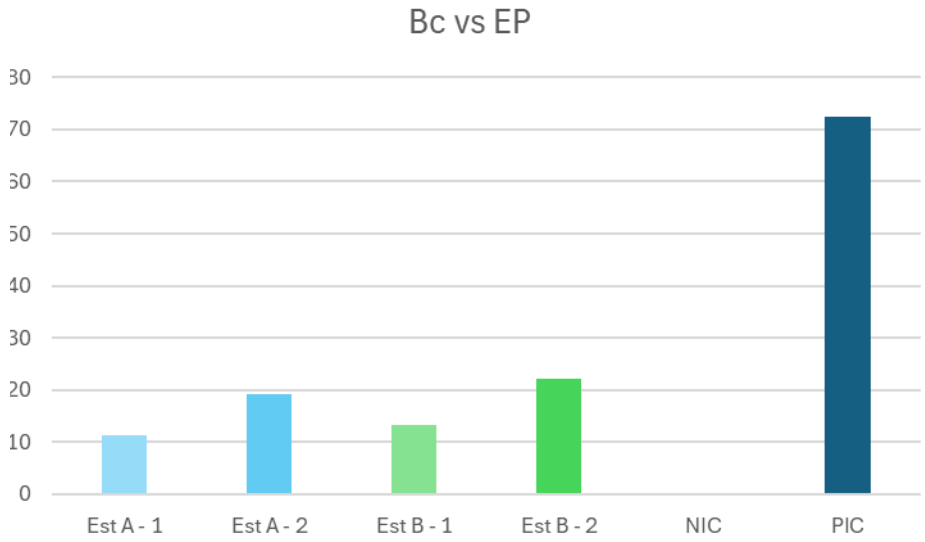
Calcolo dell'inibizione è stato eseguito tramite la formula:

inibizione (%)

Dc – Diametro della colonia di controllo;
Dt – Diametro della colonia nel trattamento.

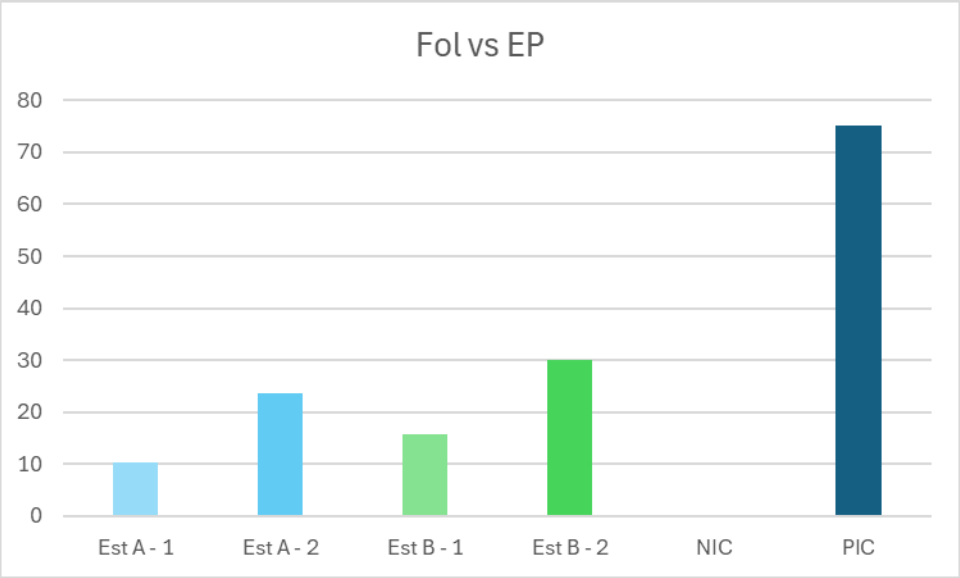


Inibizione dell'estratto di Pleurotus nebrodensis in dose 1 e 2 dell'estratto A e B, con i controlli nei confronti del patogeno Pseudomonas syringae pv. tomato



Inibizione dell'estratto di *Pleurotus nebrodensis* in dose 1 e 2 dell'estratto A e B, con i controlli nei confronti del patogeno *Botrytis cinera*.

$$I = \frac{(Dc-Dt)}{Dc} \times 100$$



Inibizione dell'estratto di Pleurotus nebrodensis in dose 1 e 2 dell'estratto A e B, con i controlli nei confronti del patogeno Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici.

I risultati ottenuti indicano che l'estratto del fungo *Pleurotus nebrodensis* non ha nessuna fitotossicità nei confronti della pianta di pomodoro e non mostra un'attività antagonistica diretta nei confronti dei tre principali patogeni del pomodoro coinvolti in questo studio, con maggiore attività dell'estratto B. Questa attività però è molto contenuta se paragonata ai controlli utilizzati, in questo caso la Streptomicina per quanto riguarda il batterio (Pst) e il Tebuconazolo per quanto riguarda i funghi (Bc e Fol). Per quanto riguarda le prove per determinare la concentrazione minima di efficacia purtroppo il quantitativo esiguo di estratto non ha reso possibili prove statisticamente valide da poterle inserire nello studio.
Gli estratti di *Pleurotus nebrodensis* testati non rappresentano un'alternativa ai fungicidi tradizionali per il controllo di patogeni del pomodoro. La loro limitata efficacia deve indirizzare la ricerca a potenziare questa attitudine migliorando i metodi di estrazione o concentrando le molecole prodotte, in modo da rendere questo prodotto un candidato ideali per strategie di difesa integrata.

- **Essiccamento e caratterizzazione della polvere di fungo**
  L'intero corpo fruttifero del fungo è stato prima tagliato in fette sottili di circa 1 cm di spessore e poi essiccato in un essiccatore Borgotaro, ex Valla, in acciaio inox 304 con cestelli sovrapponibili per uso alimentare. Le fette di fungo essiccate sono state polverizzate fino ad ottenere una polvere sottile. La polvere di fungo ottenuta dal corpo fruttifero raccolto in natura è un prodotto di alta qualità, privo di pesticidi, OGM, metalli pesanti e altre impurità. La percentuale di polisaccaridi idrosolubili (beta-glucani) è garantita e pari a circa il 18%. Il prodotto essiccato ottenuto è conforme alle normative UE e nazionali vigenti.

- **Preparazione degli estratti**
  I basidiomi completi dei funghi (cappello, lamelle e gambo) sono stati puliti dai detriti (senza lavaggio) con un coltello e conservati a -80 °C prima della preparazione dei campioni. La restante parte del campione è stata invece posta per alcuni giorni in congelatore a -80° C, dopodiché è stata sottoposto a a liofilizzazione, per eliminare l'acqua contenuta, ed infine ridotta in polvere per mezzo di un mulino elettrico da laboratorio. Allo scopo di individuare frazioni ad attività antinfiammatoria ed antimicrobica, la polvere è stata in seguito utilizzata per la preparazione degli estratti in vari solventi organici green. Si sono eseguite estrazioni sequenziali mediante macerazione con solventi a grado crescente di polarità, al fine di ottenere degli estratti contenenti sostanze a diverso grado di lipofilia. Le soluzioni estrattive sono state filtrate e, dopo allontanamento dei solventi sotto vuoto, mediante evaporatore rotante a 35°C, si sono ottenuti gli estratti. Infine, allo scopo di individuare frazioni polari ad attività antimicrobica sono state eseguite estrazioni in ambiente acquoso. Gli estratti così ottenuti

sono stati frazionati mediante tecniche cromatografiche.

- **Valutazione delle proprietà medicinali**

  Una ricerca è stata rivolta alla valutazione dell'attività antimicrobica degli estratti di *P. nebrodensis* nei confronti di ceppi batterici multiresistenti quali *Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*. L'estratto di *P. nebrodensis* ha mostrato una riduzione della formazione di biofilm fino al 71% per *S. aureus* e del 18% per *P. aeruginosa* rispetto al controllo non trattato. I risultati suggeriscono che, sebbene l'estratto di *P. nebrodensis* in acqua fredda non eserciti un'attività antibatterica diretta, esso può interferire con la formazione di biofilm, in particolare in *S. aureus*, evidenziando il suo potenziale come agente antivirulenza. Inoltre, sia in P. aeruginosa che in *S. aureus*, il trattamento con l'estratto di *P. nebrodensis* ha portato a una riduzione della formazione di biofilm rispetto al controllo non trattato. ***Il potenziale degli estratti di P. nebrodensis nell'inibire i processi di formazione del biofilm da parte dei batteri potrebbe portare alla scoperta di nuove sostanze chimiche da utilizzare in ambito clinico***.

  Un altro studio ha riguardato la valutazione delle attività antiossidanti di diversi estratti acquosi provenienti da basidiomi selvatici (1a, 2a, 3a, 1b, 2b, 3b) e coltivati (CAN1F, 3A, 2B(II) e CAN2F) di *P. nebrodensis* in cheratinociti umani (cellule Ha-CaT). Gli estratti sono stati caratterizzati attraverso il test di eliminazione dei radicali DPPH, il test di vitalità MTT e la quantificazione dei ROS intracellulari e del SOX mitocondriale mediante analisi di fluorescenza DCFH-DA e MitoSOX Red. Questa analisi dimostra che gli estratti acquosi selezionati di *P. nebrodensis* esercitano un forte effetto antiossidante preventivo e/o una significativa attività diretta di eliminazione dei radicali liberi nei cheratinociti umani. In particolare, i due estratti selezionati (1b e CAN2F) hanno ridotto significativamente i livelli intracellulari di ROS e superossido mitocondriale indotti dal perossido di idrogeno, ripristinando l'equilibrio ossidativo. La quantificazione del glucano ha rivelato contenuti comparabili di α- e β-glucano in entrambi gli estratti, suggerendo il loro contributo agli effetti osservati. ***Questi risultati forniscono la prima prova dell'efficacia antiossidante di P. nebrodensis nei cheratinociti umani e ne evidenziano il potenziale come fonte di bioattivi naturali per applicazioni cosmeceutiche e dermatologiche***.

- **Conclusioni**

Nel corso del progetto è stato possibile ottenere buone produzioni di carpofori di *P. nebrodensis*, di alcuni ceppi in particolare, con future valide prospettive di sviluppo. Tuttavia, numerosi aspetti sembrano dover essere migliorati. In primo luogo, per la sua fisiologia ed ecologia, tale specie è adattata a condizioni assai particolari, se comparate alla maggior parte di quelle ascritte al genere *Pleurotus*: predilige un substrato di crescita specifico (residui in decomposizione di *Prangos ferulacea*), fruttifica in un periodo del tutto inconsueto per gran parte delle altre specie del genere (aprile-maggio), ha uno sviluppo particolarmente lento su substrati generici.

Tutto ciò, induce a ritenere che le condizioni colturali, in ambiente protetto, debbano assolutamente tenere in considerare numerosi fattori.

In primo luogo, andrebbe definito il tipo di substrato su cui il micelio possa essere in grado di svilupparsi in maniera celere e completa; in altri termini, quale possa essere la migliore fonte trofica. Sul substrato più idoneo, il micelio può accrescersi più velocemente (nelle migliori condizioni ecologiche), lasciando meno spazio ai microrganismi contaminanti e competitori. Tale substrato ideale potrebbe anche migliorare assai le qualità organolettiche del fungo in coltivazione artificiale. La prima indagine da prevedere dovrebbe essere rivolta, quindi, alla definizione del migliore substrato per la sua coltivazione. Ciò che emerge dal progetto è che, per necessità o indisponibilità, sia stata rivolta poca cura nella qualità e nella gestione del substrato, già dalla selezione dei materiali organici per la sua costituzione. A conferma di ciò, le ricorrenti contaminazioni di *Trichoderma* spp, nella prima fornitura e da *N. sitophila* e *Schizophyllum* sp. nella seconda: funghi presenti nelle matrici organiche originarie e disattivabili con

opportuni trattamenti termici. Inoltre, la disponibilità di una collezione ampia di isolati di *P. nebrodensis* da impiegare in saggi di laboratorio, può consentire la selezione di ceppi più resistenti, produttivi ed organoletticamente validi per una razionale attività mirata alla sua diffusione.

Occorre peraltro sottolineare che le attività colturali messe in atto dalle Aziende partner risentono della mancanza di esperienza nella coltivazione di funghi ma anche del tempo limitato del progetto. Alcune aziende, nonostante la fornitura di un protocollo di coltivazione da parte del responsabile scientifico hanno provato ad adattarlo alle loro personali convinzioni mentre altre hanno sofferto di ritardi nella consegna delle apparecchiature per la serra di coltivazione utili al mantenimento degli ideali parametri di temperatura ed umidità. Anche questo ha contribuito a determinare ritardi nella produzione dei primordi ed inquinamenti da parte di organismi competitori.

In ogni caso, sebbene il progetto abbia avuto una durata nel tempo limitata, si può affermare che il fungo d basilisco è una preziosa risorsa per il territorio che si è riusciti a coltivare ottenendo delle produzioni superiori a quelle (molto limitate) che si possono riscontrare in natura. Il fungo di basilisco coltivato mantiene le stesse caratteristiche organolettiche del prodotto naturale e viene reso disponibile per la maggior parte dei periodi dell'anno a differenza delle produzioni naturali che sono limitate al periodo aprile-maggio. Ciò potrà consentire di mettere a disposizione del consumatore il fungo di basilisco ad un prezzo più accessibile rispetto all'attuale (produzioni naturali) che si attesta intorno ai 50 euro al kg. L'attuale mercato del fungo fresco in Italia comprende lo champignon (Agaricus bisporus), il gelone (Pleurotus ostreatus), il piopparello (Cyclocybe aegerita) e limitate produzioni di Pleurotus citrinopileatus. Ad esse si è aggiunta la produzione del cardoncello (Pleurotus eryngii), fungo molto apprezzato in Puglia, e più recentemente la coltivazione dello shii-take (Lentinula edodes). In uno scenario che vede un crescente interesse da parte del consumatore verso il prodotto "fungo" ma al contempo una certa perdurante diffidenza nei confronti di questi prodotti alimentari legata al timore di intossicazioni o avvelenamenti, il risultato conseguito nel corso del progetto Pleuron di proporre una nuova specie fungina di qualità eccellente per il mercato rappresenta una affascinante sfida per il futuro. Occorrerà nell'immediato cercare nuovi finanziamenti per proseguire nelle attività progettuali questa volta finalizzate alla selezione dei ceppi più produttivi e resistenti alle malattie da proporre ai coltivatori. In parallelo a ciò occorre lavorare all'inserimento del fungo di basilisco tra le produzioni tipiche della Regione Sicilia attribuendo ad esso un marchio analogamente a quanto già fatto dalla regione Puglia per il cardoncello e dalla Regione Emilia Romagna per il porcino di Borgotaro.

- **Attività di divulgazione**
  - *Comunicazione orale*: Giuseppe Venturella e Maria Letizia Gargano. Conservazione ex situ, valorizzazione ed uso sostenibile di *Pleurotus nebrodensis*, specie rara, endemica della Sicilia. XXIV Convegno Nazionale di Micologia - Legnaro (PD), 20-21 giugno 2024;
  - *Comunicazione orale*: Giuseppe Venturella. Ex situ conservation, enhancement and sustainable use of *Pleurotus nebrodensis*, a rare species, endemic to Sicily (southern Italy). The 12th International Medicinal Mushrooms Conference (IMMC12), September 24-27,2024, Bari (Italy);
  - *Comunicazione orale*: Giuseppe Venturella. Bioprospecting of medicinal mushrooms: a bet for the future. 15th National Conference on Biodiversity. 2nd International Conference on Mediterranean Biodiversity. June 3-6, 2025, University of Perugia (Italy).
  - Evento divulgativo presso il Centro Regionale per la conservazione della biodiversità viticola ed agraria "F. Paulsen", Palermo 11 giugno 2025
  - Giornata di Campagna presso l'Azienda Agricola Pantina, Polizzi Generosa (PA) 5 dicembre 2025
  - Evento di chiusura presso l'Aula magna dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia "A. Mirri", Palermo 12 dicembre 2025

- **Pubblicazioni scientifiche**

- Gargano ML, Venturella G, Balenzano G, Ferraro V, Cirlincione F, Mirabile G. (2024). *Pleurotus nebrodensis* (Basidiomycota), a rare endemic mushroom of Sicily: current and future. Italian Botanist 17: 55–68. https://doi. org/10.3897/italianbotanist.17.123048
- Gargano ML, Cicero I, Cirlincione F, Giammanco A, Talarico V, Arrigo I, Fasciana TMA (2025) Potential activity of *Pleurotus nebrodensis* mushroom extract against biofilm of meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. Front. Bacteriol. 4:1697820. doi: 10.3389/fbrio.2025.1697820
- Ratto D; Venuti MT; Desiderio A; Cicero I; Balenzano G.; Savino E; Venturella G; Gargano ML; Rossi P. (2025). Dual Antioxidant Activity: Preventive and Scavenger Effects of Wild and Cultivated *P. nebrodensis* Extracts against ROS and SOX in Human Keratinocytes. Antioxidants, 14, 1439. https://doi.org/10.3390/antiox14121439

INNOVAZIONE DI MARKETING NELLA VALORIZZAZIONE DEL *PLEUROTUS NEBRODENSIS* COLTIVATO IN SERRA: APPROCCI STRATEGICI E PROSPETTIVE DI FILIERA A PARTIRE DAL PROGETTO PLEURÒN

Maurilio Caracci - esperto Coreras
Docente di Marketing UNIPA
Responsabile comunicazione progetto Pleuròn

Abstract

Il progetto PLEURÒN rappresenta il primo tentativo sistemico di coltivazione controllata del Pleurotus nebrodensis, fungo endemico delle Madonie e considerato tra le specie micologiche più rare dell'area mediterranea. La sua coltivazione presenta complessità legate alla fisiologia, alla vulnerabilità a contaminazioni e alla stretta dipendenza da condizioni ecologiche altamente specifiche. Tuttavia, i risultati sperimentali hanno mostrato la possibilità di ottenere carpofori di qualità elevata e dotati di caratteristiche organolettiche riconoscibili. In parallelo, le analisi microbiologiche, biochimiche e nutraceutiche hanno evidenziato proprietà bioattive di rilievo, aprendo la strada a nuovi filoni di sviluppo per l'industria agroalimentare, nutraceutica e cosmetica. Questo paper analizza, con approccio scientifico e orientamento al marketing innovativo, le potenzialità di valorizzazione del fungo coltivato attraverso strategie multidirezionali basate su identità territoriale, marketing esperienziale, filiere corte, ingredient branding, turismo specializzato e opportunità farmaceutiche emergenti. L'integrazione tra risultati sperimentali, panel sensoriali e letteratura internazionale sui mercati dei funghi coltivati, dei funghi funzionali e dell'agroalimentare di qualità consente di delineare scenari di sviluppo ad alto valore aggiunto per il territorio delle Madonie e per le imprese coinvolte nel progetto.

Il progetto PLEURÒN si colloca in un contesto europeo in cui la biodiversità agricola e la sostenibilità ambientale vengono riconosciute come leve strategiche di competitività territoriale e innovazione (European Commission, 2020). La scelta di concentrare la ricerca sul *Pleurotus nebrodensis* deriva dalla rilevanza ecologica e culturale della specie, nonché dalla sua scarsissima disponibilità naturale, che ne ha favorito un posizionamento gastronomico di élite e un interesse crescente da parte delle industrie alimentari e nutraceutiche. L'approccio scientifico adottato nel progetto ha evidenziato come questo micete presenti un ciclo fisiologico più lento rispetto ad altri Pleurotus e una bassa competitività nei confronti di contaminanti fungini, come *Trichoderma harzianum* e *Neurospora crassa*, già documentati in letteratura come avversari competitivi nelle colture dei funghi lignicoli (Sánchez, 2010). Le contaminazioni batteriche riscontrate, inclusi ceppi come *Sphingobacterium* e *Providencia*, confermano la necessità di protocolli di coltivazione altamente specifici e coerenti con gli standard di sicurezza alimentare e microbiologica (Wakchaure, 2011).

Le evidenze sperimentali generate hanno ricadute dirette sulle strategie di marketing. In un mercato in cui i prodotti di alta gamma valorizzano la complessità biologica e la rarità, la stessa difficoltà produttiva diventa una componente narrativa significativa, coerente con le dinamiche del marketing esperienziale e della co-creazione di valore (Pine & Gilmore, 1999). Inoltre, la possibilità di ottenere fruttificazioni regolari in ambiente controllato consente di trasformare una specie un tempo disponibile soltanto in modo episodico in un prodotto programmabile e quindi commerciabile lungo filiere stabili, in linea con le aspettative del settore HoReCa e del mercato gourmet europeo (FAO, 2020).

Un contributo cruciale nella costruzione del posizionamento commerciale deriva dalle analisi sensoriali condotte nell'ambito del progetto dal Consorzio Coreras e dal partner Trazzere del Gusto su 35 consumatori all'interno di ristoranti siciliani. I dati ottenuti mostrano un elevato apprezzamento globale (media 4,06/5),

con particolare consenso per la texture e per la succosità, due attributi riconosciuti come fondamentali nel marketing dei funghi freschi in Europa (Zhang et al., 2014). Questa evidenza è coerente con la letteratura sulla percezione del consumatore per i funghi di alta qualità, che sottolinea il ruolo delle proprietà strutturali e aromatiche nel determinare disponibilità all'acquisto e premium willingness to pay (Martínez-Carrasco et al., 2017). Inoltre, il livello medio di esperienza micologica dei partecipanti (2,11/5) indica che il prodotto presenta un potenziale mercato non limitato ai consumatori esperti, ma estendibile a segmenti più ampi.

Un elemento di grande interesse per lo sviluppo futuro riguarda i dati biologici e nutraceutici. Gli studi condotti nel progetto hanno mostrato che estratti acquosi di *P. nebrodensis*, sia selvatici sia coltivati, esercitano attività antiossidanti significative nei cheratinociti umani, riducendo la produzione di specie reattive dell'ossigeno e migliorando l'equilibrio cellulare in condizioni di stress ossidativo. Questo allineamento con la letteratura internazionale sugli effetti antiossidanti dei funghi medicinali (Wasser, 2017; De Silva et al., 2013) offre opportunità rilevanti per l'industria farmaceutica e cosmetica, in particolare nella formulazione di ingredienti bioattivi per prodotti anti-aging, dermoprotettivi e nutraceutici. Studi recenti confermano che il mercato europeo dei funghi funzionali e degli estratti micoterapici è in forte crescita, con un tasso annuo composto superiore al 10% e applicazioni che spaziano dagli integratori alla cosmeceutica (Grand View Research, 2023). Ciò suggerisce che il *P. nebrodensis* coltivato può diventare un ingrediente distintivo per linee di prodotti innovativi, sfruttando la reputazione positiva della micoterapia e la domanda crescente di ingredienti naturali e sostenibili (Afiune Lopes et al., 2021).

La combinazione di valori gastronomici, nutraceutici e territoriali apre le porte a un marketing multilivello. Nel settore agroalimentare europeo, i prodotti che uniscono tradizione locale e innovazione scientifica mostrano maggiore stabilità competitiva e capacità di differenziarsi nei mercati saturi (Tregear et al., 2007). Il *P. nebrodensis* coltivato presenta caratteristiche che si inseriscono pienamente in questa dinamica: un'identità legata alle Madonie, un patrimonio culturale e gastronomico incorporato, un processo produttivo specializzato, un profilo sensoriale riconoscibile e proprietà bioattive emergenti. La letteratura sul marketing territoriale evidenzia come tali elementi possano essere trasformati in value proposition articolate, capaci di generare coinvolgimento emotivo e cognitivo nei consumatori (Kotler et al., 2017).

Un ulteriore filone di valorizzazione riguarda il turismo esperienziale e il cosiddetto mycoturismo. In diversi paesi europei, come Spagna, Francia e Polonia, il turismo legato alla raccolta, alla degustazione e alla conoscenza dei funghi ha mostrato di contribuire alla destagionalizzazione dei territori montani e allo sviluppo di microeconomie locali (Bytnerowicz et al., 2020). Questo modello è replicabile nelle Madonie, dove le aziende partner del progetto possono diventare nodi di una rete esperienziale che integra visite in serra, degustazioni, trekking micologici e attività di educazione ambientale. La letteratura sul turismo esperienziale conferma che le attività legate a prodotti identitari ad alto contenuto simbolico generano valore elevato e fidelizzazione (Pine & Gilmore, 1999; Williams, 2014). Il fungo di basilisco può così trasformarsi in una risorsa per ampliare l'offerta turistica della regione, migliorare la reputazione territoriale e creare nuove opportunità per giovani imprenditori.

Dal punto di vista della filiera del marketing agroalimentare, il progetto offre la possibilità di sviluppare strategie di brand basate su autenticità, qualità e tracciabilità. L'utilizzo di tecnologie digitali, come QR code e piattaforme di storytelling, consente di comunicare al consumatore finale l'intera storia del prodotto, dal laboratorio alla cucina, in linea con le best practices europee in materia di comunicazione food-tech (Barrena & Sánchez, 2018). Nel settore dei funghi freschi, la comunicazione sulla sostenibilità, sulla riduzione dell'impatto ambientale e sulla sicurezza microbiologica rappresenta una leva competitiva, soprattutto nei mercati del Nord Europa (Vermeir & Verbeke, 2006).

Un aspetto strategico riguarda la costruzione di partnership industriali, in particolare con aziende farmacologiche e nutraceutiche. Il *P. nebrodensis*, grazie alle sue proprietà antiossidanti e potenzialmente

anti-biofilm, può rientrare nella classe dei funghi funzionali di nuova generazione, per i quali è crescente l'interesse dell'industria degli integratori naturali e dei prodotti dermo-funzionali (Afiune Lopes et al., 2021). La collaborazione tra le aziende agricole delle Madonie, i laboratori universitari e imprese del settore health & wellness può generare nuove traiettorie di sviluppo, analogamente a quanto avvenuto per altre specie di funghi medicinali più note come *Ganoderma lucidum* e *Lentinula edodes* (Wasser, 2017).

Considerando il quadro complessivo, i risultati del progetto PLEURÒN suggeriscono che la valorizzazione del *Pleurotus nebrodensis* deve essere interpretata non come l'introduzione di un nuovo prodotto agricolo, ma come l'avvio di una piattaforma di innovazione territoriale fondata sulla convergenza di ricerca scientifica, marketing avanzato e sviluppo rurale. Il fungo di basilisco può diventare un driver per attivare nuove economie, rafforzare la reputazione delle Madonie come territorio di alta biodiversità e innovazione agricola, attrarre investimenti nel settore nutraceutico, differenziare l'offerta turistica e promuovere filiere corte basate su qualità certificata. L'integrazione tra competenze scientifiche, esperienza degli agricoltori e strumenti di marketing evoluto rappresenta la condizione necessaria per trasformare i risultati sperimentali in una filiera stabile, sostenibile e riconosciuta a livello nazionale ed europeo. La sfida dei prossimi anni sarà consolidare la cooperazione tra gli attori coinvolti, ampliare la base produttiva, rafforzare la ricerca sugli estratti bioattivi e posizionare il *P. nebrodensis* coltivato in segmenti di mercato che valorizzino la sua unicità.

Bibliografia e Sitografia

(ordine alfabetico per cognome autore)

Afiune Lopes, A., Carbonero, E. R., & Iacomini, M. (2021). Medicinal mushrooms: bioactive compounds and therapeutic applications. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 23(7), 1–15.

Barrena, R., & Sánchez, M. (2018). Consumer engagement in food innovation: The role of storytelling. *British Food Journal*, 120(7), 1491–1503.

Bytnerowicz, A., Kapusta, P., & Czortek, P. (2020). Mushroom picking as a form of recreation and tourism. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 32, 100–297.

De Cianni, R., Mancuso, T., & Suárez, J. (2023). Sustainability in mushroom supply chains: challenges and opportunities. *Sustainability*, 15(4), 2345.

De Silva, D. D., Rapior, S., & Hyde, K. D. (2013). Medicinal mushrooms: past, present and future. *Phytochemistry*, 93, 15–25.

European Commission. (2020). *Farm to Fork Strategy*. In: https://food.ec.europa.eu

FAO. (2020). *The state of agricultural markets*. In: https://www.fao.org

Grand View Research. (2023). *Functional Mushroom Market Size Report*. In: https://www.grandviewresearch.com

Kotler, P., Bowen, J., & Makens, J. (2017). *Marketing for Hospitality and Tourism*. Pearson.

Martínez-Carrasco, L., Brugarolas, M., & Martínez-Poveda, A. (2017). Consumer preferences for mushrooms: quality attributes and willingness to pay. *Food Quality and Preference*, 59, 1–9.

Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (1999). *The Experience Economy*. Harvard Business School Press.

Sánchez, C. (2010). Cultivation of Pleurotus ostreatus and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(5), 1321–1337.

Tregear, A., Kuznesof, S., & Moxey, A. (2007). Local food: understanding consumer motivations. *Journal of Rural Studies*, 23(1), 1–12.

Vermeir, I., & Verbeke, W. (2006). Sustainable food consumption: exploring the consumer attitude–behaviour gap. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 19(2), 169–194.

Wakchaure, G. (2011). *Production and Marketing of Mushrooms: Global and National Scenario*. RMSC Press.

Wasser, S. P. (2017). Medicinal mushrooms: The past, current and future. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 19(4), 279–310.

Williams, A. (2014). Understanding the experiential aspects of food tourism. *Journal of Tourism Research*, 22(3), 321–340.

Zhang, C., Li, X., & Li, Y. (2014). Consumer preferences for edible mushrooms in China. *Journal of Food Distribution Research*, 45(1), 118–123.

RELAZIONE PANEL TEST PLEURON

Stefano Antolino

1. INTRODUZIONE

Le Trazzere del Gusto srl, azienda partner del progetto pleuron, si occupa di distribuzione di prodotti eno-gastronomici nel circuito Ho.Re.CA. (hotel, ristoranti, catering). In collaborazione con il Coreras (Consorzio Regionale per la ricerca applicata e la sperimentazione) ha curato la creazione dei questionari per un'analisi attraverso Panel test. Si è proceduto alla digitalizzazione e sono stati somministrati tramite palmari e smartphone tramite sistema di QR CODE ad un campione di 35 consumatori anonimizzati in 5 ristoranti nel territorio regionale siciliano. L'obiettivo è descrivere, in modo chiaro e sintetico, la percezione dei consumatori riguardo all'aspetto visivo, aromatico, gustativo e alla texture di un campione di funghi, oltre al gradimento complessivo.Un panel test (o panel sensoriale) è una tecnica di analisi in cui un gruppo selezionato di persone — chiamato panel — valuta le caratteristiche sensoriali di un prodotto (aspetto, aroma, gusto, texture, suono, ecc.).

L'obiettivo è raccogliere dati affidabili e ripetibili sulle percezioni umane, utili per:

- controllo qualità,
- sviluppo di nuovi prodotti,
- confronto tra lotti o formulazioni,
- studio dell'accettabilità e delle preferenze del consumatore.

Tipi principali di panel:

- Panel addestrato → composto da persone formate per riconoscere e misurare in modo oggettivo attributi specifici.
- Panel di consumatori → persone non addestrate che valutano il gradimento e le preferenze.

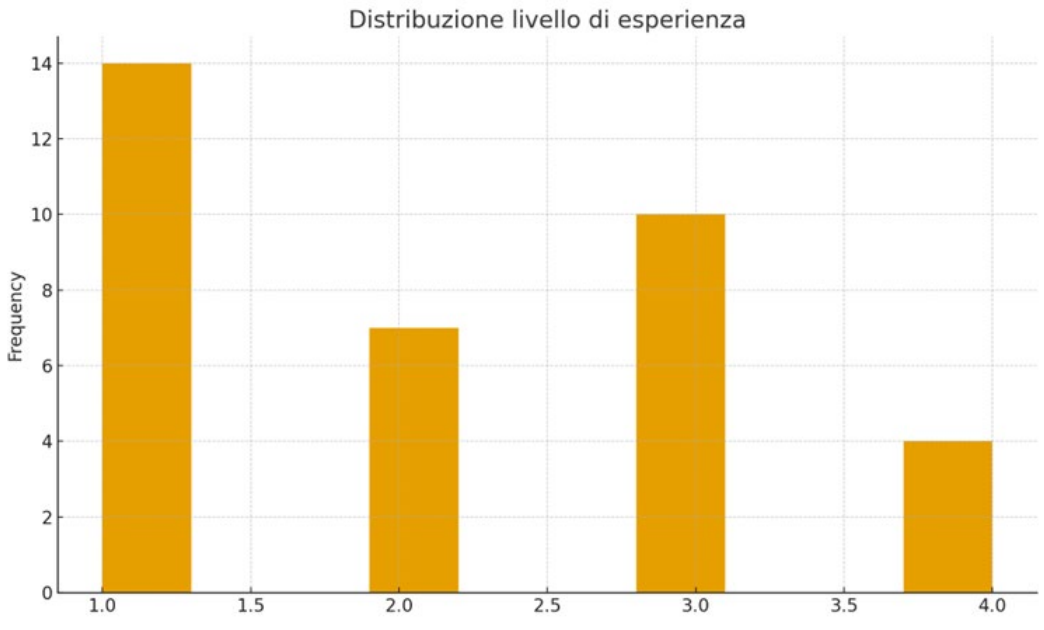
Il panel test permette di trasformare sensazioni soggettive in dati strutturati e comparabili, diventando uno strumento fondamentale nell'analisi sensoriale alimentare, cosmetica, enologica e di molti altri prodotti.

2. PROFILO DEI PARTECIPANTI

2.1 Livello di esperienza

I partecipanti potevano indicare il proprio livello di esperienza con i funghi da 1 (per niente esperto) a 5 (molto esperto).

Media esperienza: 2,11 | Deviazione standard: 1,08



0

Il campione è composto prevalentemente da consumatori con **esperienza bassa o moderata**.

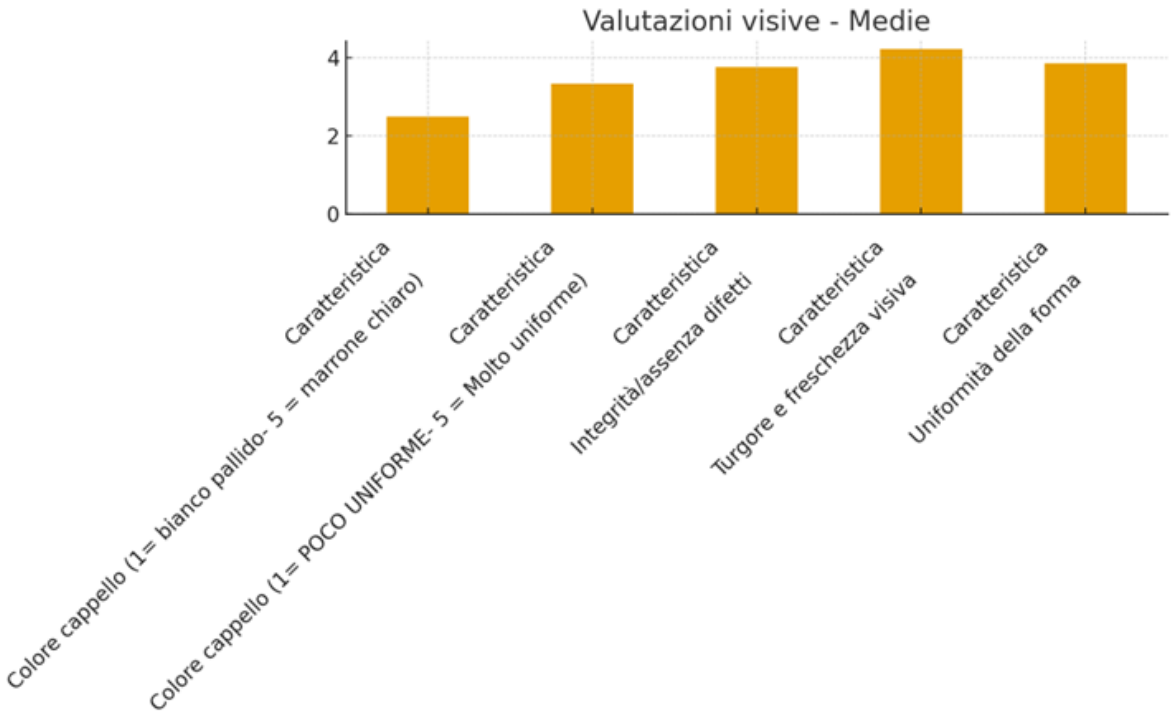
3. ANALISI SENSORIALE

3.1 Aspetto visivo

Le valutazioni visive mostrano un buon apprezzamento generale:

Caratteristica visiva	Media
Integrità / assenza difetti	**3,77**
Uniformità della forma	**3,86**
Turgore e freschezza visiva	**4,23**
Colore cappello (uniformità)	**3,34**

Il campione è percepito come **visivamente fresco, compatto e generalmente uniforme**.

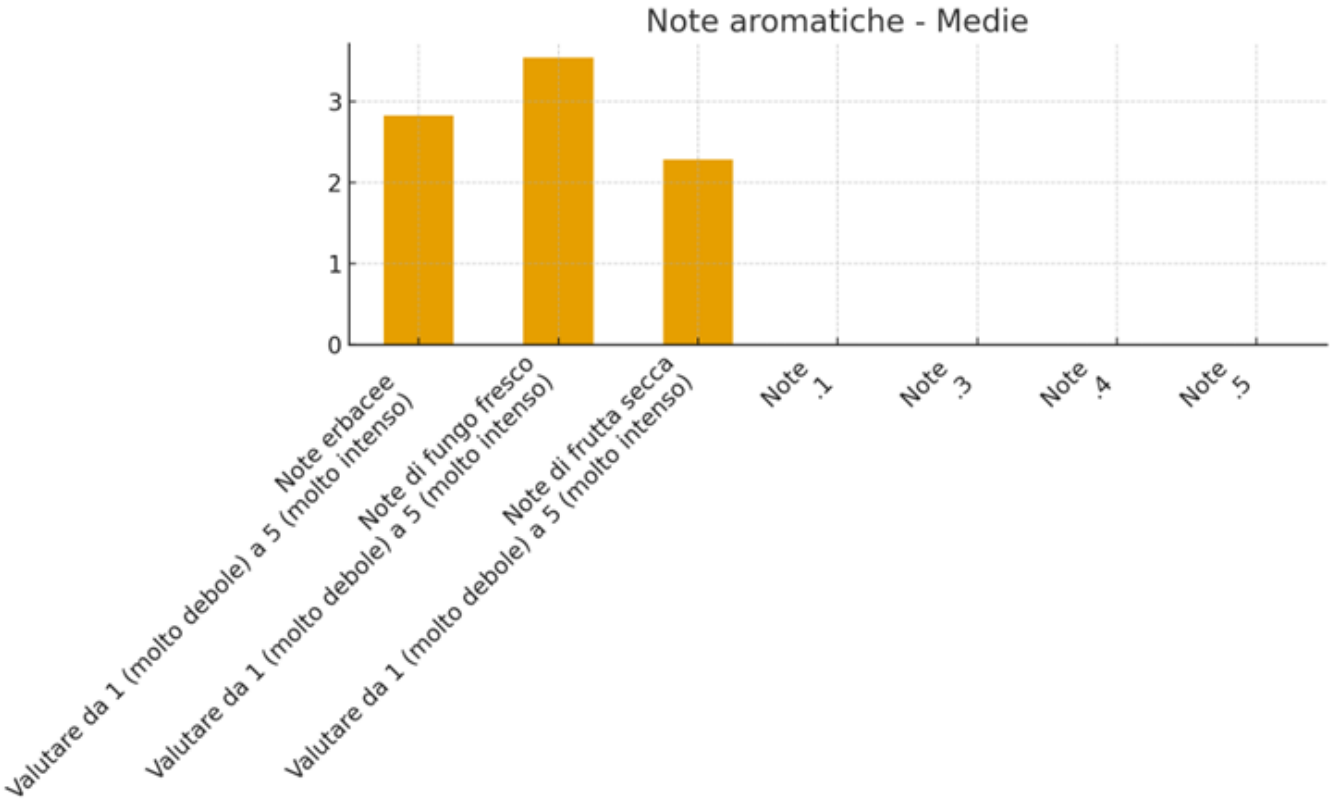


3.2 Aroma

Le valutazioni aromatiche mostrano intensità moderata.

Nota aromatica	Media
Aroma complessivo	**3,23**
Note di fungo fresco	**3,54**
Note erbacee	**2,83**
Note di frutta secca	**2,29**

Il profilo aromatico del campione risulta **bilanciato**, con predominanza dell'aroma tipico di fungo fresco.

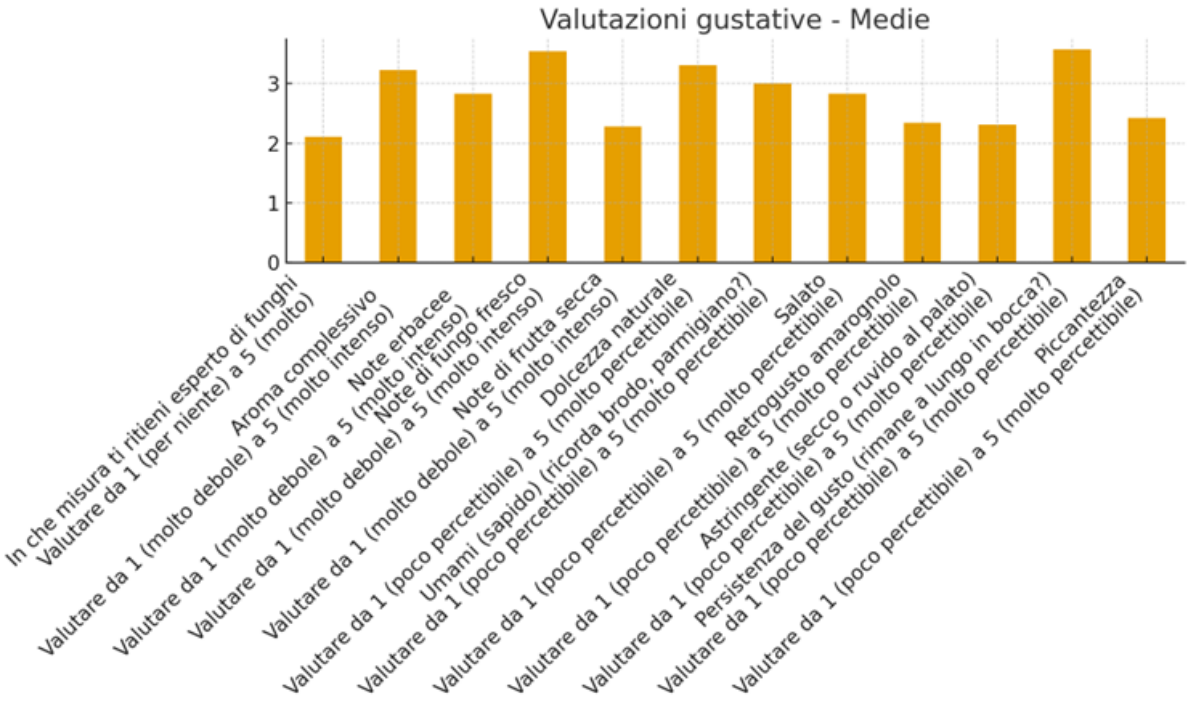


3.3 Gusto

Le principali percezioni gustative rilevate:

Percezione gustativa	Media
Dolcezza naturale	**3,31**
Umami	**3,00**
Salato	**2,83**
Retrogusto amarognolo	**2,34**
Persistenza	**3,34**
Piccantezza	**2,23**

Il gusto è descritto come **moderatamente dolce e umami**, con **bassa amaritudine** e **persistenza discreta**.



3.4 Texture

Le valutazioni legate alla masticazione mostrano risultati molto positivi:

Parametro	Media
Compattezza	**4,05**
Masticabilità	**4,03**
Succosità	**3,57**
Fibrosità	**3,06**

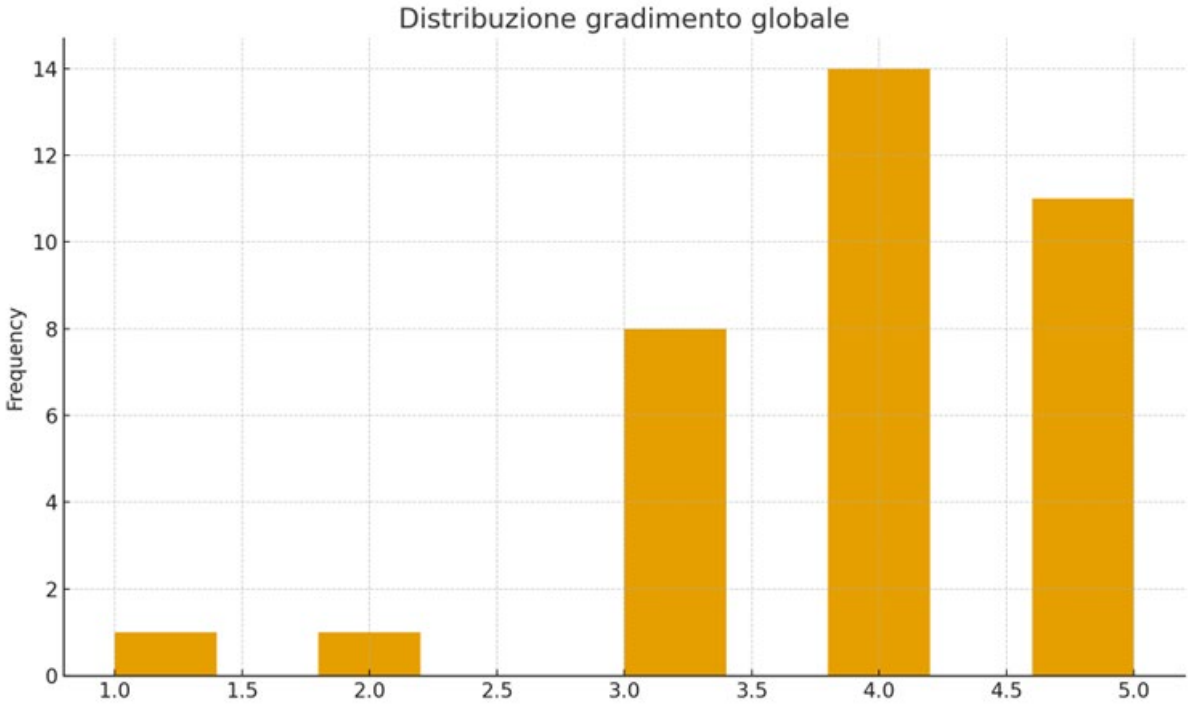
La texture è percepita come **piacevolmente compatta e masticabile**, senza eccessiva fibrosità.

4. GRADIMENTO GLOBALE

Il gradimento complessivo del campione, espresso da 1 (per niente) a 5 (moltissimo), risulta:

- **Media gradimento globale: 4,06**
- Valore minimo: 3
- Valore massimo: 5

Il prodotto risulta quindi **molto apprezzato** dalla maggior parte dei partecipanti.



5. Commenti qualitativi

I commenti liberi lasciati dai partecipanti evidenziano:

- Aromi **“di bosco”** o **“freschi”** riconoscibili
- Sensazione generale di **buona qualità e freschezza**
- Alcuni paragoni con funghi selvatici (es. “funghi di ferla”)
- Prevalente risposta positiva alla domanda “Lo compreresti?”

In sintesi, la percezione soggettiva conferma i dati quantitativi: **prodotto gradito e ritenuto acquistabile**.

6. Conclusioni

Dall’analisi emerge che il campione di funghi è:

- **Visivamente fresco e integro**
- Dotato di **aroma equilibrato**, con predominanza del profilo tipico del fungo fresco
- **Gustativamente armonico**, con dolcezza naturale e umami bilanciati
- **Piacevole alla masticazione**, grazie a compattezza e succosità
- **Globalmente molto apprezzato**

Il profilo risulta adatto sia a consumatori occasionali sia a quelli mediamente esperti.

Dott. Giuseppe Di Giovanni

Progettista ed Innovation Broker

La Sottomisura 16.1 del PSR Sicilia 2014/2022 rappresenta uno strumento chiave per favorire la nascita dei **Gruppi Operativi** del Partenariato Europeo per l'Innovazione (PEI), con l'obiettivo di coniugare produttività e sostenibilità agricola attraverso progetti concreti e radicati nei fabbisogni territoriali. In questo quadro si colloca il progetto **PLEURÒN**, promosso dal G.O. "IL BASILISCO", che ha richiesto un finanziamento regionale per la **coltivazione in ambiente protetto del Pleurotus nebrodensis**, specie fungina commestibile di elevato valore ecologico e culturale ed a rischio estinzione.

Al fianco delle attività di ricerca condotte da partner di rilievo nazionale e internazionale – quali **l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro** e il **Consorzio di Ricerca sul Rischio Biologico in Agricoltura** – e con il supporto di un ente specializzato nell'introduzione dell'innovazione nel settore agricolo, il **Consorzio regionale per la ricerca applicata e la sperimentazione**, il progetto **PLEURÒN** ha trovato un possibile punto di incontro con le esigenze di mercato delle aziende agricole coinvolte (Az. Agr. Sottile Anna, Az. Agr. Dinolfo s.s.a., Az. Agr. Barbato Francesca, Az. Agr. Pantina Gandolfo Maria, Cooperativa Agricola Sociale Agry Social, Az. Agr. Antonino Azzarello e Az. Agr. Barna Francesco) e dei partner commerciali (Le Trazzere del Gusto s.r.l.). Tale sinergia, di fatto, ha permesso di coniugare ricerca scientifica e applicazioni pratiche in un'ottica di sviluppo sostenibile, sposando pienamente i principi dell'economia circolare propri del **Green Deal europeo.**

L'iniziativa di cooperazione si è distinta per una **forte dimensione innovativa della proposta che, già dai suoi primi natali, si è mossa in un'ottica di filiera:** dalla creazione delle camere di coltivazione a impatto energetico zero fino all'esecuzione di ricerche di mercato associate a panel test specialistici oltre che attività di ricerca mirate sugli aspetti nutraceutici del Pleurotus nebrodensis.

Al termine del progetto il **Gruppo Operativo ha maturato esperienze preziose in vista di future iniziative** anche considerando che l'obiettivo dell'iniziativa non era quello di avviare una produzione di massa del fungo né di aggredire il mercato, bensì di individuare un punto di equilibrio tra sviluppo economico, sostenibilità ambientale e alternative produttive per le comunità rurali.

In tal senso le risorse impiegate hanno, di fatto, gettato le basi per un proseguo ad una ricerca applicata all'agricoltura che possa, concretamente, portare futuri vantaggi ed opportunità al settore rurale siciliano.



Pleuron

fungodibasilisco.it