

G. ZICARI<sup>1</sup>, D. RIVETTI<sup>2</sup>,  
V. SOARDO<sup>3</sup>, E. CERRATO<sup>4</sup>,  
M. PANATA<sup>4</sup>

## La coltivazione dei funghi *Agaricus bisporus* (Champignon)

PROGRESS IN NUTRITION  
VOL. 14, N. 3, 155-160, 2012

### TITLE

The cultivation of *Agaricus bisporus* (champignon) mushrooms

### KEY WORDS

*Agaricus bisporus*, champignon, sanitary risk, cultivation

### PAROLE CHIAVE

*Agaricus bisporus*, champignon, rischi sanitari, coltivazione

### Summary

Today are cultivated more than 20 species of fungi, including *Agaricus bisporus*, using different types of matrices, including at least 200 types of waste. *Agaricus bisporus* is the most widely cultivated mushroom in the world and it is the species that requires a more complex substrates for growth. The mushroom *Agaricus bisporus* as provide a low energy intake and macronutrient, may be considered a source of minerals and the consumption per capita per annum in some areas of the world, reaching 10 kg. The entire production cycle of *Agaricus bisporus*, from the preparation of the compost to the harvesting, takes about 10-12 weeks and includes the use for the growth substrate of chicken and/or horse manure. This article summarizes the stages of the cultivation of *Agaricus bisporus*, nutritional value and some possible health risks.

### Riassunto

Oggi sono coltivate oltre 20 specie di funghi, tra cui *Agaricus bisporus*, utilizzando diverse tipologie di matrici, tra le quali almeno 200 tipologie di rifiuti. *Agaricus bisporus* è il fungo più coltivato al mondo ed è la specie che necessita uno dei substrati di crescita più complessi. I funghi come *Agaricus bisporus* forniscono un apporto energetico e di macronutrienti modesto, possono essere considerati una fonte di minerali ed il consumo pro-capite annuo, in alcune aree del mondo, raggiunge i 10 Kg. L'intero ciclo di produzione di *Agaricus bisporus*, dalla preparazione del compost alla raccolta, dura circa 10-12 settimane e prevede l'uso per il substrato di crescita di deiezioni di pollo e/o di cavallo. In questo articolo vengono esaminati le fasi della coltivazione di *Agaricus bisporus*, il valore nutritivo ed alcuni possibili rischi sanitari.

<sup>1</sup> Consulente Servizio Sanitario

<sup>2</sup> Direttore Dipartimento di Prevenzione ASL Asti

<sup>3</sup> Direttore SIAN, ASL Asti

<sup>4</sup> Tecnico della Prevenzione, ASL Asti

Indirizzo per la corrispondenza:  
Giuseppe Zicari,  
Consulente sanitario  
Alessandria  
Tel. +39 347 2512544  
E-mail: giuzic@tin.it

### Premessa

L'inizio della coltivazione dei funghi prataioli (Classe Homobasidiomiceti, Sottoclasse Agaricom-

etideae, Ordine Agaricales Clements, Genere *Agaricus*, specie *bisporus*, denominati anche Champignon), saprofiti che crescono naturalmente nei prati, viene attri-

buito ai francesi nel 1700. Si osservò che nel terriccio, dove erano cresciuti i meloni ed era stata gettata l'acqua di lavaggio dei funghi, ne crescevano degli altri. Le prime coltivazioni di questa specie vennero attuate nelle grotte naturali con il substrato costituito dalle deiezioni di cavallo (Giunta della Provincia Autonoma di Trento, 2007).

Oggi possono essere coltivate oltre 20 specie di funghi, tra cui *Agaricus bisporus*, utilizzando diverse tipologie di matrici, tra le quali almeno 200 tipologie di rifiuti (1). Il consumo pro-capite annuo, in alcune aree del mondo, raggiunge i 10 Kg (2).

*Agaricus bisporus* è il fungo più coltivato al mondo seguito da *Pleurotus ostreatus* ed al terzo posto da *Lentinula erode*. *Agaricus bisporus* è la specie che necessita uno dei substrati di crescita più complessi (1). Un terzo della produzione mondiale di funghi coltivati, che è pari a 3.427.000 t, è attuata in Europa (3). In Europa vengono prodotte ogni anno circa 1.250.000 tonnellate di funghi *Agaricus bisporus*. *Agaricus bisporus* costituisce il 32% della produzione mondiale di funghi (4).

Uno dei paesi maggiori produttori al mondo di *Agaricus bisporus* è la Cina che riesce ad entrare nel mercato europeo con prezzi più bassi. Con l'obiettivo di tutelare i produttori europei sono stabiliti

dei limiti massimi alle importazioni da questa nazione (Regolamento (CE) n. 2858/2000; Interrogazione scritta E-2642/01 Unione Europea; Regolamento CE n. 1141/2003).

Altri paesi importanti per questo tipo di produzione sono, in ordine decrescente, gli USA, l'Olanda, la Francia, la Spagna, la Polonia e l'Italia che ne produce circa 95.000 t/anno (Associazione Italiana Funghicoltori, 2005) (1). L'Olanda è il terzo produttore mondiale ma il primo esportatore (5).

Il miglioramento genetico di *Agaricus bisporus* è iniziato almeno 25 anni fa ed ha portato alla produzione di nuovi ibridi (1). Sono state create diverse varietà classificate principalmente in base al colore. Quelle di colore chiaro sono consumate prevalentemente fresche, mentre quelle color crema sono destinate soprattutto alla produzione di funghi in scatola.

#### La coltivazione di *Agaricus bisporus*

L'intero ciclo di produzione di *Agaricus bisporus*, dalla preparazione del compost alla raccolta, dura circa 10-12 settimane e viene effettuata con le seguenti fasi (1, 5, 6):

- Approvvigionamento di materiale da usare come substrato per la crescita del fungo e stoccaggio,

quali: letame di cavallo, pollina, fieno, paglia di grano, gesso, residui di lavorazione di cereali, farine, concimi inorganici come urea o nitrato di ammonio.

- Preparazione del substrato: miscelazione ed inumidimento. La composizione tipo del substrato per la coltivazione di *Agaricus bisporus* (5) può essere la seguente<sup>1</sup>: 1.000 Kg di deiezioni di cavallo (umidità 63%).

100 Kg di deiezioni di polli (umidità 40%).

30 Kg di solfato di calcio idrato (pietra da gesso con umidità al 20%).

300-900 l di acqua.

Questa miscela viene stoccata ed areata (es.: rivoltamento dei cumuli) in modo da favorire l'instaurarsi di fermentazioni aerobiche con il raggiungimento di temperature anche superiori a 40°C (compostaggio). Questa fase può durare 4-6 giorni in cumuli, ed altri 10-12 giorni in tunnel, dove sono controllate umidità, temperatura ed aerazione.

Al termine della fase di miscelazione e compostaggio, prima della pastorizzazione, questa mi-

<sup>1</sup> Alternativamente si può usare la seguente miscela: 1.000 Kg di paglia di grano (15% di umidità), 800 Kg di deiezioni di pollo (umidità 40%), 85 Kg di solfato di calcio idrato (pietra da gesso con umidità al 20%) e circa 5.000 l di acqua. Questa miscela formerà 3.100 Kg di compost con una umidità del 72%.

sceola avrà una massa di circa 1.138 Kg con una umidità del 72% (avrà perso il 30% della massa iniziale).

- Pastorizzazione del substrato con temperature iniziali, per alcune ore, di 60°C che poi saranno mantenute tra i 45 e 50°C per 4-6 giorni, fino a quando non ci sarà più emissione di NH<sub>3</sub> (5). Al termine di questo processo, che può avvenire in tunnel, le emissioni odorigene saranno ridotte rispetto alle fasi precedenti. Con la pastorizzazione il compost ridurrà la presenza di patogeni per i funghi.
- Semina del micelio che è miscelato al grano ed addizione di eventuali matrici. I funghi vengono coltivati su superfici con il substrato dello spessore di alcuni centimetri. Subito dopo la semina i substrati possono essere temporaneamente coperti con dei fogli di polietilene per controllare l'umidità e la concentrazione di anidride carbonica. Per favorire la crescita del fungo, sopra il letto del compost può essere distribuito uno strato di torba e carbonato di calcio per trattenere l'acqua e correggere il pH.
- Coltivazione (crescita e raccolta) alla temperatura di 25-26°C e ad una umidità relativa tra il 90 ed il 95% che dopo i primi giorni verranno ridotte alla temperatura di 17-19°C e l'umidità all'88%. Questa fase durerà circa 15 gior-

ni e verranno assicurati 12/15 ricambi d'aria all'ora. Durante questa fase potranno svilupparsi malattie dei funghi a causa, ad esempio, di *Verticillium fungicola*, *Trichoderma sp.* e *Mycogone pernicioso*. Quindi, la coltivazione può richiedere l'uso di prodotti fitosanitari (es.: fungicidi).

L'importazione di funghi freschi coltivati in altri paesi potrebbe favorire la diffusione di malattie (DM 17/03/1989).

- Raccolta dei funghi che è dilazionata nel tempo, nell'arco di 7 o massimo 35 giorni, potendo così avere fino a 10 cicli all'anno. Possono essere prodotti da 20 a 30 kg di funghi per m<sup>2</sup> di superficie di coltivazione o 200 Kg per tonnellata di compost utilizzato (5). I funghi appena raccolti vengono refrigerati e lavorati entro le 24 ore. Il D. Dirig. reg. Toscana del 20 ottobre 2005, n. 5605 consiglia di refrigerare a 2-4°C il fungo entro le 6 ore. La raccolta ed il confezionamento sono una delle operazioni più costose e per questa ragione, soprattutto per i funghi da industria, sono stati sperimentati dei sistemi automatizzati (1).
- Sterilizzazione del substrato utilizzato (a 70°C per almeno 12 ore) e sua rimozione. Rapida rimozione dei prodotti di scarto e dei substrati utilizzati per prevenire la diffusione di patogeni. Il substrato di coltivazione usato e

sterilizzato può essere destinato in agricoltura come ammendante.

- Preparazione dei funghi (es.: cernita, taglio), imballaggio e vendita. I funghi secchi (la L. 352/1993 prevede di poter seccare i funghi *Agaricus bisporus*) dovranno avere un tasso di umidità inferiore al 12% con una tolleranza del 2% sulla massa.

Durante il processo possono essere utilizzati prodotti fitosanitari e conservanti, e vengono solitamente controllate in tutte le fasi umidità, temperatura ed areazione.

Gli stabilimenti di lavorazione e commercializzazione dei funghi dovranno assicurarsi della presenza di personale qualificato ed in grado di riconoscere le diverse specie di funghi (DM 12/11/2009; Giunta della Provincia Autonoma di Trento; DM n. 686 del 29/11/1996; DPR n. 376 del 14/07/1995).

#### **Il valore nutritivo ed alcuni dati sulle malattie a trasmissione alimentare**

I funghi freschi, in genere, contengono acqua per il 90% (1). In particolare, per *Agaricus bisporus* è riportata una tabella nutrizionale (per 100 g di parte edibile) (7) (Tab. 1):

Quindi, forniscono un apporto energetico e di macronutrienti

Tabella 1

Fungo fresco	Acqua %	Proteine g	Lipidi g	Carboidrati g	Fibra g	Energia (Kcal)	Potassio mg	Ferro mg	Fosforo mg	Sodio mg
<i>A. bisporus</i>	90,4	3,7	0,2	0,8	2,3	20	320	0,8	100	5
<i>Pleurotes</i>	88,4	2,2	0,3	4,5	0,7	28	—	0,9	97	—

modesto ma sono una fonte di minerali (4). Il 13% del peso secco della parte del fungo adibito alla produzione di spore è costituito dallo zucchero mannitolo. Altri zuccheri caratteristici sono il trealosio ed il glicogeno (8).

L'analisi dei dati sulle malattie a trasmissione alimentare registrate in Piemonte, nel periodo 2002-2007, dal Servizio Sanitario ha fatto registrare 150 episodi di avvelenamento da funghi che hanno causato 259 malati di cui 2 fatali (a causa del consumo di *Amanita phalloides*). Tutti i casi sono riconducibili a materiale raccolto da raccoglitori privati e nessun caso è stato associato a funghi provenienti dalla commercializzazione. Nel 2006 2 episodi, che hanno causato 2 malati ciascuno, sono stati generati dal consumo di *Agaricus xanthoderma* fungo confondibile con il classico Champignon o prataiolo (*Agaricus bisporus*) (9, 10).

### L'etichettatura e la vendita

Il 45% dei funghi coltivati è consumato fresco, il 5% seccato ed il 50% in scatola (1).

Per la etichettatura e la vendita dei funghi si possono utilmente consultare le seguenti norme: Reg. CE n. 1863/2004; D.P.R. 14-7-1995 n. 376; D.Lgs. 27-1-1992 n. 109; Delib. G.R. Regione Lombardia 7-5-1985 n. 3/52097. Alcuni dei requisiti regolamentati da queste norme sono riportati di seguito:

- Possono essere commercializzati esclusivamente i funghi elencati in apposita lista positiva (All. I al DPR n. 376/1995) e solo per alcuni di essi sono autorizzate le lavorazioni sott'olio, sott'aceto, in salamoia, il congelamento o la surgelazione (All. II al DPR n. 376/1995). La specie *Agaricus bisporus* è menzionata in tutti e due gli allegati.
- La durabilità dei funghi secchi non può essere superiore ai 12 mesi dal confezionamento (art. 5, comma 4, DPR n. 376/1995).
- Sono ammesse delle percentuali massime di impurezze ed imperfezioni per ogni confezione pari ad un massimo del 40%, espresso sulla massa (es.: meno del 20% di funghi anneriti; art. 5 comma 5 DPR n. 376/1995).

- I funghi preparati, esclusi quelli secchi, congelati e surgelati, devono essere sottoposti a trattamenti termici per tempi e temperature atti ad inattivare le spore di *Clostridium botulinum* e/o acidificati a valori di pH inferiori a 4,6 e/o addizionati di inibenti in grado di impedire la germinazione delle spore (art. 9 comma 4 DPR n. 376/1995).

- In etichetta deve sempre essere menzionato il nome scientifico ed è possibile confezionare più specie nella stessa confezione. Deve essere riportato il nome del paese d'origine, la categoria, il peso netto, l'identificazione dell'imballatore o dello speditore (Reg. CE n. 1863/2004).

- L'etichetta non deve cedere colla o altro (DM 21/03/1973).

- Il Reg. CE n. 1863/2004 prevede tre classificazioni possibili dei funghi in "Categoria Extra", "Categoria I" e "Categoria II" in base alla presenza di difetti di forma, colore o ammaccature. Per i funghi della Categoria Extra la calibrazione è obbligatoria.

Un problema che può essere previsto è costituito dalle importazioni

di funghi *Agaricus* da paesi extra-comunitari con altri nomi, in modo da superare barriere commerciali imposte da contingenti ed accordi internazionali (Interrogazione scritta E-2642/01 Unione Europea; Regolamento (CE) n. 2858/2000; Regolamento CE n. 1141/2003). Sotto le denominazioni *Calocybe* o *Psallota* si potrebbero nascondere importazioni di *Agaricus*. Probabilmente in futuro sarà possibile riconoscere in modo rapido, sicuro ed economico il genere *Agaricus* rispetto ad altri generi e forse le diverse specie di *Agaricus* analizzando le molecole organiche volatili con appositi nasi elettronici (11).

### Alcuni rischi sanitari

L'analisi dei rischi igienico-sanitari derivanti dalla coltivazione di funghi e successiva commercializzazione e vendita dovrà valutare diversi aspetti. Se ne riassumono alcuni:

- Il rischio microbiologico conseguente al fatto che i substrati di crescita utilizzano deiezioni zootecniche, principalmente di cavallo e/o di pollo, che sono contaminati e costituiscono un buon substrato di crescita. Si dovrà porre attenzione nel prevenire contaminazioni crociate durante il processo e gestire attentamente le fasi di preparazione (compostaggio) e pastorizzazione delle deiezioni zootecniche prima del loro utilizzo.
- Il rischio microbiologico che può essere generato durante la conservazione del fungo fresco in film impermeabili. A causa della respirazione del fungo si consumerà l'ossigeno e l'aria all'interno dell'imballaggio si arricchirà di anidride carbonica. Pertanto si possono generare condizioni di anaerobiosi che potranno favorire la crescita di microrganismi patogeni quali *Listeria monocytogenes* e *Clostridium botulinum*. La conservazione refrigerata (4°C) consente di escludere il rischio di formazione tossine da parte di *Clostridium botulinum* e di ridurre il rischio dovuto allo sviluppo di *Listeria monocytogenes*.
- L'utilizzo di imballaggi impermeabili crea un accumulo di umidità all'interno della confezione che formerà condensa e potrà favorire la crescita di muffe ed altri microrganismi.
- Il rischio chimico dovuto all'utilizzo di prodotti fitosanitari (es.: fungicidi ed insetticidi) durante la coltivazione. Si potranno scegliere i prodotti fitosanitari meno pericolosi (classe tossicologica più bassa) e con tempi di carenza più brevi. La gestione di questi prodotti implicherà il dover adottare alcune precauzioni sia per i lavoratori che per il rischio di residui.
- Il rischio chimico che potrebbe essere generato dall'utilizzo di prodotti per sanificare e disinfestare i locali e le attrezzature. Queste fasi dovranno essere gestite in modo da evitare il permanere di residui pericolosi.

### Bibliografia

1. Sánchez C. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol* 2010; 85 (5): 1321-37.
2. Muñoz AH, Corona FG, Wrobel K, Soto GM, Wrobel K. Subcellular distribution of aluminum, bismuth, cadmium, chromium, copper, iron, manganese, nickel, and lead in cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*). *Biol Trace Elem Res* 2005; 106 (3): 265-77.
3. Medina E, Paredes C, Pérez-Murcia MD, Bustamante MA, Moral R. Spent mushroom substrate as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technology* 2009; 100: 4227-32.
4. Tianjia J., Muhammad MJ, Qiushuang W, Tiejun Y. Accumulation of Lignin and Malondialdehyde in Relation to Quality Changes of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) Stored in Modified Atmosphere. *Food Sci Technol Int* 2010; 16 (3): 217-24.
5. Griensven LJLD, van and Roestel AJJ. The cultivation of the button mushroom *Agaricus bisporus* in The Netherlands: a successful industry. *Revista Mexicana de Micología* 2004; 19: 95-102.
6. Canadian mushroom grower's association. Best environmental management practices for mushroom growers in Canada. [http://www.irmga.com/books/Best\\_Practices\\_Guide.pdf](http://www.irmga.com/books/Best_Practices_Guide.pdf) (giugno 2011).

7. Carnovale E, Marletta L. Tabelle di composizione degli alimenti, Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione, 2000.
8. Singh P, Langowski HC, Wani AA, Saengerlaub S. Recent advances in extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms: a review. *J Sci of Food Agric* 2010; 90 (9): 1393-402.
9. Zicari G, et al. Foodborne outbreaks surveillance in the Piedmont Region, Italy (2002-2009). *Ig Sanità Pubbl* 2011; 67: 721-42.
10. Regione Piemonte, Censimento ed analisi dei dati relativi alle malattie a trasmissione alimentare registrate dai Servizi di Igiene Alimenti e Nutrizione delle ASL della Regione Piemonte nell'anno 2007 (Rapporto MTA 2002-2007), febbraio 2009.
11. Keshiri G., Challen M., Elliot T., Magan N.. Differentiation of *Agaricus* species and other homobasidiomycetes based on volatile production patterns using an electronic nose system. *Mycol Res* 2003; 107 (5): 609-13.
- Manuale per i corsi di formazione per il rilascio dell'attestato di micologo. 2007.
- D. Dirig. reg. Toscana del 20 ottobre 2005, n. 5605. L.R. n. 25/1999 - Prodotto da agricoltura integrata - Marchio Agriqualità - Modifica del D.Dirig. n. 2669/2004 - Sostituzione allegato A ed approvazione schede tecniche fase di post raccolta del fungo prataiolo e della lenticchia. Pubblicato nel B.U. Toscana 23 novembre 2005, n. 47, parte seconda. Emanato dal Dirigente regionale del Settore qualità dei prodotti e agricoltura sostenibile nell'ambito della Direzione generale sviluppo economico. Pubblicato nel B.U. Toscana 23 novembre 2005, n. 47, parte seconda. Emanato dal Dirigente regionale del Settore qualità dei prodotti e agricoltura sostenibile nell'ambito della Direzione generale sviluppo economico.
- Regolamento CE n. 1863 del 2004 della Commissione del 26 ottobre del 2004 che stabilisce la norma di commercializzazione applicabile ai funghi di coltivazione. GU UE n. L 325/23 del 28/10/2004.
- Regolamento CE n. 1141/2003 della Commissione, del 27 giugno 2003, che fissa, per la campagna di commercializzazione 2002/2003, la produzione effettiva del cotone non sgranato nonché la conseguente riduzione del prezzo d'obiettivo - Pubblicato nel n. L 160 del 28 giugno 2003.
- Interrogazione scritta E-2642/01 di Encarnación Redondo Jiménez (PPE-DE) alla commissione (28 settembre 2001). Settore europeo dei funghi. Gazzetta ufficiale n. C 134 E del 06/06/2002.
- Regolamento (CE) n. 2858/2000 della Commissione del 27 dicembre 2000 che modifica il regolamento (CE) n. 2125/95 recante apertura e modalità di gestione di contingenti tariffari per le conserve di funghi. GU L 332 del 28.12.2000.
- Decreto Ministeriale 29 novembre 1996, n. 686, Regolamento concernente criteri e modalità per il rilascio dell'attestato di micologo. Pubblicato in Gazz. Uff. del 15/01/1997 n. 11.
- D.P.R. 14-7-1995 n. 376, Regolamento concernente la disciplina della raccolta e della commercializzazione dei funghi epigei freschi e conservati. Pubblicato nella Gazz. Uff. 11 settembre 1995, n. 212.
- Legge 23 agosto 1993, n. 352, Norme quadro in materia di raccolta e commercializzazione dei funghi epigei freschi e conservati. Gazz. Uff., 13 settembre, n. 215.
- D.Lgs. 27-1-1992 n. 109, Attuazione della direttiva 89/395/CEE e della direttiva 89/396/CEE concernenti l'etichettatura, la presentazione e la pubblicità dei prodotti alimentari. Pubblicato nella Gazz. Uff. 17 febbraio 1992, n. 39, S.O.
- Decreto Ministeriale del 17 marzo 1989, Misure fitosanitarie per l'importazione di funghi coltivati freschi. Pubblicato in Gazz. Uff. del 29/03/1989 n. 73.
- Delib. G.R. 7-5-1985 n. 3/52097 Regione Lombardia, Rettifiche ed integrazioni al Regolamento locale «tipo» di igiene ex art. 53 della L.R. 26 ottobre 1981, n. 64 approvato Delib.G.R. 28 marzo 1985, n. 3/49784. Pubblicata nel B.U. Lombardia 5 agosto 1985, n. 31, VII S.S.
- Decreto Ministeriale 21 marzo 1973, Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili, destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o con sostanze d'uso personale. Suppl. Ordinario alla Gazz. Uff., 20 aprile 1973, n. 104.

### Alcune norme di riferimento

- DM del 12 novembre 2009 Emanato dal Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, Determinazione dei requisiti di professionalità e della dotazione minima delle attrezzature occorrenti per l'esercizio dell'attività di produzione, commercio e importazione di vegetali e prodotti vegetali. Pubblicato nella Gazz. Uff. del 23 marzo 2010, n. 68.
- Giunta della Provincia Autonoma di Trento. Parliamo di funghi II. Tossicologia, commercializzazione, legislazione.