



Biodiversità in un rimboschimento di *Pinus nigra*

Il potenziale ecologico ed economico dei macromiceti

di PAMELA LEONARDI, SIMONE GRAZIOSI, ALESSANDRA ZAMBONELLI, CLAUDIA PERINI, ELENA SALERNI



LIFE13 BIO/IT/000282
Prodotto realizzato con il contributo
dello strumento finanziario LIFE
dell'UE

In questo contributo si descrive la comunità macrofungina associata ad un popolamento di *Pinus nigra* del Monte Amiata (SI). Particolare attenzione viene data alle specie eduli e commercializzabili nell'ottica del potenziale valore economico.

I macrofunghi rappresentano, a pieno titolo, uno dei principali prodotti forestali non legnosi (BoA 2004), per il loro valore economico, ecologico e sociale. In molti paesi, la raccolta dei funghi è un'attività ricreativa molto importante, a cui si associa un potenziale economico che è notevolmente aumentato vista la diminuzione di quello del legname (BONET *et al.* 2010, 2014). Al di là del valore economico, i macrofunghi svolgono un importante ruolo ecologico in tutti gli ecosistemi forestali. Le associazioni micorriziche sono essenziali per l'esistenza di numerose piante vascolari, facilitando l'assunzione di acqua, azoto, fosforo, altri minerali (LUOMA *et al.* 2004). I funghi simbiotici facilitano la successione primaria (MILLER 1987) e contribuiscono positivamente alla struttura del suolo creando

micro-aggregazioni di particelle di terreno, migliorando così l'aerazione del suolo e la porosità (FERNÁNDEZ-TOIRÁN *et al.* 2006). D'altro canto i funghi saprotrofi svolgono anch'essi un importante ruolo ecologico, garantendo la trasformazione della materia morta e, quindi, il riciclo di sostanze nutritive. La valenza economica diretta di alcuni rimboschimenti come quelli a *Pinus nigra* è scarsa per il valore limitato delle produzioni possibili, tanto che la gestione attiva di queste formazioni è generalmente episodica e limitata soprattutto alle stazioni con maggior accessibilità, dove i costi per la selvicoltura si contengono e dove è possibile adottare un grado di meccanizzazione più spinto. D'altro canto le pinete assolvono ancora in modo ottimale la funzione protettiva per la quale erano state concepite.

In questo contesto si inserisce il presente contributo, che vuole, tra le altre cose, mettere in evidenza il potenziale economico legato alla produzione di macrofunghi proprio in un rimboschimento di *Pinus nigra* presente sul Monte Amiata.

AREA DI STUDIO

I dati riportati in questa sede sono stati raccolti durante le azioni del Progetto SelPiBioLife (LIFE 13 BIO/IT/000282) e si riferiscono al Complesso Forestale "Madonna delle Querce" situato nel Comune di Castiglion d'Orcia, sul versante senese del Monte Amiata. L'area è situata ad una quota media di 780 m s.l.m., con esposizione prevalente sud-ovest e pendenza media del 15%. Litologicamente è caratterizzata da un com-

plesso di argille (fissili, siltose e marnose) con sporadiche intercalazioni di calcari e calcareniti di base. Nell'area campione rari gli affioramenti rocciosi, la pietrosità superficiale di piccole dimensioni è comune mentre scarsa o assente quella di medie e grandi dimensioni. Non sono evidenti fenomeni erosivi. I suoli presenti sono profondi, ben dotati di sostanza organica nell'orizzonte superficiale A, a tessitura prevalentemente franco limoso argillosa e argillosa, da debolmente a moderatamente calcarei, debolmente alcalini, con saturazione in basi molto alta.

Per quanto riguarda il clima, la piovosità media annuale è di 687 mm, con massima piovosità a novembre. La temperatura media è di 12,5 °C, con luglio mese più caldo (media di 21,7 °C) e gennaio mese più freddo (media di 4,5 °C). Il popolamento forestale ha un'età media di 44 anni e struttura verticale monoplana. La composizione specifica è a maggioranza assoluta di *Pinus nigra* (più del 90% in numero). Le altre specie dello strato arboreo sono costituite in maggioranza da *Quercus cerris*, *Q. pubescens* e da altre specie tipiche dei querceti decidui (CANTIANI 2016, CANTIANI *et al.* 2017).

MATERIALI E METODI

Il rilievo dei macromiceti è stato realizzato in un'area boschiva non recintata all'interno della quale sono stati individuati 27 plot di 10 m di raggio, coprendo una superficie totale pari a 8.478 m². Durante la campagna di campionamento avvenuta nel periodo di maggior produzione fungina (tarda primavera ed autunno), sono stati identificati, contati e pesati tutti i corpi fruttiferi di funghi, le cui dimensioni superassero 1 mm, secondo la metodologia proposta da ARNOLDS (1981). La determinazione dei campioni rinvenuti è stata effettuata in laboratorio preferibilmente su materiale fresco, ma anche su essiccati, secondo le consuete tecniche macro e microscopiche. Ogni specie è stata attribuita ad un gruppo trofico secondo quanto riportato da ARNOLDS *et al.* (1995) e sulla base di quanto osservato direttamente sul campo. Di numerose specie prelevate è stato fatto il campione di erbario che è depositato presso il Herbarium Universitatis Senensis (Siena). La nomenclatura delle specie fungine è in accordo con la CABI list (www.indexfungorum.org/Names/NAMES.ASP) aggiornata a Luglio 2015.

Per descrivere la compagine macrofungina presente, sono stati calcolati alcuni indici di biodiversità, in particolare, l'indice di Pielou che descrive la ripartizione delle specie fra i vari plot ($E=0 \rightarrow 1$, dove $E = 1$ se tutte le specie sono presenti nella stessa proporzione),



Gruppo trofico	Specie	Commestibilità	N corpi fruttiferi	Peso fresco (g)
M	<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	C	10	85,76
Sh	<i>Clitocybe fragrans</i> (With.) P. Kumm.	C	3	4,94
Sh	<i>Clitocybe odora</i> (Bull.) P. Kumm.	C	1	4,28
P	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	NC	1	277,24
Sw	<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühner	NC	219	84,509
Sl	<i>Gymnopus brassicolens</i> (Romagn.) Antonín & Noordel.	NC	500	302,04
Sh	<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	C	85	137,98
Sh	<i>Gymnopus ocior</i> (Pers.) Antonín & Noordel.	C	1	0,23
M	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quéf.	NC	37	330,41
M	<i>Hebeloma sacchariolens</i> Quéf.	NC	7	15,6
Sw(Sh)	<i>Hemimycena cucullata</i> (Pers.) Singer	NC	212	27,183
Sh	<i>Hemimycena gracilis</i> (Quéf.) Singer	NC	31	0,985
Sh	<i>Hemimycena lactea</i> (Pers.) Singer	NC	51	1,572
M	<i>Hydnellum ferrugineum</i> (Fr.) P. Karst.	NC	309	1183,33
M	<i>Hydnum repandum</i> L.	CCN	37	144,22
Sw(P)	<i>Hymenopellis radicata</i> (Relhan) R.H. Petersen	C	1	6,73
Sw	<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.	NC	178	561,66
M	<i>Inocybe splendens</i> R. Heim	NC	1	2,1
M	<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	CCN	4	86,1
M	<i>Lactarius sanguifluus</i> (Paulet) Fr	CCT	18	443,39
Sh	<i>Lepiota griseovirens</i> Maire	NC	1	0,07
Sh	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	C	17	280,91
Sh	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	C	213	535,26
Sh	<i>Lycoperdon umbrinum</i> Pers.	C	2	1,08
Sh	<i>Lyophyllum semitale</i> (Fr.) Kühner	C	5	15,25
Sh	<i>Lyophyllum transforme</i> (Sacc.) Singer	C	1	16,16
Sh	<i>Melanoleuca melaleuca</i> (Pers.) Murrill	C	1	10,58
Sw	<i>Merulius tremellosus</i> Schrad.	NC	19	311,21
Sw	<i>Mycena acicula</i> (Schaeff.) P. Kumm.	NC	3	0,033
Sh	<i>Mycena aetites</i> (Fr.) Quéf.	NC	17	0,773
Sw(Sh)	<i>Mycena arcangeliana</i> Bres.	NC	35	1,783
Sh	<i>Mycena galopus</i> (Pers.) P. Kumm.	NC	39	3,392
Sw	<i>Mycena olida</i> Bres.	NC	3	0,082
Sh	<i>Mycena pelianthina</i> (Fr.) Quéf.	NC	5	9,39
M	<i>Phellodon niger</i> (Fr.) P. Karst.	NC	660	1871,56
M	<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	CCN	9	214,63
M	<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel	CCN	25	762,01
Sw	<i>Tapinella atrotomentosa</i> (Batsch) Šutara	NC	9	171,97
M	<i>Tricholoma aurantium</i> (Schaeff.) Ricken	C	3	26,21
M	<i>Tricholoma psammodus</i> (Kalchbr.) Quéf.	NC	37	159,09
M	<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	CCN	10	137,53
M	<i>Tuber borchii</i> Vittad.	CCN	1	1,14
M	<i>Tuber macrosporium</i> Vittad.	CCN	1	1,12

Gruppo trofico: M: specie simbiotici; P: parassiti; Sh: saprotrofi unicoli; Sl: saprotrofi di lettiera; Sw: saprotrofi lignicoli.

Commestibilità: C: specie commestibili; CCN: sp. Commestibili e commercializzabili a livello nazionale; CCT: sp. Commestibili e commercializzabili solo in Toscana; NC: sp. Non commestibili.

Tabella 1 - Sintesi dei rilievi micocenologici effettuati nell'area di studio. (La tabella contiene tutte le specie presenti con più di 50 corpi fruttiferi, oppure con peso superiore ai 100 g o comunque commestibili. Le specie su sfondo beige sono invece risultate le più ubiquitarie).

l'indice di Simpson che misura la probabilità che due individui scelti a caso da un campione appartengano alla stessa specie e l'indice di Shannon-Wiener, che prende in considerazione la ricchezza di specie e la loro relativa abbondanza (MAGURRAN, 2004). Questi indici sono stati calcolati utilizzando *software package* PcOrd (McCUNE e MEFFORD 2011). La curva rango abbondanza è stata realizzata utilizzando i dati di abbondanza.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nell'area di studio sono stati effettuati 6 rilievi: 5 durante la stagione autunnale 2014 ed uno nella primavera successiva ed in totale sono state identificate 106 specie fungine e 3.220 corpi fruttiferi.

I principali dati relativi a tutti i rilievi svolti sono riportati in una tabella visionabile nella sezione Approfondimenti di www.rivistasherwood.it.

Nella Tabella 1 sono riportate le 43 specie quantitativamente più presenti nei plot di monitoraggio. I dati riferiti al peso e alla quantità riguardano la somma dei 6 rilievi svolti nei 27 plot per una superficie di 8.478 m².

Per 7 specie (*Phellodon niger*, *Gymnopus brassicolens*, *Hydnellum ferrugineum*, *Galerina*

marginata, *Lycoperdon perlatum*, *Hemimycena cucullata* e *Hypholoma fasciculare*), sono stati contati più di 100 corpi fruttiferi, mentre 32 taxa sono risultati presenti con un unico carpoforo. La specie più rappresentata, in termini di abbondanza è *Phellodon niger*, di cui sono stati contati 660 corpi fruttiferi (Tabella 1).

A livello di peso *Phellodon niger*, *Hydnellum ferrugineum*, *Suillus luteus*, *Hypholoma fasciculare* e *Lycoperdon perlatum* sono le specie che contribuiscono per il 54% della biomassa fungina rilevata. Il maggior quantitativo è stato registrato per *Phellodon niger* con 1.871,56 g, *Hydnellum ferrugineum* con 1.183,33 g e *Suillus luteus* con 762,01 g. Sia *Phellodon niger* che *Hydnellum ferrugineum* sono specie molto diffuse in tutta Europa, soprattutto nei boschi di aghifoglie. Entrambi hanno un tipico corpo fruttifero di consistenza legnoso-suberosa pur avendo un sistema ifale monomitico (JÜLICH 1989). Anche *Suillus luteus* è una specie tipicamente associata ai boschi di *Pinus* spp. È la più grande fra le specie di *Suillus*, infatti il cappello di questo taxa può arrivare anche a 20 cm di diametro (GALLI 1998). Tutte e tre queste specie hanno la caratteristica di fruttificare abbondantemente là dove le condizioni ambientali lo

permettono (JÜLICH 1989, GALLI 1998), questo spiegherebbe quindi l'abbondanza sia in termini di numero che di peso ritrovata durante questa indagine.

Le specie ubiquitarie, presenti cioè in tutta l'area indagata, sono *Hemimycena gracilis*, *Mycena aetites*, *M. arcangeliana*, *M. galopus* e *Phellodon niger*; si tratta di specie considerate a larga ampiezza ecologica osservabili sia in boschi di conifere che di latifoglie (ANTONIN e NOORDELOOS 2004, BREITENBACH e KRÄNZLIN 1986, 1991; ROBICH 2003). Mentre *Chroogomphus rutilus*, *Galerina marginata*, *Hydnellum ferrugineus*, *Lactarius sanguifluus*, *Suillus luteus* e *Tricholoma psammopus*, sono tutte specie preferibilmente associate a conifere ed in particolare a *Pinus* spp. (ALESSIO 1985, BASSO 1999, BREITENBACH e KRÄNZLIN 1986, 1991, 2000; RIVA 1988). Il ritrovamento di alcune specie *Gymnopus brassicolens*, *Hebeloma sacchariolens*, *Inocybe splendens*, *Lepiota griseovirens*, *Mycena acicula*, *M. olida*, *M. pelianthina*, ecc. associate ai boschi di latifoglie (BREITENBACH e KRÄNZLIN 1991, 1995, 2000; ROBICH 2003) è in linea con la tipologia di foresta presente nell'area di studio dove si trovano numerosi esemplari di latifoglia indice di una rinaturalizzazione dell'originario impianto di *Pinus nigra*.

Dalla ripartizione in gruppi trofici, cioè la suddivisione delle specie in base al loro trofismo, essendo tutti i funghi organismi eterotrofi, risulta che 31 sono le specie simbiotiche (le specie fungine che vivono in simbiosi mutualistica con le piante), 52 quelle saprotrofe umicole (specie che concorrono nella composizione dell'humus), 17 quelle lignicole (specie che degradano cellulose ed emicellulose), 3 di lettiera (specie che decompongono foglie, aghi, ecc.) e 3 sono quelle parassite (Tabella 2). Tra le varie specie osservate, ve ne sono alcune che appartengono a più categorie nutrizionali, questo perché, come sottolineato anche da ARNOLDS *et al.* (1995), alcuni funghi possono adottare strategie nutrizionali combinate. Il gruppo trofico maggiormente rappresentato è quello dei saprotrofi umicoli (49%), questo potrebbe essere attribuito alla qualità stessa dei suoli presenti nell'area di studio. Essi, infatti, sono tutti molto profondi (>100 cm) e moderatamente ricchi di sostanza organica (goo.gl/YGAHMV).

Diversi autori affermano che nelle pinete, o più in generale nei boschi di conifere, le specie fungine simbiotiche siano molto numerose ed invasive (ANGELINI *et al.* 2015), tuttavia la percentuale ritrovata durante questo studio è risultata piuttosto bassa (29%). Tuttavia, aggiungendo al dato sui corpi fruttiferi, anche quello relativo alla quantità di micelio e al numero di apici



	Simbiotici	Parassiti	Saprotrofi umicoli	Saprotrofi di lettiera	Saprotrofi lignicoli	Totale
Specie (n.)	31	3	52	3	17	106
Carpofori (n.)	1.234	3	661	524	798	3.220
Peso (g)	5.919	349	1.200	303	1.274	9.045
Specie commestibili (n.)	11	0	10	0	1	22
Carpofori commestibili (n.)	120	0	329	0	1	450
Peso specie commestibili (g)	1.904	0	1.007	0	7	2.917
Specie commerciabili (n.)	8	0	0	0	0	8
Carpofori commerciabili (n.)	105	0	0	0	0	105
Peso specie commerciabili (g)	1.790	0	0	0	0	1.790
Indice di Pielou (E)	0,56	-	0,64	0,03	0,60	0,67
Indice di Shannon (H)	0,82	-	1,03	0,02	0,70	1,62
Indice di diversità di Simpson (D' = 1/D)	0,42	-	0,50	0,01	0,39	0,66

Tabella 2 - Sintesi dei principali caratteri della compagine macrofungina rilevata nell'area di studio.

radicali micorizzati, come suggerito anche da SALERNI *et al.* (2014), probabilmente verrebbero confermate le capacità invasive delle specie micorriziche legate alle pinete. Infatti i processi di fruttificazione delle specie simbionti sono maggiormente dipendenti dai fattori ambientali e micro-climatici rispetto alle specie saprotrofe e parassite (SALERNI *et al.* 2002, SALERNI e PERINI 2004).

Il calcolo degli indici di biodiversità ha evidenziato che all'interno dell'area di studio è presente un discreto grado di biodiversità ($H = 1,62$) e di ripartizione delle specie ($E = 0,67$) e una parziale dominanza di alcune specie sulle altre ($D' = 0,66$). La curva di rango abbondanza (Figura 1) conferma quanto riscontrato nell'analisi degli indici di biodiversità, infatti essa è contraddistinta da una pendenza iniziale piuttosto accentuata, che segnala come l'area sia caratterizzata dalla presenza di specie dominanti (*Phellodon niger*, *Gymnopus brassicolens* e *Hydnellum ferrugineum*). Successivamente si nota un gruppo di specie ancora isolate e contraddistinte da elevati valori di abbondanza tra cui *Lycoperdon perlatum*, *Galerina marginata*, *Hemimycena cucullata* ed *Hypholoma fasciculare*. La distribuzione non uniforme delle specie, con poche dominanti e una maggioranza rappresentata da meno di cinque esemplari, è tipico per gli studi di ecologia fungina (TOFTS e ORTON 1998).

Tra le specie dominanti, due meritano un discorso a parte, infatti *Phellodon niger* e *Hydnellum ferrugineum* fruttificano in boschi con poche sostanze nutritive. Inoltre queste due specie, come affermato da PEGLER *et al.* (1997), instaurano una sinergia che porta alla formazione di un abbondante numero di corpi fruttiferi da parte di entrambe, tendendo a dominare sulle altre specie presenti.

Delle 106 specie osservate durante questo studio, circa il 30% sono risultate essere commestibili e di queste 8 sono anche commercializzabili in Italia (Tabella 1). Durante solo 6 campionamenti e in meno di un ettaro di superficie forestale indagata per altro non recintata, sono stati contati 510 corpi fruttiferi di specie eduli per un peso complessivo di circa 5 kg (Tabella 2). Considerando che in totale sono stati raccolti 9,045 kg di funghi più del 50% di questo peso è costituito dalle specie eduli ed in particolare le specie commercializzabili concorrono per il 40% a costituire il peso totale.

Fatta eccezione per le specie del genere *Tuber* di cui è possibile reperire prezzi al kg sempre più o meno aggiornati (<http://acqualagna.com/fiere-tartufo/borsa-tartufo>, www.tuber.it/it/borsino-del-tartufo.php, www.fieradeltartufo.org/2016/it/borsino-tartufo-2015.php, ecc.), per altre specie fungine non esiste, in Italia, un vero e proprio prezzario (MASIERO *et al.* 2016). In Tabella 3 si riportano le 8 specie commercializzabili rinvenute durante questa indagine, il loro nome volgare e il prezzo al chilo, ottenuto da una breve indagine di mercato, svolta dagli Autori contattando le principali ditte italiane che si occupano di commercio e trasformazione di specie eduli spontanee.

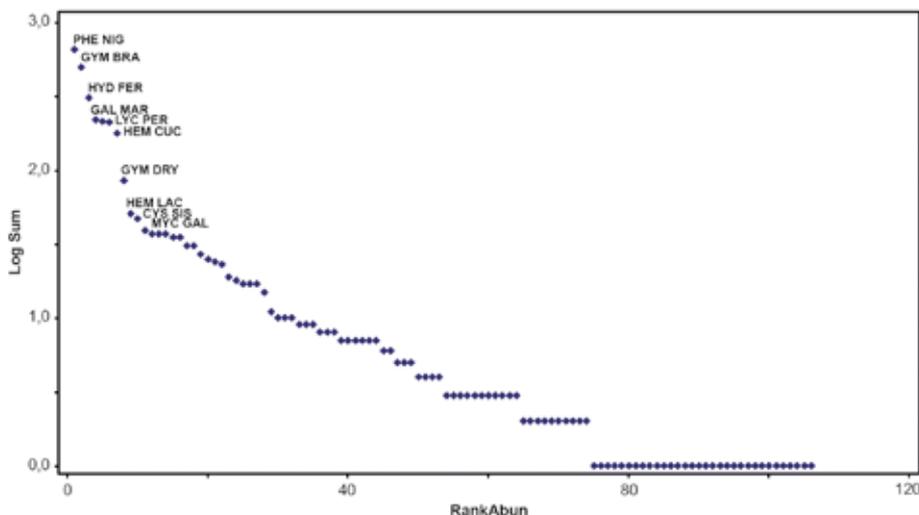


Figura 1 - Curva di rango abbondanza delle specie rinvenute all'interno di tutti i plot campionati. A sinistra si posizionano le specie più abbondanti e a destra quelle meno abbondanti. (CYS SIS - *Cystolepiota sistrata*; GAL MAR - *Galerina marginata*; GYM BRA - *Gymnopus brassicolens*; GYM DRY - *Gymnopus dryophilus*; HEM CUC - *Hemimycena cucullata*; HEM LAC - *Hemimycena lactea*; HYD FER - *Hydnellum ferrugineum*; LYC PER - *Lycoperdon perlatum*; MYC GAL - *Mycena galopus*; PHE NIG - *Phellodon niger*).

Nome scientifico	Nome volgare	Prezzo al Kg
<i>Hydnum repandum</i> L.	Steccherino dorato, dentino	€ 8,00
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	Sanguinello, pennecciola	€ 15,00
<i>Lactarius sanguifluus</i> (Paulet) Fr	Sanguinello, pennecciola	€ 15,00
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	Pinarolo, pinarello	€ 5,00
<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel	Pinarolo, pinarello	€ 5,00
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	Tartufo scorzone	€ 350,00
<i>Tuber borchii</i> Vittad.	Tartufo bianchetto	€ 300,00
<i>Tuber macrosporium</i> Vittad.	Tartufo nero liscio	€ 400,00

Tabella 3 - Quotazioni di mercato per le specie commercializzabili rinvenute nell'area di studio.



Secondo quanto emerso da questa indagine di mercato, i prezzi variano in base all'andamento stagionale, al gradimento delle varie specie e all'utilizzo che ne viene fatto. I dati riportati in tabella si riferiscono a prezzi medi applicati durante una stagione fungina mediamente produttiva, ovviamente in caso di poco o eccessiva reperibilità del prodotto, i valori cambiano. Il prezzo varia anche a seconda del "gradimento" della specie: in Italia funghi come le "penneccioline" non riscuotono un grande successo, fatta eccezione per alcuni mercati locali, mentre in altri paesi come la Spagna essi vengono considerati di maggior pregio dei porcini (BONET *et al.* 2012). Le specie del

fo-2015.php, ecc.), per altre specie fungine non esiste, in Italia, un vero e proprio prezzario (MASIERO *et al.* 2016). In Tabella 3 si riportano le 8 specie commercializzabili rinvenute durante questa indagine, il loro nome volgare e il prezzo al chilo, ottenuto da una breve indagine di mercato, svolta dagli Autori contattando le principali ditte italiane che si occupano di commercio e trasformazione di specie eduli spontanee.

genere *Suillus* (pinaroli), nel nostro paese non hanno un mercato del fresco, neanche a livello locale e le aziende, che le adoperano nel misto cubettato congelato, sono obbligate a importarle dal Sud America.

I tartufi, invece, sono specie apprezzate in gran parte del mondo e avendo areali di distribuzione relativamente ristretti e concentrati principalmente nell'area mediterranea hanno prezzi ed un valore maggiore. La produzione di tartufi in ambienti naturali, però è fortemente diminuita negli ultimi decenni a causa di fattori naturali ed antropici (DONNINI *et al.* 2008).

CONCLUSIONI

Questo studio, insieme a molti altri (BONET *et al.* 2010, ORIA DE RUEDA *et al.* 2010, ecc.), ha messo in evidenza come i prodotti non legnosi, funghi compresi, rappresentino un reale valore economico. Infatti, considerando sia la modesta superficie forestale indagata per altro non recintata (8,478 m²) che il limitato numero di rilievi (solo 6), sono stati raccolti quasi 5 kg di funghi eduli. Di particolare importanza tra le specie commercializzabili, il ritrovamento abbondante di *Lactarius sanguifluus* e *Suillus granulatus*, così come degna di nota la presenza di alcune specie di *Tuber*, come *Tuber aestivum*, *Tuber macrosporium* e *Tuber borchii*, la cui raccolta nell'area del Monte Amiata, è consolidata da antiche tradizioni. Tuttavia, ad oggi, nel nostro paese, a questi prodotti, non viene attribuito un valore che giustifichi l'attivazione di reali politiche di gestione finalizzate alla loro promozione e valorizzazione.

Bibliografia

ALESSIO C.L., 1985 - *Boletus Dill.* ex L. Libreria editrice Giovanna Biella, Saronno, Italia.

ANGELINI P., BISTOCCHI G., ARCANGELI A., BRICCHI E., VENANZONI R., 2015 - **Diversity and ecological distribution of macrofungi in site of community importance of Umbria (Central Italy).** The Open Ecology Journal, 8:1-8.

ARNOLDS E., 1981 - **Ecology and coenology of macrofungi in grassland and moist heathland in Drenthe, the Netherlands.** Biblioteca Mycologica.

ARNOLDS E., KUYPER TH.W., NOORDELOOS E.M., 1995 - **Overzicht van de paddestoelen in Nederland.** Wijster.

BASSO M.T., 1999 - **Fungi Europaei.** Vol 7, Lactarius Pers. Mycoflora, Alasio, Italia.

BOA E., 2004 - **Wild edible fungi: a global overview of their use and importance to people.** Food & Agriculture Org.

BONET J.A., PALAHÍ M., COLINAS C., PUKKALA T., FISCHER C.R., MIÑA J., MARTÍNEZ DE ARAGÓN J.,

2010 - **Modelling the production and species richness of wild mushrooms in pine forests of Central Pyrenees in north-eastern Spain.** Can. J. For. Res. 40: 347-356.

BONET J.A., DE-MIGUEL S., MARTÍNEZ DE ARAGÓN J., PUKKALA T., PALAHÍ M., 2012 - **Immediate effect of thinning on the yield of Lactarius group delicious in Pinus pinaster forests in Northeastern Spain.** Forest Ecology and Management, 265: 211-217.

BONET, J.A., GONZALES-OLABARRIA J.R. & MARTÍNEZ DE ARAGÓN J., 2014: **Mushroom production as an alternative for rural development in a forested mountainous area.** Journal of Mountain Science, 11(2).

BREITENBACH J., KRÄNZLIN F., 1986 - **Fungi of Switzerland. Vol. 2 Non gilled fungi.** Ed. Mykologica, Lucerne, Switzerland.

BREITENBACH J., KRÄNZLIN F., 1991 - **Fungi of Switzerland. Vol. 3 Boletes and agarics 1st part.** Ed. Mykologica, Lucerne, Switzerland.

BREITENBACH J., KRÄNZLIN F., 1995 - **Fungi of Switzerland. Vol. 4 Agarics 2sd part.** Ed. Mykologica, Lucerne, Switzerland.

BREITENBACH J., KRÄNZLIN F., 2000 - **Fungi of Switzerland. Vol. 5 Agarics 3rd part.** Ed. Mykologica, Lucerne, Switzerland.

CANTIANI P., 2016 - **Il diradamento selettivo. Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero. Manuale tecnico SelPiBioLife.** Compagnia delle Foreste. Arezzo, Italia.

CANTIANI P., MARCHI M., PLUTINO M., 2017 - **SelPiBioLife per i popolamenti di pino nero. Una strategia selvicolturale per pinete artificiali con funzioni e destinazioni diverse.** Sherwood, 225: 21-24.

DONNINI D., BACIARELLI FALINI L., DI MASSIMO G., BENUCCI N., BENCIVENGA M., 2008 - **Competizione o sinergia di funghi ectomicorrizici in tartufo coltivate.** Micologia Italiana, 37(3): 47-51.

FERNÁNDEZ-TOIRÁN L.M., ÁGREGA T., OLANO J.M., 2006 - **Stand age and sampling year effect on the fungal fruit body community in Pinus pinaster forests in central Spain.** Can. J. Bot. 84(8): 1249-1258.

GALLI R., 1998 - **I Boleti.** Edinatura, Milano, Italia.

JÜLICH W., 1989 - **Guida alla determinazione dei Funghi. Vol. 2.** Aphyllophorales, Heterobasidiomycetes, Gasteromycetes. Saturnia.

LUOMA D.L., EBERHART J.L., MOLINA R., AMARANTHUS M.P., 2004 - **Response of ectomycorrhizal fungus sporocarp production to varying levels and patterns of green-tree retention.** For. Ecol. Management 202: 337-354.

MAGURRAN A.E., 2004 - **Measuring biological diversity.** African Journal of Aquatic Science 29:285-286.

MASIERO M., PETTENELLA D.M., SECCO L., 2016 - **From failure to value: economic valuation for a selected set of products and services from Mediterranean forests.** Forest Systems, Volume 25, Issue 1.

McCUNE B., MEFFORD M.J., 2011 - **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data.** Version 6.0 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.

MILLER R.M., 1987 - **Mycorrhizae and succession.** In: **Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research.** (Jordan, W.R., Gilpin, M.E. & Aber, J.D.), Cambridge University Press, Cambridge, UK.

ORIA DE RUEDA JA., HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ M., MARTÍN-PINTO P., PANDOV , OLAIZOLA J., 2010 - **Could artificial reforestations provide as much production and diversity of fungal species as natural forest stands in marginal Mediterranean areas?** Forest Ecology and Management 260: 171-180.

PEGLER D.N., ROBERTS P.J., SPOONER B.M., 1997 - **British Chanterelles and Tooth Fungi Royal Botanic Gardens, Kew.**

RIVA A., 1988 - **Tricholoma (Fr.) Staude.** Libreria editrice Giovanna Biella, Saronno, Italia.

ROBICH G., 2003 - **Mycena d'Europa.** Associazione Micologica Bresadola, Trento, Italia.

SALERNI E., PERINI C., 2004 - **Experimental study for increasing productivity of Boletus edulis s.l. in Italy.** Forest Ecology and Management, 201: 161-170.

SALERNI E., LAGANÀ A., PERINI C., LOPPI S., DE DOMINICIS V., 2002 - **Effects of temperature and rainfall on fruiting of macrofungi in oak forests of the mediterranean area.** Israel Journal of Plant Sciences, 50: 189-198.

SALERNI E., D'AGUANO M., LEONARDI P., PERINI C., 2014 - **Ectomycorrhizal communities above and below ground and truffle productivity in a Tuber aestivum orchard.** Forest Systems, 23: 329-338.

TOFTS R.J., ORTON P.D., 1998 - **The species accumulation curve for agarics and boleti from a Caledonian pinewood.** The Mycologist, 12, 98-102.

INFO. ARTICOLO

Autori: Pamela Leonardi, Simone Graziosi, Alessandra Zambonelli, Dipartimento di Scienze Agrarie, Università degli Studi di Bologna.
Claudia Perini, Elena Salerni, Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Siena.
E-mail: elena.salerni@unisi.it

Parole chiave: *Prodotti non legnosi, biodiversità, macrofunghi, gestione forestale, pino nero, Toscana.*

Abstract: *Biodiversity in a reforestation of Pinus nigra. Macrofungal communities in artificial Pinus nigra forests in M.te Amiata were reported. Particular emphasis was given to the economic value of edible and commercially fungal species.*

Key words: *Non-wood forest products, macrofungal biodiversity, forest management, black pine, Tuscany.*

Ringraziamenti

Questo studio è stato svolto nell'ambito del Progetto SelPiBioLife (LIFE13 BIO/IT/000282), co-finanziato dalla Commissione Europea. Un ringraziamento particolare va ai partner del progetto, al Dr. NICOLA SITTA e a tutte le aziende che hanno contribuito a raccogliere e fornire informazioni per questa indagine.