

G. ZICARI¹, D. RIVETTI²,
V. SOARDO³, E. CERRATO⁴,
M. PANATA⁴

Funghi eduli e rischio chimico

PROGRESS IN NUTRITION
VOL. 14, N. 2, 100-107, 2012

TITLE

Edible mushrooms and
chemical risk

KEY WORDS

Edible mushroom, *Agaricus
bisporus*, metals, pesticides

PAROLE CHIAVE

Funghi eduli, *Agaricus bisporus*,
metalli, prodotti fitosanitari

Summary

Many elements occur naturally in low concentrations and may be essential for plant growth such as copper, zinc, iron or manganese. The high concentration of metals in edible mushrooms collected in nature is a source of chronic poisoning known for some time. Thus, the mushrooms may promote the spread of hazardous metals such as cadmium, lead and mercury from the environment in animal and human food chain. The use of manure, as a substrate for growth of cultivated mushrooms may promote the accumulation of these elements. The use of plant protection products (pesticides) for mushroom cultivation also contributes to the distribution of metals such as arsenic, copper, mercury, zinc and iron. This article summarizes the results of some scientific papers about possible chemical hazards from the consumption of mushrooms to be cultivated and spontaneous growth.

Riassunto

Molti elementi sono presenti in natura a basse concentrazioni e possono essere essenziali per la crescita delle piante come il rame, lo zinco, il ferro o il manganese. L'elevata concentrazione di metalli nei funghi edibili raccolti in natura costituisce una fonte di avvelenamento cronico nota da tempo. Quindi, i funghi possono favorire la diffusione di metalli pericolosi come il cadmio, il piombo ed il mercurio dall'ambiente nella catena alimentare animale ed umana. L'utilizzo delle deiezioni zootecniche come substrato di crescita di funghi coltivati può favorire l'accumulo di questi elementi. L'uso di prodotti fitosanitari per la coltivazione dei funghi contribuisce anche alla distribuzione di metalli quali arsenico, rame, mercurio, zinco e ferro. In questo articolo sono riassunti i risultati di alcuni lavori scientifici sui possibili rischi chimici derivanti dal consumo di funghi da crescita spontanea e coltivati.

¹ Consulente Servizio Sanitario

² Direttore Dipartimento di
Prevenzione ASL Asti

³ Direttore SIAN, ASL Asti

⁴ Tecnico della Prevenzione, ASL
Asti

Indirizzo per la corrispondenza:

Giuseppe Zicari,
Consulente sanitario
Alessandria
Tel. +39 0 347 2512544
E-mail: giuzic@tin.it

Premessa

Molti elementi sono presenti in
natura a basse concentrazioni

(mg/Kg o meno) e possono essere
essenziali per la crescita delle
piante come il rame, lo zinco, il
ferro o il manganese. Questi stessi

elementi possono risultare fitotossici se aumentano le concentrazioni (nel caso del rame più di 20 mg/l per alcuni vegetali). Il cobalto o il selenio presenti in tracce non sono essenziali per la crescita delle piante ma sono richiesti dagli animali. Il mercurio, il cadmio, il piombo sono considerati tossici sia per gli animali che i vegetali anche se alcune specie vegetali ne possono concentrare grandi quantità (ad esempio, la pianta di *Sedum alfredii* può accumulare cadmio nelle foglie fino a 9.000 mg/Kg) (1).

L'elevata concentrazione di metalli nei funghi edibili raccolti in natura costituisce una fonte di avvelenamento cronico noto da tempo, però non si conosce esattamente il motivo per cui i metalli sono facilmente bioconcentrati (2, 3). Ad esempio, il 63% dei funghi selvatici raccolti in siti non contaminati, appartenenti a numerose specie (escluso il genere *Agaricus* che in questi siti francesi non è stato ritrovato), avevano concentrazioni di cadmio o di piombo superiori a quelle prescritte dalla regolamentazione europea (il 50% per il cadmio ed il 13% per il piombo) (4). La percentuale di funghi edibili cresciuti spontaneamente che hanno concentrazioni di cadmio superiori al limite europeo (2 mg/Kg di peso secco) aumenta dal 50% al 70% in siti contaminati dall'uso di fanghi di depurazione come fertilizzante (il cadmio era presente nei

fanghi a concentrazioni comprese tra 1 e 2 mg/Kg di peso secco e distribuito nella quantità di 6 t di peso secco per ettaro, mentre la concentrazione nel suolo prima dell'applicazione dei fanghi era inferiore a 0,04 mg/Kg) (4).

Le concentrazioni di piombo, cadmio e zinco nel suolo distante 7 m, rispetto ad uno distante 200 m, da una strada trafficata aumentano di 10, 6 e 6 volte rispettivamente (1).

Quindi, i funghi possono favorire la diffusione di metalli pericolosi come il cadmio, il piombo ed il mercurio dall'ambiente nella catena alimentare animale ed umana (4).

Le concentrazioni di metalli come arsenico, rame e zinco nelle deiezioni zootecniche possono essere molto elevate in quanto, ad esempio zinco e rame, sono addizionati artificialmente nelle diete (1). Per-

tanto l'utilizzo delle deiezioni zootecniche come substrato di crescita di funghi coltivati può favorire l'accumulo di questi elementi come è prevedibile che possa accadere nel caso della coltivazione di *Agaricus bisporus* (denominato prataiolo o champignon) (5).

Nella tabella 1 sono riportate le concentrazioni naturali di alcuni metalli che sono state registrate nei suoli del pianeta.

La normativa

Di seguito si esaminano, per alcuni metalli, le concentrazioni massime ammesse dalle normative e alcune indicazioni fornite dalla letteratura scientifica. Le concentrazioni massime ammesse si riferiscono al fungo pulito ed alla sola parte commestibile.

Tabella 1 - Le concentrazioni minime e massime registrate, per alcuni elementi, nella crosta terrestre (mg/Kg) (1)

Concentrazione	Cd	Pb	Hg	Cu	Zn	As
Minima	0,003	1	0,001	2	2	0,1
Media	0,06	10	0,03	20	10	9
Massima	11	150	51	160	300	17
Quantità riferita ad un ettaro in Kg	4	100	1	-	370	15

Nota: le concentrazioni più elevate sono generalmente ritrovate nei terreni argillosi ed in quelli contaminati, ad esempio, dall'uso di fertilizzanti e prodotti fitosanitari dove possono aumentare anche di 100-1.000 volte. I metalli possono ritrovarsi come ossidi, solfiti, sali o carbonati. Alcuni metalli, come ad esempio il mercurio e l'arsenico, sono facilmente volatili. Il mercurio può essere emesso dalle foglie di alcuni vegetali che li hanno concentrati, per cui sono molto mobili

- Per il **piombo** negli alimenti è stabilita la seguente dose settimanale tollerabile (considerando 39, Reg. n. 1881/2006,): 25 µg/Kg di peso corporeo. L'Organizzazione mondiale della sanità prevede una dose settimanale tollerabile per una persona di 60 Kg pari a 1,5 mg di piombo e cioè 25 µg per Kg di peso corporeo alla settimana (6).
- Per il piombo sono previsti i seguenti limiti: 0,1 mg/kg di peso fresco per i funghi in genere (punto 3.1.11, Allegato al Reg. n. 1881/2006); **0,3 mg/kg di peso fresco** per le specie *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostratus*, *Lentinula edodes*. Si noti che il limite per i funghi coltivati è superiore a quello consentito per i funghi selvatici.
- Per quanto riguarda il **cadmio** è stabilita la seguente dose settimanale tollerabile (Reg. n. 1881/2006, considerando 41): 7 µg/Kg di peso corporeo. Per il cadmio sono previsti i seguenti limiti: 0,05 mg/kg di peso fresco per i funghi in genere (punto 3.2.15 Allegato Reg. n. 1881/2006); **0,2 mg/kg di peso fresco** per le specie *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostratus*, *Lentinula edodes*. Si noti che, anche in questo caso, il limite per i funghi coltivati è superiore a quello consentito per i funghi selvatici.
- Per quanto riguarda il **mercurio ed il metilmercurio** è stabilita la

seguinte dose settimanale tollerabile (Reg. n. 1881/2006, considerando 42): 1,6 µg/Kg di peso corporeo, pari a 96 µg al giorno per una persona di 60 Kg. La stessa norma non prescrive dei limiti per i funghi.

L'Organizzazione mondiale della sanità riporta un limite di assunzione settimanale massimo di 4,3 µg/Kg di peso corporeo, pari a 260 µg alla settimana per una persona da 60 Kg (2). La Repubblica Ceca prevede un limite massimo di mercurio per i funghi selvatici pari a 5 mg/Kg di peso secco e la Francia 0,05 mg/Kg di peso fresco (4).

- Per quanto riguarda il **selenio** è consigliata la seguente dose massima giornaliera (European Scientific Committee on Foods): 100 µg.
- La dose giornaliera accettabile stabilita dall'Organizzazione mondiale della sanità per il **rame** (WHO 1982) è di 500 µg per Kg di peso corporeo, pari a **30 mg al giorno** per una persona del peso di 60 Kg (3). Il rame, come lo zinco costituisce un fattore essenziale, a piccole dosi, per il funzionamento di alcuni enzimi. La Repubblica Ceca ha stabilito un limite per il rame nei funghi pari ad **80 mg/Kg** di peso secco.
- Per quanto riguarda lo **zinco**, l'Organizzazione mondiale per la salute ha proposto una dose accettabile giornaliera pari a 1 mg

per Kg di peso corporeo, che per una persona di 60 Kg corrisponde a **60 mg al giorno** (3). Una fonte accertata da tempo di questo elemento con la dieta è la carne. La Slovacchia ha stabilito per lo zinco, nel caso dei funghi coltivati, un limite pari a **10 mg/Kg** di peso secco mentre, la Polonia, di **100 mg/Kg** di peso secco.

Evidenze scientifiche

I funghi in genere sono dei naturali accumulatori di metalli, soprattutto le specie saprofiti e alcune di quelle che formano micorrizze. Le dosi di funghi, considerate di assunzione "standard", per stabilire i limiti sono riferite ad una persona sana di 60 Kg che assume al massimo 30 g di peso secco o 300 g di peso fresco di funghi in un pasto. Si riportano alcuni dati che dimostrano la presenza del rischio di bioconcentrare i metalli.

- **Arsenico.** *Sarcosphaera eximia* raccolto in Emilia Romagna contiene fino a 1.000 mg/Kg di peso secco (il peso secco corrisponde a circa il 10% del peso fresco) (7).
- **Cadmio.** *Boletus edulis* raccolto in Emilia Romagna ne contiene **3,94 mg/Kg** di peso fresco che è superiore al limite europeo di 0,05 mg/kg; anche *Agaricus macrosporus* eccede registrando valori medi di **101 mg/Kg**. Un consumo

settimanale di 50 g di funghi del genere *Agaricus* provenienti da raccolta di quelli spontanei apporta con la dieta almeno il 50% della quantità di cadmio consigliata settimanale. In genere, i funghi contengono concentrazioni di metalli superiori a quelle dei vegetali. Ad esempio, il cadmio nel grano è contenuto a concentrazioni medie di 0,68 mg/Kg di peso fresco, nella lattuga 0,054 mg/Kg, nel riso 0,11 mg/Kg, nei pomodori 0,02 mg/Kg, nelle mele 0,01 mg/Kg (7).

Alcuni metalli possono essere presenti nel letame del cavallo o di pollo, utilizzati per la coltivazione di *Agaricus bisporus*, a concentrazioni maggiori a quelle riscontrabili nelle condizioni di crescita del fungo in natura, come il cadmio (8). Pertanto è prevedibile il superamento di soglie di sicurezza, soprattutto nel caso di alcuni consumatori che ne assumono abitualmente maggiori quantità.

- **Mercurio.** Anche il mercurio, rispetto ai vegetali è concentrato a valori anche 100 volte superiori (7). *Agaricus bitorquis* raccolto in Emilia Romagna ha la concentrazione media di 8,05 mg/Kg di peso fresco; *Agaricus macrosporus* raccolto in Spagna ne contiene 50 mg/Kg di peso fresco ed il *Boletus edulis* 33 mg/Kg di peso fresco; si ricorda che il mercurio evapora facilmente ed è diffuso

con l'atmosfera, pertanto è molto mobile (2, 7, 9).

Un lavoro svolto in Spagna che ha indagato la concentrazione di mercurio in funghi che crescono spontaneamente (28 specie selvatiche per 238 campioni) ha verificato che tutte bioaccumulano il mercurio con un fattore di bioconcentrazione tra 25,7 e 490,7 rispetto alle concentrazioni registrate nel suolo (0,027 mg/Kg peso secco è stata la concentrazione massima registrata nel suolo) (2).

Un lavoro svolto in Spagna su funghi *Agaricus bisporus* coltivati ha rilevato concentrazioni medie di mercurio pari a 0,56 mg/Kg di peso secco e massime pari a 2 mg/Kg di peso secco (2).

- **Rame.** I valori riscontrati in 11 specie da raccolta dei funghi spontanei in Cina variano tra 39 e 181,5 mg/Kg. Il valore massimo è stato registrato nel caso di *Agaricus silvaticus* in Cina (9). I vegetali bioaccumulatori ne concentrano fino a 300 mg/Kg (9) ed un alimento ricco di questo metallo è il fegato (3). Fonti di rame, per i funghi coltivati, possono essere i fungicidi (1). Il rame è stato ritrovato in funghi della specie *Agaricus bisporus* alla concentrazione media di circa 72 mg/Kg di peso secco ed altre specie edibili possono concentrarlo a 250 mg/Kg di peso secco (3).

Tutte le specie saprofiti esaminate in un lavoro svolto in Spa-

gna hanno mostrato concentrazioni superiori a 10 mg/Kg (3).

- **Zinco.** 28 specie di funghi edibili testati in Spagna hanno mostrato di bioconcentrare sia lo zinco che il rame (3). Lo zinco è stato ritrovato in funghi della specie *Agaricus bisporus* alla concentrazione media di circa 75 mg/Kg di peso secco ed altre specie edibili possono concentrarlo fino a 310 mg/Kg di peso secco (3). Le maggiori concentrazioni di zinco e rame, tra le 28 specie di funghi edibili esaminate, erano molto maggiori in quelli raccolti in prossimità di aree urbane rispetto a quelli cresciuti nelle aree agricole o nei boschi (3).

Altri metalli che possono essere bioaccumulati sono: Ferro, Manganese, Nichel, Piombo e Selenio. Un lavoro condotto in Emilia Romagna su 17 campioni da crescita spontanea e 14 da funghi coltivati della specie *Agaricus bisporus* ha rilevato le seguenti concentrazioni medie, in mg/Kg di peso fresco (7): arsenico 1,06; cadmio 1; mercurio 3,94; piombo 1,25; selenio 3,4.

Un lavoro condotto in Cina sui funghi da crescita spontanea ha rilevato che il genere *Agaricus*, tra gli 11 generi studiati ha la massima concentrazione di mercurio (3,93 mg/Kg di peso secco), di piombo (10,8 mg/Kg di peso secco) ed *Agaricus silvaticus* tra le più alte concentrazioni di rame, cad-

mio (51,9 mg/Kg di peso secco) e mercurio (3,84 mg/Kg di peso secco) (9). Le specie raccolte in prossimità dei centri urbani (ad 1 Km) contengono concentrazioni maggiori di cadmio, piombo e mercurio rispetto alle stesse raccolte nella aree agricole, a causa della contaminazione ambientale. Quindi, i funghi potrebbero essere utilizzati come indicatori del livello di contaminazione ambientale, proprio grazie a questa capacità di accumulare i metalli. Un lavoro che ha indagato sulle concentrazioni di diversi metalli su

Agaricus bisporus coltivato in Messico ha riportato le seguenti concentrazioni massime, in mg/Kg di peso secco (in parentesi sono annotati gli intervalli di concentrazione registrati in altri lavori e riportati nella stessa pubblicazione (10):

Alluminio: 20,8 (14-85);
 Cadmio: 0,54 (<0,5-35);
 Cromo: 5,18 (0,1-20);
 Rame: 535 (4,5-465);
 Ferro: 2.456 (33-170);
 Manganese: 9,42 (5-60);
 Nichel: 9,02 (0,4-145);
 Piombo: 0,88 (<0,5-10).

Pertanto, assumendo alcune decine di grammi (in peso secco) di funghi, si possono raggiungere dosi pericolose per il mercurio ed il selenio e si possono superare le concentrazioni massime ammesse per alcuni metalli quali il piombo ed il cadmio. Ma se si eccede con i consumi, si possono raggiungere quantità pericolose anche per gli altri metalli. Un consumo abituale può generare sicuramente dei problemi alla salute. In tabella 2 sono riassunti alcuni dei dati commentati. La biodisponibilità dei metalli ad essere assorbiti insieme alla tipolo-

Tabella 2 - Si riassumono le concentrazioni regolamentate per alcuni metalli e quelle ritrovate da alcuni lavori scientifici su *Agaricus bisporus*.

Metallo	Limite (sul peso secco)	Concentrazione ritrovata (mg/Kg peso secco)
Cadmio	2 mg/Kg (punto 3.2.15, Allegato Reg. n. 1881/2006)	51,9 (Zhu F, et al, 2010) 0,54 (<0,5 min-35 max); Muñoz AH, et al, 2005
Mercurio e metilmercurio	a) 96 µg al giorno per una persona di 60 Kg (Reg. n. 1881/2006, considerando 42) b) 260 µg alla settimana per una persona da 60 Kg (OMS) c) 5 mg/Kg (Repubblica Ceca) d) 0,5 mg/Kg (Francia)	3,9 (Zhu F, et al, 2010) 0,56 (media), 2 (massimo); Melgar MJ, et al, 2009
Piombo	3 mg/Kg (punto 3.1.11, Allegato Reg. n. 1881/20)	10,8 (Zhu F, et al, 2010) 0,88 (<0,5 min-10 max); Muñoz AH, et al, 2005
Rame	30 mg al giorno per una persona del peso di 60 Kg (OMS)	72 (Alonso J, et al, 2003) 535 (4,5 min-465 max); Muñoz AH et al, 2005
Zinco	60 mg al giorno per una persona del peso di 60 Kg (OMS) 10 mg/Kg (Slovacchia) 100 mg/Kg (Polonia)	75 (Alonso J, et al, 2003)

gia di preparazione dei funghi sono fattori, che fortunatamente, riducono la concentrazione assunta. La cottura per 30 minuti riduce la concentrazione di mercurio del 19%, per 15 minuti del 10% e la frittura del 40% (2).

La capacità di assorbire e concentrare metalli nei funghi si pensa possa essere utilizzata per rimuovere metalli contaminanti le acque. Ad esempio, cadmio e piombo presenti in acque di scarico alle concentrazioni tra 10 e 100 mg/l potrebbero essere selettivamente assorbiti da funghi *Agaricus bisporus* seccati e ridotti in piccole particelle (400-500 m μ) (11). Il costo per chilo di questi funghi risulta il 50% dei carboni attivi e sono in grado di assorbire circa 30 mg di cadmio (II) per g di fungo e 34 mg di piombo (II) per g di fungo. Risultati di laboratorio hanno mostrato che l'utilizzo di pochi grammi di particelle di funghi per 5 litri di acque reflue contaminate da piombo e cadmio, sono in grado di ridurre efficacemente le concentrazioni (da 11 mg/l a 1,3 mg/l di piombo e da 6,6 mg/l a 0,5 mg/ di cadmio) (11).

I prodotti fitosanitari

Dovrebbe essere attentamente gestito e monitorato il rischio chimico derivante dall'uso dei prodotti fitosanitari durante la coltivazione

di *Agaricus bisporus* per i lavoratori ed i consumatori. Per avere maggiori informazioni sui prodotti fitosanitari si possono consultare le seguenti norme: Regolamento (UE) N. 524/2011; Regolamento (UE) N. 508/2011; Rettifica del Regolamento (UE) n. 520/2011; D. Dirig. reg. Toscana del 20-10-2005 n. 5605; Direttiva 2002/79/CE.

L'uso di prodotti fitosanitari come i fungicidi ha già fatto registrare nella coltivazione di *Agaricus bisporus*, il fenomeno della resistenza rendendo alcuni principi attivi inefficaci (12).

L'uso di prodotti fitosanitari per la coltivazione dei funghi contribuisce anche alla distribuzione di metalli quali arsenico, rame, mercurio, zinco e ferro (1).

Bisognerebbe preferire i principi attivi con minore tempo di carenza e minore pericolosità. Alcuni principi attivi autorizzati contro le muffe possono avere tempi di carenza di 10 giorni come il Procloraz (D. Dirig. reg. Veneto del 11-2-2010 n. 2). Si potrebbero adottare strategie volontarie che implicano la riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari quali quelle proposte da alcune norme regionali sui metodi di agricoltura integrata (D. Dirig. reg. Veneto del 11-2-2010 n. 2).

Si può prevedere un possibile cattivo uso di questi prodotti quali l'impiego di prodotti non autorizzati (es.: denuncia da parte di un lavoratore di azienda che coltiva *Agaricus bisporus* che si è ammalato a causa di presunta esposizione a insetticida non autorizzato a base di Propoxur, Tetrametrina, Piperonil Buttossido; comunicazioni personali).

I residui di alcuni prodotti utilizzati possono rimanere per l'intero ciclo nel substrato utilizzato (es.: tebuconazolo può residuare per 49 giorni o più) e residuare al disotto delle dosi massime accettabili per il rischio dei consumatori, anche se in alcuni casi è possibile superare le concentrazioni ammesse (12). In complesso, l'apporto alimentare di prodotti fitosanitari con i funghi rispetto ad altri alimenti vegetali (es.: fungicidi dalla frutta come l'uva) è inferiore a causa del minore consumo annuale di funghi (12).

Tra i prodotti fitosanitari ritrovati si evidenzia la nicotina, che in assenza di un limite massimo di residui specifico viene temporaneamente regolamentato attraverso linee guida Ministeriali e Comunitarie¹.

Come tutte le attività agricole che utilizzano i prodotti fitosanitari, le

¹ <http://www.europass.parma.it/page.asp?IDCategoria=584&IDSezione=3565&ID=326767;>
http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_newsAree_685_listaFile_itemName_0_file.pdf (accesso del 06/09/2011).

aziende che coltivano i funghi, dovranno registrare i prodotti chimici utilizzati su apposito registro e adottare tutte le misure previste (es.: conservazione schede di sicurezza e formazione del personale) per la manipolazione di sostanze pericolose.

Altri rischi chimici

Si esaminano altri potenziali rischi chimici che potrebbero essere originati durante la coltivazione di *Agaricus bisporus*.

- È ammesso l'utilizzo di prodotti per la fumigazione come il fosforo di magnesio (fosfine e fosfuri: somma di fosforo di alluminio, fosfina di alluminio, fosforo di magnesio, fosfina di magnesio, fosforo di zinco e fosfina di zinco, Regolamento (CE) N. 149/2008).
- Per disinfettare i locali tra un ciclo ed un altro possono essere utilizzati prodotti pericolosi (es.: formaldeide) che vanno gestiti opportunamente in modo da evitare rischi, soprattutto per i lavoratori.
- Tra i prodotti autorizzati vi sono alcuni additivi quali l'anidride solforosa e i solfiti. L'anidride solforosa e i solfiti sono additivi alimentari autorizzati dalla Direttiva 95/2/CE che agiscono primariamente come agenti antimicrobici e di controllo delle alterazioni chimiche.

La dicitura anidride solforosa e solfiti comprende diverse categorie di sostanze (Direttiva 2010/69/UE): E 220 Anidride solforosa, E 221 Solfito di sodio, E 222 Sodio bisolfito, E 223 Metabisolfito di sodio, E 224 Metabisolfito di potassio, E 226 Solfito di calcio, E 227 Calcio bisolfito, E 228 Potassio solfito acido. I livelli massimi sono espressi in mg/kg o mg/l di SO₂, come più appropriato, e riguardano la quantità totale, proveniente da tutte le fonti. L'SO₂ ad una concentrazione non superiore a 10 mg/kg o 10 mg/l non viene considerata. Per i funghi lavorati (compresi i funghi surgelati e congelati) la concentrazione massima ammessa è di: 50 mg/Kg di SO₂; per i funghi essiccati è di 100 mg/Kg di SO₂.

Soluzioni acquose a base di solfiti sono state usate per lavare i funghi con l'obiettivo di rimuovere le parti estranee e potenziare la colorazione bianca (13). Ma nel 1986 la Food and Drug Administration in USA vietò l'uso di composti dello zolfo sul fungo fresco a causa delle reazioni allergiche generate.

- Nelle conserve di prodotti orticoli e di leguminose, di funghi e di carciofi, in scatola o in bottiglia è possibile usare un sale emulsionante, l'Etilendiammi-natetracetato di calcio disodico che può residuare fino alla concentrazione massima di 250 mg/Kg.

Il rischio chimico da contamina-

zione volontaria quindi non è trascurabile e deve essere valutato attentamente (14).

Bibliografia

1. He Zhenli L, Yang Xiaoe E, Stoffella Peter J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment, Journal of trace elements in medicine and istology 2005; 19: 125-40.
2. Melgar MJ, Alonso J, García MA. Mercury in edible mushrooms and underlying soil: bioconcentration factors and toxicological risk. Sci Total Environ 2009; 407 (20): 5328-34.
3. Alonso J, García MA, Pérez-López M, Melgar MJ. The concentrations and bioconcentration factors of copper and zinc in edible mushrooms. Arch Environ Contam Toxicol 2003; 44 (2): 180-8.
4. Benbrahim M, Denaix L, Thomas AL, Balet J, Carnus JM. Metal concentrations in edible mushrooms following municipal sludge application on forest land. Environmental Pollution 2006; 144; 847-54.
5. Zicari G, Rivetti D, Soardo V, Cerrato E, Panata M. The cultivation of the mushroom *Agaricus bisporus* (Champignon): micro-organisms and preservability. Ig Sanita Pubbl 2011; 67 (5): 647-57.
6. García MA, Alonso J, Melgar MJ. Lead in edible mushrooms: levels and bioaccumulation factors. J Hazard Mater 2009; 167 (1-3): 777-83.
7. Cocchi L, Vescovi L, Petrini EL, Petrini O. Heavy metals in edible mushrooms in Italy. Food Chemistry 2006; 98; 277-84.
8. Madejón P, Domínguez MT, Murillo JM. Pasture composition in a trace element-contaminated area: the particular case of Fe and Cd for grazing horses. Environ Monit Assess 2011; May 14.

9. Zhu F, Qu L, Fan W, Qiao M, Hao H, Wang X. Assessment of heavy metals in some wild edible mushrooms collected from Yunnan Province, China. *Environ Monit Assess.* 2010 Oct 27.
10. 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.
11. Vimala R, Das N. Biosorption of cadmium (II) and lead (II) from aqueous solutions using mushrooms: a comparative study. *J Hazard Mater* 2009; 168 (1): 376-82.
12. Kastanias MA, Chrysayi-Tokousbalides M, Coward S, Philippoussis A, Diamantopoulou P. Residue evaluation of the azole fungicides prochloraz and tebuconazole in the white mushroom *Agaricus bisporus*. *Bull Environ Contam Toxicol* 2006; 77 (1): 149-54.
13. 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.
14. Zicari G, Gorrasi I, Di Gioia S, et al. Foodborne outbreaks surveillance in the Piedmont Region, Italy (2002-2009). *Ig Sanita Pubbl* 2011; 67 (6): 721-42.
- nile, deltametrina, etofumesato, isopyrazam, propiconazolo, pimetrozina, pirimetanil e tebuconazolo in o su determinati prodotti. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* del 28.5.2011.
- Rettifica del regolamento (UE) n. 520/2011 della Commissione, del 25 maggio 2011, che modifica gli allegati II e III del regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i livelli massimi di residui di benalaxil, boscalid, buprofezin, carbofuran, carbosulfan, cipermetrina, fluopicolide, exitiazox, indoxacarb, metaflumizone, metossifenozide, paraquat, procloraz, spirodiclofen, protioconazolo e zoxamide in o su determinati prodotti. (*Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 140 del 27 maggio 2011).
- Regolamento (UE) N. 508/2011 della Commissione ISSIONE del 24 maggio 2011 che modifica gli allegati II e III del Regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i livelli massimi di residui di abamectina, acetamiprid, ciprodinil, difenoconazolo, dimetomorf, fenexamid, proquinazid, prothioconazole, pyraclostrobin, spirotetrammato, tiacloprid, tiametoxam e trifloxystrobin, in o su determinati prodotti. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* del 25.5.2011.
- Direttiva 2010/69/UE della Commissione del 22 ottobre 2010 che modifica gli allegati della direttiva 95/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa agli additivi alimentari diversi dai coloranti e dagli edulcoranti. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* del 23.10.2010.
- D. Dirig. reg. Veneto del 11-2-2010 n. 2 Aggiornamento "Linee Tecniche di Difesa Integrata - anno 2010". Pubblicato nel B.U. Veneto 26 febbraio 2010, n. 18.
- Regolamento (CE) N. 149/2008 DELLA COMMISSIONE del 29 gennaio 2008 che modifica il regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio e definisce gli allegati II, III e IV, che fissano i livelli massimi di residui per i prodotti compresi nell'allegato I del suddetto regolamento. Pubblicato nella *Gazz. Uff.* del 1.3.2008.
- Regolamento CE n. 1881/2006 della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. *GU L* 364 del 20/12/2006.
- D. Dirig. reg. Toscana del 20-10-2005 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.
- Direttiva 2002/79/CE della Commissione del 2 ottobre 2002 recante modifica degli allegati delle direttive 76/895/CEE, 86/362/CEE, 86/363/CEE e 90/642/CEE del Consiglio, che fissano le quantità massime di residui di certi antiparassitari rispettivamente sui e nei cereali, sui e nei prodotti alimentari di origine animale e su e in alcuni prodotti di origine vegetale, compresi gli ortofruttili. *GU L* 291 del 28.10.2002.
- L.R. Toscan del 15 aprile 1999, n. 25, Norme per la valorizzazione dei prodotti agricoli ed alimentari ottenuti con tecniche di produzione integrata e tutela contro la pubblicità ingannevole, Pubblicata nel B.U. Toscana 23 aprile 1999, n. 12.
- Direttiva 95/2/CE del parlamento europeo e del consiglio del 20 febbraio 1995 relativa agli additivi alimentari diversi dai coloranti e dagli edulcoranti. *GU L* 61 del 18.3.1995.

Alcune norme di riferimento

- Regolamento (UE) N. 524/2011 della Commissione del 26 maggio 2011 che modifica gli allegati II e III del regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i livelli massimi di residui di bife-