

AUTORES
AUTHORS

✉ **Flávio Luís SCHMIDT**

Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Caixa Postal 139, CEP 13073-001 Campinas - SP
Fone: 19-241-5222, Fax: 19-242-3104
e-mail: schmidt@ital.org.br

Alfredo de Almeida VITALI

Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Caixa Postal 139, CEP 13073-001 Campinas - SP
Fone: 19-241-5222, Fax: 19-242-3104
e-mail: avitali@ital.org.br

Neusely da SILVA

Laboratório de Microbiologia de Alimentos
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Caixa Postal 139, CEP 13073-001 Campinas - SP
Fone: 19-241-5222
e-mail: neusely@ital.org.br

RESUMO

Construiu-se, em aço inoxidável, um reator para aplicação de vapor saturado em pimenta-do-reino em grão, com o objetivo de diminuir a alta contaminação microbiológica encontrada nesta especiaria ($> 10^{10}$ UFC/g). Tratamentos térmicos a 116°C e 121°C por 0,5, 1,0 e 1,5 minutos foram testados, avaliando-se a população remanescente de microrganismos esporulados aeróbios mesófilos totais e microrganismos esporulados aeróbios termófilos (totais e *flat sour*). Pela grande diminuição da contagem microbiológica, após todos os tratamentos efetuados (cerca de 10 ciclos logarítmicos) sugere-se, além do efeito térmico, um arraste mecânico dos esporos pelo vapor, realizando uma limpeza da pimenta. Após o tratamento térmico, os grãos foram pré-secados sob vácuo no próprio reator e então desidratados, de volta às condições originais, em secador de bandejas. Não houve alteração significativa no sabor da pimenta-do-reino, após os tratamentos efetuados. Independente dos resultados encontrados, a recontaminação da pimenta-do-reino só será evitada por meio de boas práticas de fabricação.

SUMMARY

Due to high the microbiological counts observed in black pepper ($> 10^{10}$ UFC/g), a stainless steel reactor was built for the heat disinfection of whole black peppers using saturated steam. Heat treatments at 116°C and 121°C for 0.5, 1.0 and 1.5 minutes were effected and the counts of surviving aerobic mesophilic sporulated microorganisms and aerobic thermophilic sporulated (flat sour and total) microorganisms evaluated. The great effect on the microbiological count reduction, after all heat treatments (approximately 10 log cycles) suggests that besides the thermal effect, a mechanical wash out of the spores occurred. After the heat treatments, the peppercorns were initially dried under vacuum in the reactor and then dried in an air drier back to their original moisture content. There was no significant taste change in the black pepper after the heat treatments. Independent of the results shown, the recontamination of black pepper will only be avoided by good manufacturing practices.

PALAVRAS-CHAVE
KEY WORDS

Pimenta-do-reino; Tratamento térmico; Contaminação microbiológica / Black pepper; Heat treatment; Microbiological contamination.

1. INTRODUÇÃO

Condimentos e especiarias geralmente são contaminados por fungos e microrganismos termorresistentes além de, eventualmente, microrganismos patogênicos, como *Salmonella ssp.*, *E. coli*, *Cl. perfringens*, dentre outros (FARKAS, ANDRASSY, 1988). Uma vez que as especiarias são utilizadas, em geral, como ingredientes nos alimentos, tanto os problemas de saúde pública como aqueles de perdas econômicas por deterioração dos alimentos podem ser evitados pelo controle microbiológico destes condimentos. O primeiro controle dá-se no campo, por meio de boas práticas agrícolas, evitando-se ou minimizando-se, principalmente, o contato da matéria-prima com o solo e água contaminados. Uma vez colhida a matéria-prima, resta apenas uma série de operações que visam reduzir a contaminação a níveis satisfatórios. Os tratamentos químicos, principalmente por ozônio e óxido de etileno, exigem rigorosos controles de pontos críticos, além de serem potencialmente nocivos à saúde, apesar de apresentarem excelentes resultados (ZHAO, CRANSTON, 1995, FARKAS, ANDRASSY, 1988). Tratamentos à base de radiação são eficientes (ABSTRACT..., 1984, SOEDARMAN *et al.*, 1985), contudo, não são aprovados em muitos países, além de não receberem respaldo por boa parte dos consumidores. Neste trabalho, objetivou-se desenvolver um reator térmico para a diminuição da carga de microrganismos esporulados encontrada na pimenta-do-reino em grão. Para tal utilizou-se vapor saturado, fonte de energia facilmente encontrada nas indústrias de alimentos e de ingredientes. Convém lembrar que o tratamento térmico para a destruição das principais formas vegetativas dos microrganismos é geralmente suficiente para destruir também insetos e suas larvas. A pimenta-do-reino tratada foi avaliada sensorialmente quanto aos efeitos dos tratamentos térmicos no grão.

2. METODOLOGIA

Reator: foi montado um reator para tratamento térmico da pimenta-do-reino, utilizando-se peças em aço inoxidável, conforme apresentado na Figura 1. O reator era de forma cilíndrica, com 40m de comprimento e 7cm de diâmetro, não isolado termicamente. Vapor saturado, produzido por caldeira anexa, foi injetado diretamente no reator. Uma válvula controladora de pressão e um manômetro foram instalados na linha de alimentação de vapor do reator. Na saída do reator, um manovacuumetro foi instalado para verificação do vácuo na etapa de pré-secagem.

Inicialmente a pressão era ajustada ao nível desejado por meio da válvula de controle. Neste momento, a válvula de esfera de admissão de vapor era totalmente aberta permitindo entrada de vapor no reator. A válvula de gaveta na saída do reator, inicialmente aberta, era fechada após 5 segundos, desaerando o reator. A garantia da desaeração completa do reator foi a observação de pressão e temperatura (monitorada por um termopar tipo capilar instalado diretamente na carcaça) equivalentes para vapor saturado.

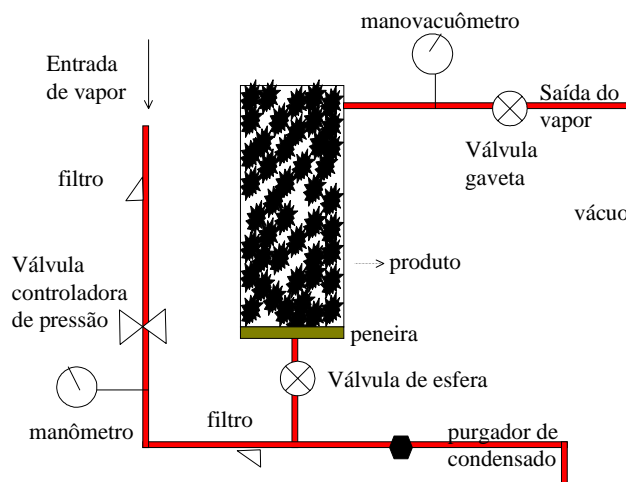


FIGURA 1. Esquema de construção do reator para tratamento térmico.

Tratamentos térmicos: foram realizados ensaios a temperaturas de 116°C e 121°C, por 0,5, 1,0 e 1,5 minutos de exposição. O tempo para subida da temperatura (valor CUT) no reator foi determinado e devidamente descontado do tempo real de exposição, baseado na pressão de trabalho, indicada pelo manômetro. O resumo das condições dos testes está apresentado na Tabela 1.

TABELA 1. Condições dos testes efetuados.

Teste (#)	Tempo (min)	Pressão (psig)	Temperatura (°C)	Cut (min)
I	0,5	10	116	0,25
II	1,0	10	116	0,20
III	1,5	10	116	0,22
IV	0,5	15	121	0,17
V	1,0	15	121	0,17
VI	1,5	15	121	0,17

Pré-secagem: após o tratamento foi feita uma pré-secagem no próprio reator aplicando-se vácuo de 25 pol Hg por 2min. Na prática, foi interrompida a alimentação de vapor após o tratamento térmico, fechando-se a válvula de esfera. Neste momento, foi imediatamente ligada a bomba de vácuo conectada ao sistema e aberta totalmente a válvula gaveta.

Secagem: a secagem foi finalizada, retirando-se a pimenta-do-reino do reator e dispondo-a em bandejas de aço inoxidável para secagem final em secador tipo bandeja, com circulação de ar, à temperatura de 60°C, até umidade final próxima a 5%.

Contagem microbiológica: foram coletadas amostras iniciais do produto e após os tratamentos térmicos (depois da etapa de pré-secagem sob vácuo) para análise em laboratório, de acordo com a metodologia descrita no Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (VANDERZANT, SPLITTSTOESSER, 1992), para microrganismos

esporulados aeróbios mesófilos e esporulados aeróbios termófilos (totais e *flat sour*). De acordo com esta metodologia, um choque térmico inicial elimina as eventuais células vegetativas que porventura estejam na amostra, sendo a contagem, desta maneira, restrita aos esporos presentes na amostra.

Análise sensorial: a análise sensorial do produto final foi feita com relação à cor e ao sabor característico da pimenta-do-reino, comparada à amostra-controle de pimenta, sem o tratamento térmico. Foram escolhidos 10 provadores (não treinados) e a cor analisada visualmente quanto à diferença entre a amostra padrão e as processadas. Quanto ao sabor, amostras de pimenta-do-reino posteriormente moída foram provadas pela equipe, tentando identificar diferenças entre o controle e as amostras processadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reator de bancada montado apresentou fácil operação e controle da pressão de trabalho. A Tabela 1 apresenta os valores de CUT determinados para cada teste. Estes valores são relativamente altos quando comparados aos tempos de tratamentos térmicos efetuados, o que normalmente causa desvios de linearidade nas curvas de resistência térmica. Como neste estudo o objetivo principal era a diminuição da carga microbiológica da pimenta-do-reino e não necessariamente a determinação precisa dos valores de resistência térmica dos microrganismos, este fato foi relevado.

A Tabela 2 apresenta os resultados das contagens microbiológicas efetuadas para esporos. O nível de contaminação observado foi extremamente alto ($>10^{10}$ UFC/g), indicando a real necessidade de boas práticas agrícolas e de transporte para minimizar a contaminação microbiológica da matéria-prima.

TABELA 2. Análises microbiológicas (esporos) para os diversos tratamentos (UFC/g).

Tratamento	Mesófilos		Termófilos Aeróbios totais		Termófilos Anaeróbios <i>flat sour</i>	
	116°C	121°C	116°C	121°C	116°C	121°C
Inicial	$1,0 \times 10^{12}$	$1,0 \times 10^{12}$	$1,7 \times 10^{11}$	$1,7 \times 10^{11}$	$4,5 \times 10^{10}$	$4,5 \times 10^{10}$
0,5min	$1,9 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$	$1,8 \times 10^2$	$4,2 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$	$4,2 \times 10^1$
1,0min	$8,1 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$7,2 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$	$7,2 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$
1,5min	$7,9 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$3,6 \times 10^1$	$5,0 \times 10^0$	$3,6 \times 10^1$	$5,0 \times 10^0$

Após os tratamentos térmicos, foram observadas reduções de aproximadamente 8 e 10 ciclos logarítmicos, respectivamente para esporos aeróbios mesófilos e esporos aeróbios termófilos, tanto totais como *flat sour*.

Pela Figura 2 ficam evidentes as curvas quebradas de resistência térmica, características de uma suspensão de esporos provenientes de populações microbianas mistas, com frações termorresistente e termolábil. A princípio estes resultados eram esperados, pois neste estudo trabalhou-se com a contaminação natural da pimenta-do-reino.

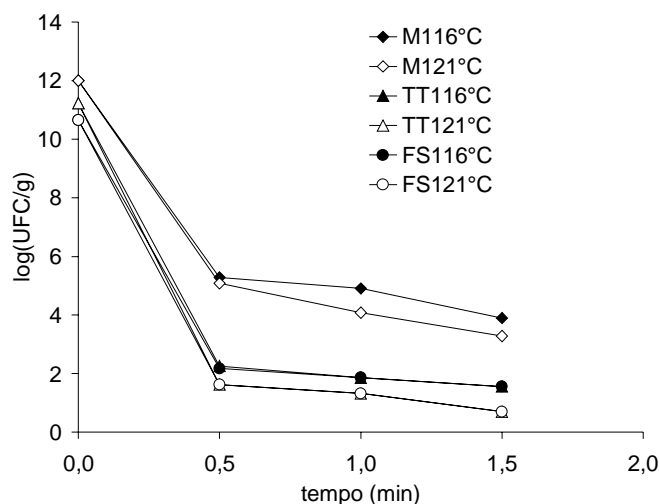


FIGURA 2. Curvas de resistência térmica para populações de esporos mesófilos (M), termófilos totais (TT) e termófilos *flat sour* (FS) em pimenta-do-reino.

De acordo com STUMBO (1973) e PFLUG (1990), valores característicos para a resistência térmica de microrganismos esporulados mesófilos são $D_{121} = 0,10-0,20$ min e $Z = 8-10^\circ\text{C}$. Para microrganismos esporulados termófilos, os mesmos autores indicam valores $D_{121} = 2,0-5,0$ min e $Z = 8-12^\circ\text{C}$. Como pode ser indicado na Tabela 3, neste estudo os valores D (min) e Z ($^\circ\text{C}$) obtidos para resistência térmica não foram os valores típicos encontrados na literatura. Não houve diferença significativa entre a resistência térmica dos microrganismos esporulados mesófilos sob tratamento a 116 e 121°C. Assim, pelo efeito observado do processo, aplicado na redução da contaminação microbiológica, sugere-se, além da temperatura, um mecanismo de arraste mecânico dos contaminantes pelo condensado, uma vez que o tratamento térmico, a princípio, não possui energia suficiente para inativar as populações de esporos nos níveis encontrados. Além disso, oposto à previsão inicial, houve um decréscimo maior da população termofílica comparada à mesofílica, indicando a presença mais superficial da primeira, facilmente arrastada pela injeção do vapor. Visualmente, um líquido escuro era constantemente descarregado na linha de purga de condensado do reator, evidenciando a "limpeza" do material. Infelizmente, não foram realizadas contagens microbiológicas neste material.

Na Tabela 4, observa-se que após os tratamentos térmicos a umidade da pimenta-do-reino aumentou. O ganho de massa foi proporcional à pressão e à duração do tratamento térmico. Assim, quanto mais rápido for o tratamento térmico, menor a quantidade de água absorvida, facilitando o processo posterior de secagem.

TABELA 3. Valores D (min) para resistência térmica das populações de esporos mesófilos, termófilos totais e termófilos *flat sour* em pimenta-do-reino.

Fração	Mesófilos		Termófilos totais		Termófilos <i>flat sour</i>	
	116°C	121°C	116°C	121°C	116°C	121°C
Termolábil	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06
Termorresistente	0,49	0,62	1,66	0,80	1,66	0,80
Z (°C) termorresistente	43,4		41,2		28,8	

TABELA 4. Massa das amostras e valores de umidade em base úmida.

Teste (#)	Massa inicial (g)	Umidade inicial (%)	Massa após tratamento (g)	Umidade após tratamento (g)*	Umidade após secagem final (%)
I	400,2	8,5	430,7	15,0	4,3
II	400,9	8,5	430,0	14,6	4,3
III	400,4	8,5	438,0	16,4	4,7
IV	402,6	8,5	460,2	20,0	5,0
V	400,0	8,5	477,3	23,3	6,5
VI	400,0	8,5	496,9	26,3	5,4

* depois da aplicação do vácuo.

A pré-secagem por 2min, sob 25 pol Hg, serviu apenas para acelerar a drenagem da água do sistema, facilitando a secagem posterior em secador tipo bandejas. A umidade “após o tratamento”, apresentada na Tabela 4, indica a umidade em base úmida na entrada do secador de bandejas. Esta etapa preocupou-se em trazer a pimenta-do-reino de volta às condições iniciais de umidade.

Quanto às análises sensoriais, um pequeno escurecimento foi observado nas amostras tratadas por tempos mais prolongados, especialmente para temperatura de 121°C, no entanto, não foi observada mudança significativa no sabor e no aroma da pimenta, independente do tratamento térmico aplicado (9 entre 10 provadores não detectaram a diferença no sabor e no aroma).

Existe a possibilidade, a princípio, do método ser ampliado para escala industrial, porém, não implicando em reduções nos programas relacionados às boas práticas de fabricação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSTRACTS of Papers Presented at the 12th International Symposium on Microbial Associations and Interactions in Food. **Acta Alimentaria**, **13**(3):233-290, 1984.
- FARKAS, J., ANDRASSY, E. Comparative Analysis of Spices Decontaminated by Ethylene Oxide or Gamma Radiation. **Acta Alimentaria**, **17**(1):77-94, 1988.
- PFLUG, I.J. **Microbiology and Engineering of Sterilization Process**, Published by Environmental Sterilization Laboratory, Minneapolis, MN 55455; 7th Ed., 1990.
- SOEDARMAN, H., STEGEMAN, H., FARKAS, J., MOSSEL, D.A.A. Decontamination of Black Pepper by Gamma Radiation. In: **Microbial Associations and Interactions in Food**, p.401-408, 23 ref., 1985.
- STUMBO, C.R. **Thermobacteriology in Food Processing**. Academic Press, New York and London, 1973.
- VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. American Public Health Association, Washington D.C., Third Edition, 1219p., 1992.