

COGUMELOS COMESTÍVEIS: USO, CONSERVAÇÃO, CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FARMACOLÓGICAS

EDIBLE MUSHROOMS: USE, CONSERVATION, NUTRITIONAL AND PHARMACOLOGICAL CHARACTERISTICS

Joice Vinhal Costa Orsine; Luíssa Marques Brito;
Maria Rita Carvalho Garbi Novaes

RESUMO

Revista HCPA. 2012;32(4):452-460

Escola Superior de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília.

Contato:

Joice Orsine
joicevinhal@gmail.com
Brasília, DF, Brasil

É crescente o interesse na produção e consumo de cogumelos devido às suas qualidades nutricionais e terapêuticas, o que tem estimulado sua utilização como alimento funcional e como adjuvante no tratamento de enfermidades como o câncer. O presente artigo tem por objetivo discutir o uso de cogumelos como alimento e com fins medicinais. Para isso, buscamos trabalhos publicados que consideram a composição química e nutricional, bem como os aspectos farmacológicos e tóxicos para o uso seguro em seres humanos. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa nas bases eletrônicas LILACS, SciELO, MEDLINE, PubMed e Cochrane. Foi possível verificar que os cogumelos apresentam características nutricionais interessantes devido ao alto teor de proteínas e fibras alimentares, baixo teor de lipídeos e fonte considerável de sais minerais. Possuem diversas substâncias com atividade antioxidante, como a Vitamina C, Vitamina E e polifenóis. Entre as substâncias com interesse na medicina, está o ergosterol, precursor da Vitamina D, que possui ação em enfermidades ósseas, como raquitismo e osteoporose. Na profilaxia e tratamento do câncer, foram observados possíveis efeitos anticarcinogênicos e antimutagênicos, proporcionados por glucanas, arginina, proteoglicanas, glutamina, lectina. Como não estão incluídos nas práticas alimentares da maioria da população do Brasil, muitos estudos estão sendo realizados no intuito de desenvolver formulações com adição de cogumelos, para tornar os alimentos mais saudáveis.

Palavras-chave: Alimento funcional; suplementos dietéticos; hábitos alimentares

ABSTRACT

The increasing interest in the production and consumption of mushrooms is due to its nutritional and therapeutic qualities which have encouraged the use of mushrooms as functional food and as adjuvant in the treatment of diseases like cancer. The objective of this article is to discuss the use of mushrooms as food and with medicinal purposes. For that, we searched for published works that consider their chemical and nutritional composition as well as their pharmacological and toxicological aspects for safe use in humans. Data collection was performed by a research on the electronic databases LILACS, SciELO, MEDLINE, PubMed, and Cochrane. The analysis of published studies showed that mushrooms have interesting nutritional characteristics due to high protein and dietary fiber, low lipid

content, and it is also a substantial source of dietary minerals. They have several substances with antioxidant activity, such as Vitamin C, Vitamin E, and polyphenols. Within the group of substances of medicinal interest is ergosterol, a precursor of Vitamin D, which acts on bone diseases such as rickets and osteoporosis. In the prophylaxis and treatment of cancer, we observed some possible anticarcinogenic and antimutagenic effects provided by glucan, arginine, proteoglycans, glutamine, and lectin. However, mushrooms are not part of most Brazilians' diet yet. For this reason, there are many ongoing studies to develop formulations with addition of mushrooms to make food healthier.

Keywords: Functional food; dietary supplements; food habits

Os cogumelos são muito apreciados desde a idade antiga. Acreditava-se no elevado valor nutritivo e no potencial medicinal, além de serem considerados uma especiaria nobre na culinária. Aproximadamente 140.000 espécies de cogumelos são conhecidas no mundo, sendo 2.000 comestíveis e 700 com propriedades farmacológicas comprovadas. Destas, 25 são cultivadas comercialmente (1).

De acordo com o *Codex Alimentarius*, os cogumelos comestíveis são alimentos pertencentes ao grupo *Funghi*. Eles podem crescer em estado silvestre ou serem cultivados e, após a sua elaboração, estarão próprios para serem utilizados como alimento (2).

O crescente interesse comercial e científico em cogumelos para uso na gastronomia ou na terapêutica clínica estimulou o aprimoramento de técnicas de cultivo e a introdução de novas espécies (1). Portanto, informações sobre a composição dos cogumelos são essenciais para avaliar a sua qualidade. Uma vez que os cogumelos desempenham funções importantes no organismo humano, a comprovação da rica composição química tem grande valor e tem se tornado uma preocupação de profissionais das áreas de saúde e de alimentos (3).

O objetivo deste trabalho é discutir o uso de cogumelos como alimento e com fins medicinais com base em trabalhos publicados, que consideram a composição química e os aspectos farmacológicos e toxicológicos para o uso seguro em seres humanos.

MÉTODOS

Dos 230 artigos encontrados, foram selecionados 56 artigos publicados entre 2000 e 2012, nas bases de dados SciELO, LILACS, Medline, Pubmed e Cochrane, nos idiomas inglês, português e espanhol. Foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: artigos originais que apresentassem a composição dos cogumelos

terapêuticos e os resultados e benefícios do uso na alimentação. Foi utilizado o Mesh/DECS - descritores em Ciências da Saúde - para definir os termos de busca: "Agaricales" e "Cogumelo" aplicando-os nos critérios de inclusão dos artigos pesquisados.

RESULTADOS

Aspectos químicos e nutricionais de cogumelos comestíveis

Quando analisada sua composição bromatológica, os cogumelos são indicados para dietas balanceadas em razão da baixa concentração de gordura e de energia, bem como da alta concentração de fibras alimentares e proteínas (4) (tabela 1).

Estocagem e cuidados pós-colheita de cogumelos

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* são mais delicados e sensíveis do que os do gênero *Agaricus* e deterioram-se mais rapidamente após a colheita. Uma vez deteriorados, podem causar severas intoxicações gastrointestinais (5).

O cogumelo, depois de colhido, tem no máximo dez dias de vida útil, tendo a sua temperatura de armazenamento interferência direta sobre a qualidade do produto. Sob refrigeração a 2°C, o cogumelo tem vida de prateleira de aproximadamente nove dias. Quando armazenado a 18°C, observa-se a redução da vida útil para apenas três dias (6).

Conservação e preservação das características nutricionais de cogumelos

Devido ao seu elevado conteúdo de água, os cogumelos são altamente perecíveis. Quando não consumidos em curto intervalo de tempo após a colheita na forma fresca, devem passar por algum tipo de tratamento para evitar a sua deterioração (7) (tabela 2).

Tabela 1: Composição química de alguns cogumelos comestíveis. Estudos selecionados nas bases de dados LILACS, MEDLINE, PubMed, SciELO e Cochrane. Período de 2000 a 2012.

Referência	Espécie de cogumelo	Substâncias presentes
Costa et al. (2011) (4)	<i>Agaricus sylvaticus</i>	Carboidratos (36,21%), Proteínas (41,16%), Cinzas (7,38%), Lipídios (6,60%), Fibras (2,34%). Ferro (0,72690%), Cálcio (0,00135%), Zinco (0,54925%), Cobalto (0,00775%), Magnésio (0,02119%), Sódio (0,25534%), Potássio (0,61303%), Manganês (0,02318%) e Cobre (0,27666%). Vitamina C (0,01265%), Vitamina A (0,000001%), Vitamina D2 (0,000018%), Vitamina E (0,000020%) e Vitamina K2 (0,000001%).
Charalo et al. (2007) (25)	<i>Agaricus blazei</i>	29,23% de ácido palmítico (16:0), 7,46% de ácido esteárico (18:0), 10,84% de ácido oleico (18:1-n9), 49,68% de ácido linoleico (18:2-n6), 2,34% de ácido aracdônico (20:4n-6).
Fullani et al. (2007) (3)	<i>Lentinula edodes</i>	Proteína 19%, em base seca, cerca de 4,4% de lipídios e fibra alimentar em torno de 41,9%, fósforo aproximadamente 0,0894%.
	<i>Agaricus bisporus</i>	Teor de proteínas próximo a 28% em relação à base seca, fibras alimentares (20,4%) e baixo teor de lipídeos (5,4%), fósforo, valores médios de 0,1133%.
	<i>Pleurotus spp</i>	Proteínas 22%, fibras alimentares (39,6%) e lipídeos (4,30%), fósforo de 0,1097%.

Tabela 2: Formas de aplicação de métodos de conservação de alimentos sobre cogumelos.

Referência	Método de conservação	Resultados encontrados
Mc Donald e Sun (2000) (26)	Resfriamento a vácuo	A técnica a vácuo promove a aceleração do resfriamento, mas pode causar alguns efeitos desagradáveis na qualidade dos cogumelos, como problemas relacionados à perda de massa.
Burton et al. (1987) (27)	Resfriamento e refrigeração a vácuo	Não foram encontradas diferenças na estrutura dos cogumelos resfriados a vácuo e convencionalmente.
		Após 102 horas estocados a 5°C, não foi detectado escurecimento significativo, porém os cogumelos resfriados a vácuo tiveram menor escurecimento do que os resfriados convencionalmente.
		Quando os cogumelos foram estocados a 18°C houve um aumento linear no escurecimento com o tempo de estocagem.
Apati (2004) (28)	Secagem	A melhor temperatura de desidratação é de 40°C, levando em consideração a melhor capacidade de reidratação (por meio de imersão em água a temperatura ambiente, por um período de 30 minutos) dos cogumelos desidratados nesta temperatura. O tempo de secagem é aproximadamente duas vezes superior, se comparado à secagem realizada a 60°C e umidade relativa do ar de aproximadamente 75%.

Referência	Método de conservação	Resultados encontrados
Martinez-Soto et al. (2001) (29)	Branqueamento com metabissulfito de sódio ou ácido cítrico antes da secagem	Cogumelos que sofreram branqueamento ficaram mais escuros depois da secagem do que aqueles que não foram submetidos ao branqueamento. Os cogumelos liofilizados apresentaram maior capacidade de reidratação e cor mais próxima a dos cogumelos <i>in natura</i> do que os cogumelos secos por ar quente ou a vácuo. O aroma e o sabor dos cogumelos secos por ar quente foram estatisticamente semelhantes aos apresentados pelos cogumelos liofilizados.
George e Datta (2002) (30)	Liofilização	Tempo final de desidratação dos cogumelos de cinco horas, porém a liofilização não é um processo viável economicamente para o processamento industrial de cogumelos

* O branqueamento é utilizado como pré-tratamento no processamento de alimentos, devendo ser seguido de um método de conservação adequado.

Formas de utilização de cogumelos comestíveis

No Brasil, os cogumelos ainda não fazem parte do cardápio da maioria da população, que oferece certa resistência com relação ao seu consumo, podendo esse fato ser explicado pela falta de conhecimento quanto à disponibilidade de diferentes espécies e ao seu preparo (8).

O grau de escolaridade entre os consumidores de cogumelos representa uma parcela muito bem informada da população, e a espécie mais consumida é o tradicional Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), seguida pelo Shiitake (*Lentinula edodes*) e o Shimeji (*Pleurotus sp.*). As formas de consumo de cogumelos mais utilizadas são em molhos, cogumelo fresco e seco, em sopa e refogado, em conserva, acompanhando pizzas, massas e risotos (9).

O uso do chá de cogumelos é uma das práticas mais populares da medicina tradicional chinesa relacionada à prevenção ou ao tratamento de várias doenças humanas (10), sendo a forma mais comum para o seu preparo a infusão e fervura do fungo desidratado (11).

Em relação às formas de preparo, uma questão ainda a ser considerada é o efeito do processamento dos cogumelos sobre as suas propriedades. O cozimento dos cogumelos comestíveis pode afetar os nutrientes termolábeis. Porém, o uso de altas temperaturas tem efeito positivo na maior parte dos minerais que ativam o sistema imunológico, que se tornam mais disponíveis ao organismo humano após o cozimento. Já as fibras são parcialmente quebradas e as proteínas afetadas sem, no entanto, ter seu valor nutricional reduzido (8).

Em alguns casos, como o cogumelo shiitake, suas propriedades nutricionais são ressaltadas após cozimento. Quando submetido a processo de fritura leve, os nutrientes são preservados instáveis. A maior parte dos constituintes ativos, como os polissacarídeos, está associada a estruturas da parede celular e, em processo de ebulição, é liberada. Outros constituintes ativos, como os terpenos, também são mais bem solubilizados em água quente, sendo relativamente estáveis ao calor (8).

Aspectos farmacológicos de cogumelos comestíveis

Diversas substâncias bioativas com propriedades farmacológicas, como glucanas, proteoglicanas, lecitinas, ergosterol e arginina têm sido identificadas e isoladas em numerosas espécies de fungos medicinais (12).

A exemplo dos cogumelos *Agaricus sylvaticus*, *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei*, são relatados vários polissacarídeos com atividade imunomodulatória, anticancerígena, anti-inflamatória e antioxidante (13).

Acredita-se que a principal substância que responde pelos atributos funcionais dos fungos medicinais são as β -glucanas, fibras alimentares solúveis capazes de atuar de forma eficaz na redução do colesterol e de outros lipídeos plasmáticos (14). Elas aumentam as funções imunológicas por intermédio do estímulo à expansão clonal de células T, *Natural Killer* (NK), linfócitos B e células complementares, aumentando o número de macrófagos e monócitos, promovendo a proliferação e/ou produção de anticorpos e de várias citocinas e, dessa forma, evitando a regeneração e a

metástase do câncer (15).

Fibras como as β -proteoglicanas, heteroglicanas, quitina e peptidoglicanas atuam como imunomoduladoras (16). A composição da fração fibra dos cogumelos é composta principalmente por β -glicanas, quitina e hemicelulose, as quais apresentam propriedades antitumorais e antimutagênicas por estimularem o sistema imune (17).

As vitaminas do *A. blazei* Murill estão relacionadas à antiangiogênese, que corresponde à nova formação vascular. Apresentam efeito sobre o crescimento da microcirculação, a vitamina D3 e a vitamina D2 (ergosterol), que também apresenta um efeito antiangiogênico potente. O responsável por esse efeito é o ergosterol presente no extrato do cogumelo, que possui ação na redução do volume e inibição do crescimento tumoral, em ratos com sarcoma 180, sem os efeitos adversos geralmente causados pelos quimioterápicos. Seu mecanismo de ação ocorre pela inibição da neovascularização. O ergosterol, precursor do ergocalciferol é, sobretudo, uma substância antiangiogênica, explicando em parte seu efeito antitumoral (18).

Em estudo realizado por Fortes et al. (14), os autores observaram a redução significativa dos níveis plasmáticos de colesterol total (CT) e lipoproteína de baixa densidade (LDL colesterol/ LDL-c) durante todo o período de suplementação dietética com *A. sylvaticus*, sendo sugerido que a presença de substâncias bioativas nesses fungos apresentam efeitos benéficos no metabolismo lipídico e, conseqüentemente, no prognóstico dos pacientes.

Outros estudos experimentais conduzidos em animais de laboratório têm comprovado que a administração de determinadas espécies de fungos medicinais é capaz de promover redução significativa do colesterol total (CT); lipoproteína de baixa densidade LDL-c (4,5,17-20); lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL colesterol/ VLDL-c) (5,17); triglicérides (TG) (16-20), fosfolípido, índice aterogênico e da atividade da enzima 3-hidroxi-3-metilglutarilcoenzima A redutase (HMG-CoA redutase), além do aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL colesterol/ HDL-c) (20). O mecanismo pelo qual fungos medicinais são capazes de reduzir os níveis lipídicos é explicado por meio do aumento da excreção fecal de ácidos biliares e de colesterol, especificamente, por aumentar o receptor hepático LDL. As lovastatinas, inibidoras da enzima HMG-CoA redutase, que catalisam a síntese do mevalonato, atuam conjuntamente como responsáveis pelos

efeitos observados. Também já foi identificada uma substância denominada eritadenina, agente hipolipidêmico, capaz de reduzir os níveis de colesterol e outros lipídeos por meio da excreção do colesterol ingerido e de sua decomposição metabólica (14).

A arginina é descrita como estimuladora do hormônio de crescimento hipofisário e está relacionada ao aumento da atividade das células NK, células T helper e com o estímulo da produção de citocinas, tais como interleucina 1 (IL-1), interleucina 2 (IL-2), interleucina 6 (IL-6). Estudos indicam que o aumento da imunidade promovida pela arginina é obtido pela estimulação da liberação do hormônio de crescimento, estímulo na produção de óxido nítrico, hidroxiprolina, citocinas e poliaminas (18).

Já as proteoglicanas têm seu mecanismo de ação baseado na estimulação das funções imunológicas, da atividade fagocitária de macrófagos e melhoria das funções do sistema retículo-endotelial, amenizando, assim, os sintomas associados à quimioterapia, além de melhorar a infiltração tumoral pelas células T citotóxicas (18).

Dentre as numerosas moléculas bioativas que podem ser isoladas no corpo de frutificação de diversos fungos, a lectina, que é um fosfolípido, exerce propriedade antitumoral, antimutagênica e hemaglutinizante por intermédio de sua propriedade indutora de apoptose nas células tumorais, mecanismo primário contra as neoplasias malignas (18).

Por fim, a glutamina age aumentando a função imune e intestinal, reduz a bacteremia e os danos na mucosa associados à quimioterapia, mantendo a integridade intestinal, melhora o equilíbrio nitrogenado, contribui com a não elevação de citocinas pró-inflamatórias, possui capacidade antioxidante e melhora a preservação da musculatura esquelética. Seu mecanismo de ação se justifica por ser fonte de energia preferencial à glicose por todas as células de divisão rápida, como os enterócitos, células do sistema imunológico e nervoso. Prolonga a sobrevida no tratamento do câncer, diminuindo o catabolismo debilitante (20).

Estudos do efeito de cogumelos comestíveis em pacientes oncológicos

Após suplementação dietética com fungos *A. sylvaticus*, Fortes et al. (15) observaram que este cogumelo é capaz de melhorar as alterações gastrointestinais de pacientes no pós-operatório

de câncer colorretal, promovendo melhoria na qualidade de vida desses pacientes.

Foi realizado um estudo por Fortes et al. (21), com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação dietética com fungos *A. sylvaticus* em pacientes no pós-operatório de câncer colorretal, após seis meses de tratamento, a respeito dos indicadores da qualidade de vida - sedentarismo, tabagismo, etilismo, distúrbios do sono, alterações na disposição e no humor e presença de dores - que acometem principalmente os pacientes com câncer. Os resultados encontrados pelos autores sugerem que a suplementação dietética com este cogumelo é capaz de melhorar a qualidade de vida de pacientes com câncer colorretal em fase pós-operatória por reduzir significativamente os efeitos deletérios ocasionados pela própria enfermidade e pelo tratamento convencional da mesma.

Com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação dietética com fungos *A. sylvaticus* no perfil lipídico de pacientes com câncer colorretal em fase pós-operatória, Fortes et al. (14) verificaram que a suplementação dietética com fungos *Agaricus sylvaticus* é capaz de reduzir o colesterol total, LDL-c e triglicérides, apresentando efeitos benéficos no metabolismo lipídico e, conseqüentemente, no prognóstico desses pacientes.

Pacientes com câncer de mama e metástase pulmonar foram submetidos a tratamento com o cogumelo comestível *A. sylvaticus*, como complemento da tradicional quimioterapia, radioterapia e cirurgia. O sucesso evolutivo observado foi atribuído ao aumento das células "Natural Killer" do paciente (22).

Para maiores esclarecimentos quanto aos efeitos adversos das espécies comestíveis são necessários mais estudos, pois os estudos existentes não demonstram haver toxicidade significativa com o uso dos cogumelos nas doses recomendadas (18). Na literatura, é possível encontrar, entretanto, alguns relatos de hipersensibilidade (1).

Elaboração de produtos alimentícios com a utilização de cogumelos

Alguns autores observaram, em seus estudos, os efeitos benéficos na dieta de indivíduos que consumiram, em um período de quatro dias, uma média de 419,9 kcal e 30,83 g de gordura a menos nos pratos preparados com cogumelo

quando comparados aos pratos que utilizaram carne em sua formulação. Foi verificado ainda que a aceitação dos pratos com cogumelo foi similar aos pratos com carne, mostrando o potencial de utilização deste tipo de substituição (23).

Trabalhos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a aceitabilidade do cogumelo *A. brasiliensis* em pratos culinários como referência para o desenvolvimento de tecnologias de preparo deste cogumelo, visando a impulsionar o seu uso na alimentação (24).

Em outro estudo foi desenvolvido e caracterizado um produto análogo a hambúrguer a base de cogumelo *A. brasiliensis* e comparado suas características com uma formulação controle, na qual o cogumelo foi substituído por carne moída de patinho, e com produtos comerciais: um a base de carne bovina e outro a base de proteína vegetal. Considerando-se os resultados obtidos neste trabalho, o hambúrguer de cogumelo *A. brasiliensis* demonstrou ser uma alternativa mais saudável ao produto tradicional, pois além das propriedades nutricionais e gastronômicas, o cogumelo apresenta inúmeras propriedades medicinais, além do alto teor de fibras (9).

Em outro estudo, foi verificado que molhos de tomate com adição do cogumelo *Agaricus brasiliensis* possuíam quantidade de polifenóis maior em relação aos molhos sem o extrato do cogumelo (13).

O extrato de cogumelo do gênero *Agaricus* apresentou-se como um agente antioxidante natural promissor, efetivo na proteção do óleo de soja. Porém, os autores afirmaram em seus estudos que é fundamental a investigação da atividade antioxidante do extrato do cogumelo em diferentes concentrações para que o produto possa se tornar mais competitivo no mercado (25).

Uma combinação purificada é muito diferente do cogumelo inteiro e, portanto, é inevitável questionar se comer o cogumelo inteiro tem valor preventivo ou terapêutico e, nesse caso, quanto deveria ser consumido e de que forma. Para shiitake, os pesquisadores descobriram que os corpos de frutificação pulverizados dados a ratos como 10-20% da sua dieta inibiu tumores transplantados e estudos pequenos demonstraram redução do efeito ameaçador do consumo de lipídeos com 9 g de cogumelos secos ou 90 g de cogumelos frescos (26).

O conteúdo e potência de ingredientes bioativos podem diferir, dependendo da forma como o

cogumelo é preparado e ingerido. Por exemplo, o conteúdo de tioprolina anticarcinógena varia de quantias indetectáveis em shiitake fresco, a 134 mg/100 g de shiitake seco, a 843 mg/100 g de shiitake fervido. Como é o caso para a maioria das plantas e ervas, a tensão específica, condições de crescimento e outros fatores ambientais também afetam significativamente o gosto, a forma, a substância do cogumelo e seu conteúdo bioativo (26).

Em outros trabalhos, algumas espécies de cogumelos comestíveis foram utilizadas nas seguintes dosagens em testes realizados em humanos: *Lentinus edodes*, 2 mg de lentinana após uma semana, quatro vezes por dois ou quatro intervalos semanais. *Agaricus bisporus*, 2,5 µL; 5 µL ou 10 µL de extrato liofilizado; mistura de polissacarídeos de seis cogumelos medicinais (*Agaricus blazei*, *Lentinus edodes*, *Grifola frondosa*, *Ganoderma lucidum*, *Coriolus versicolor*, *Cordyceps sinensis*) e poliactina A três vezes ao dia, representando um total de 6 g da mistura de cogumelos (18).

Toxicidade de cogumelos comestíveis

Infelizmente, são escassos os dados na literatura acerca da toxicidade de cogumelos. Em trabalho realizado por Orsine et al. (2012), os autores verificaram que o cogumelo *A. sylvaticus* não apresenta toxicidade, comprovando ser seguro para o consumo humano. Nesse estudo, foram realizados testes utilizando-se o extrato aquoso não fracionado do cogumelo, e a toxicidade foi avaliada observando-se qual a concentração letal (CL50) por meio de atividade hemolítica em eritrócitos humanos (27).

Yoshkoda et al. (2010) avaliaram a toxicidade do extrato obtido a partir do micélio do cogumelo *Lentinula edodes* em ratos Wistar, com doses diárias de 2000 mg/kg, durante 28 dias. Os autores observaram que não ocorreram mortes ou mudanças de comportamento dos animais. Porém, foram reduzidos o peso corporal e o consumo de alimentos, em particular no caso de ratos do sexo masculino, embora o grau de diminuição não tenha sido tão proeminente no final da administração. Nenhum efeito toxicológico significativo foi observado nos exames de hematologia, bioquímica sérica, peso dos órgãos absolutos e relativos, autópsia e histopatologia. Consequentemente, o nível sem efeitos adversos observados para o cogumelo *L. edodes* foi considerado como mais de 2.000 mg/kg/dia nas condições do presente estudo (28).

Em 2008, Bellini et al. (2008) observaram que as frações metanólicas do cogumelo *A. blazei* testadas não ofereceram proteção química e que todas as frações apresentaram-se potencialmente mutagênicas no teste de HGPRT (hypoxanthine-guanine phosphoribosyl transferase locus). Sendo assim, os autores concluíram que mais testes são necessários para uma investigação dos efeitos biológicos dos extratos metanólico e aquoso do *A. blazei*, além de outras interações com o metabolismo das células antes de recomendar o seu largo uso pela população, o que já ocorre em diversos países. Este estudo indica que os extratos metanólicos do fungo não devem ser utilizados em função de sua genotoxicidade e que se deve ter cuidado no uso de *A. blazei* pela população antes que a caracterização bioquímica deste fungo seja completa (29).

Novaes et al. (2007) observaram que a administração do extrato aquoso do cogumelo *A. sylvaticus* em doses superiores às usadas nos protocolos terapêuticos em humanos, apresenta toxicidade muito baixa, quando realizados testes de toxicidade clínica, bioquímica e histopatológica em ratos saudáveis (30).

Costa e Nepomuceno (2003), objetivando avaliar os possíveis efeitos protetores do chá de *A. blazei* (62,5 g.L⁻¹) contra a ação genotóxica do uretano (10 mM), não observaram aumento estatisticamente significativo nas frequências de manchas mutantes em larvas expostas ao chá de *A. blazei*, no teste SMART (Somatic Mutation And Recombination Test). Quando o cogumelo *A. blazei* foi associado ao uretano, foi observada uma redução estatisticamente significativa nas frequências das manchas mutantes. Os resultados sugerem que o *A. blazei* não é genotóxico e exerce um efeito protetor contra a ação genotóxica do uretano (31).

CONCLUSÃO

Cogumelos são alimentos com excelentes características nutricionais, como alto teor de proteínas, fibras alimentares, minerais, vitaminas, diversas substâncias bioativas com propriedades farmacológicas e baixo teor de lipídeos, podendo ser acrescido aos hábitos alimentares normais e usuais da população.

São diversas as formas de inclusão dos cogumelos na dieta. Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas para avaliar os efeitos dos métodos de conservação de alimentos nas

características nutricionais dos produtos e, também, no desenvolvimento de novos produtos contendo cogumelos em sua formulação, de modo a aumentar o valor nutritivo das preparações ou até mesmo atender consumidores cujas dietas restringem certos grupos de alimentos, como produtos de origem animal.

Nesse contexto, abre-se a possibilidade de utilizar alimentos industrializados que contenham cogumelos adicionados, atendendo ao mercado consumidor com vantagens nutricionais, como o desenvolvimento de molho de tomate e de hambúrguer contendo cogumelo *A. brasiliensis* em suas formulações e do óleo de soja enriquecido com *A. blazei*. O desafio da indústria de alimentos é desenvolver tecnologias compatíveis com a preservação das propriedades nutritivas e a estabilidade de vitaminas e aminoácidos dos alimentos durante o período de armazenamento, reduzindo ao máximo as perdas nutricionais durante a estocagem desses produtos.

Além dos benefícios da ingestão de alimentos ricos em nutrientes para suprir as necessidades do organismo, deve-se atentar ao fornecimento de produtos com características sensoriais satisfatórias. A garantia da qualidade e segurança pode ser obtida utilizando-se as Boas Práticas de Fabricação desde a obtenção das matérias-primas até a distribuição do produto final. Também é importante a aplicação dos cuidados pós-colheita, evitando assim possíveis contaminações por microrganismos deteriorantes e patogênicos, reduzindo reações enzimáticas, responsáveis por alterações na cor, textura, sabor e aroma dos cogumelos.

Com relação à toxicidade dos cogumelos comestíveis, observou-se que ainda devem ser realizados estudos com o intuito de determinar as quantidades ideais para consumo humano, como forma de garantir a segurança alimentar quanto ao seu uso.

REFERÊNCIAS

1. Taveira VC, Novaes MR. Consumo de cogumelos na nutrição humana: uma revisão da literatura. Com Ciências Saúde. 2007;18(4):315-22.
2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Codex Stan 38-1981: Norma General del Codex para los Hongos Comestibles y sus Productos. 1981. Resolução RDC nº. 272, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União 23 set. 2005.
3. Furlani RP, Godoy HT. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. Ciênc Tecnol Aliment. 2007;27(1):154-7.
4. Costa JV, Novaes MR, Asquieri ER. Chemical and Antioxidant Potential of *Agaricus sylvaticus* Mushroom Grown in Brazil. J Bioanal Biomed. 2011;3:49-54.
5. Stamets P, Chilton JS. The mushroom cultivator. Olympia, Agarickon Press, 1996.
6. Lukasse LJ, Polderdijk JJ. Predictive modelling of post-harvest quality evolution in perishables, applied to mushrooms. Journal of Food Engineering. 2003;59:191-8.
7. Arora S, Shivhare US, Ahemd J, Raghavan GS. Drying kinetics of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus florida* mushrooms. American Society of Agricultural Engineers. 2003;46(3):721-4.
8. de Amazonas AM, Siqueira P. Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*): Ciência, Saúde e Sabor. Colombo: Embrapa Florestas, Documentos. 2003;85:45.
9. Lemos FM. Elaboração e caracterização do produto análogo a hambúrguer de cogumelo *Agaricus brasiliensis*. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos. Curitiba; 2009:147p.
10. Lucas AS. Propriedades antitumorais do cogumelo do sol. Trabalho de conclusão apresentado à Fundação Herbarium de Saúde e Pesquisa, cumprindo exigência para a conclusão do curso de Fitomedicina. 2008:33p.
11. Bononi VL, Okino LK, Tanaka JH, Capelari M. Cultivo de *Agaricus blazei* Murrill: o cogumelo do sol. São Paulo: Instituto de Botânica. 2001; Manual 9:21p.
12. Fortes RC, Novaes MR. Efeitos da suplementação dietética com cogumelos Agaricales e outros fungos medicinais na terapia contra o câncer. Rev Bras Cancerol. 2006;52(4):363-71.
13. Monteiro CS. Desenvolvimento de molho de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill formulado com cogumelo *Agaricus brasiliensis*. Paraná. Tese [Doutorado em Tecnologia de Alimentos] - Universidade Federal do Paraná; 2008.
14. Fortes RC, Melo AL, Recôva VL, Novaes MR. Alterações lipídicas em pacientes com câncer colorretal em fase pós-operatória: ensaio clínico

- randomizado e duplo-cego com fungos *Agaricus sylvaticus*. Rev Bras Coloproct. 2008;28(3):281-8.
15. Fortes RC, Recôva VL, Melo AL, Novaes MR. Alterações gastrointestinais em pacientes com câncer colorretal em ensaio clínico com fungos *Agaricus sylvaticus*. Rev Bras Coloproct. 2010;30(1):45-54.
 16. Park YK, Ikegaki M, Alencar SM, Aguiar CL. Determinação da concentração de b-glucano em cogumelo *Agaricus blazei* Murill por método enzimático. Cienc Tecnol Aliment. 2003;23(3):312-6.
 17. Mattila P, Lampi AM, Ronkainen R, Toivo J, Piironen V. Sterols and vitamin D2 contents in some wild and cultivated mushrooms. Food Chem. 2002;76:293-8.
 18. Novaes MR, Fortes RC. Efeitos antitumorais de cogumelos comestíveis da família agaricaceae. Rev Nutr Bras. 2005;4(4):207-17.
 19. Novaes MR, Lima LA, Ribeiro JE, Magalhães AV. Efeitos farmacológicos da suplementação dietética com arginina a 6% em tumores experimentais. Rev Metabolismo e Nutr. 2003;7(2):230-6.
 20. Fortes RC, Taveira VC, Novaes MR. The immunomodulator role of b-D-glucans as co-adjuvant for cancer therapy. Rev Bras Nutr Clin. 2006;21(2):163-8.
 21. Fortes RC, Recôva VL, Melo AL, Novaes MR. Qualidade de vida de pacientes com câncer colorretal em uso de suplementação dietética com fungos *Agaricus Sylvaticus* após seis meses de seguimento: ensaio clínico aleatorizado e placebo-controlado. Rev Bras Coloproct. 2007;27(2):130-8.
 22. Gennari JL, Veronesi R, Gennari MS. Uso do cogumelo *Agaricus sylvaticus* como complemento terapêutico em paciente com câncer de mama e metástase pulmonar. Rev Bras Med. 2002;59(7):537-8.
 23. Cheskin LJ, Davis LM, Lipsky LM, Mitola AH, Lycan T, Mitchell V, et al. Lack of energy compensation over 4 days when white button mushrooms are substituted for beef. Appetite. 2008;51(1):50-7.
 24. Escouto LF, Colauto NB, Linde GA, Aizono PM, Carvalho LR, Eira AF. Aceitabilidade do Cogumelo Brasileiro *Agaricus brasiliensis*. Braz J Food Technol. 2005;8(4):321-5.
 25. Silva AC, Oliveira MC, Del Ré PV, Jorge N. Utilização de cogumelo como antioxidante natural em óleo vegetal. Ciênc Agrotec. 2009;33(4):1103-8.
 26. Chang R. Functional properties of edible mushrooms. Nutr Rev. 1996;54(11 Pt 2):S91-3.
 27. Orsine JV, Costa RV, Silva RC, Santos MF, Novaes MR. The acute cytotoxicity and lethal concentration (LC50) of *Agaricus sylvaticus* through hemolytic activity on human erythrocyte. Int J Nutr Metab. 2012;4(11):19-23.
 28. Bellini MF, Cabriotti LN, Terezan AP, Jordão BQ, Ribeiro LR, Mantovani MS. Cytotoxicity and genotoxicity of *Agaricus blazei* methanolic extract fractions assessed using gene and chromosomal mutation assays. Genet Mol Biol. 2008;31(1):122-7.
 29. Novaes MR, Novaes LC, Melo A, Recôva VL. Avaliação da toxicidade aguda do cogumelo *Agaricus sylvaticus*. Comun Ciênc Saúde. 2007;18(3):227-36.
 30. Yoshioka Y, Tamesada M, Tomi H. A repeated dose 28-day oral toxicity study of extract from cultured *Lentinula edodes* mycelia in Wistar rats. J Toxicol Sci. 2010;35(5):785-91.
 31. Costa WF, Nepomuceno JC. Efeito protetor do chá de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murill) contra a ação genotóxica do uretano em células somáticas de *Drosophila melanogaster*. Rev Ciênc Farmac. 2003;24(2):153-8.

Recebido: 29/05/2012

Aceito: 12/09/2012