

PAMELA MANZI

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

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

**Abstract**

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

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

**Introduzione**

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

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

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

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

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

## Discussione

### *Caratteristiche nutrizionali*

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

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

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

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

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

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

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

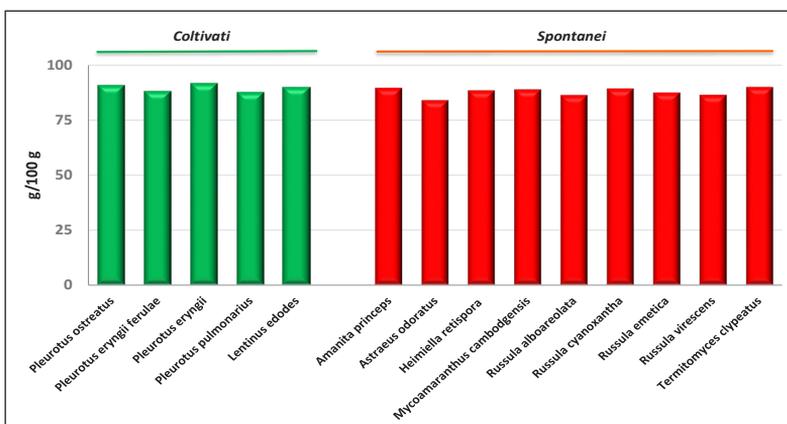


Figura 1. Contenuto di acqua (g/100 g) in funghi coltivati e spontanei (mod. da: MANZI ET AL., 1999 e SRIKRAM & SUPAPVANICH, 2016).

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

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

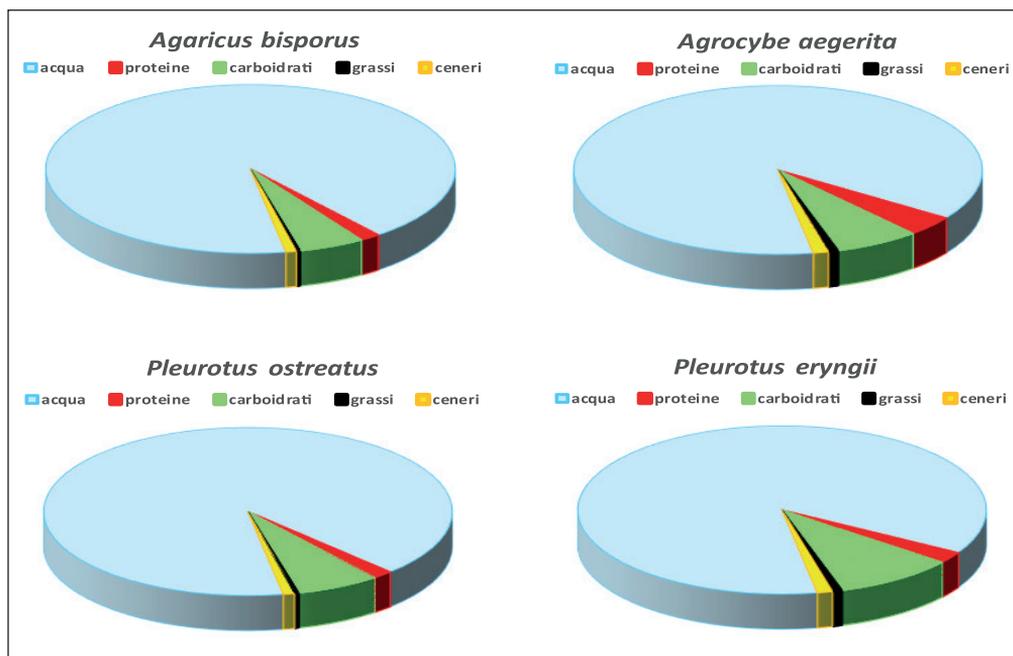


Figura 2. Composizione chimica (g/100 g) di funghi commerciali (modificato da: MANZI ET AL., 2001).

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

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

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

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

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

### **Proprietà funzionali dei funghi**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

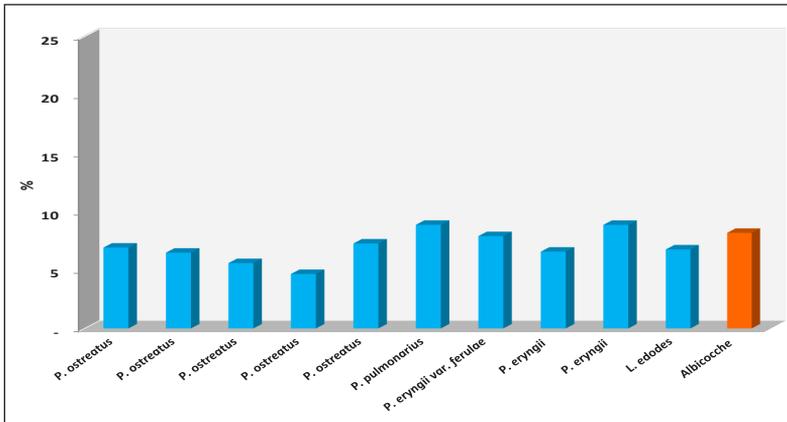


Figura 3. Copertura percentuale dei fabbisogni giornalieri di potassio con una porzione di 100 g di funghi freschi e con una porzione di 100 g di albicocche fresche.

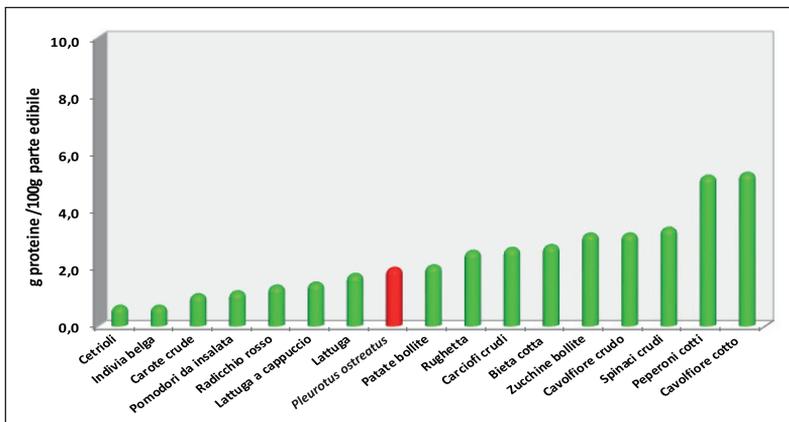


Figura 4. Contenuto proteico di alcuni vegetali e di *P. ostreatus*.

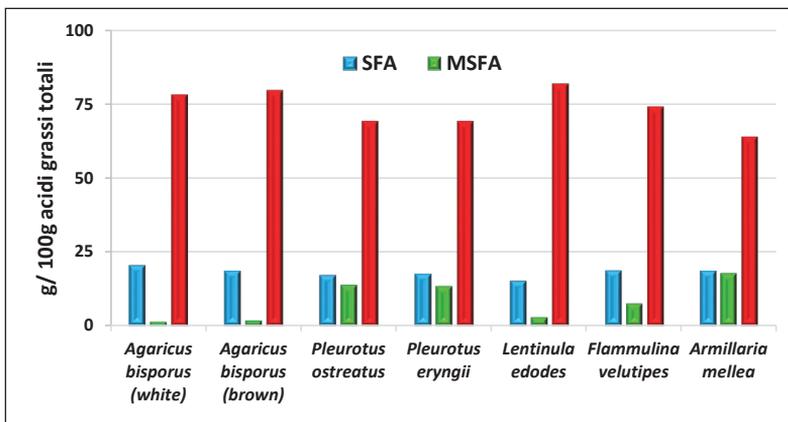


Figura 5. Acidi grassi presenti in alcuni funghi coltivati (modificato da: REIS ET AL., 2012; KOSTIĆ ET AL., 2017).

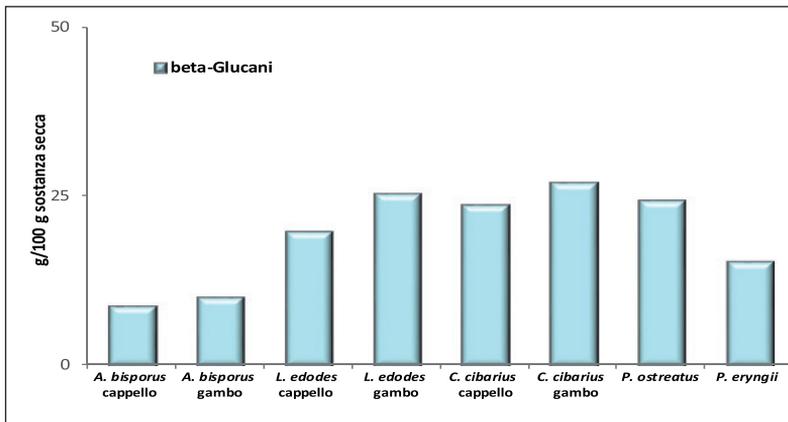


Figura 6. Contenuto di  $\beta$ -glucani in diversi funghi commerciali (*A. bisporus*, *L. edodes*, *C. cibarius*) o coltivati (*P. ostreatus*, *P. eryngii*) (modificato da: SARI ET AL., 2017).

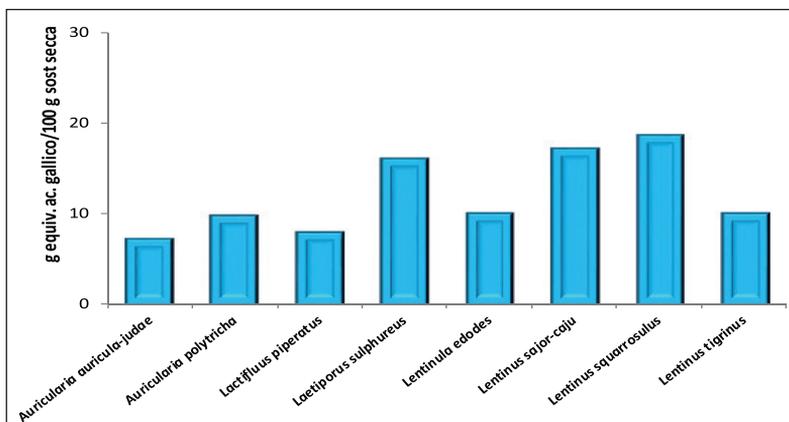


Figura 7. Contenuto in fenoli totali espressi come g equivalenti di acido gallico/100 g di sostanza secca in diversi funghi (modificato da: AO & DEB, 2019).

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

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

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

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

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

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

## Conclusioni

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

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

Indirizzo dell'Autore

PAMELA MANZI

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

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

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

## Bibliografia

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

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

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

#### Siti web

- [https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/FP\\_it/2019/01/28/GEPC\\_ITALIANO.pdf](https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/FP_it/2019/01/28/GEPC_ITALIANO.pdf) ultimo accesso Agosto 2019.
- <http://www.gruppomicolametino.it/funghi-leggenda-e-mitologia> ultimo accesso Agosto 2019.