

Rapporto finale WP 3.4: Economia circolare Valorizzazione degli scarti per la produzione di funghi

Indice

Introduzione.....	1
Materiali e metodo	2
Risultati e discussione.....	3
Conclusione.....	9
Letture.....	10

Introduzione

Quando si parla di economia circolare viene spontaneo pensare agli scarti e come essi possono essere riutilizzati per nuove produzioni. Le Natural Based Solutions (NBS) sono alla base di un economia circolare efficace ed in natura sono i funghi che si occupano dello smaltimento dei rifiuti, passaggio fondamentale per la circolarità del sistema. E per questo che inserire dei test pilota nel progetto ALCOTRA -ANTES e l'inizio per rendere l'industria agroalimentare più sostenibile e avere un prodotto aggiuntivo nell'azienda, i funghi.

L'obiettivo dei test effettuati è di valutare se e quali tra le varie piante aromatiche producono lo scarto più idoneo alla produzione di funghi. Valutando così la fattibilità di utilizzarlo come substrato per la produzione di funghi eduli e/o medicinali.

Per rendersi conto di quale combinazione di fungo\pianta permette una buona coltivazione abbiamo bisogno di coltivare micelio (parte vegetativa dei funghi) di differenti specie in piastra Petri su un terreno di cultura arricchita con gli scarti delle differenti piante. Questa metodologia da la possibilità di testare molte combinazioni diverse in un periodo di tempo breve. Il micelio su piastra Petri cresce in pochi giorni. Osservando la rapidità di crescita è il vigore del micelio possiamo determinare quale pianta è più idonea per il fungo.

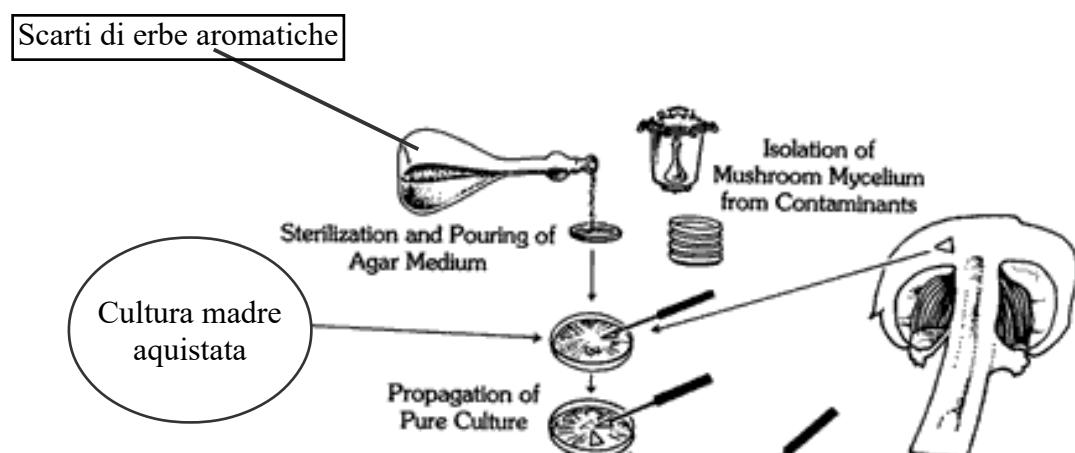


Illustration 1: Struttura della ricerca



Materiali e metodo

Per questo studio sono stati raccolti gli scarti di *Chamaemelum nobile* o camomilla romana (cam), lavanda *Lavandula angustifolia* (lav) e menta *Mentha x piperita* (men) durante il periodo di distillazione di questi (Luglio- Agosto) nelle aziende associate alla Cooperativa di Pancalieri. I campioni sono stati raccolti immediatamente dopo la distillazione. Ancora bollenti sono stati messi in sacchetti di plastica e sigillati. Poco dopo il raffreddamento sono stati congelati.

Quattro ceppi di funghi sono stati comprati dal MUT (https://www.tucc-database.unito.it/collection_menu/1). Si è potuto lavorare anche con il fungo Shiitake; *Lentinula edode*, clonandolo da funghi comprati al supermercato, isolandone un pezzo dal gambo sotto tavolo sterile.

Tabella 1 Nomenclatura dei ceppi di funghi

Nome latino	Abbreviazione	Codice MUT
<i>Agrocybe aegerita</i>	Aa	MUT00005639
<i>Pleurotus eryngii</i>	Pe	MUT00006224
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Po	MUT00003980
<i>Ganoderma lucidum/resinaceum</i>	Gr	MUT00003345
<i>Lentinula edode</i>	Le	mercato

Solo in seguito abbiamo scoperto che il micelio di *G. lucidum* era in realtà *G. resinaceum*; per non perdere ulteriore tempo abbiamo continuato la ricerca.

I ceppi presi in consegna sono stati trasferiti su MEA (Malt Extract Agar) e lasciati crescere a temperatura media di 19°C, monitorato con il data logger PCE-HT71N (min 18°C; max 20 °C).

Tutti i trasferimenti da piastra Petri a Petri sono stati effettuati utilizzando una dimensione standard, creata con un cerchio in metallo del diametro di 1,2cm, sterilizzato ad ogni trasferimento. Unica eccezione è stato il *G. resinaceum*, che visto le sue ife molto resistenti non si tagliava con il cerchio ed è stato quindi sezionato con un bisturi in quadretti il più regolari possibili. Ciò ha però comportato l'utilizzo di un altro sistema di misurazione.

I terreni di cultura sono stati preparati come segue:

I campioni di piante sono stati tagliati, da congelati con un mulino trancia-erbe, in fine segatura e sterilizzati in autoclave per 40min. Le piastre Petri sono state preparate con agar batteriologico anch'esso sterilizzato in autoclave. Al moneto di versare l'agar nei piatti è stato aggiunto uno (concertazione 1) o due (concentrazione 2) cucchiai di segatura a secondo della concentrazione desiderata dello scarto vegetale d'interesse. Ogni cucchiaino ha in media 1,20; 0,68 o 0,59 g di rispettivamente camomilla, menta o lavanda. Le piastre petri arricchite di materiale organico sono lasciate a raffreddare.

Si sono prodotti per i 5 funghi tre ripetizione per ogni concentrazione (C1 e C2) dei 3 scarti organici. Oltre a piatti Petri di controllo di agar batteriologico e MEA.



Tabella 2: piastre Petri:

FUNGO	Lavanda c1	Lavanda c2	Camomilla c1	Camomilla c2	Menta c1	Menta c2
<i>A. aegerita</i>	3	3	3	3	3	3
<i>P. ostreatus</i>	3	3	3	3	3	3
<i>P. eriingy</i>	3	3	3	3	3	3
<i>G. resinaceum</i>	3	3	3	3	3	3
<i>L. edode</i>	2	2	2	2	1	1

Le misurazione sono state affette ogni tre giorni dall'inoculo, misurando con un righello il diametro della colonia. Nel caso del *G.resinaceum*, essendo l'inoculo non regolare ma tagliato con il bisturi si è misurato la lunghezza dell'ifa dal bordo del inoculo.

Risultati e discussione

Per equilibrare le misurazione prese diversamente con il *G. resinaceum* abbiamo osservato la crescita relativa dei cinque funghi, calcolate con la media delle tre repliche, ottenendo così i seguenti risultati e grafici.

	Lav2	Lav1	Cam2	Cam1	Men2	Men1	AGAR	MEA
Aa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,47	0,63	0,60	0,64	0,68	0,80	0,67	1,15
	1,23	1,47	1,42	1,41	1,47	1,64	1,58	2,20
Lav2	Lav1	Cam2	Cam1	Men2	Men1	AGAR	MEA	
Gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3,64	5,44	2,17	2,24	5,00	6,67	2,71	2,00
	7,36	10,11	4,56	4,65	10,25	14,17	5,00	3,71
Lav2	Lav1	Cam2	Cam1	Men2	Men1	AGAR	MEA	
Po	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,81	0,73	0,77	0,975	1,41	1,84	0,65	4,71
	1,88	1,86	2,01	2,225	3,50	4,04	5,09	10,14
Lav2	Lav1	Cam2	Cam1	Men2	Men1	AGAR	MEA	
Pe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,25	0,15	1,02	1,15	0,08	0,06	0,09	0,25
	2,23	2,65	2,13	2,11	0,16	0,17	0,44	1,19
Lav2	Lav1	Cam2	Cam1	Men2	Men1	AGAR	MEA	
Le	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,68	0,88	0,70	0,53	1,06	0,67	0,86	1,06
	1,88	2,03	1,93	2,44	2,71	2,33	1,97	2,53

Table 1: Crescita relativa delle ife su substrati differenti.



I primi tre grafici (Grafico 1 Grafico 2 Grafico 3) mostrano la crescita di tutti i funghi su un tipo di substrato ad entrambe le concentrazioni.

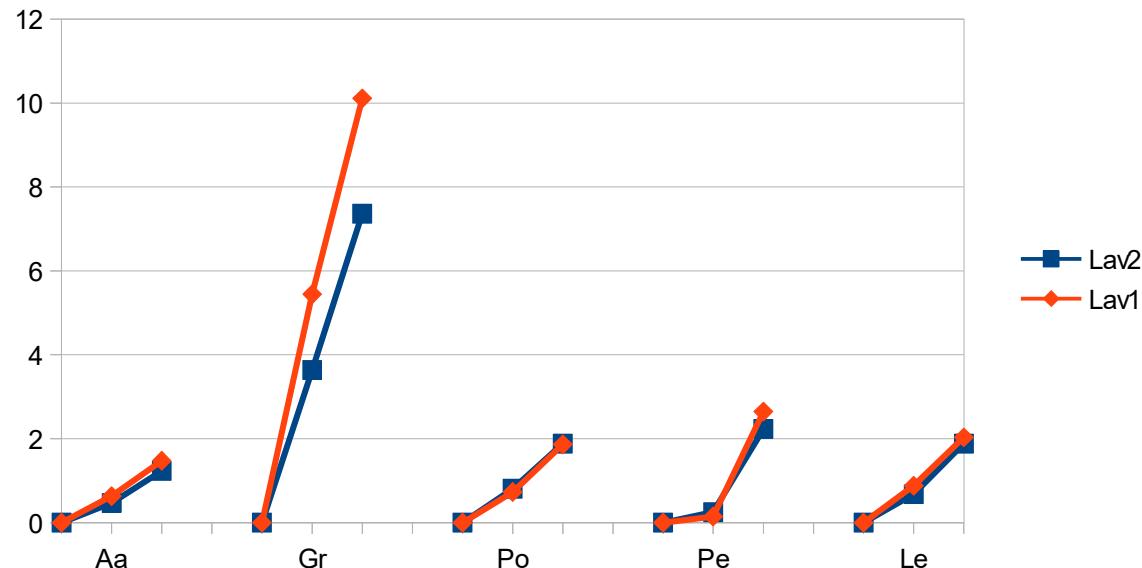


Grafico 1: Crescita su lavanda

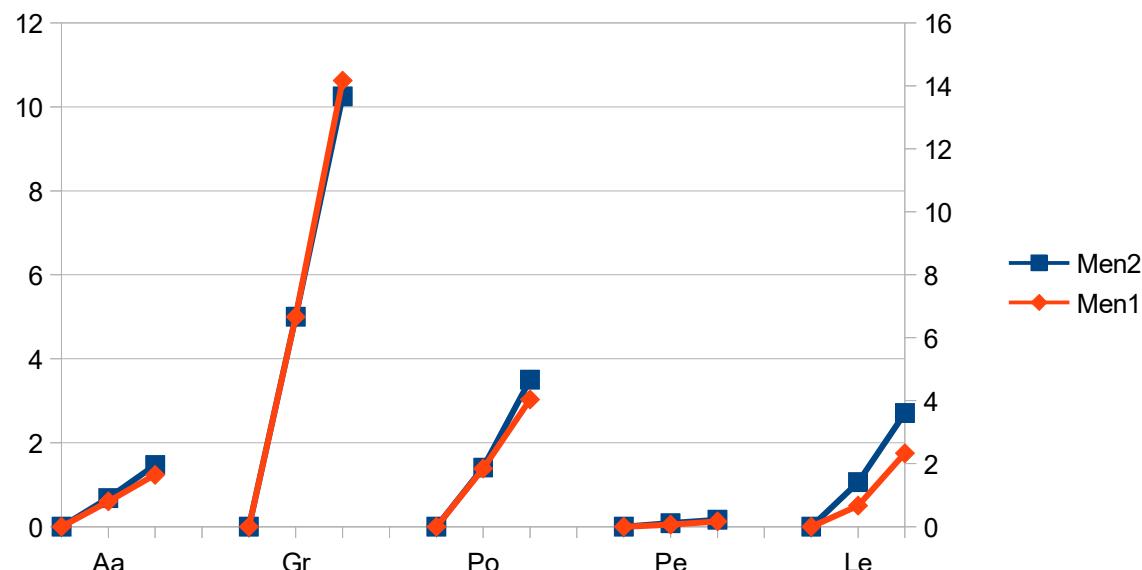


Grafico 2: Crescita su menta

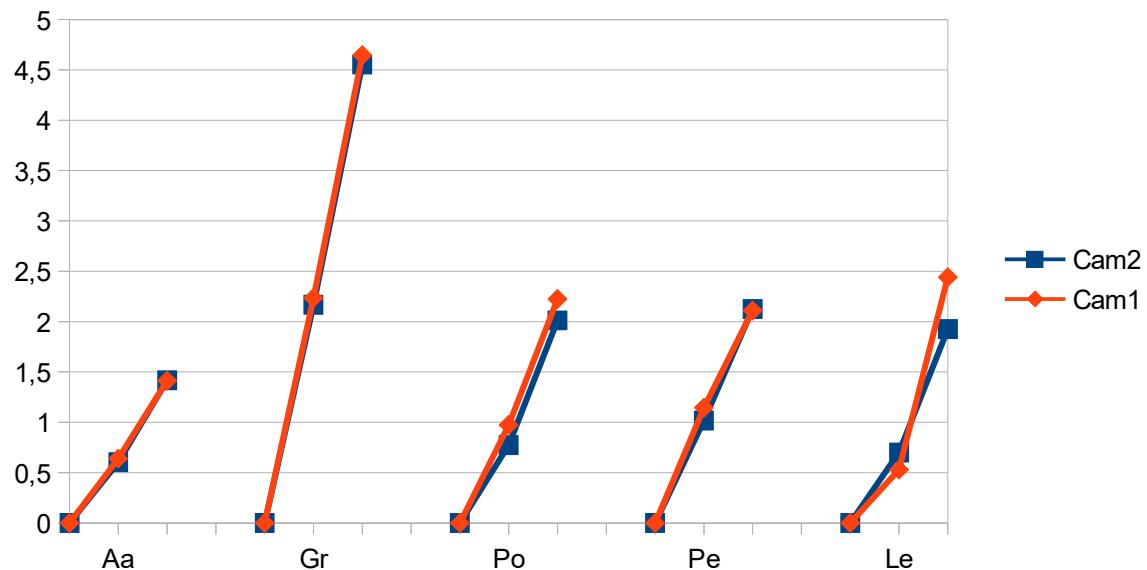


Grafico 3: Crescita su camomilla

Si osserva una differenza non significativa tra le due concentrazioni per tutti i tipi di scarti.

Qui di seguito nel Grafico 4 possiamo vedere la crescita di tutti i funghi sui tre substrati alla massima concentrazione, paragonata anche alla crescita sul terreno di cultura standard MEA (Malt Extract Agar). Vediamo che non sempre il fungo cresce più rapidamente su MEA, come ci si aspetterebbe. Si vede in giallo una buona crescita su menta per la maggior parte dei funghi tranne Pe. Da un'analisi visiva però si osserva su menta un micelio con una crescita anomala; poco denso e sottile. Su Lav e Cam invece hanno una crescita più lenta ma con un micelio più forte. Nessun fungo ha avuto una crescita anomala sul substrato di Lav. Con Po si è osservato all'ultimo rilievo un certo assottigliarsi del micelio su Cam.



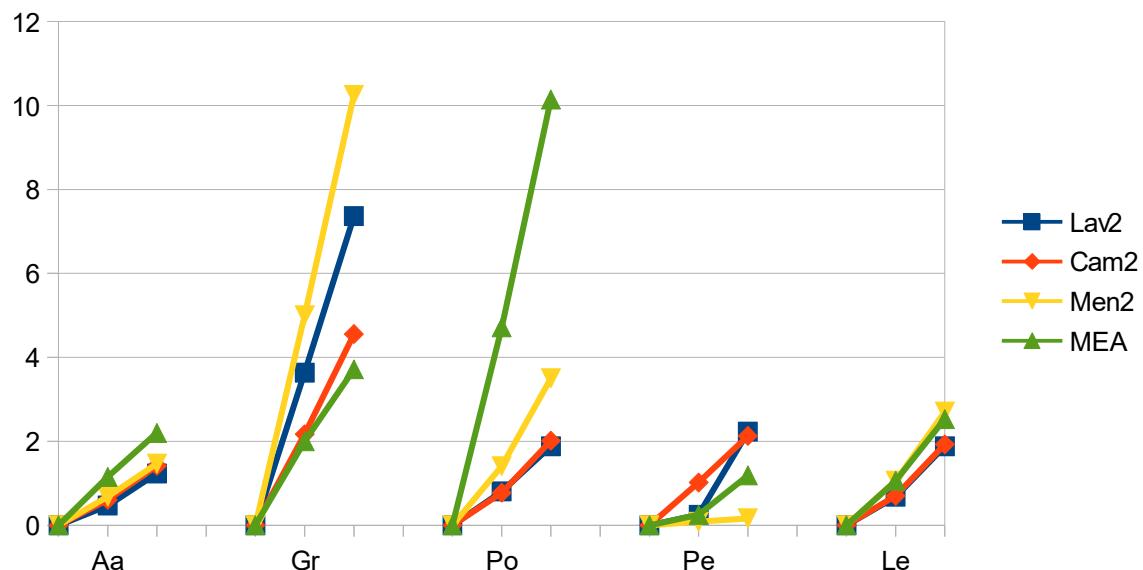


Grafico 4: Crescita sui tre substrati

Nei prossimi grafici (da Grafico 5 a Grafico 9) abbiamo la crescita su tutti i substrati ad entrambe le concentrazioni di un solo fungo alla volta. Ci permette di vedere meglio la reazione di ogni singolo fungo al suo ambiente di crescita.

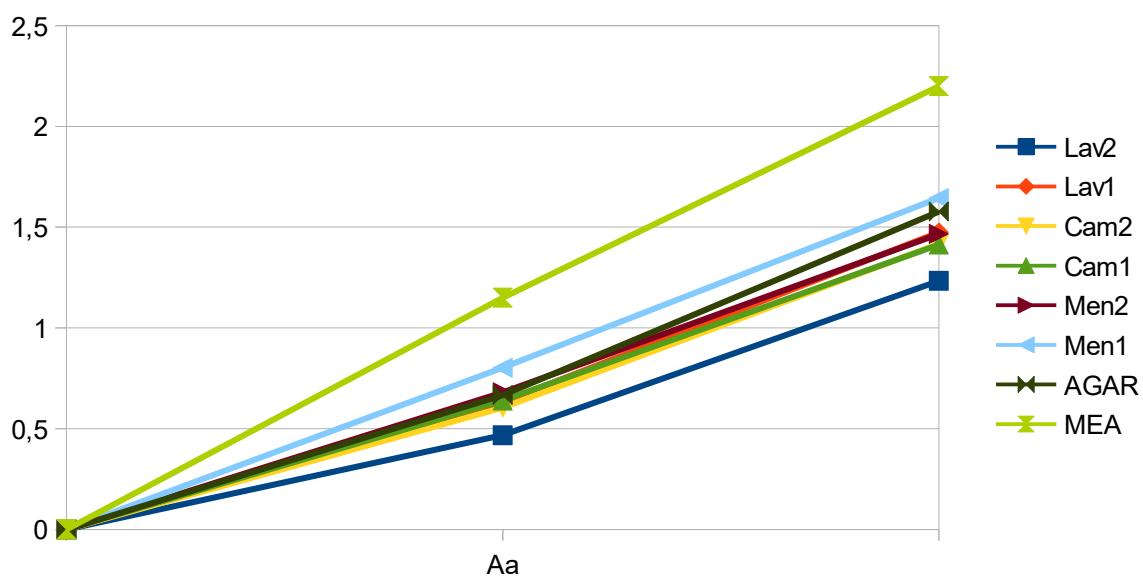


Grafico 5: Crescita di Agrocybe aegerita

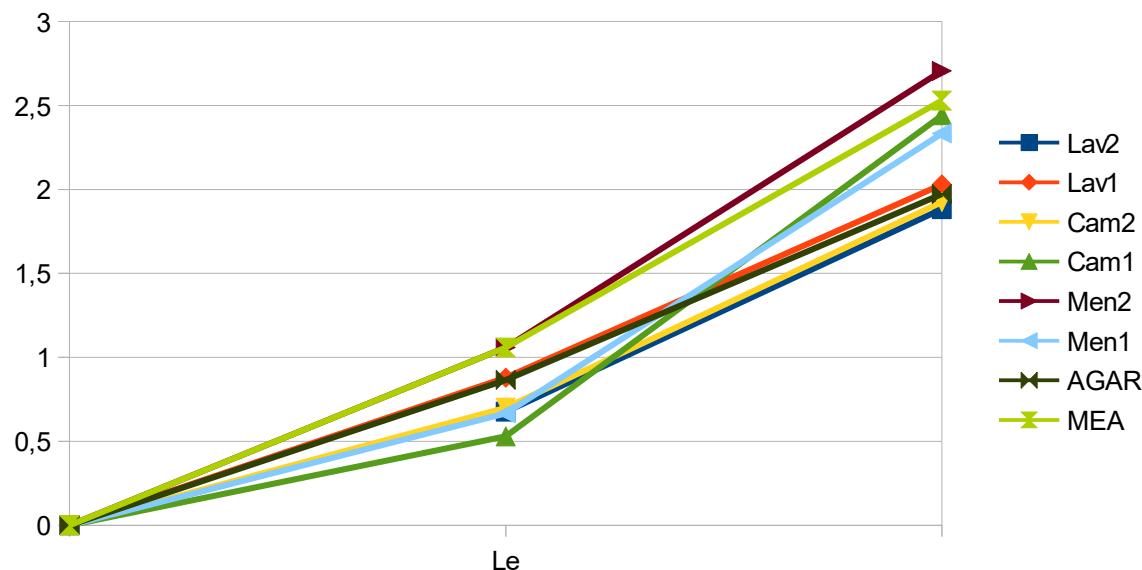


Grafico 6: Crescita di *Lentinula edodes*

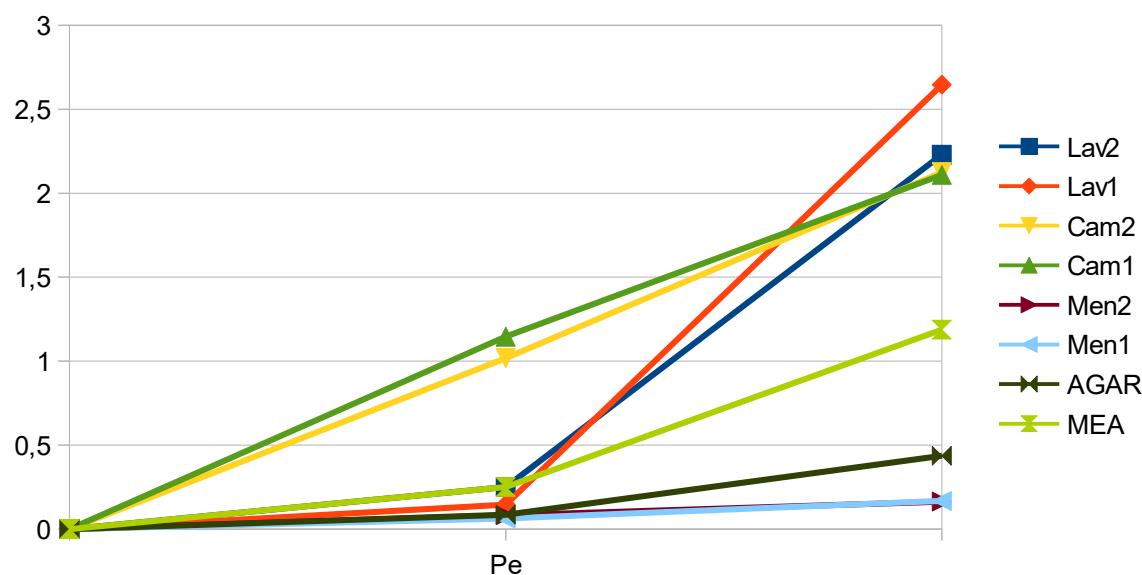


Grafico 7: Crescita di *Pleuotus eryngii*



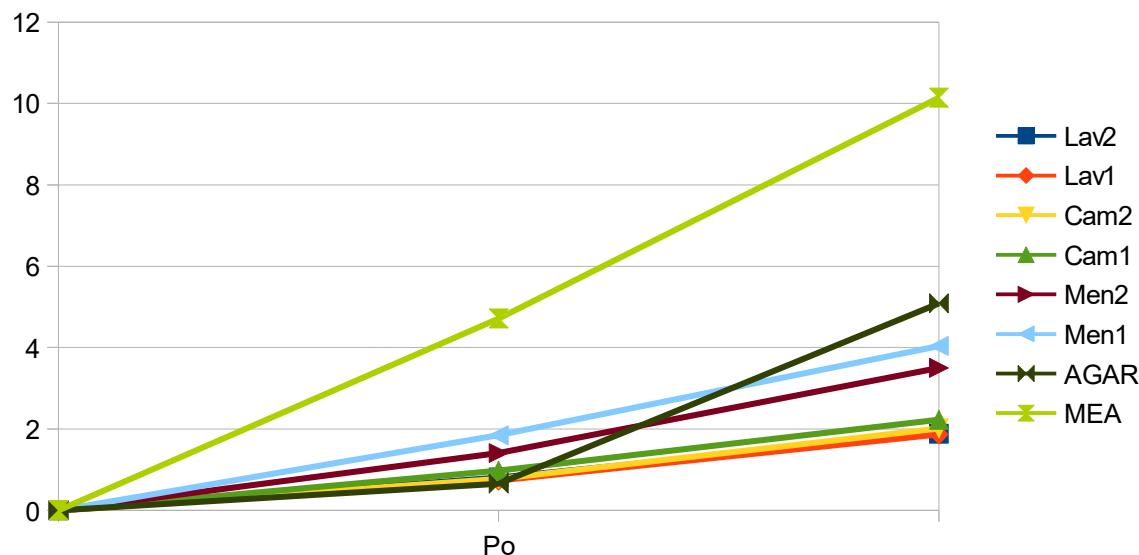


Grafico 8: Crescita di *Pleurotus ostreatus*

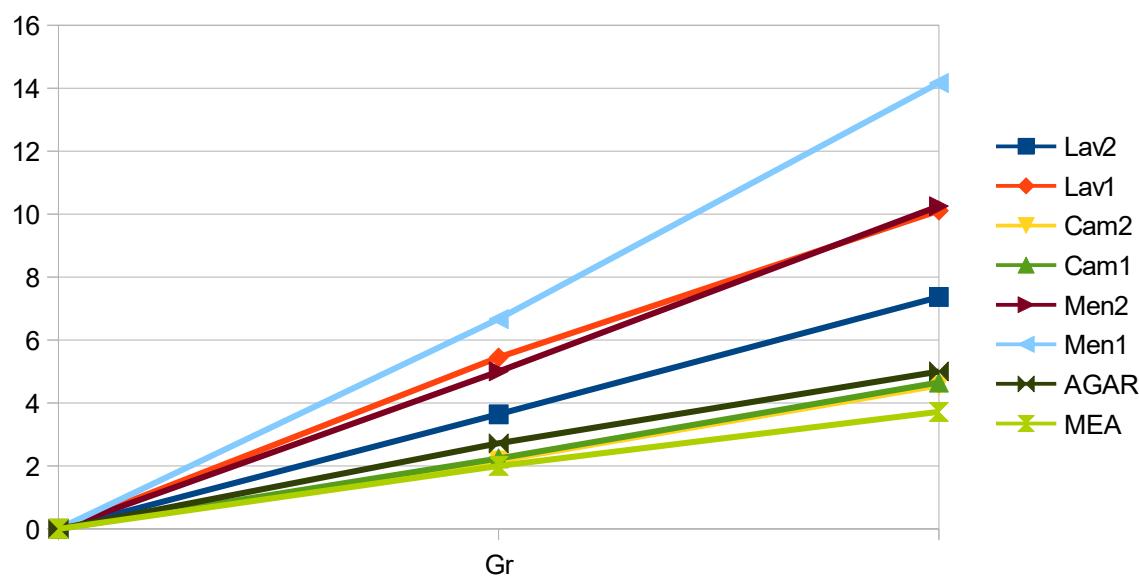


Grafico 9: Crescita di *Ganoderma resinaceum*

Per *A. aegerita* e *L. edode* abbiamo visto poca differenza tra i vari substrati (Grafico 5 Grafico 6), ciò indica che sono funghi più flessibili ad adattarsi a questo tipo di condizioni. *G. resinaceum* ha



delle crescute più differenziate (vedi Grafico 9), i substrati con la crescita migliore sono Men e Lav con un micelio più aggressivo e sano su Lav. *P. eryngii* ha una crescita interessante su Lav; prima lenta ma con una ripresa che supera le prestazioni degli altri substrati (vedi Grafico 7). Questo potrebbe indicare che ha difficoltà iniziali ma una volta adattato al substrato lo utilizza bene. Dal grafico si vede chiaramente che *P. eryngii* non cresce bene su Men, non disdegna invece Cam anche se è meno produttivo di Lav. *P. ostreatus* non fa distinzione tra Lav e Cam (Grafico 8), la crescita è più veloce su Men ma anche qui ad un'analisi visiva si nota un micelio più debole.

Osservando la crescita del micelio (Illustration 2), quindi il suo aspetto: spessore, colore e ramificazione; si capisce che la valutazione puramente numerica non è sufficiente in questo contesto. Il micelio cresciuto su menta è meno denso, più sottile e meno ramificato. Questo indica che il micelio cresce ma non in maniera ottimale.



Illustration 2: Piastre petri con micelio di *G. resinaceum* su substrati di Lav a sinistra e Men a destra

Conclusione

Per integrare questo tipo di produzione e creare una maggiore circolarità nell'industria degli oli essenziali è necessario ancora molto lavoro. La definizione di "scarto" del materiale organico utilizzato per la crescita di un prodotto alimentare frena burocraticamente e legislativamente questo tipo di ricerche e quindi investimenti. Un'analisi chimica del materiale utilizzato come substrato prima e dopo la coltivazione darebbe chiarezza e comprensione della degradazione enzimatica da parte del micelio e più sicurezza alimentare andando a controllare anche eventuali accumuli tossici. Questo tipo di analisi potrebbe dare riscontri positivi anche dal lato legislativo che evolverebbe pari passo con le necessità del mercato. La coltivazione di funghi su scarti sarebbe soprattutto vantaggiosa e valorizzerebbe maggiormente le coltivazioni biologiche, una pratica che riduce i rischi di tossicità nello scarto.

Da un lato produttivo sono necessari test in un ambiente più controllato soprattutto a livello termico e di umidità, possibile con un incubatrice. Anche l'ottimizzazione del substrato, con supplementi o un mix di scarto e paglia/segatura (prodotti utilizzati nell'attuale produzione industriale di funghi) darebbero risultati con un maggiore competitività sul mercato. Per arrivare all'ottimizzato del substrato e le condizioni termo climatiche è indispensabile arrivare fino alla fruttificazione per



osservarne la resa; non essendo essa sempre in linea con l'efficienza biologica (Chih-Hung Lian *et al* 2016).

Possiamo però affermare che la lavanda sembra essere il substrato più idoneo per questo tipo di ceppi. Anche per la facilità con la quale si reperisce e si taglia prima dell'inoculo. Camomilla ha delle interessanti potenzialità. I quantitativi reperibili sono leggermente minori, essendo una coltivazione meno diffusa. Al taglio è leggermente meno comodo essendo un prodotto meno omogeneo con foglie e infiorescenze di consistenze diverse. La menta rimane il substrato meno idoneo, con una crescita incostante e anomala.

Potrebbero essere interessanti, per omettere i problemi legati alla produzione alimentare utilizzare lavanda e camomilla come supporto per la produzione di materiali biodegradabili, detti anche micomateriali.

Consigliamo in qualsiasi caso di sottoporre i ceppi di funghi a un ciclo di crescita sul substrato testato indifferentemente tra lavanda, camomilla o un mix per permettergli di adattarsi alla nuova fonte nutrizionale come suggerito dall'andamento di *P. eryngii* e come descritto in letteratura.

Questi dati ci permettono di immaginare molte possibilità e potenzialità negli scarti dell'industria agroalimentare. Soprattutto promettente la prestazione della lavanda, essendo esso uno degli oli essenziali più prodotti.

Letture

1. Chih-Hung Lian *et al.*, Biological efficiency and nutritional value of the culinary-medicinal mushroom Auricularia cultivated on a sawdust basal substrate supplement with different proportions of grass plants. Saudi Journal of Biological Sciences (2019) 26, 263–269, accepted 23 October 2016
2. Meyer, V., Basenko, E.Y., Benz, J.P. *et al.* Growing a circular economy with fungal biotechnology: a white paper. *Fungal Biol Biotechnol* 7, 5 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40694-020-00095-z>
3. Paul Stamets, Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Clarkson Potter/Ten Speed, 2011. ISBN 1607741385, 9781607741381
4. Peter McCoy, Radical Mycology: A Treatise on Seeing & Working with Fungi, Editore Chthaeus Press, 2016, ISBN 0986399604, 9780986399602
5. Di Piazza, S.; Benvenuti, M.; Damonte, G.; Cecchi, G.; Mariotti, M.G.; Zotti, M. Fungi and Circular Economy: *Pleurotus ostreatus* Grown on a Substrate with Agricultural Waste of Lavender, and Its Promising Biochemical Profile. *Recycling* 2021, 6, 40. <https://doi.org/10.3390/recycling6020040>

#funghicoltivati #economiacircolare #naturalbasedsolutions #NBS #mushrooms #lavanda
#funghicomestibili #micomateriali