

INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE SECAGEM NA QUALIDADE DO COGUMELO SHIITAKE¹

SARA M. SAMPAIO², MARLENE R. DE QUEIROZ³

RESUMO: Os cogumelos comestíveis são alimentos altamente perecíveis. A secagem apresenta-se como alternativa de proporcionar armazenagem segura e livre do desenvolvimento de microrganismos. Neste trabalho, foram investigados os efeitos dos fatores geometria da matéria-prima (cogumelos inteiros e fatiados), temperatura de secagem (50 °C e 70 °C) e umidade final (5% e 15% bu) sobre a qualidade de cogumelos Shiitake, após a secagem. Curvas experimentais de secagem foram levantadas e análises de cor e textura foram realizadas no produto fresco e no produto depois de seco e reidratado. O efeito desses parâmetros foi avaliado mediante análise de variância acompanhada de teste de comparações múltiplas. A secagem ocorreu no período decrescente, e os cogumelos fatiados e secos a 70 °C demandaram menor tempo de processo do que os demais tratamentos. Ocorreu menor escurecimento nos cogumelos secos a 70 °C, e o tempo de secagem afetou a qualidade, constatada pela maior dureza, gomosidade e escurecimento.

PALAVRAS-CHAVE: cor, textura, temperatura de secagem.

EFFECT OF THE DRYING PROCESS ON THE QUALITY OF SHIITAKE MUSHROOM

ABSTRACT: Edible mushroom are highly perishable foods. Drying is an alternative to provide safe storage. In this work, the effects of some drying parameters on the quality of Shiitake mushroom were investigated: geometry of the raw material (whole and sliced), drying temperature (50 °C and 70 °C) and final moisture content (5% and 15% wb). Experimental kinetics of drying was built and color and texture analyses were done in fresh and in rehydrated dried product. The effect of parameters was evaluated by analysis of variance and test of multiple comparisons. Drying kinetics showed that drying happened in falling-rate period and sliced mushroom dried at 70 °C required lesser drying time than other treatments. Mushroom dried at 70 °C showed less darkening. Drying time affected mushroom quality, evaluated by great hardness, gummosis and darkening.

KEYWORDS: color, texture, drying temperature.

INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de cogumelos nos grandes centros urbanos, devido, sobretudo, à busca de vida saudável e equilibrada, tem estimulado a diversificação do cultivo de novas espécies, além do tradicional champignon. Nesse sentido, o cogumelo Shiitake merece destaque.

A produção mundial de cogumelos foi estimada, no ano de 2005, em cerca de 3,36 milhões de toneladas, destacando-se como maiores produtores a China (1,4 milhões t) e os Estados Unidos da América com 391 mil toneladas (FAO, 2006). O Shiitake detém o terceiro lugar em volume de produção, 10% do total de cogumelos produzidos no mundo.

O Brasil não possui dados oficiais sobre a produção de cogumelos, mas a maior área produtora localiza-se no Alto Tietê, em São Paulo, na região de Mogi das Cruzes. Anualmente, a região comercializa nos mercados interno e externo mais de 4 mil t, representando cerca de 80%

¹ Extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor. Órgãos financiadores: CAPES e FAEP.

² Eng^o Agrônomo, Mestrado na FEAGRI/UNICAMP.

³ Professor Associado, CITP/FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP, marlene@agr.unicamp.br

Recebido pelo Conselho Editorial em: 2-8-2004

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 5-6-2006

da produção nacional (SALA DE NOTÍCIAS, 2003). A produção brasileira, portanto, deve girar, em torno de 5 mil toneladas anuais ou 0,15% da produção mundial, estimando-se que o consumo anual de cogumelos no Brasil seja algo em torno de 30 g por habitante. Na França, a estimativa de consumo anual é de 2 kg por habitante (EMBRAPA, 2005).

O Shiitake é comercializado fresco em bandejas, seco ou industrializado (em conserva). Apenas para ilustrar a agregação de valor obtida com a secagem do cogumelo, citam-se as cotações do quilo do Shiitake no mercado paulista no ano 2000, as quais atingiram os seguintes valores: R\$ 10,00 a R\$ 12,00 a granel, R\$ 12,00 a R\$ 14,00 embalado e R\$ 45,00 a R\$ 50,00 desidratado (VILELA, 2000).

De forma geral, os cogumelos são produtos altamente perecíveis. Sofrem escurecimento rápido, causando a depreciação do produto. O processo de secagem tem a finalidade de reduzir a umidade do produto, proporcionando armazenagem prolongada, segura e livre de microrganismos.

Os cogumelos frescos são ricos em água, chegando a apresentar umidade inicial de 85 a 95% (bu) e, quando desidratados, de 5 a 20% (bu), segundo CRISAN & SANDS (1978) e BREENE (1990).

A secagem tem efeitos variados sobre o sabor, a cor e a capacidade de reidratação dos cogumelos (BARTHOLOMAI, 1974; CHAMARRO et al., 1972). A secagem convectiva tem sido a técnica mais utilizada, por se tratar de sistema relativamente simples e barato. LUH et al. (1975) recomendam a secagem a 65 °C, enquanto JORGE (1989) recomenda a temperatura de 60 °C. BONAZZI & WOLF (1992) consideram que a faixa ideal de temperatura é de 60 °C a 70 °C. Nessa faixa, ocorre a desnaturação da enzima polifenoloxidase, reduzindo o escurecimento do produto. JORGE (1989) confirma essa tese, ao observar que a secagem a 80 °C proporcionou melhor cor que a 60 °C.

As curvas de cinética são instrumentos importantes no estudo da secagem de produtos alimentícios. BEYER & NOREÑA (2000) observaram que a taxa de secagem de cogumelos *Agaricus bisporus* decresceu com a redução da umidade e o período de taxa constante de secagem foi imperceptível. Verificaram que a perda de água do cogumelo se deu por difusão. MENDES et al. (2000) observaram, a partir das curvas de secagem a 65 °C de cogumelos Shiitake picados, que o processo teve duração total de 7,5 h, sendo que 80% da perda de massa ocorreu em 3,5 h e, com 5 h de operação, os cogumelos já tinham perdido 92% da massa.

Após a secagem, os produtos desidratados podem ser armazenados por período prolongado. MELONI & STRINGHETA (1999) e LUH et al. (1975) recomendam armazenar o cogumelo Shiitake com umidade de 5% (bu).

É notável que há muitos estudos que exploram as condições de secagem e armazenagem, bem como seus efeitos sobre a qualidade dos cogumelos de modo geral, entretanto poucas pesquisas trabalham com o cogumelo Shiitake.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa consistiu em reunir subsídios referentes aos efeitos de variáveis do processo de secagem do cogumelo Shiitake sobre a qualidade do produto final.

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada na pesquisa foi o cogumelo Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler), produzido na região de Valinhos - SP, e fornecido pela empresa Funghi & Flora. Os cogumelos recém-colhidos, acondicionados em bandejas de isopor envoltas com PVC flexível, com capacidade para 250 g do produto, foram transportados diretamente do fornecedor para o laboratório. A cada remessa de produto, era realizada uma seleção de tamanho e espessura a fim de homogeneizar as amostras. Observou-se variação no tamanho dos cogumelos, numa faixa de 2 a 6 cm de diâmetro e de 0,5 a 1,5 cm de espessura, em média.

A secagem do cogumelo foi realizada em secador com controle de temperatura, que permitia também aquisição automática dos dados de massa das amostras, lidos em balança digital dotada de placa de aquisição de dados, e da temperatura do ar de secagem, medida com termopares tipo T conectados a um “datalogger”. O registro contínuo e automático desses parâmetros foi possibilitado mediante a conexão dos respectivos registradores a um microcomputador. A velocidade média do ar na câmara de secagem foi de aproximadamente $0,5 \text{ m s}^{-1}$. Detalhes da câmara de secagem e sistema de aquisição de dados são apresentados em QUEIROZ (1994).

Os tratamentos da etapa de secagem foram baseados na combinação de três variáveis: geometria de corte dos cogumelos (inteiros e fatiados), temperatura de secagem ($50 \text{ }^\circ\text{C}$ e $70 \text{ }^\circ\text{C}$) e umidade final dos cogumelos secos (5% e 15%, bu), totalizando oito tratamentos (Tabela 1). Foram construídas as curvas experimentais de secagem correspondentes aos tratamentos 50I; 70I; 50F e 70F, cujas condições são detalhadas na Tabela 1.

Os cogumelos fatiados foram preparados com faca de aço inox, sendo a espessura das fatias (0,5 cm) baseada nas formas comuns de apresentação do produto no mercado.

TABELA 1. Condições de realização dos testes experimentais baseadas em variações de parâmetros do ar de secagem e do produto.

Tratamento	Geometria de Corte (G)	Temperatura de Secagem (T) ($^\circ\text{C}$)	Umidade Final (U) (%) (bu)
1 (50I)	Inteiro	50	5
2	Inteiro	50	15
3 (70I)	Inteiro	70	5
4	Inteiro	70	15
5 (50F)	Fatiado	50	5
6	Fatiado	50	15
7 (70F)	Fatiado	70	5
8	Fatiado	70	15

A umidade do cogumelo fresco e seco foi determinada em estufa com circulação forçada de ar a $105 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24h, com três repetições.

O procedimento experimental consistiu na distribuição aleatória da matéria-prima na bandeja do secador e o registro da massa, antes do início do processo de secagem. Os dados da massa inicial, da umidade dos cogumelos frescos e da umidade desejada (5% ou 15%, bu) permitiram o cálculo de previsão da massa final correspondente à umidade desejada, ou seja, o momento de conclusão da operação. Esses dados também permitiram o cálculo da umidade ao longo do processo e a construção das curvas experimentais de secagem. Para essa finalidade, foram utilizados os valores adimensionais da umidade em base seca (X/X_0).

Foram realizadas análises de cor e textura do cogumelo fresco e do cogumelo seco após sua reidratação, com a finalidade de verificar os efeitos da secagem sobre a qualidade do cogumelo seco, bem como comparar sua qualidade com a do cogumelo fresco.

As análises de cor foram realizadas em espectrofotômetro digital Micronal (COLOR QUEST II - CIE Lab), que utiliza o sistema de cor Hunter Lab. O equipamento foi calibrado tendo no orifício da luz um filme de PVC esticável com a finalidade de proteção do equipamento, em função de se utilizarem amostras úmidas. Os dados de calibração foram: reflectância especular incluída (RSIN); modo de calibração D-65 “illuminate”; ângulo do observador de 10° ; valores de branco número 6299g - 03/96 - padrão branco com $x = 77,46$; $y = 82,08$ e $z = 88,38$; valores de cinza número C6299 - 03/96 - padrão cinza com $x = 47,71$; $y = 50,83$, $z = 54,94$. Esse sistema quantifica a luz que incide sobre o produto, atribuindo valores aos parâmetros **L**, **a** e **b**, cujas escalas variam conforme os seguintes padrões: **L** de preto (0) a branco (100); **a** de vermelho (+) a verde (-); **b** de amarelo (+) a azul (-). Neste trabalho, foi avaliado apenas o parâmetro L porque o objetivo era

estudar o escurecimento do cogumelo. Trata-se de medida direta e destrutiva que permitiu avaliar a cor característica (L) do cogumelo Shiitake e as alterações causadas no processo de secagem. Somente os cogumelos inteiros foram submetidos à análise de cor, pois os fatiados não permitiram o preparo de amostras que se adequassem à leitura do equipamento. As faces do píleo (“chapéu”) expostas ao espectrofotômetro foram a superior (mais escura) e a inferior (mais clara), as quais foram analisadas separadamente. Os cogumelos secos eram reidratados antes de serem analisados.

A textura das amostras frescas e secas (reidratadas) foi avaliada em texturômetro STABLE MICRO SYSTEM. As análises foram realizadas sob as seguintes condições: Probe P-20 de acrílico, distância entre o probe e a amostra de 3,0 mm, força de 5 g e intervalo de 0,5 s entre as duas compressões (simulando duas mastigadas). O perfil de textura é o resultado da aplicação de uma força ao alimento, cujo registro dá origem a uma curva específica do produto analisado. Cada área formada pela curva representa uma característica de textura do alimento (dureza, coesividade, adesividade, fraturabilidade e elasticidade). Além desses cinco parâmetros, extraíveis diretamente da curva, a combinação de alguns deles fornece valores que se relacionam com outras características sensoriais, como mastigabilidade e gomosidade (COSTELL et al., 1997). Nas análises realizadas, optou-se por utilizar como perfil de textura os valores de dureza, mastigabilidade e gomosidade, pois demonstraram ser os mais expressivos. As amostras de cogumelos eram cilíndricas, com diâmetro de 1,0 cm e altura de 0,5 cm, em média, cortadas com cilindro de aço inox, permitindo a obtenção de amostras homogêneas.

O planejamento experimental para o estudo da secagem foi baseado em delineamento com parcelas subdivididas no tempo (“Split Plot in Time”), num esquema fatorial 2x2x7, sendo os fatores da parcela a temperatura de secagem (50 °C; 70 °C) e a geometria de corte (Inteiros; Fatiados) e da subparcela, o tempo de secagem (0 a 14 h).

Para as demais características avaliadas, cor e textura, utilizou-se do delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 2x2x2, sendo os fatores temperatura de secagem (50 °C; 70 °C), geometria de corte do cogumelo (Inteiros; Fatiados) e umidade final (5%; 15%). Todos os ensaios foram conduzidos com três repetições. Análise de variância e testes de comparações múltiplas foram aplicados aos dados, de acordo com BANZATTO & KRONKA (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são resumidos os resultados da análise de variância que permitiram avaliar a influência da temperatura de secagem, geometria de corte dos cogumelos e tempo de secagem sobre as curvas cinéticas experimentais dos testes. Observa-se que a interação entre temperatura de secagem, geometria de corte e tempo de secagem foi significativa estatisticamente.

TABELA 2. Resumo da análise de variância da umidade (bs) nas cinéticas experimentais de secagem.

FV	GL	QM e significância
Temperatura de secagem (T)	1	0,90*
Geometria de corte (G)	1	2,64*
Tempo de secagem (t)	13	1,06*
TxG	1	0,04*
Txt	13	0,01*
Gxt	13	0,03*
TxGxt	13	0,02*
Erro	112	0,000002
C.V. (%)	-	0,34

* significativo a 5%, pelo teste F

O teste de Tukey do desdobramento do tempo dentro da temperatura de secagem e geometria de corte (Tabela 3) demonstrou, conforme esperado, que, em todos os tratamentos, o tempo

apresentou valores estatisticamente significativos ($P < 0,05$), exceto para os cogumelos fatiados e secos a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, em que, a partir de 10 h de secagem, as médias da umidade passaram a ser aproximadamente constantes e com valor inferior aos dos demais tratamentos. Esse fato revela a tendência ao valor da umidade de equilíbrio. Após 14 h, os cogumelos inteiros e secos a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ainda apresentavam umidade muito superior à dos demais tratamentos, devido à maior lentidão do processo.

TABELA 3. Médias da umidade adimensional (bs) ao longo do tempo de secagem.

Tempo de Secagem (horas)	Cogumelos Fatiados		Cogumelos Inteiros	
	Secos a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$	Secos a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$	Secos a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$	Secos a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	1,00 a	1,000 a	1,00 a	1,00 a
2	0,87 b	0,765 b	0,95 b	0,96 b
3	0,76 c	0,648 c	0,89 c	0,86 c
4	0,62 d	0,402 d	0,83 d	0,75 d
5	0,49 e	0,255 e	0,77 e	0,64 e
6	0,41 f	0,204 f	0,71 f	0,54 f
7	0,30 g	0,128 g	0,66 g	0,45 g
8	0,22 h	0,061 h	0,60 h	0,37 h
9	0,16 i	0,027 i	0,55 i	0,30 i
10	0,11 j	0,008 j	0,51 j	0,23 j
11	0,07 k	0,005 jk	0,46 k	0,18 k
12	0,05 l	0,005 jk	0,42 l	0,14 l
13	0,04 m	0,004 k	0,38 m	0,10 m
14	0,03 n	0,004 k	0,34 n	0,08 n

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na Figura 1, são apresentadas as curvas de cinética experimentais de secagem. A taxa de secagem, entendida como a tangente da curva em cada ponto, apresentou decréscimo ao longo do processo à medida que o cogumelo perdia umidade. O mesmo ocorreu quando BEYER & NOREÑA (2000) secaram cogumelos *Agaricus bisporus* a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$; $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ e velocidade de ar de 2 m s^{-1} e 4 m s^{-1} . A partir das curvas de secagem, os autores observaram que a taxa de secagem decresce com a redução da umidade, ressaltando que esse fato é comum em processos de secagem de produtos alimentícios, uma vez que o período de taxa constante é praticamente imperceptível.

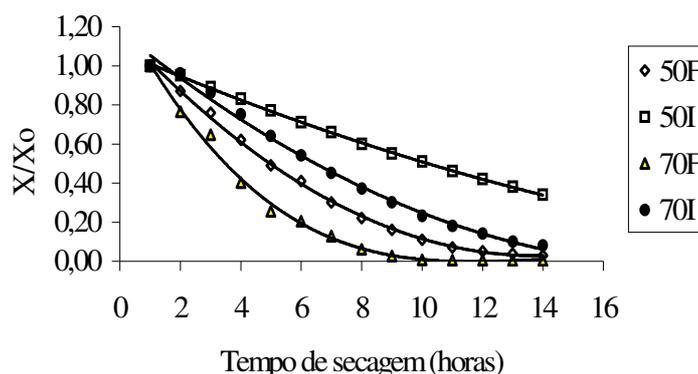


FIGURA 1. Curvas experimentais da secagem de cogumelos Shiitake inteiros e fatiados, a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, até 5% de umidade (bu).

Os cogumelos fatiados e secos à $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (70F) desidrataram-se mais rapidamente, finalizando a secagem em aproximadamente 8,5 h, tempo próximo ao obtido por MENDES et al. (2000), que determinaram as curvas de secagem de cogumelos Shiitake em estufa com ar forçado a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, usando amostras de 10 g, picadas aleatoriamente e, com base nas curvas de secagem, notaram que o processo teve duração total de 7,5 h. A secagem dos cogumelos inteiros a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (50I) apresentou

tempo superior a 14 h, o que pode significar maior consumo de energia. Observa-se, ainda, que a geometria de corte tem papel mais decisivo no processo de secagem do que a temperatura, pois os cogumelos fatiados secaram mais rapidamente que os inteiros, mesmo quando a temperatura era mais baixa. Aumento de 20 °C na temperatura de secagem não foi suficiente para compensar os efeitos do aumento da área de exposição, o que pode ser confirmado comparando-se as curvas correspondentes aos tratamentos 70I e 50F.

Na Tabela 4, apresentam-se os valores dos atributos de textura (dureza, mastigabilidade e gomosidade) e do parâmetro L da cor da face superior (CLS) e da face inferior (CLI), medidos no cogumelo fresco. Esses valores serviram como parâmetros de comparação para a avaliação do efeito da secagem sobre a qualidade do cogumelo Shiitake, tendo em vista que não há referências na literatura de dados de textura e parâmetro L da cor para cogumelos secos e reidratados.

TABELA 4. Valores médios dos atributos de cor e textura do cogumelo Shiitake fresco.

	*CLS	**CLI	Dureza	Mastigabilidade	Gomosidade
Média Geral	24	71	132	65	75
C.V. (%)	9	3	3	8	0,4

* parâmetro L da cor da face superior; ** parâmetro L da cor da face inferior.

Observa-se, na Tabela 4, que a face inferior do cogumelo Shiitake fresco (CLI) apresenta valor de L três vezes maior que os da face superior (CLS), indicando que, conforme o esperado, a face inferior é mais clara que a superior.

Na Tabela 5, observa-se o efeito da temperatura do ar de secagem sobre a cor de cogumelos Shiitake secos e reidratados, com base nos valores médios do parâmetro L de cor da face superior (CLS) e da face inferior (CLI).

TABELA 5. Efeito da temperatura do ar de secagem sobre o parâmetro L de cor da face superior e inferior do cogumelo Shiitake.

Temperatura de Secagem (°C)	CLS	CLI
50 °C	1,16	67,28
70 °C	14,17	57,12

Comparando-se os dados das Tabelas 4 e 5, observa-se que os valores de L da face superior (CLS) dos cogumelos secos e reidratados, independentemente da temperatura de secagem, são muito mais baixos do que os valores do cogumelo fresco, demonstrando que a secagem provocou forte escurecimento da face superior do cogumelo Shiitake. Observa-se, ainda, que o valor de L da face superior (CLS) dos cogumelos secos à 70 °C foi maior, portanto, com coloração mais clara que os secos a 50 °C. É possível que a temperatura mais alta inative as enzimas responsáveis pelo escurecimento da face superior do cogumelo Shiitake, nessas condições.

Para o caso do valor de L da face inferior (CLI), comparando-se os resultados das Tabelas 4 e 5, observa-se que os valores médios do cogumelo seco e reidratado são próximos aos do cogumelo fresco, o que indica a pequena influência da secagem no escurecimento da face inferior.

As avaliações instrumentais de textura apresentaram algumas dificuldades, como, por exemplo, diferença de textura entre as distintas porções do cogumelo Shiitake. O cogumelo é formado por um píleo (“chapéu”) e um estipe (“talo”). Durante o manuseio das amostras, observou-se que as regiões do chapéu próximas ao talo eram mais resistentes que as regiões periféricas. Isso dificultou a obtenção de amostras experimentais homogêneas. Havia também variação de resistência entre os cogumelos do mesmo lote.

Ressalta-se que a textura foi avaliada a partir dos atributos de dureza, gomosidade e mastigabilidade nos cogumelos secos, inteiros e fatiados, e reidratados. Os valores mais baixos desses atributos indicam cogumelos mais tenros, ou seja, em termos gerais, “maior facilidade na

mastigação”. Para efeito de discussão, considerou-se que cogumelos com valores dos atributos de textura mais adequados são aqueles que mais se aproximam do cogumelo fresco (Tabela 4), já que não foram encontrados na literatura dados que permitissem estabelecer a preferência do consumidor.

Na Tabela 6, resumem-se os resultados das análises de textura com desdobramentos de temperatura de secagem dentro da umidade final e da geometria de corte da matéria-prima. Observa-se que o efeito isolado da temperatura do ar de secagem sobre a textura, em todos os níveis de umidade final e geometria de corte, apresentou diferenças significativas. Os cogumelos com 5% de umidade final (bu), independentemente da geometria de corte submetidos à secagem a 50 °C, apresentaram médias dos atributos de textura menores, portanto mais tenros que os secos a 70 °C, nas mesmas condições. Esse efeito inverte-se quando os cogumelos têm 15% de umidade final (bu). Os cogumelos fatiados e secos a 70 °C, independentemente da umidade final, apresentaram os valores dos atributos de textura superiores aos dos cogumelos inteiros.

TABELA 6. Médias de dureza, mastigabilidade e gomosidade do cogumelo Shiitake sob o efeito das condições de secagem.

	T (°C)	Desdobramento de T:U:G			
		T:5%:Fatiado	T:5%:Inteiro	T:15%:Fatiado	T:15%:Inteiro
Dureza	50	24,42	46,97	168,31	119,18
	70	107,56	64,91	96,68	63,54
Mastigabilidade	50	48,38	23,07	77,21	145,26
	70	59,08	42,48	52,93	40,31
Gomosidade	50	69,52	27,05	97,42	164,27
	70	101,05	39,76	58,84	43,19

T:U:G = desdobramento da temperatura de secagem dentro de umidade final e geometria de corte; T = temperatura de secagem.

Por outro lado, comparando-se os valores de dureza, mastigabilidade e gomosidade dos cogumelos secos com os valores do cogumelo fresco (Tabela 4), pode-se concluir que a secagem afeta a textura do cogumelo Shiitake. Note-se que, em geral, os tratamentos de secagem que demandaram maior tempo de processo produziram cogumelos secos que, depois de reidratados, apresentaram valores dos atributos de textura bem inferiores, comparativamente aos valores correspondentes ao cogumelo fresco. Essa variação drástica na textura pode ser atribuída à provável alteração estrutural do cogumelo, causada pelo elevado tempo de exposição do produto a condições adversas, resultando em “amolecimento” pronunciado após a reidratação.

CONCLUSÕES

Os cogumelos fatiados e secos a 70 °C desidrataram-se em tempo aproximado de 8,5 h, enquanto os cogumelos inteiros e secos a 50 °C apresentaram tempo superior a 14 h. Provavelmente, a geometria de corte tem papel mais decisivo no processo de secagem do que a temperatura, já que os cogumelos fatiados secaram mais rapidamente que os inteiros, mesmo quando a temperatura era mais baixa. A temperatura de secagem a 70 °C conferiu menor escurecimento da face superior do cogumelo.

REFERÊNCIAS

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação Agrícola*. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247 p.

BARTHOLOMAI, G. B. Efecto del la combinación de la liofilización y el secado por corriente de aire sobre la duración del ciclo de secado y la calidad de champiñones deshidratados. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, Valencia, v.4, n.14, p.611-15, 1974.

BEYER, L.S.; NOREÑA, C.P.Z. Determinação das curvas de secagem e da difusividade mássica efetiva da água em cogumelos (*Agaricus bisporus*) submetidos a diferentes condições de temperatura e velocidade de ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. *Resumos...* Fortaleza, 2000. v.2, cap. 6, p.154.

BONAZZI, L.C.L.; WOLF, E. Quality of dehydrated cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*): a comparison between different drying and freeze-drying processes. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, London, v.4, n.25, p.344-39, 1992.

BREENE, W.N. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v.10, n.53, p.883-94, 1990.

CHAMARRO, J.; LAFUENTE, B.; LONGÁS, J. F; PIÑAGA, F. Liofilización de champiñones. Influência de las variables del processo sobre la velocidad de secado. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, Valencia, v.3, n.12, p.450-5, 1972.

COSTELL, E.; FISZMAN, S.M.; DURÁN, L. Propriedades físicas I. Reología de sólidos y textura. In: AGUILERA, J.M. (Ed.). *Temas en tecnología de alimentos*. México: Editora do Instituto Politécnico Nacional, 1997. p.215-60.

CRISAN, E.V.; SANDS, A. Nutritional value. In: CHANG, S.T.; HAYES, W.A. *The biology and cultivation of edible mushrooms*. New York: Academic Press, 1978. v.6, p.137-68.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Cogumelos comestíveis e medicinais serão tema de exposição da Embrapa em feira botânica*. Brasília: 2005. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.php?p=noticia&&idN=4895>>. Acesso em: 05 abr. 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Statistics Databases*. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=&version=ext&language=EN>>. Acesso em: 05 abr. 2006.

JORGE, N. *Curvas de secagem de cogumelo (Agaricus bisporus) e avaliação sensorial do produto após diferentes períodos de armazenagem*. 1989. 80 f. Dissertação (Mestrado em Processamento de Produtos Vegetais) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1989.

LUH, B.S.; SOMOGYI, L.P.; MEEHAN, J.J. Vegetable dehydration. In: LUH, B.S.; WOODROOF, J.G. (Ed.). *Commercial vegetable processing*. Westport: AVI, 1975. p. 395-6.

MELONI, P.L.S.; STRINGHETA, P.C. *Produção de tomate seco em conserva e Shiitake desidratado*. Viçosa: CPT, 1999. 50 p.

MENDES, G.; SIMIONI, M.T.S.; RIBANI, R.H. Determinação da curva de secagem do Shiitake (*Lentinus edodis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. *Resumos...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v.2, cap.6, p.82.

QUEIROZ, M.R. *Estudo teórico-experimental da cinética de secagem de bananas*. 1994. 91 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

SALA DE NOTÍCIAS. *Simpósio quer popularizar cogumelo*. 5-9-2003. Disponível em: <http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/noticias/2003_09_setembro/05092003%20COGUMELO%20SIMPOSIO.htm>. Acesso em: 5 abr. 2006.

VILELA, P. S. *Cogumelos - mercado e comercialização*. Disponível em: <www.faemg.org.br/content.aspx?code=353&parentpath=none;13>. Acesso em: 5 abr. 2006.