

Uso de ultrassom associado ou não ao dicloisocianurato de sódio na sanitização de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*)

Use of ultrasound associated or not with sodium dichloroisocyanurate in the disinfection of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*)

RIALA6/1571

Jackline Freitas Brilhante de SÃO JOSÉ^{1*}, Hiasmyne Silva de MEDEIROS²

*Endereço para correspondência: ¹Departamento de Educação Integrada em Saúde, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Espírito Santo, Avenida Marechal Campos, n.1468, CEP 29043-910, Vitória, ES - Brasil. Tel.: (27) 3335-7222 .
E-mail: jackline.jose@ufes.br

²Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
Recebido: 04.01.2013 - Aceito para publicação: 30.09.2013

RESUMO

A operação de lavagem associada ao uso de soluções sanitizantes é considerada a única etapa na qual pode ser alcançada a redução no número de micro-organismos deterioradores e patogênicos. Nesta pesquisa foi avaliada a aplicação do ultrassom associado ou não ao dicloisocianurato de sódio na etapa de sanitização de tomates do tipo cereja. O tratamento por ultrassom combinado à solução de dicloisocianurato de sódio e o procedimento com inicial aplicação de ultrassom seguido de imersão em solução do composto clorado, foram os que promoveram as maiores reduções na microbiota inicial de mesófilos aeróbios e coliformes a 35 °C. Em todos os tratamentos, não houveram alterações significativas nos valores de sólidos solúveis, pH e acidez titulável ($p < 0,05$). Os tratamentos com ultrassom promoveram 14 % de redução na firmeza do tomate cereja não sanitizado. Pelo fato de o ultrassom ser potencial alternativa na sanitização, outras variáveis do tratamento (tempo e frequência aplicada) devem ser estudadas para adequar as condições de processamento que potencializem a inativação de micro-organismos sem causar prejuízos na qualidade final do produto.

Palavras chave. ultrassom, sanitização, hortaliças.

ABSTRACT

The washing procedure associated with the use of sanitizer solutions is the only one stage in which the reduction in the number of deteriorative and pathogenic microorganisms can be achieved. This study aimed at evaluating the application of the ultrasound associated with or without the sodium dichloroisocyanurate on the cherry tomatoes sanitization step. The ultrasound treatment combined with sodium dichloroisocyanurate solution, and the procedure in which the ultrasound was applied at first and followed by the immersion in chlorinated solution, was the procedure that promoted the highest reductions in the initial aerobic mesophilic microorganisms and coliforms at 35 °C. No significant changes was found ($p < 0.05$) on the soluble solids, pH and titratable acidity values in all of the used treatments. The treatments with ultrasound promoted 14 % reduction in the firmness of not sanitized tomato. As a potential alternative for performing the sanitization, the ultrasound should be assessed on the additional variables as the applied time and frequency. Therefore, the processing conditions would be adjusted, and it would enhance the microorganisms inactivation without causing harm on the quality of final product.

Keywords. ultrasound, sanitization, vegetables.

INTRODUÇÃO

O tomateiro é a segunda hortaliça cultivada no mundo, sendo sua quantidade produzida superada apenas pela batata¹. O Brasil está entre os 10 maiores países produtores de tomate, com produção total da ordem de 3,887 milhões de toneladas em 2008 e com área de produção de 61 mil hectares². Entre as diversas variedades de tomate, o tomate do tipo cereja tem crescido em importância nos mercados das grandes cidades³. O tomate do tipo cereja tem sido escolhido por restaurantes por serem pequenos e delicados, além de ter tamanho reduzido, o que permite redução no desperdício⁴. Esta hortaliça apresenta valor nutritivo muito elevado e, aliado ao fato de ser bastante consumida, a cultura é uma das principais fontes de vitaminas e sais minerais em muitos países⁵.

Alguns micro-organismos, como *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Aeromonas* e o vírus da Hepatite A, vêm sendo associados a surtos causados pela ingestão de alimentos, como frutas e hortaliças contaminadas, e indicam a importância do controle microbiológico para a saúde pública⁶.

A operação de lavagem combinada ao uso de soluções sanitizantes é considerada a única etapa para redução no número de micro-organismos deterioradores e patogênicos. Dentre os sanitizantes empregados na indústria de alimentos, principalmente em produtos frescos, a maioria é à base de cloro e compostos clorados⁷. As concentrações recomendadas de cloro residual livre para a sanitização de frutas e hortaliças variam de 50 a 200 mg.L⁻¹ em um tempo de contato de 1 a 30 minutos⁷. Entretanto, em condições típicas de lavagem de frutas e hortaliças na cadeia de processamento mínimo, a eficiência do cloro em reduzir a contaminação por patógenos é limitada, alcançando a proporção de um a dois ciclos logarítmicos na população de micro-organismos^{8,9}.

O ultrassom é uma tecnologia recomendada na indústria de alimentos com diferentes aplicações, dentre elas, a remoção de partículas aderidas a superfícies e a inativação de micro-organismos. Essa inativação é consequência do processo de cavitação, que consiste de formação, crescimento e colapso de bolhas, que geram uma energia mecânica e química localizada. Quando o ultrassom é empregado associado com agentes químicos como Cl₂, H₂O₂, O₃, o intenso gradiente de pressão permite a penetração desses agentes oxidantes, o que

permite aumentar a eficiência dos sanitizantes químicos¹⁰. Esta estratégia pode colaborar para o tratamento de frutas e hortaliças minimamente processadas e, assim, auxiliar na adaptação às novas tendências do mercado. Portanto, considerando a importância do estudo da eficiência da aplicação do ultrassom combinado ou não com sanitizantes, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o uso desta tecnologia na etapa de sanitização de tomate cereja.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo da amostra e sanitização

Os tomates cereja, *in natura*, foram adquiridos em um mercado varejista em Viçosa, Minas Gerais, e armazenados a 10 °C até a sanitização. A hortaliça foi selecionada, lavada e submetida aos tratamentos de sanitização. Foram realizados os seguintes tratamentos: 200 mg.L⁻¹ de cloro residual total (CRT), em pH 6,1, preparada a partir de dicloisocianurato de sódio comercial, ultrassom com frequência de 40 Khz, ultrassom aplicado em associação à 200 mg.L⁻¹ de CRT, e aplicação de ultrassom por 10 min seguida de uso de solução do composto clorado nas condições descritas anteriormente. Os três primeiros tratamentos foram realizados por 10 min. Além dos tratamentos de sanitização, fez-se também a avaliação de amostras não tratadas (controle sem sanitizar).

Posteriormente, os tomates foram drenados e armazenados em recipientes de polipropileno a 6 °C por 4 dias. Amostras foram retiradas em intervalos de dois dias para as análises microbiológicas.

Análises microbiológicas

Para as análises de tomates cereja, amostras de 25 g foram homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1 %. A homogeneização foi feita em *stomacher* (Seward Medical Co., Londres, Reino Unido), por um minuto, em velocidade normal. Diluições decimais apropriadas foram preparadas e alíquotas dessas diluições foram transferidas para meios de cultura específicos para a determinação de cada grupo microbiano.

Para contagem padrão de mesófilos, foi realizada a semeadura em profundidade em Ágar Padrão para Contagem (PCA- Himedia®), com incubação por 48 h a 35 °C. Para contagem de fungos e leveduras, foi realizada a técnica de espalhamento em superfície em Ágar Batata Dextrose (BDA) (Himedia®), acidificado com solução de

ácido tartárico 10 %, esterilizada. A contagem de fungos e leveduras foi realizada após 5 a 7 dias de incubação a 25 °C. Para contagem de coliformes a 35 °C, foi utilizado o ágar MacConkey (Himedia®), com incubação por 48 h. Todas as análises microbiológicas foram realizadas segundo descrito na Instrução Normativa nº 62 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento¹¹.

Análises físico-químicas

Acidez Titulável (AT)

O teor de ácidos não voláteis foi determinado por titulação com NaOH. Foram utilizadas 5 g de tomate cereja que foram homogeneizadas juntamente com 50 mL de água destilada. Em seguida, adicionou-se três gotas de indicador de fenolftaleína 1 %, procedendo-se às titulações, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em g de ácido por 100 g de tomate cereja, segundo AOAC¹².

pH

Para medição do pH foram tomados aleatoriamente 5 g de tomate cereja. As amostras foram homogeneizadas juntamente com 50 mL de água destilada, sendo feitas as leituras em pHmetro Digimed DM 20 (São Paulo, Brasil).

Teor de sólidos solúveis (TSS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria, utilizando refratômetro digital de bancada modelo ABBÉ. As leituras foram feitas com três gotas de suco da polpa, feito com 10 g de tomate cereja homogeneizadas em 100 mL de água destilada e os resultados expressos em °Brix.

Cor da epiderme

A mudança da cor da epiderme da hortaliça foi quantificada objetivamente por meio de colorímetro (COLORQUEST XE) com leitura direta de reflectância das coordenadas L (luminosidade), a (relativa de verde a vermelho) e b (relativa de amarela a azul). Para cada amostra, foi utilizada a média de três determinações em zonas aleatórias de cada hortaliça.

Firmeza

A firmeza da polpa dos tomates cereja foi determinada em aparelho de ensaio de materiais INSTRON (Série 3367) utilizando-se *probe* (3 mm de

diâmetro), velocidade 5 mm/s com uma distância de penetração de 19 cm.

Análises Estatísticas

O estudo foi conduzido em três repetições e os dados analisados no programa SAS, versão 9.1 (Statistical Analysis – SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) sendo realizado o teste de Tukey, considerando $p < 0,05$, para comparação do \log_{10} UFC.g⁻¹ médias contagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

A contagem inicial de mesófilos aeróbios, coliformes a 35 °C e fungos filamentosos e leveduras foi em média de 5,65; 4,46 e 4,88 \log_{10} UFC.g⁻¹, respectivamente (Tabela 1). O tratamento ultrassom combinado à solução de dicloisocianurato de sódio e aquele em que foi aplicado primeiro o ultrassom seguido da imersão em solução com o composto clorado, foram as que promoveram as maiores reduções na microbiota inicial de mesófilos aeróbios e coliformes a 35 °C. Para fungos filamentosos e leveduras, destaca-se também o tratamento com solução de dicloisocianurato de sódio, que promoveu redução de cerca 2 \log_{10} UFC.g⁻¹.

Houve redução do número de microorganismos mesófilos aeróbios e coliformes 35°C no tomate cereja tratado somente com ultrassom ao longo do armazenamento. Entretanto, essa redução não foi significativa para coliformes a 35 °C ($p > 0,05$).

Análises físico-químicas

Os valores de AT, pH e TSS em todos os tratamentos não alteraram significativamente ($p < 0,05$) ao longo do armazenamento. Os valores médios observados para o tratamento controle variou de 0,28 a 0,33, 4,05 a 4,15 e 7,50 a 8,30 para AT, pH e TSS, respectivamente.

TSS e AT são fatores críticos na determinação da qualidade e na aceitabilidade pelo consumidor de frutas e hortaliças¹³. Lu et al¹⁴ não verificaram alteração nos valores de pH de tomate cereja (tipo *grape*) tratados com microondas.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores dos índices de cor (*L a b*) e de firmeza da polpa (N) de tomate cereja durante o armazenamento a 6 °C. Observou-se diferença significativa para os tratamentos com ultrassom nos índices *L* e *a*. Lu et al¹⁴ não verificaram alterações nos parâmetros de cor após tratamento com microondas em tomate cereja.

Tabela 1. Efeito dos tratamentos de sanitização na microbiota de tomate cereja durante o armazenamento a 6 °C

Tratamento	Mesófilos Aeróbios (log ₁₀ UFC.g ⁻¹)	Coliformes a 35 °C (log ₁₀ UFC.g ⁻¹)	Fungos Filamentosos e Leveduras (log ₁₀ UFC.g ⁻¹)
DIA 0			
Controle	5,65a	4,46a	4,88a
Cloro	4,79b	3,5ab	2,70d
Ultrassom	4,87b	3,2ab	3,26bc
Ultrassom + Cloro*	3,08bc	2,79c	2,10d
Ultrassom + Cloro **	3,96bc	2,74c	2,97bcd
DIA 2			
Controle	6,01a	4,31a	5,06a
Cloro	5,06b	4,08a	3,66bc
Ultrassom	4,32b	2,80c	3,95b
Ultrassom + Cloro*	3,67bc	3,03c	3,02bcd
Ultrassom + Cloro **	4,66b	3,22ab	3,31bc
DIA 4			
Controle	5,09a	3,35b	5,02a
Cloro	3,87bc	2,36c	3,63bc
Ultrassom	4,23b	2,17de	3,48bc
Ultrassom + Cloro*	2,98c	1,85d	1,67e
Ultrassom + Cloro **	2,39c	2,21de	2,00d

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não apresentaram diferença estatisticamente significativa, considerando $p < 0,05$. *Tratamento combinado de ultrassom 40 kHz e solução de dicloroisocianurato de sódio 200 mg.L⁻¹. ** Tratamento no qual submeteu-se a hortaliça à ação do ultrassom e em seguida foi imersa em solução de dicloroisocianurato de sódio 200 mg.L⁻¹

Tabela 2. Efeito dos tratamentos de sanitização nos valores dos índices de cor (L a b) e de firmeza da polpa (kg.cm⁻²) de tomate cereja durante o armazenamento a 6 °C

Tratamento	Cor L	Cor a	Cor b	Firmeza (N)	
DIA 0	Controle	30,10 ± 2,67a	7,41 ± 1,22a	11,07 ± 1,10a	2,16 ± 0,21a
	Cloro	29,89 ± 1,42a	7,54 ± 1,28a	10,81 ± 0,37a	1,54 ± 0,29d
	Ultrassom	30,94 ± 5,38a	4,12 ± 2,72ab	10,84 ± 1,03a	1,86 ± 0,20ab
	Ultrassom + Cloro*	29,13 ± 1,36a	5,91 ± 2,47ab	9,76 ± 0,67a	1,15 ± 0,14ef
	Ultrassom + Cloro **	15,32 ± 2,26b	15,74 ± 1,21c	7,91 ± 3,42a	1,11 ± 0,14f
DIA 2	Controle	30,08 ± 2,03a	8,88 ± 1,20a	11,56 ± 1,64a	2,04 ± 0,10ab
	Cloro	29,77 ± 1,24a	7,01 ± 0,471a	10,72 ± 0,62a	1,11 ± 0,55f
	Ultrassom	28,74 ± 2,39a	5,53 ± 1,579ab	13,47 ± 4,77a	1,57 ± 0,59ab
	Ultrassom + Cloro*	28,24 ± 1,52a	6,02 ± 0,915ab	9,32 ± 1,01a	1,35 ± 0,17e
	Ultrassom + Cloro **	20,96 ± 3,34b	11,49 ± 1,837c	8,36 ± 1,59a	1,39 ± 0,11d
DIA 4	Controle	29,97 ± 0,83a	8,90 ± 1,67a	11,19 ± 1,75a	1,89 ± 0,23ab
	Cloro	29,77 ± 0,98a	6,49 ± 0,94a	10,41 ± 1,29a	2,10 ± 0,21a
	Ultrassom	28,96 ± 1,65a	5,51 ± 0,95b	10,27 ± 1,83a	1,61 ± 0,19bc
	Ultrassom + Cloro*	27,24 ± 0,61a	6,21 ± 1,81ab	9,28 ± 1,42a	1,32 ± 0,28e
	Ultrassom + Cloro **	28,68 ± 0,96a	6,83 ± 2,85ac	9,00 ± 1,43a	1,58 ± 0,14c

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não apresentaram diferença estatisticamente significativa, considerando $p < 0,05$. *Tratamento combinado de ultrassom 40 kHz e solução de dicloroisocianurato de sódio 200 mg.L⁻¹. ** Tratamento no qual submeteu-se a hortaliça à ação do ultrassom e em seguida foi imersa em solução de dicloroisocianurato de sódio 200 mg.L⁻¹

No presente trabalho, verificaram-se em todos os tratamentos com ultrassom menores valores de firmeza do tomate cereja ($p < 0,05$). Resultado diferente de Cao et al¹³, que observaram maiores níveis de firmeza durante o armazenamento em morangos tratados com ultrassom 40 kHz. Segundo Cao et al¹³, a manutenção da firmeza em morangos por tratamento com ultrassom foi relacionada com inativação de atividades de poligalacturonase e pectinametilsterase que estão associadas com morangos amolecidos. No presente estudo, os tratamentos com ultrassom promoveram 14 % de redução na firmeza do tomate cereja (controle). Este resultado corroborou Lu et al¹⁴, que trataram tomate cereja (tipo *grape*) com microondas com potência média por 50 segundos e verificaram redução de 13,8 % da firmeza, o que sugeriu amolecimento da textura do tomate. A textura fornece informação sobre a microestrutura de alimentos bem como da parede celular, lamela média e pressão de turgor¹⁵.

CONCLUSÃO

A aplicação do ultrassom combinado a agentes químicos pode auxiliar na redução de micro-organismos presentes em hortaliças, tornando esse equipamento potencial coadjuvante na etapa de sanitização. Além das análises microbiológicas, são necessárias análises físico-químicas e sensoriais para validar o uso deste equipamento na indústria de alimentos. Os tratamentos com ultrassom não alteraram os valores de TSS, pH e AT. Entretanto, verificou-se diferença significativa para os tratamentos com ultrassom nos índices de cor L e a e de firmeza. Textura e cor são atributos de qualidade crítica na aceitação pelos consumidores de frutas e hortaliças frescas.

Sendo o ultrassom uma potencial alternativa na sanitização, deve-se estudar outras variáveis do tratamento com ultrassom (tempo e frequência aplicada), para adequar as condições de processamento que potencializem a inativação de micro-organismos sem causar prejuízos à qualidade final do produto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas de estudos.

REFERÊNCIAS

1. Food and Agricultural Organization –FAO. Country information: Brazil: agriculture sector. 2009. [acessado 2012 maio 21]. Disponível em: [http://www.fao.org].
2. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. São Paulo: IBGE, 2003. [acessado 2012 jun 10]. Disponível em: [http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/].
3. Zhao Y, Tu K, Tu S, Liu M, Su J, Hou YP. A combination of heat treatment and *Pichia guilliermondii* prevents cherry tomato spoilage by fungi. *J Food Microbiol*. 2010;137(1):106-10.
4. Gusmão MTA, Gusmão SAL, Araújo JAC. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. *Hort Bras*. 2006;24(2): 431-6.
5. Wang Y, Bao Y, Shen D, Feng W, Yu, T, Zhang J, et al. Biocontrol of *Alternaria alternata* on cherry tomato fruit by use of marine yeast *Rhodospiridium paludigenum*. *J Food Microbiol*. 2008; 123(3):234-9.
6. Lapidot A, Romling U, Yaron S. Biofilm formation and the survival of *Salmonella Typhimurium* on parsley. *J Food Microbiol*. 2006;109(2):229-33.
7. Alvaro JE, Moreno S, Diane F, Santos M, Carrasco G, Urrestarazu M. Effects of peracetic acid disinfectant on the postharvest of some fresh vegetables. *J Food Engg*. 2009;95(3):11-5.
8. Ruíz-Cruz S, Félix EA, Cinco MD, Osuna MAI, Aguilar GAG. Efficacy of sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* populations on fresh-cut carrots. *Food Control*. 2007; 18(11):1383-90.
9. São José JFB, Vanetti MCD. Effect of ultrasound and commercial sanitizers on natural microbiota and *Salmonella enterica Typhimurium* on cherry tomatoes. *Food Control*. 2012; 24(1-2): 95-9.
10. Gogate PR, Kabadi AM. A review of applications of cavitation in biochemical engineering/biotechnology. *Biochem Eng J*. 2009; 44(1):60-72.
11. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.
12. AOAC. American Official of Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC international. 18. ed. Washington, 2005.
13. Cao S, Hu Z, Pang B, Wang H, Xie H, Wu F. Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest. *Food Control*. 2010;21(4):529-32.
14. Lu Y, Turley A, Dong X, Wu C. Reduction of *Salmonella enterica* on grape tomatoes using microwave heating. *Int J Food Microbiol*. 2011; 145(1): 349-52.
15. Fraeye I, Knockaert G, Van Buggenhout S, Duvetter T, Hendrickx M, Van Loey A. Enzyme infusion prior to thermal/high pressure processing of strawberries: mechanistic insight into firmness evolution. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2010;11(1):23-31.