

Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil - *Pleurotus* spp e outras espécies desidratadas

Gilma Lucazechi Sturion & Marcia Regina T. de Camargo Ranzani

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Brasil

RESUMO. Os macrofungos podem acumular certos minerais, inclusive os metais tóxicos se presentes no substrato. Recomenda-se o monitoramento periódico desses elementos nos cogumelos comestíveis quando as condições de cultivo forem alteradas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o conteúdo em minerais de *Pleurotus* spp (hiratake e shimeji) e, de cogumelos secos importados (chileno e italiano).

Os corpos de frutificação de *Pleurotus* spp foram obtidos frescos de cultivadores e os cogumelos secos adquiridos no comércio. As amostras foram secas, moídas e digeridas por CIH-NO₃H. O conteúdo de P, K, S, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Na e B foram analisados por ICP-AES e o de Al, Cd, Cr, Pb, Co e Ni por ICP-OES. Os resultados classificam tais cogumelos como fonte de potássio e cobre; *Pleurotus* spp são também fonte de fósforo (P<0,05); o chileno apresentou alto teor de ferro (P < 0,05). Todos os cogumelos avaliados foram identificados como alimento sem sódio (< 5 mg Na/100 g). Sendo fonte de K sem Na, atendem às necessidades dos pacientes hipertensos e/ou com problemas cardíacos como um alimento e/ou condimento no realce do flavor. Estudos subsequentes devem incluir maior amostragem e uma avaliação dos metais tóxicos Pb e Cr, com métodos de análise mais acurados, assim como a de Hg (não avaliado nesse estudo), principalmente em cogumelos silvestres, comercializados secos.

Palavras-chave: Minerais, metais tóxicos, *Pleurotus* spp frescos, hiratake, shimeji, cogumelos desidratados.

SUMMARY. Mineral composition of edible mushrooms cultivated in Brazil - *Pleurotus* spp and other dehydrated species.

Macrofungi can accumulate some minerals, including toxic metals if present in the substrate. A periodic monitoring of these elements in mushrooms is recommended when the conditions of cultivation are altered. The aim of this work was to evaluate the mineral content of *Pleurotus* spp (hiratake and shimeji) and of imported (chilean and italian) dehydrated mushrooms. Fresh fruiting bodies of *Pleurotus* spp were obtained from cultivators and dehydrated mushrooms were bought in a market. The samples were dried, milled and digested by CIH-NO₃H. The content of P, K, S, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Na and B were analyzed by ICP-AES and Al, Cd, Cr, Pb, Co, Ni by ICP-OES. The results classify these mushrooms as a source of potassium and copper: *Pleurotus* spp are also a source of phosphorus (P<0.05); the chilean mushrooms present high content of iron (P<0.05). All the evaluated mushrooms were identified as a food without sodium (< 5 mg Na/100 g). So these mushrooms being a source of potassium without Na, answer the needs of hypertension and/or heart diseases patients as a food and/or like a condiment for flavor enhancement. Subsequent studies should include major sampling and the evaluation of the toxic metals, Pb and Cr, employing more accurate methods of analysis, as well as the evaluation of Hg (not analysed in this study), mainly in wild mushrooms, commercialized dehydrated.

Key words: Minerals, toxic metals, fresh *Pleurotus* spp, hiratake, shimeji, dehydrated mushrooms

INTRODUÇÃO

O aumento da produção mundial de cogumelos comestíveis, especialmente do gênero *Pleurotus*, de aproximadamente 442,6% de 1986 a 1991 segundo Chang (1), faz com que esses adquiram maior importância quanto ao seu papel na nutrição humana. Atualmente ocupam o 2º lugar na produção mundial (2) graças a sua capacidade em colonizar inúmeros resíduos agroindustriais, uma característica que viabilizou economicamente essa produção e, ao mesmo tempo, contribuiu com a melhoria da qualidade do meio ambiente (3).

A adaptação das espécies/linhagens de *Pleurotus* a novos resíduos suscita maiores conhecimentos sobre sua composição química pois está diretamente relacionada à composição do substrato, principalmente quanto à variação ocasionada no teor e qualidade proteica e na presença e quantidade de

minerais desses cogumelos (4-7).

Existe na literatura, segundo Vetter (8), poucas informações a respeito dos componentes minerais de cogumelos cultivados sendo a maioria dessas relacionadas a cogumelos comestíveis silvestres. Tais estudos constataram que os macrofungos têm capacidade de acumular certos minerais entre os quais os metais tóxicos tais como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, quando presentes no substrato (9-14).

Consequente a essa constatação várias pesquisas vêm sendo realizadas, nos países tradicionalmente consumidores de cogumelos. Entre os enfoques principais dessas estão a identificação das espécies de fungos bioacumuladores/coletores de metais pesados (15-18), a determinação do efeito da suplementação mineral na concentração de minerais em cogumelos (19) e, a avaliação da concentração de metais pesados no substrato e a translocação desses para os corpos de

frutificação (5,7,20-23). Essa capacidade de bioconcentração de metais pesados preocupa os pesquisadores que têm sugerido o monitoramento periódico dos metais pesados nos cogumelos comestíveis quando as condições de cultivo forem alteradas (6,9,21).

Uma preocupação, levantada por Favero et alii (7) e Jain et alii (21), relaciona-se ao cultivo de *Pleurotus* spp. pois esses cogumelos representam atualmente um dos principais processos de bioconversão de resíduos agroindustriais em produtos comestíveis de alta qualidade; além disso, esses cogumelos são produzidos o ano todo. Tais situações enfatizam portanto o risco ligado ao consumo dessas espécies comparado aos cogumelos silvestres onde o consumo é sazonal. Um outro fator considerado é que os cogumelos são apenas um item da dieta, portanto concentrações próximas aos limites máximos tolerados devem ser questionadas.

No Brasil tem-se observado um aumento na produção e consumo de cogumelos nos últimos 6 anos de acordo com a Casa da Agricultura de Mogi das Cruzes (1). A esse respeito deve-se acrescentar um aumento na importação de cogumelos secos, onde podem estar presentes espécies cultivadas e silvestres, tanto do gênero *Pleurotus* quanto de outros capazes de acumular uma quantidade de metais pesados muito maior (17). Esses cogumelos secos vêm sendo comercializados a granel sob nomes genéricos de cogumelos chileno, italiano, etc., e os dados disponíveis da ABIA (2) não especificam quais tipos de cogumelos são importados. Informações oficiais relacionam o cogumelo chileno como sendo *Bolletus luteus*, um cogumelo silvestre.

O objetivo desse trabalho foi, portanto, levantar dados sobre o conteúdo em minerais de cogumelos, mais especificamente nas espécies/linhagens do gênero *Pleurotus*. Tais dados estarão subsidiando a necessidade de uma avaliação desse cogumelo cultivado no Brasil em bagaço de cana de açúcar misturado e/ou suplementado com outros resíduos (2,24,25). Como o conteúdo em minerais está relacionado às condições de cultivo, principalmente com o substrato utilizado e linhagem, uma avaliação das espécies/linhagens de *Pleurotus* cultivadas, chamadas comercialmente de hiratake e shiimeji, quanto à presença, teor e potencialidade nutricional e tóxica dos metais presentes, pode fornecer subsídios para um melhor controle de qualidade dos mesmos nas nossas condições de cultivo. Além das espécies/linhagens de *Pleurotus* foram avaliados cogumelos secos, importados e comercializados a granel sob os nomes genéricos de chileno e italiano pois, provavelmente, estes sejam cogumelos silvestres e, portanto, sujeitos à contaminação por metais pesados se presentes no ambiente de origem.

MATERIAL E METODOS

Coleta de amostras

Os corpos de frutificação de *Pleurotus* spp. foram obtidos frescos de cultivadores de hiratake e shimeji, os cogumelos secos foram obtidos diretamente do comércio e, receberam código conforme Tabela 1. Estes foram levados à pré-secagem a $6\pm 5^\circ\text{C}/12$ horas e secagem definitiva a $100\pm 5^\circ\text{C}/4$ horas em estufa de circulação forçada (26). Foram considerados os corpos de frutificação parcialmente íntegros - chapéu e parte da estipe, tendo sido retirada apenas o final desta que fica em contato com o substrato. Após a secagem as amostras foram finamente moídas para utilização nas análises de minerais. As amostras de cogumelos secos foram obtidas no comércio de Piracicaba e levadas diretamente à secagem definitiva.

TABELA 1
Matéria seca (%) das amostras de cogumelos

Amostras	Espécies/Cogumelos	Matéria seca (%)
P.01	<i>Pleurotus</i> sp. (shimeji)	15,40
P.02	<i>Pleurotus</i> sp. (hiratake)	8,57
P.03	<i>Pleurotus</i> sp. (hiratake, branco)	9,73
P.04	<i>P. ostreatoroseus</i> (hiratake, rosa)	11,38
P.05	<i>Pleurotus</i> sp. (hiratake, branco)	8,12
P.06	<i>Pleurotus</i> sp. (hiratake, rosa)	8,48
P.07	<i>Pleurotus</i> sp. (shimeji)	10,27
Média de <i>Pleurotus</i> spp frescos		10,28
P.08	Cogumelo italiano (seco)	89,50
P.09	Cogumelo chileno (seco)	90,80
Média de cogumelos secos		90,15

Análise de minerais

As amostras secas foram solubilizadas/mineralizadas por digestão nitroperclórica, em sistema aberto. Os macrominerais (P, K, S, Ca e Mg) e microminerais (Cu, Fe, Mn, Zn, Na e B) foram analisados por espectrometria de emissão atômica indutivamente ligada ao plasma de argônio (ICP-AES) e, os minerais alumínio, cádmio, cromo total, chumbo, cobalto e níquel foram analisados por espectrometria de emissão atômica (ICP-OES) empregando-se os equipamentos Model 975 ATOMCOMP (Jarrel - Ash) e Optima DV 3000 (Perkin-Elmer) respectivamente, do Setor de Química Analítica do Centro de Energia Nuclear da Universidade de São Paulo, Campus - Piracicaba, São Paulo.

Análise estatística

Os valores obtidos foram analisados empregando-se o Sistema de Análise Estatística-SANEST (27). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado; para diferenças entre médias observadas pela análise de variância e teste F aplicou-se o Teste de Tukey (28).

1. Casa da Agricultura de Mogi das Cruzes, S.P., 19 de abril de 1996 (comunicação pessoal)
2. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação - ABIA, 07 de agosto de 1996 (comunicação pessoal)

RESULTADOS

O teor médio de matéria seca das espécies de *Pleurotus* spp avaliadas foi de 10,28 % (Tabela 1). Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se os resultados dos macro e micro minerais presentes. Dos metais tóxicos foram avaliados os teores de cádmio, chumbo, níquel, cromo e cobalto (Tabela 4).

TABELA 2

Macrominerais (g/100g em peso seco)* presentes em cogumelos *Pleurotus* spp., chileno e italiano

Amostras	P	K	S	Ca	Mg
P.01	1,59b	3,09bcd	0,32ab	<0,01b	0,22b
P.02	1,32d	3,00cd	0,30b	<0,01b	0,20b
P.03	1,12e	3,07bcd	0,30b	<0,01b	0,17e
P.04	1,27d	3,65a	0,39a	<0,01b	0,18de
P.05	1,46c	3,35abc	0,30b	<0,01b	0,20bc
P.06	1,40c	3,78a	0,35ab	<0,01b	0,19cd
P.07	1,70a	3,08bcd	0,39a	0,01b	0,23a
Média <i>Pleurotus</i> spp	1,40	3,28	0,335	-	0,19
P.08	1,17e	3,56ab	0,29b	0,02a	0,12f
P.09	0,53f	2,71d	0,17c	0,02a	0,10g

*Os resultados são médias de três repetições; valores assinalados com a mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$), segundo Teste de Tukey

Coefficientes de variação para observações não transformados = P (1,834%) ; K (5,312%) ; S (9,643%) ; Mg (2,635%)

Coefficientes de variação para observações transformadas segundo Raiz (x) + Raiz (x+0) = Ca (7,967%)

TABELA 3

Microminerais (mg/kg,p.s)* presentes em cogumelos *Pleurotus* spp., chileno e italiano

Amostras	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Al	B
P.01	27,29b	131,00cd	14b	104,33b	52e	< 10e	< 5,0b
P.02	24,03c	119,33cd	12c	91,00bc	163b	< 10e	< 5,0b
P.03	20,06d	134,00bcd	11c	108,66b	183b	48d	5,59b
P.04	27,53b	160,33bc	11c	195,00a	95cd	<10e	15,22a
P.05	18,90d	114,00cd	12c	104,00b	71de	< 10e	< 5,0b
P.06	26,66bc	188,66b	12c	175,00a	106c	69c	11,61a
P.07	26,50bc	106,66cd	15b	114,33b	66de	56cd	5,59b
Média	24,42	136,28	12,42	127,47	105,14	-	-
P.08	55,83a	82,00d	6,0d	66,00c	380a	139b	< 5,0b
P.09	14,40e	598,00a	22a	92,33bc	119c	650a	< 5,0b

*Os resultados são expressos na matéria seca e são médias de três repetições; valores assinalados com a mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$), segundo Teste de Tukey

Coefficientes de variação para observações não transformados = Cu (4,041%) ; Fe (10,578%) ; Mn (4,260%) ; Zn (7,915%) ; Na (8,121%)

Coefficientes de variação para observações transformadas segundo Raiz (x) + Raiz (x+0) = Al (5,411%) ; segundo Raiz (x+0) = B (11,621%)

TABELA 4

Teores em mg/kg em peso fresco de Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni encontrados nos cogumelos avaliados e comparação entre os limites máximos permitidos de contaminantes inorgânicos em alimentos

Minerais	Decreto n° 55871*	Cogumelos avaliados (limite de detecção)†
Cd	1,00	< 0,1095
Pb	0,80	< 1,64
Cu	30,00	2,43
Hg	0,01	n.d.‡
Zn	50,00	12,7
Cr	0,10	< 0,1245-0,1566§
Ni	5,00	< 0,234
Se	0,30	n.d.
As	1,00	n.d.

*Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (31); † limite de detecção do método/equipamento adotado na avaliação dos cogumelos; ‡ n.d. = não determinado; § *Pleurotus* spp. e cogumelo italiano < 0,1245 e cogumelo chileno = 0,1566

DISCUSSÃO

A discussão que se segue avaliou os resultados quanto à possibilidade desses cogumelos serem considerados fontes de minerais. De acordo com a Portaria n° 27 (29) para que um alimento possa ser considerado fonte de um dado mineral esse deve estar presente e contemplar no mínimo 15% da RDA(1989) ⁽³⁾ (ingesta diária recomendável) para tal elemento; valores acima de 30% da RDA indicam que o alimento apresenta teores altos. Os dados de alguns minerais foram convertidos em peso úmido para viabilizar a comparação com a RDA. No julgamento quanto à toxidez e /ou contaminação foram empregados os valores estabelecidos pela OMS (30) e /ou Decreto n° 55871 (31), respectivamente. Para os elementos onde a RDA ainda não foi estabelecida considerou-se a ESADDI (ingestão dietética diária considerada segura e adequada) citada por Czajka-Narins (32).

De acordo com Chang & Miles (33) os cogumelos em geral são boa fonte de minerais. Estes são absorvidos do substrato pelo micélio em crescimento e translocados para os corpos de frutificação.

O K aparece como o maior componente de minerais confirmando os dados da literatura (15). Os cogumelos *Pleurotus* spp. avaliados apresentaram em média 3,28g/100g em peso seco de K, ou seja, 328 mg/100 g de cogumelo fresco, o que corresponde a 16,4% da RDA, que é de 2000 mg. Assim, esses cogumelos são fonte desse mineral mesmo consideran-

3. Recommended Dietary Allowances. 10th Edition. Washington:National Academy Press, 1989.

do que existe variações entre eles estatisticamente significativas (Tabela 2). O maior teor em K foi encontrado nos cogumelos *Pleurotus* sp. de coloração rosa ($P < 0,05$).

O P aparece como segundo elemento mineral, o que também está pertinente com os dados encontrados na literatura (5,8,15, 16, 24); nas amostras avaliadas o teor médio foi de 1,41 g/100g em peso seco, ou seja, 141 mg/100 g de cogumelo fresco nas espécies de *Pleurotus* e, em teor significativamente menor no cogumelo chileno (53 mg/100 g de peso fresco). A RDA para o P é de 800 mg - as espécies de *Pleurotus* avaliadas nesse trabalho cobrem cerca de 17,65% das necessidades diárias, portanto também são fonte de P, embora entre elas haja diferenças significativas tendo sido encontrados os maiores teores naqueles chamados shimeji ($P < 0,05$) (Tabela 2).

O S ocorreu como terceiro elemento, contrariando os dados da literatura onde o Mg é o terceiro elemento mineral majoritário (5, 8, 15, 16, 24). As amostras de *Pleurotus* avaliadas apresentaram teores médios de 0,335 g/100g em peso seco, ou seja, 33,5 mg/100 g de cogumelos frescos. As amostras dos cogumelos chamados shimeji e *Pleurotus* rosa apresentaram os maiores teores e o cogumelo chileno o menor teor ($P < 0,05$) (Tabela 2).

Com relação ao Mg, os maiores teores ocorreram nas espécies de *Pleurotus* chamadas shimeji. Entre os *Pleurotus* avaliados a média de Mg foi de 0,19 g/100g em peso seco - valor que corresponde a 19 mg/100 g de cogumelos frescos. Esse teor médio é correspondente a 5,95% do RDA que foi estabelecida entre 270 a 300 mg, portanto esses cogumelos não são fonte desse mineral. Teores significativamente menores foram encontrados nas amostras de cogumelos chileno e italiano (Tabela 2). Esses valores encontrados estão em desacordo com aqueles encontrados por Seeger e Beckert (34) que ao estudarem o teor de Mg de 402 espécies de cogumelos silvestres observaram que este variou entre 3,9 a 46,40 mg/100g em peso fresco e que cerca de 75% das amostras continham de 8 a 18 mg/100g em peso fresco, valores estes na mesma ordem de magnitude que o presente em vegetais. Observaram também que o teor de Mg mostrou-se dependente da espécie e gênero mas, igualou-se ao conteúdo presente no solo ou foi menor. Nenhuma diferença foi encontrada entre o teor de magnésio de corpos de frutificação jovens ou velhos.

O teor de Ca entre as amostras de *Pleurotus* apresentou-se menor ou igual a 0,01 g/100g em peso seco, e nos cogumelos chileno e italiano foi igual a 0,02 g/100g em peso seco, diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 2). Comparado a outros macro minerais é característico das espécies de *Pleurotus* e outros macrofungos apresentarem esse elemento em baixas concentrações (6,33).

A quantidade de Na encontrada nos cogumelos *Pleurotus* apresentou variação significativa de 52 a 380 mg/kg em peso seco ou 0,52 a 3,8 mg/100g em peso fresco; o maior teor foi encontrado no cogumelo italiano e os menores teores naqueles chamados shimeji ($P < 0,05$) (Tabela 3). Na literatura os valores de Na variaram de 85,8 a 780 mg/kg em peso seco ou

0,85 a 7,8 mg/100g em peso fresco em *Pleurotus* spp. cultivados em resíduos lignocelulósicos (5,8,16); quando cultivados em resíduos da indústria do papel variaram de 1390 a 1725 mg/kg em peso seco ou 13,90 a 17,25 mg/100g em peso fresco (20).

Considerando-se a classificação da Portaria nº 27 (29) "alimentos que não contém sódio apresentam teores igual ou menor que 5 mg de Na/100 g de sólidos", as espécies avaliadas de *Pleurotus* são tidas portanto como alimento que não contém Na, bem como os cogumelos chileno e italiano avaliados. Há que, no entanto, conhecer-se a procedência/substrato de origem pois, aqueles cogumelos cultivados de resíduos da indústria do papel, embora ainda contenham pouco Na, passam a ser classificados como alimentos com «muito baixo teor de sódio» (máximo 40 mg de Na/100 g de sólido) assim como *Agaricus bisporus*, o champignon de Paris, segundo Bano e Rajarathnam (6) que tem em média 11,5 mg/100 g em peso fresco.

Segundo Krummel (35), os cogumelos avaliados classificam-se para efeito de rotulação de alimentos como, «alimento sem sódio» (<5 mg/por porção padrão). Entre os temas para intervenção no controle da hipertensão, citados por Krummel (35), está a intervenção de pouco sódio/ muito potássio que recomenda aos pacientes a identificação de alimentos baixos em sódio e altos em potássio. Os cogumelos estudados, frescos ou secos, são alimentos que atendem essas exigências uma vez que são fontes de potássio. O potássio dietético e a pressão sanguínea estão inversamente relacionados, isto é, ingestão de alimentos com alto teor de potássio está associada à pressão sanguínea mais baixa (36).

Dos microelementos (Tabela 3), o Fe nas espécies de *Pleurotus* avaliados apresentou-se em média com teor de 133,85 mg/kg de peso seco ou 1,338 mg/100 g de peso fresco, valores que são encontrados na literatura (5, 8, 15, 16, 24, 37). Em relação à RDA (14 mg) conclui-se que a ingestão de 100 g fornece 9,56% desta. Portanto, embora esses cogumelos não possam ser considerados fonte de Fe, um estudo de Memuna & Chakrabarti⁽⁴⁾ citados por Bano & Rajarathanam (6), mostrou que pelo menos parte desse elemento está na forma biodisponível através de reversão de anemia induzida em ratos quando alimentados com *Pleurotus* spp. como suplemento de dieta láctea. Todavia, generalizações não podem ser feitas pois o cogumelo chileno apresentou o maior teor em Fe - 573 mg/kg em peso seco ou 5,73 mg de Fe/100 g de cogumelo fresco ($P < 0,05$) (Tabela 3), o que corresponde a 40,92% da RDA e, portanto poderia ser considerado como alimento com alto teor de Fe (> 30% RDA, segundo Portaria nº 27) (29).

O teor de Cu nas linhagens de *Pleurotus* avaliadas esteve em média ao redor de 2,43 mg/100 g de peso seco ou 0,243 mg/100 g de peso fresco, estando esse dado em acordo com a

4. Memuna H.; Chakrabarti CH. A study of iron in mushrooms. Indian J Nutr Diet, 1982;19: 203.

literatura, Tabela 3 (5, 15, 16, 20, 24, 37). A ingestão de 100 g desses cogumelos frescos atinge 15 a 8,0% considerando-se que a ESADDI varia de 1,5 a 3 mg (32), respectivamente.

De acordo com a OMS (30) os cogumelos *Pleurotus* e chileno podem ser considerados boas fontes de Cu pois, apresentam teores maiores que 2 mg/kg em peso fresco ou 0,2 mg/porção normalmente utilizada.

Os maiores teores de B foram encontrados nas linhagens de *Pleurotus ostreatoroseus*, média de 13 mg/kg em peso seco ($P < 0,05$) (Tabela 3). Nos outros cogumelos, chileno, italiano e *Pleurotus* spp os teores encontrados foram iguais a 6 ou < 5 mg/kg (em peso seco) - dados esses que estão coerentes com os encontrados na literatura (8). Boas fontes de B são os alimentos de origem vegetal, especialmente frutas não cítricas; vegetais folhosos, nozes e leguminosas são fontes ricas; nozes e frutas secas geralmente fornecem de 15 a 30 mg/kg em peso fresco desse elemento. Os cogumelos avaliados fornecem cerca de 5 a 6 mg/kg (peso seco) de B, exceto as espécies de *Pleurotus ostreatoroseus* (11,61 a 15,22 mg/kg em peso seco) que apresentam quantidades, próximas aos alimentos considerados fonte.

A média de Mn nas espécies/linhagens de *Pleurotus* avaliadas foi de 12,43 mg/kg em peso seco que corresponde a 0,1234 mg de Mn/100 g de peso fresco, atingindo 2,48% da ESADDI (2 a 5 mg/dia)(32). O maior teor foi encontrado no cogumelo italiano e nas linhagens de *Pleurotus* chamadas de shimeji ($P < 0,05$); o cogumelo chileno apresentou o menor teor ($P < 0,05$) (Tabela 3). É característica dos macrofungos apresentarem-se com teores baixos e serem ainda mais baixos nas espécies de *Pleurotus* (15).

Entre os *Pleurotus* spp os teores de Al variaram entre valores < 10 a 69 mg/kg em peso seco, havendo diferenças entre eles significativas. Os maiores teores foram encontrados no cogumelo chileno (650 mg/kg) e no italiano (127mg/kg) ($P < 0,05$) (Tabela 3).

A OMS (30) sugere, provisoriamente, que a ingestão semanal tolerável de alumínio pode ser de aproximadamente 7 mg/kg de peso corpóreo - o que corresponde a 490 mg/semana para um indivíduo de 70 kg. Considerando-se esses valores, conclui-se que os cogumelos, mesmo o chileno que fornece 6,5 mg de Al/100 g de peso fresco, não representam risco para a saúde.

Na avaliação do teor de Zn, as linhagens de *Pleurotus* de coloração rosa apresentaram os maiores teores ($p < 0,05$) (Tabela 3). No entanto, não podem ser considerados fontes desse elemento mesmo sendo considerados bioacumuladores (5,20,22), pois contribuem aproximadamente com 12% da RDA cuja média é de 15 mg, dependendo da faixa etária.

Uma importante fonte de Zn é a carne vermelha magra (4,0 a 5,0 mg de Zn/100 g de peso fresco) e este encontra-se altamente biodisponível (Zn associado a aminoácidos e hidroxíácidos, substâncias de baixo peso molecular solúveis) e, esta fonte fornece 0,2-0,3 mg Zn/g proteína (30). Assim,

como os cogumelos *Pleurotus* avaliados fornecem, em média, 0,63 mg Zn/g de proteína (4), pode-se, após considerações acima, inferir que este elemento pode estar biodisponível devido à presença de aminoácidos e hidroxíácidos em sua composição (6). Um fato importante quanto ao Zn é que este parece exercer um efeito protetor com relação à toxidez do Cd desde que em concentrações adequadas (38,39). No entanto, como cogumelos fornecem baixa energia e são ricos em ácido fólico (6) essas questões devem ser estudadas.

Com relação aos metais cujos teores encontrados estiveram abaixo dos limites de detecção do método e equipamentos adotados neste trabalho, portanto não detectados (Tabela 4), algumas considerações podem ser feitas quanto à RDA, ESADDI e possíveis problemas de toxidez.

Em relação ao Ni, considerando-se o limite de detecção a ESADDI (< que 600 µg/dia) (32) e o limite como contaminante inorgânico pode-se concluir que os cogumelos não representam problemas quanto a este elemento.

Dados da literatura quanto ao teor de Cr em cogumelos do gênero *Pleurotus* variam de 0,0 a 1,18 mg/kg (peso seco) (5, 8, 15, 16, 20, 37). O limite de detecção do método adotado nesse trabalho foi de 1,245 mg/kg em peso seco. Portanto, valores abaixo não puderam ser detectados, o que significa que os cogumelos avaliados podem conter tal elemento.

A ESADDI do Cr, para adultos está entre 50 a 200 µg (32). Portanto pode-se concluir, considerando o limite de detecção, que os cogumelos não são tóxicos quanto ao Cr, exceto o cogumelo chileno que pode conter valores próximos a 15,66 µg de Cr/100 g de cogumelo fresco o que corresponde a cerca de 40% do limite mínimo para ESADDI.

Dados quanto ao teor de Co em cogumelos variam de 0,00 a 1,18 mg/kg em peso seco (5,15, 20). O limite do método empregado neste trabalho para o Co foi menor que 1,395 mg/kg em peso seco (Tabela 4), o que significa que as amostras de *Pleurotus* avaliadas podem conter esse elemento.

Em relação ao Cd, o limite do método neste trabalho foi menor que 1,095 mg/kg em peso seco. Em se tratando de um metal tóxico pode-se concluir que as amostras avaliadas não apresentam teores igual ou acima de 1,095 mg/kg em peso seco, o que representa cogumelos contendo médias menores que 10,95 µg/100 g de peso fresco. Considerando que o limite máximo tolerável é de 0,5 mg/semana ou aproximadamente 70 µg/dia (30) e que somente valores acima do limite de detecção representariam riscos para a saúde, pode-se inferir que as amostras avaliadas não representam problemas.

Quanto aos teores de Pb, o limite de detecção do método adotado foi menor que 16,4 mg/kg em peso seco, que representa cerca de menos que 0,164 mg Pb/100 g de cogumelos frescos. No entanto, como o limite máximo tolerado é de 3mg/semana ou 0,43 mg/dia, esse limite de detecção mostra que os cogumelos avaliados podem conter Pb e desta forma contribuir com cerca de 38% do limite máximo permitido.

Como consequência quando se avalia os teores máximos

permitidos para contaminantes inorgânicos e/ou aditivos incidentais em alimentos, relacionados à segurança quanto à toxicidade e considerando-se os limites de detecção nesse trabalho (Tabela 4), não se pode afirmar que os cogumelos avaliados estejam livres da contaminação por Pb e Cr. Trabalhos subsequentes devem considerar limites de detecção mais baixos para esses elementos, assim como a avaliação da presença de Hg.

CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos nessa avaliação exploratória pode-se concluir que os cogumelos avaliados são boa fonte de potássio e cobre; os cogumelos conhecidos como hiratake e shimeji são também boa fonte de fósforo; o cogumelo italiano apresentou-se como alimento com alto teor de ferro, contudo essa afirmação depende de maiores estudos embasados numa amostragem maior, na identificação da espécie/linhagem e na biodisponibilidade do elemento.

Os cogumelos avaliados podem ser classificados como alimentos que «não contém sódio» e podem ser indicados como um alimento ou condimento no realce do sabor para pacientes com hipertensão ou outras doenças cardíacas, onde há restrição de sódio.

Com relação aos metais tóxicos recomenda-se que trabalhos subsequentes investiguem a presença de chumbo e cromo pois, os limites de detecção do método analítico adotado neste trabalho estiveram acima do limite máximo permitido como contaminante inorgânico para esses elementos. Recomenda-se a monitoração do mercúrio, não avaliado nesse trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- Chang ST. Worldwide specialty mushrooms production. *The Mushroom J*, 1995; 543: 20.
- Eira AF, Minhoni MTA. Manual de cultivo do "hiratake" e "shimeji" (*Pleurotus* spp.). Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1997.
- Rajaratnam S, Bano Z. *Pleurotus* mushrooms: Part III: biotransformations of natural lignocellulosic wastes; commercial applications and implications. *CRC Crit. Rev. in Food Sci and Nutr*, 1989;28(1):31-113.
- Crisan EV, Sands A. Nutritional value. In: Chang ST, Hayes WA, editors. *The biology and cultivation of edible mushrooms*. New York: Academic Press, 1978;137-68.
- Bano Z, Nagaraja KV, Vibhakar S, Kapur OP. Mineral and heavy metal contents in the sporophores of *Pleurotus* species. *Mushrooms Newsl for the Trop*, 1981;2(2):3-7.
- Bano Z, Rajaratnam S. *Pleurotus mushrooms*. Part II: chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr*, 1988;27(2):87-158.
- Favero N, Bressa G, Costa P. Response of *Pleurotus ostreatus* to cadmium exposure. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 1990;20(1):1-6.
- Vetter J. Data on arsenic and cadmium contents of some common mushrooms. *Toxicon*, 1994;32(1):11-15.
- Pallotti G, Bencivenga B, Vegliante A. Contenuto in mercurio totale di funghi selvatici e coltivati. *Industrie Alimentari*, 1976;12:57-60.
- Zurera-Cosano G, Rincon-Leon F, Pozo-Lora R. Lead and cadmium content of some edible mushrooms. *J Food Qual*, 1987;10: 311-317.
- Zurera-Cosano G, Rincon-Leon F, Moreno-Rojas R, Salmeron-Egea J, Pozo-Lora R. Mercury content in different species of mushrooms grown in Spain. *J Food Protect*, 1988;51(3):205-207.
- Stijve t, Bourqui B. Arsenic in edible mushrooms. *Deutsche Lebensmittel Rundschau*, 1991;87(10):307-310.
- Kalac P, Burda J, Stasková I. Concentration of lead, cadmium, mercury and copper in mushrooms in the vicinity of a lead smelter. *The Sci. of the Total Environment*, 1991;105: 109-119.
- Kalac P, Niznanska M, Bevilacqua D, Staskova I. Concentrations of mercury, copper, cadmium and lead in fruiting bodies of edible mushrooms in the vicinity of a mercury smelter and a copper smelter. *Sci. of Total Environment*, 1996;177 (155,1-3):251-8.
- Vetter J. Mineral element content of edible and poisonous macrofungi. *Acta Alimentaria*, 1990;19(1):27-40.
- Strmisková G, Strmiska F, Dubravický J. Mineral composition of oyster mushroom. *Nahrung*, 1992;36(2):210-212.
- Borella P, Caselgrandi E, Fabio G, Gilbertoni C. Risk of intake for cadmium and lead with consumption of fresh mushrooms on sale. *Ig Mod* 1994;101(3):323-331.
- Haldmann M, Bajo C, Haller T, Venner T, Zimmerli B. Occurrence of arsenic, lead, cadmium, mercury and selenium in cultivated mushrooms. *Mitterlungen aus dem Gebiete der Lebensmittelunterserchung und hygiene*, 1995;86(5):463-484.
- Latiff LA, Daran ABM, Mohamed AB. Relative distribution of minerals in the pileus and stalk of some select edible mushrooms. *Food Chem.*, 1996;56(2):115-121.
- Mueller JC, Gawley JR, Lanz T, Hayes WA. Mineral and heavy metal content of *Pleurotus sajor-caju* grown on cellulosic residues from bleached kraft pulp mill. *Mushrooms Newsl Trop*, 1985;5(3):9-16.
- Jain SK, Gujral GS, Vasudevan P, Jha n K. Uptake of heavy metals by *Azolla pinata* and their translocation into fruit bodies of *Pleurotus sajor-caju*. *J Ferment Bioeng*, 1989;68(1):64-67.
- Sturion GL. Utilização da folha de bananeira como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp) (dissertação de Mestrado). Piracicaba (SP):Universidade de São Paulo, 1994.
- Racz L, Papp L, Fodor P. Migration analysis of elements from compost and casing material to the fruit bodies in cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Acta Alimentaria*, 1995;24(2):160-66.
- Sturion GL, Oetterer M. Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.) originados em diferentes substratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 1995;15(2): 189-193.

25. Bononi VL, Capelari M, Maziero R, Trufem SFB. Cultivo de cogumelos comestíveis. São Paulo: Icone Editora, 1995.
26. Silva DJ. Análise de alimentos; métodos químicos e biológicos. Viçosa:Imprensa Universitária Federal de Viçosa, 1981.
27. Zonta EP, Machado AA. Sanest - Sistema de Análise Estatística. Piracicaba:Departamento de Matemática e Estatística, ESALQ-UP.
28. Gomes FP. Curso de estatística experimental. 12a ed., Piracicaba:Nobel, 1987.
29. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância Sanitária. Portaria no 27; 1998 jan 13; Diário Oficial da União 1998 jan 16. Regulamento Técnico referente à informação nutricional complementar. In: ABIAD - Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos. Compêndio de Legislação sobre Alimentos para fins especiais e outros alimentos. São Paulo:ABIAD, 1998;115-122.
30. Organização Mundial DA Saúde; Tradução Andréa Favano. Elementos traço na nutrição e saúde humanas. São Paulo: Ed. Roca, 1998.
31. Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Decreto no 55871, 1965 março 26. In: Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos. Compêndio de Legislação de Alimentos. rev.4, São Paulo:ABIA, 1989;v1/a:3.1-3.7.
32. Czajka-narins D. Minerais. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Tradução Andrea Favano. Krause; alimentos, nutrição e dietoterapia. 9a ed., São Paulo: Roca. 1998;123-166.
33. Chang ST, Miles PG. The nutritional attributes and medicinal value of edible mushrooms. In: CHANG ST, MILES PG, editors. Edible mushrooms and cultivation. Boca Raton: CRC Press Inc. 1989; 27-38.
34. Seeger R, Beckert M. Magnesium in höeren pilzen. Z. Lebensm. Unters-Forsch., 1979;168:264-81.
35. Krummel D. Cuidado nacional na insuficiência e transplante cardíaco. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Tradução Andrea Favano. Krause; alimentos, nutrição e dietoterapia. 9th rev. ed. São Paulo: Roca. 1998;753-766.
36. Krummel D. Nutrição na hipertensão. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Tradução Andrea Favano. Krause; alimentos, nutrição e dietoterapia. 9th rev. ed. São Paulo: Roca. 1998;569-582.
37. Procida G, Pertoldi-Marletta G. Trace elements in cultivated and spontaneous edible mushrooms. Rivista di Scienza dell'Allimentazione, 1995;24(4):535-542.
38. Mitra AK, Purkayastha RP, Chatterjee NB, Bhattacharyya B. Uptake and tissue distribution of cadmium in albino rat after exposure to cadmium-contaminated edible mushroom and its effect on blood. Curr Sci. 1995; 68(10):1050-53.
39. I sasa MET, Masoud TA, Para MCM. Relación Cd/Zn en especies de hongos comestibles y su incidencia toxicológica. Anal. Bromatol, 1981; XXXIII(1):149-154.

Recibido: 05-03-1999

Aceptado: 27-09-1999