

QUALIDADE DE ALFACE TRATADA COM ÁGUA OZONIZADA DURANTE O ARMAZENAMENTO

MÁRCIA JOAQUIM DA SILVA¹, ERNANDES RODRIGUES DE ALENCAR²,
MARCUS VINICIUS DE ASSIS SILVA³, LÊDA RITA D'ATONINO FARONI⁴

¹ Mestrado em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV e-mail: marcia.j.silva@ufv.br

² Professor Associado, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV

³ Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV

⁴ Professora Voluntária, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A água ozonizada tem sido estudada na conservação de produtos agrícolas durante o armazenamento. Então, este trabalho teve como objetivo determinar a pós-colheita da alface ozonizada. Adotaram-se quatro tratamentos, sendo controle (alface não tratada); exposição ao ozônio por 5 min; exposição do oxigênio por 5 min; e exposição ao sanitizante comercial clorin por 15 min. O processo de ozonização da água no sistema de microbolhas e o tratamento das amostras de alface ocorreram simultaneamente. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. A análise da qualidade da alface foi realizada imediatamente após a ozonização (dia 0) e depois de 3 e 6 dias de armazenamento. Foram determinadas a contagem de mesófilos aeróbios, cor e extravasamento de eletrólitos. Depois dos tratamentos, a alfaces foram armazenadas a 5 °C e umidade relativa de 80%. Apesar de ter sido verificada redução na contagem de mesófilos aeróbios, especialmente imediatamente depois da ozonização, verificou-se alteração expressiva da cor da alface, assim como do extravasamento de eletrólitos. Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que é não é viável o tratamento de alface com ozônio, quando a exposição das amostras ocorre simultaneamente a obtenção da água ozonizada.

PALAVRAS-CHAVE: Alface; ozônio; alterações qualitativas.

QUALITY OF LETTUCE TREATED WITH OZONATED WATER DURING STORAGE

ABSTRACT: Ozonated water has been studied to preserve agricultural products during storage. The, this work aimed to determine the postharvest of ozonated lettuce. Four treatments were adopted: control (untreated lettuce); exposure to ozone for 5 min; oxygen exposure for 5 min; and exposure to commercial sanitizer chlorine for 15 min. The process of ozonation of the water in the microbubble system and the treatment of the lettuce samples occurred simultaneously. A completely randomized experimental design was adopted. Lettuce quality analysis was performed immediately after ozonation (day 0) and after 3 and 6 days of storage. Aerobic mesophilic count, color, and electrolyte extravasation were determined. After the treatments, the lettuces were stored at 5 °C and relative humidity of 80%. Although there was a reduction in the aerobic mesophilic count, especially immediately after ozonation, there was a significant change in the color of the lettuce, as well as in the extravasation of electrolytes. The results obtained in the present study allow us to conclude that it is not

feasible to treat lettuce with ozone when the exposure of the samples occurs simultaneously with the obtaining of ozonated water.

KEYWORDS: Lettuce, ozone; qualitative changes; post-harvest.

INTRODUÇÃO:

As folhas de alface são altamente perecíveis, o que implica, em geral, na comercialização próxima a região de produção (PALTRINIERI, 2014). No que se refere à alface, é essencial o controle de microrganismos, sobretudo aqueles classificados como patogênicos. A sanitização das folhas de alface é uma tarefa fundamental na fase de pós-colheita. Dentre os sanitizantes químicos mais utilizados para o tratamento de alface, estão os produtos comerciais a base de cloro, por serem relativamente baratos e de fácil acesso e manuseio (COELHO et al., 2015). Contudo, os sanitizantes a base de cloro possui como subprodutos os compostos organoclorados, os trihalometanos (THMs) e os ácidos haloacéticos (HAAs), considerados tóxicos, mutagênicos e cancerígenos aos consumidores (COELHO et al., 2015).

A ozonização tem sido estudada como método alternativo aos sanitizantes convencionais para o controle de microrganismos em alimentos, inclusive os patogênicos (PANDISELVAM et al., 2020). O ozônio pode ser aplicado em alimentos na forma gasosa ou em meio aquoso (água ozonizada) (PANDISELVAM et al., 2020). É importante mencionar que diversas variáveis influenciam a concentração do ozônio na água, tais como temperatura, concentração de matéria orgânica e pH (GRAHAM et al., 1997). Estudos sobre o uso de ozônio na pós-colheita de hortaliças ainda são escassos, especialmente utilizando água ozonizada em sistema com microbolhas. É possível utilizar difusor em sistema convencional ou gerador de microbolhas para obter água ozonizada (RICE et al, 2009). Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo determinar a qualidade da alface tratada com água ozonizada obtida em sistema com microbolhas durante o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS:

Utilizou-se alface crespa proveniente de produtor do município de Viçosa, MG. Após a colheita, as alfaces foram transportadas imediatamente para o local de realização dos experimentos. O gás ozônio foi obtido por um gerador de ozônio com capacidade de produção de 10 g h^{-1} , baseado em descargade barreira dielétrica-DBD. A vazão volumétrica foi de $1,0 \text{ L min}^{-1}$. A água ozonizada foi obtida em sistema com microbolhas. Os tratamentos foram os seguintes: controle (alface não tratada); exposição ao ozônio por 5 min; exposição do oxigênio por 5 min; e exposição ao sanitizante comercial clorin por 15 min. O processo de ozonização da água no sistema de microbolhas e o tratamento das amostras de alface ocorreram simultaneamente. A concentração de entrada do gás ozônio foi de 20 mg L^{-1} , que permitiu a obtenção de $4,84 \text{ mg L}^{-1}$ de ozônio na água.

Após o processo de tratamento das alfaces, as amostras foram alocadas em embalagens de poliestireno ($35 \text{ cm} \times 44,5 \text{ cm}$), pesadas e identificadas de acordo com os tratamentos. As amostras foram armazenadas por seis dias em câmara climática tipo BOD, na temperatura de $5 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 80%. Foram determinados a contagem de mesófilos aeróbios, a cor e extravasamento de eletrólitos. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, em esquema fatorial 4×3 (quatro tratamentos x três tempos de armazenamento). Inicialmente realizou-se análise de variância, e posteriormente teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Obteve-se variação significativa ($p < 0,05$) em decorrência da interação entre tratamento e período de armazenamento para a contagem de mesófilos aeróbios (Tabela 1). Destaca-se a

diferença verificada no início do armazenamento (dia 0), quando se comparou o tratamento controle ($6,57 \pm 0,49 \log \text{ UFC g}^{-1}$) com o tratamento com água ozonizada por 5 min ($5,23 \pm 0,51 \log \text{ UFC g}^{-1}$). Dessa forma, obteve-se redução na contagem de mesófilos aeróbios de aproximadamente 1,4 ciclos log. A exposição ao clorin por 15 min não ocasionou redução significativa ($p > 0,05$) na contagem de mesófilos aeróbios, imediatamente depois do tratamento, quando se comparou com o controle (Tabela 1). Entretanto, que as permaneceram inferiores $5,80 \log \text{ UFC g}^{-1}$, no tratamento com clorin, durante o período de armazenamento. Por outro lado, verificou-se contagem de mesófilos aeróbios de $6,57 \pm 0,60 \log \text{ UFC g}^{-1}$, no sexto dia de armazenamento, nas amostras tratadas com água ozonizada por 5 min.

TABELA 1. Contagem de mesófilos aeróbios, diferença de cor (ΔE^*) e saturação de cor (C^*) em alface exposta ou não a água ozonizada e armazenada a 5°C e 80% de umidade relativa por até seis dias.

Tratamentos	Mesófilos aeróbios ($\log \text{ UFC g}^{-1}$)		
	Tempo de armazenamento em dias		
	0	3	6
Controle	$6,57 \pm 0,49 \text{ Aa}$	$6,50 \pm 0,37 \text{ ABa}$	$6,85 \pm 0,43 \text{ Aa}$
Ozônio/5 min	$5,23 \pm 0,51 \text{ Bb}$	$5,66 \pm 0,34 \text{ Bab}$	$6,57 \pm 0,60 \text{ ABa}$
Oxigênio/5 min	$5,94 \pm 0,33 \text{ ABa}$	$6,79 \pm 0,48 \text{ Aa}$	$6,67 \pm 0,28 \text{ ABa}$
Clorin/15 min	$5,79 \pm 0,24 \text{ Aba}$	$5,72 \pm 0,98 \text{ Ba}$	$5,75 \pm 0,90 \text{ Ba}$
Tratamentos	Diferença de cor (ΔE^*)		
	Tempo de armazenamento em dias		
	0	3	6
Controle	$4,18 \pm 5,05 \text{ Ab}$	$9,58 \pm 8,06 \text{ ABa}$	$9,37 \pm 8,97 \text{ Aa}$
Ozônio/5 min	$6,07 \pm 2,14 \text{ Aa}$	$9,98 \pm 3,45 \text{ Aa}$	$7,69 \pm 1,13 \text{ Aa}$
Oxigênio/5 min	$4,20 \pm 0,39 \text{ Ab}$	$6,34 \pm 1,86 \text{ ABab}$	$9,42 \pm 1,73 \text{ Aa}$
Clorin/15 min	$4,50 \pm 4,72 \text{ Aa}$	$4,84 \pm 4,97 \text{ Ba}$	$7,97 \pm 10,27 \text{ Aa}$
Tratamentos	Saturação de cor (C^*)		
	Tempo de armazenamento em dias		
	0	3	6
Controle	$22,14 \pm 0,94 \text{ Aa}$	$19,68 \pm 1,86 \text{ Aab}$	$18,93 \pm 2,55 \text{ Ab}$
Ozônio/5 min	$20,91 \pm 0,35 \text{ Aa}$	$15,63 \pm 2,27 \text{ Bb}$	$18,93 \pm 2,55 \text{ Aa}$
Oxigênio/5 min	$22,13 \pm 0,96 \text{ Aa}$	$20,07 \pm 0,60 \text{ Aa}$	$17,02 \pm 0,71 \text{ Ab}$
Clorin/15 min	$23,51 \pm 0,58 \text{ Aa}$	$21,69 \pm 1,28 \text{ Aab}$	$20,08 \pm 2,96 \text{ Ab}$
Tratamentos	Extravasamento de eletrólitos (%)		
	Tempo de armazenamento em dias		
	0	3	6
Controle	$9,44 \pm 0,63 \text{ Bb}$	$15,79 \pm 2,08 \text{ Aa}$	$19,04 \pm 0,73 \text{ Aa}$
Ozônio/5 min	$30,91 \pm 7,74 \text{ Aa}$	$20,43 \pm 5,93 \text{ Ab}$	$20,35 \pm 4,02 \text{ Ab}$
Oxigênio/5 min	$15,51 \pm 0,88 \text{ Ba}$	$16,88 \pm 1,06 \text{ Aa}$	$16,85 \pm 1,67 \text{ Aa}$
Clorin/15 min	$10,63 \pm 1,30 \text{ Bb}$	$16,23 \pm 2,77 \text{ Aab}$	$20,64 \pm 3,52 \text{ Aa}$

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Verificou-se variação significativa da diferença de cor (ΔE^*) e saturação de cor (C^*) das alfaces em decorrência da interação entre tratamento e período de armazenamento (Tabela 1). No que se refere a diferença de cor, destaca-se que os menores valores foram obtidos nas amostras expostas ao oxigênio 5 min e clorin por 15 min, imediatamente depois da ozonização (tempo zero) e após três dias de armazenamento (Tabela1). Com relação a saturação de cor, destaca-se o menor valor médio obtido nas amostras tratadas com água ozonizada por 5 min ($15,63 \pm 2,27$) no terceiro dia de armazenamento, sendo inferior aos valores obtidos nos demais tratamentos. Verificou-se escurecimento da alface ozonizada, especialmente no terceiro e no sexto dia de armazenamento. Essa alteração de cor inviabiliza a comercialização do produto. Quanto ao extravasamento de eletrólitos, destaca-se o maior valor observado na alface ozonizada por 5 min ($30,91 \pm 7,74\%$) no início de armazenamento, com valores médios permanecendo superiores a 20% no terceiro e no sexto dia. Por outro lado, no controle, obteve-se valor médio inicial igual a $9,44 \pm 0,63\%$, com elevação ao longo do armazenamento. Tendência similar foi observada quando se utilizou clorin por 15 min. De acordo com ÖLMEZ e AKBAS (2009), o ozônio, devido ao seu elevado potencial oxidativo, provoca danos no vegetal e, conseqüentemente, favorece a atividade enzimática da fenilalanina amônia liase.

CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos permitiram concluir que, não condições adotadas no presente estudo, não é viável utilizar água ozonizada para a sanitização de alface, tendo em vista as alterações observadas sobretudo na cor do produto.

AGRADECIMENTOS:

A CAPES (Código de Financiamento 001), ao CNPq e a FAPEMIG.

REFERÊNCIAS:

- COELHO, C. C. D. S.; FREITAS-SILVA, O.; CAMPOS, R. D. S.; BEZERRA, V. S.; CABRAL, L. Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 369-375, 2015.
- GRAHAM, D. M. Use of ozone in food processing. **Food Technology**. v. 51, p. 72-75, 1997.
- ÖLMEZ, H; AKBAS, M. Y. Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf lettuce. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 4, p. 487-494, 2009.
- PALTRINIERI, G. Handling of fresh fruits, vegetables and root crops: A training manual for grenada. Rome, Italy: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. v.89 p. 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/3/au186e/au186e.pdf>. Acesso em: 05 jul 2023.
- PANDISELVAM, R. et al. Ozone as a novel emerging technology for the dissipation of pesticide residues in foods—a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 97, p. 38-54, 2020.
- RICE, R. G; DEBRUM, M.; HOOK, J.; CARDIS, D.; TAPP, C. Microbiological Benefits of Ozone in Laundering Systems. **Ozone: Science & Engineering**, v. 31, n. 5, p. 357-368, 2009.