

ASPECTOS NUTRICIONAIS DO USO DE MICROORGANISMOS COM ÊNFASE EM COGUMELOS

Maria Angela Lopes de Almeida Amazonas

Embrapa – Florestas, Colombo - PR, Brasil

(E-mail:)

Palavras-chave: cogumelos comestíveis e medicinais; valor nutricional; bioconversão de resíduos lignocelulósicos.

INTRODUÇÃO

Pela demanda de alimentos de elevado valor nutritivo para atender ao crescimento populacional, aliada à consciência da necessidade de preservar o nosso planeta, o mundo está em busca constante de alternativas de produção economicamente viáveis e ambientalmente corretas.

Os microrganismos assumem posição de destaque como fonte alternativa de alimento. Entre eles, os fungos filamentosos apresentam certas vantagens que resultam na diminuição dos custos de produção, tais como: maior facilidade de recuperação do micélio, não necessitando de equipamentos dispendiosos; estrutura filamentosa que permite sua manufatura como produtos alimentícios texturados sem necessidade de extração da proteína; e baixo teor de ácidos nucléicos, ao contrário dos encontrados em bactérias e leveduras, que exigem um tratamento especial para reduzi-los a níveis aceitáveis. Além disso, muitos fungos, inclusive os cogumelos, produzem enzimas que degradam lignocelulose. Esta característica peculiar permite que, pela produção de cogumelos comestíveis, substratos lignocelulósicos descartados como resíduos - com efeitos adversos para o ambiente - sejam convertidos em proteína para alimento humano e animal, com uma efetiva agregação de valor (Chang, 1997). Além de sua alta qualidade, a proteína de cogumelo apresenta a vantagem de ter uma ótima aceitação. Os cogumelos têm sido tratados como alimentos especiais desde tempos remotos tanto por sua palatabilidade, como por suas propriedades nutricionais e medicinais. Os gregos acreditavam que cogumelos fortaleciam os guerreiros em batalha, os faraós os apreciavam como uma *délicatesse*, os romanos como "alimento dos deuses" servido apenas em ocasiões festivas, os chineses como "elixir da vida" e os índios mexicanos como alucinógenos em cerimônias religiosas e de magia e para fins terapêuticos (Chang & Miles, 1989). Recentemente, os cogumelos vêm sendo consumidos em quantidades crescentes envolvendo um número cada vez maior de espécies. Os custos de produção são relativamente baixos e, dependendo do produto a ser obtido, a tecnologia pode ser dirigida a pequenos, médios ou grandes produtores.

Estima-se que 12.000 espécies de fungos produzem corpos de frutificação de tamanho suficiente e textura adequada para serem consideradas como "cogumelos". Dessas, Miles & Chang (1997) calculam que a metade possui diferentes graus de comestibilidade e, segundo Chang (1999), mais de 2.000 são de primeira qualidade quanto ao seu valor para consumo humano. Aproximadamente 100 espécies foram testadas para cultivo até o momento, das quais 35 são cultivadas comercialmente e apenas 7 ou 8 em escala industrial (Chang, 1999).

No período de 1965-1994, a produção mundial de cogumelos cultivados apresentou um aumento médio anual de 11,8% (Chang, 1999). Em 1994, foi estimada em 4,9 milhões de toneladas e avaliada em US\$ 9,8 bilhões, enquanto um adicional de US\$ 3,6 bilhões foi gerado pelos seus produtos; o mercado para esses produtos tende a crescer com a aceitabilidade dos consumidores e se tornar o segmento dominante da indústria de cogumelos (Chang, 1996). Há, assim, um grande potencial biotecnológico e um esforço de pesquisa muito maior é necessário para caracterizar e padronizar os ingredientes bioativos, pois produtos com certificação de qualidade são de fundamental importância para se obter a credibilidade pública e assegurar uma expansão do mercado no futuro.

Por outro lado, na bioprospecção de novas drogas, a maior parte dos ganhos da indústria farmacêutica deriva de descobertas baseadas na "criatividade química" dos fungos e outros microrganismos, como actinomicetos (Chapela, 1997). Assim, a biodiversidade dos fungos nas florestas nativas é uma fonte óbvia a ser explorada na busca de novas espécies de valor medicinal,

biológica (homeostase), regulação do biorritmo, prevenção e recuperação de certas enfermidades como câncer, paralisia cerebral e doenças cardíacas. Muitos métodos estão sendo testados para a utilização dos cogumelos como base para alimentos orientados para a saúde ou alimentos funcionais. Na China e Japão, vários cogumelos, como *Lentinula edodes*, *Poria* (= *Wolffiporia*) *cocos*, *Volvariella volvacea*, *Tremella fuciformis*, *Hericium erinaceus* e *Cordyceps sinensis* têm sido usados em pratos chamados “medicinais” (em japonês, “Yakuzen”), numa forma de cozinhar destinada a promover a boa saúde e prevenir doenças (Mizuno *et al.*, 1995b).

Uma questão ainda a ser considerada é o efeito do processamento dos cogumelos sobre as suas propriedades. Segundo Hobbs (1995), o cozimento dos cogumelos comestíveis afeta os nutrientes termolábeis, como as vitaminas que são diminuídas (em geral, em 50-70%) ou mesmo destruídas. A maior parte dos minerais não é afetada e pode, na verdade, se tornar mais disponível. As fibras são quebradas a um certo grau e as proteínas são afetadas, embora, provavelmente, não tenham seu valor diminuído. A fritura leve obviamente preserva melhor os nutrientes instáveis. As espécies medicinais, em especial as poliporáceas de contexto rígido, têm suas propriedades ressaltadas após um bom cozimento. A maior parte dos constituintes ativos, como os polissacarídeos, está associada a estruturas da parede celular e é liberada após ebulição por, no mínimo, 45 minutos. Outros constituintes ativos como os terpenos são também melhor solubilizados em água quente, sendo relativamente estáveis ao calor. Os minerais que ativam o sistema imunológico, como o germânio e o zinco, são melhor disponibilizados ao organismo humano após o cozimento. Há ainda que se considerar os fatores anti-nutricionais que podem estar presentes em cogumelos frescos. Sabe-se, por exemplo, que *Agaricus bisporus* e *Pleurotus ostreatus* contêm hemaglutininas. Testes com ratos mostraram que essas substâncias interferem na absorção de proteína e, até mesmo, causam lesões no intestino delgado quando os cogumelos são consumidos *in natura*; porém, esses efeitos são eliminados com o cozimento (Hobbs, 1995). Parece ser uma atitude sensata cozinhar a maioria dos cogumelos silvestres quando consumidos em qualquer quantidade.

NOVAS AÇÕES E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Uma nova filosofia de desenvolvimento está se estabelecendo no mundo com base num modelo de produção com um maior envolvimento de mão de obra e produtividade de capital (Pauli, 1996, 1998). Processos de produção integrados minimizam o descarte de resíduos no ambiente buscando o ideal de emissão zero. Em decorrência, empregos são gerados, com um importante impacto social, beneficiando especialmente países em desenvolvimento. Várias iniciativas na América Latina e África estão em desenvolvimento, algumas já com resultados bastante positivos (Bernal, 1999; Jaramillo, 1999; Karlsson, 1999; Tagwira, 1998,1999; Pauli, 1999).

O cultivo de cogumelos está em sintonia com esta filosofia e, dentro deste enfoque, vem sendo incentivado e orientado pelo Professor Emérito de Biologia da Universidade de Hong Kong, Shu-Ting Chang. Segundo esse especialista, o mercado mundial para cogumelos está na sua infância. Apesar de apresentar um índice de vendas, em nível mundial, comparável ao do café, um grande crescimento na demanda é previsto para os próximos anos.

A América Latina contribui apenas com 0,2% da produção mundial de cogumelos, mas detém, provavelmente, metade de sua biodiversidade. Uma estratégia a longo prazo capaz de gerar centenas de milhões de dólares, fornecendo renda e trabalho para a população pobre da área urbana e rural e, ao mesmo tempo, melhorando o seu acesso a alimento de alta qualidade, está em desenvolvimento na Colômbia. Sua viabilidade está sendo testada num programa monitorado cientificamente nos Laboratórios de Pesquisa da Federação dos Produtores de Café em Caldas, Colômbia, desde julho de 1998. Para que uma iniciativa desse porte tenha sucesso, é necessário, em primeiro lugar, o interesse político e empresarial e, em segundo lugar, o comprometimento a longo prazo com um programa de pesquisa, desenvolvimento e capacitação. Este comprometimento deverá refletir-se na criação de um Centro Latino-americano para Pesquisa e Treinamento de Cogumelos Tropicais, com sede naquele país (Pauli, 1999). O sucesso desse empreendimento, assim como dos projetos da África, deverá, sem dúvida, estimular outros países em desenvolvimento a seguirem nesta direção com um grande

além de nutricional.

FUNÇÃO DIETÉTICA DOS COGUMELOS

A função dietética de um alimento se apresenta em três níveis: (a) primária, fomecida pelas características nutricionais (composição química e digestibilidade); (b) secundária, características preferenciais (textura, sabor e aroma); e (c) terciária, características fisiológicas (efeitos farmacológicos). Os cogumelos atendem satisfatoriamente a esses três níveis (Mizuno, 1995), podendo ser usados como alimentos funcionais (nutracêuticos), suplementos dietéticos (nutricêuticos) ou como material para o desenvolvimento de fármacos (Chang & Buswell, 1996).

Sua composição química varia em função das espécies e linhagens, assim como das condições de cultivo e métodos de análise. Assim, é de se esperar uma certa discrepância entre os dados de literatura. Os índices de eficiência protéica (PER), que são usados para determinar o valor nutricional, são discutíveis, pois, mesmo experimentamente com alimentação de cobaias dependem em grande parte da destruição de fatores antinutricionais e de outros alimentos da dieta (Kurtzman Jr, 1993). No entanto, algumas generalizações podem ser feitas como referência. O teor de proteína, em geral, se situa entre os encontrados nos cereais e nas carnes. Os cogumelos apresentam todos os aminoácidos essenciais, ao contrário da maioria dos cereais, que são deficientes em lisina e leucina, e das hortaliças, deficientes em metionina e triptofano (Chang & Miles, 1989; Miles & Chang, 1997). Em comparação com a proteína de origem animal, os cogumelos são considerados inferiores às carnes e equivalentes ao leite. Apresentam, porém, a vantagem de possuírem os ácidos graxos predominantemente polinsaturados (70%-80%) e, portanto, de fácil digestibilidade e natureza hipolipêmica. A maior parte desses é constituída pelo ácido linoléico (vitamina F), um componente essencial à alimentação humana que desempenha papel determinante no equilíbrio imunológico, sendo precursor das prostaglandinas, lecitinas e mielinas (Kousmine, 1987). O ácido linoléico, juntamente com o ácido linolênico, está também associado ao aroma e sabor dos cogumelos. Uma série de oito compostos de carbono voláteis, derivados enzimaticamente desses ácidos graxos foi identificada (Gunde-Cimerman, 1999). Na sua fração lipídica, os cogumelos apresentam ainda ergosterol que é convertido em vitamina D₂ sob ação da luz e calor (Mizuno, 1995). Isso é especialmente de interesse para os vegetarianos, pois vários estudos têm mostrado que suas dietas são deficientes nessa vitamina (Jones, 1995). Os cogumelos são considerados alimentos de baixo valor calórico. Seus carboidratos são constituídos por sacarídeos de baixo peso molecular e polissacarídeos. Entre os últimos estão as fibras dietéticas, representadas por β -glicanas, heteroglicanas e quitina. Pelo menos em parte, o efeito anti-cancerígeno atribuído às β -glicanas é explicado por Mizuno *et al.* (1995a) pela ação física das fibras dietéticas de adsorção de substâncias nocivas, evitando a sua absorção no intestino, e à ação laxativa das mesmas, o que, reduzindo o tempo de residência no intestino, diminui a incidência de cânceres de colon e reto. As β -glicanas são ainda caracterizadas por fraca antigenicidade e ausência de reações secundárias, levando a uma ativação não específica do sistema imunológico (Mizuno, 1995). Os cogumelos são também uma boa fonte de vitaminas. Além das já mencionadas, encontram-se tiamina (vit. B₁), riboflavina (vit. B₂), niacina (ácido nicotínico), biotina (vit. B₇) e ácido ascórbico (vit. C, ausente em algumas espécies). Entre os minerais, o potássio está presente em quantidades muito elevadas, em comparação com o sódio, seguindo-se fósforo, cálcio e ferro.

A palatabilidade de um alimento (função secundária) não está relacionada com o seu valor nutricional, mas com o fato de estimular o apetite pela sua aparência, sabor e aroma. O sabor arredondado dos cogumelos, definido pelos japoneses como "Umami", é o resultado da presença de uma série de compostos, entre os quais o glutamato monossódico, os nucleotídeos GMP e AMP e os aminoácidos ácido tricolômico e ácido ibotêmico. A textura dos cogumelos cozidos é afetada pelas propriedades físicas da parede celular e pelos constituintes polissacarídicos (α -glicanas, β -glicanas, heteropolissacarídeos e quitinas), assim como protéicos (Mizuno, 1995).

Várias características fisiológicas (efeitos farmacológicos) têm sido encontradas em cogumelos, tais como biorregulação (ativação do sistema imunológico), manutenção da constância

benefício para suas populações.

Concluindo, o cultivo de cogumelos se apresenta com uma triplice função: fornecer alimento, aliviar o sofrimento causado por certas enfermidades e contribuir para a preservação e regeneração do ambiente. Nesse contexto, a perspectiva de impacto do uso de cogumelos e seus derivados sobre o bem-estar da humanidade no século 21 é tal que uma nova revolução, denominada "revolução não-verde" é esperada (Chang, 1998, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNAL, C. Technologies for the world from Colombia. Disponível: site *ZERI Newsletter*, URL: http://zeri.org/news/1999/may/may_tech.htm. 1p.
- CHANG, S. T. Mushroom research and development: equality and mutual benefit. In: ROYSE, D.J., ed. *Mushroom biology and mushroom products*. Pennsylvania State University, 1996. p. 1-10.
- CHANG, S.T. Bioconversion technology: composting and production of microbial protein and metabolites. In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANA, 1997, Curitiba. *Anais*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 71-82.
- CHANG, S.T. A global strategy for the bioconversion of lignocellulosic biomass - a challenge of a "non-green revolution". Disponível: site *ZERI Newsletter*. URL: http://zeri.org/news/1998/march/mar_rev.htm. 2p.
- CHANG, S.T. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: nongreen revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, New York, v.1, p.1-7, 1999.
- CHANG, S.T. BUSWELL, J.A. Mushroom nutraceuticals. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, Oxford, v.12, p.473-476, 1996.
- CHANG, S. T ; MILES, P.G. The nutritional attributes and medicinal value of edible mushrooms. In: CHANG, S. T ; MILES, P.G. *Edible mushrooms and their cultivation*. Boca Raton: CRC Press, 1989. p.27-40.
- CHAPELA, I.H. Bioprospecting: myths, realities and potential impact on sustainable development. In: PALM, M.E.; CHAPELA, I.H., ed. *Mycology in sustainable development: expanding concepts, vanishing borders*. Boone: Parkway Publishers, 1997. p. 238-256.
- GUNDE-CIMERMAN, N. Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. (Agaricales s.l., Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, New York, v.1, p.69-80, 1999.
- HOBBS, C. Nutritional value of fungi. In: HOBBS, C. *Medicinal mushrooms: an exploration of tradition, healing, & culture*. Santa Cruz: Botanica Press, 1995. p. 53-61.
- JARAMILLO, C. Results of one year of research on the use of agro-industrial residues common in the coffee growing region in Colombia for the production of mushrooms. Disponível: site *ZERI Newsletter*. URL: http://zeri.org/news/1999/as/as_ceni.htm. 3p.
- JONES, K. A food from the forest. In: JONES, K. *Shiitake: the healing mushroom*. Rochester: Healing Arts Press, 1995. p.1-12.
- KARLSSON, A. ZERI developing in Africa. Disponível: site *ZERI Newsletter*. URL: http://zeri.org/1999/march/mar_afr.htm. 2p.
- KOUSMINE, C. La vitamine F, ses propriétés, son rôle dans les maladies dégénératives. In: KOUSMINE, C. *Sauvez votre corps*. [s.l.]: Éditions Robert Laffond, 1987. p.337-354.
- KURTZMAN Jr., R.H. Analysis, digestibility and the nutritional value of mushrooms. In: CHANG, S.T.; BUSWELL, J.A.; CHIU, S.W., ed. *Mushroom biology and mushroom products*. Hong Kong: The Chinese University Press, 1993. p.219-225.
- MILES, P.G.; CHANG, S.T. *Mushroom biology: concise basics and current developments*. Singapore: World Scientific, 1997. 194p.
- MIZUNO, T. Bioactive biomolecules of mushrooms: food function and medicinal effect of mushroom fungi. *Food Reviews International*, New York, v.11, n.1, p.7-21, 1995.
- MIZUNO, T.; SAITO, H.; NISHITOBA, T.; KAWAGUISHI, H. Antitumour-active substances from mushrooms. *Food Reviews International*, New York, v.11, n.1, p.23-61, 1995a.
- MIZUNO, T.; SAKAI, T.; CHIHARA, G. Health foods and medicinal usages of mushrooms. *Food Reviews International*, New York, v.11, n.1, p.69-81, 1995b.

- PAULI, G. *Breakthroughs: what business can offer society*. Surrey: Epsilon Press, 1996. 241p.
- PAULI, G. *Upsizing: the road to zero emissions - more jobs, more income and no pollution*. Sheffield: Greenleaf Publishing, 1998. 224p.
- PAULI, G. ZERI report on diversification in the tropics, a proposal to the Colombian people - Executive Summary. Disponivel: site *ZERI Newsletter*. URL: http://zeri.org/1999/april/apr_divit.htm. 3p.
- PAULI, G. ZERI Foundation's portfolio for urban development. Disponivel: site *ZERI Newsletter*. URL: http://zeri.org/news/1999/jj/jj_urb.htm. 3p.
- TAGWIRA, M. Mushroom utilization and production, the case of Zimbabwe. Disponivel: site *ZERI Newsletter*. URL: http://zeri.org/news/1998/november/nov_tagw.htm. 3p.
- TAGWIRA, M. Reaching out to the unreached: a rural mushroom project in co-operation between ZERI and the Africa University. Disponivel: site *ZERI Newsletter*. URL: http://zeri.org/news/1999/may/may_mush.htm. 4p.