

Artigo original

EFEITO DA REFRIGERAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE HORTALIÇAS ORGÂNICAS MINIMAMENTE PROCESSADAS

Souza AG*

Instituto Federal Catarinense (IFC)
<https://orcid.org/0000-0002-0572-0205>

Mafra GM†

Instituto Federal Catarinense (IFC)
<https://orcid.org/0000-0002-7078-3106>

Vieira JA‡

Instituto Federal Catarinense (IFC)
<https://orcid.org/0000-0002-5499-611X>

Saraiva FRS§

Instituto Federal Catarinense (IFC)
<https://orcid.org/0000-0001-6466-7988>

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita de kits yakissoba (cenoura, couve-flor, brócolis e acelga), repolho e mix de folhas (alface crespa, alface roxa e rúcula) orgânicas minimamente processados, armazenados em diferentes temperaturas. Os kits foram fornecidos pela Cooperativa Coper Planalto Sul, de Curitiba, SC, e as análises realizadas no Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Rio do Sul. Os pacotes contendo os produtos foram submetidos ao armazenamento em temperatura ambiente (23 ± 2 °C e UR de $65\%\pm 5\%$) por 5 dias e refrigerados (5 ± 1 °C e 10 ± 1 °C e UR de $90\pm 5\%$) por

* Doutora em Produção Vegetal pela Universidade do Estado de Santa Catarina; Mestre em Manejo do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina; Professora no Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul; Estrada do Redentor, 5665, Santa Galo, 89163-056, Rio do Sul, Santa Catarina, Brasil; alexandra.souza@ifc.edu.br

† Pós-graduado em Agronomia: Sistemas Agrícolas Regionais pelo Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul; Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professor na Escola Educação Básica Professora Virgínia Paulina da Silva Gonçalves; martinimafra@gmail.com

‡ Graduando em Engenharia Agrônômica no Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul; andreasjosuev@gmail.com

§ Mestre em Tecnologia Farmacêutica pela Universidade do Vale do Itajaí; Graduada em Farmácia pela Universidade Católica de Pelotas; Técnica em Laboratório no Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul; fatima.saraiva@ifc.edu.br

7 e 14 dias. Logo após o preparo e embalagem dos Produtos Minimamente Processados (PMPs) (testemunha) e após 5, 7 e 14 dias do armazenamento, foram avaliados: perda de Massa Fresca (MF), Atributos Sólidos Solúveis (SS), Acidez Total Titulável (AT), relação entre SS e AT, pH, conteúdo de vitamina C, além de murcha e escurecimento aparente. O armazenamento sem refrigeração proporcionou as maiores perdas de MF, murcha e escurecimento aparente em todos os kits avaliados. Porém, para o kit yakissoba, as perdas de MF sem refrigeração não diferiram do armazenamento refrigerado a 10 °C por 14 dias. O armazenamento promoveu o aumento do conteúdo de vitamina C em todos os vegetais analisados. Os conteúdos de SS e a relação SS/AT somente apresentaram diferença no kit yakissoba, com redução dos valores em todos os tratamentos quando comparado com a testemunha. A refrigeração promoveu a manutenção da qualidade visual, mantendo os vegetais aptos para o consumo até duas semanas de armazenamento.

Palavras-chave: Produtos Minimamente Processados. Escurecimento. Murcha. Armazenamento.

Effect of refrigeration on the conservation of minimally processed organic vegetables

Abstract: *The objective of this work was to evaluate the postharvest conservation of minimally processed kits of yakissoba (carrot, cauliflower, chard and chard), cabbage and leaf mix (crisp lettuce, purple lettuce and arugula) minimally processed stored at different temperatures. The kits were supplied by the Cooperativa Coper Planalto Sul, Curitiba, SC and the analyzes carried out at the Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Rio do Sul. Packages containing the products were submitted to storage at room temperature (23±2 °C and 65±5% relative humidity (RH) and refrigerated (5±1 °C and 10±1 °C and 90±5% RH) for 5, 7 and 14 days. Fresh Weight loss (FM) and the attributes of Soluble Solids (SS), Total Titratable Acidity (AT), SS/AT ratio, pH, vitamin C content and apparent wilting and darkening were evaluated after storage. The storage at room temperature showed greatest loss of fresh matter and apparent wilting and browning in all kits evaluated. However, for the yakissoba kit the FM losses did not differ from cold storage at 10 °C for 14 days. The storage promoted the increase of vitamin C content in all the analyzed vegetables. The contents of SS and the SS/AT ratio only showed difference in the yakissoba kit, with reduction of values in all treatments when compared to the control. The refrigeration promoted the maintenance of the visual quality, keeping the conservation for two weeks.*

Keywords: *Minimally processed products. Darkening. Wilting. Storage.*

Recebido em 26 de junho de 2019
Aceito em 19 de setembro de 2019

1 INTRODUÇÃO

O mercado dos Produtos Minimamente Processados (PMPs) encontra-se em franca expansão, por permitir a oferta de produtos frescos, saudáveis e práticos, com segurança microbiológica e boa qualidade sensorial.^{1,2} Por essa razão, vem avançando a inserção dos PMPs, definidos como vegetais que passaram por alterações físicas, pois foram descascados, picados, torneados ou ralados, mas mantidos no estado fresco e metabolicamente ativo.³

No entanto, os PMPs são mais perecíveis do que seus similares intactos, por apresentarem maior perda de água e alterações bioquímicas e fisiológicas intensas, decorrentes das operações utilizadas durante o processamento mínimo, provocando uma série de injúrias nos tecidos, induzindo respostas que aceleram a senescência do tecido, diminuindo a qualidade e o tempo de vida útil.^{3,4}

A conservação desses produtos é um processo complexo, pois envolve células vegetais danificadas que apresentam atividade respiratória elevada.⁵ Um dos principais fatores relacionados com a manutenção da qualidade dos PMPs é o controle da temperatura durante todo o processo.⁶ A refrigeração tem sido empregada com sucesso no armazenamento pós-colheita em muitos vegetais íntegros, pois o frio é a ferramenta mais efetiva para estender a vida útil de frutas e hortaliças, tornando a refrigeração importante também para os PMPs como observado para repolho, tangerinas e couve.^{2,4,7,8,9}

Entre os PMPs, as hortaliças são as maiores representantes, incluindo repolho, alface, rúcula, couve e cenoura.³ Apesar do aumento na procura por alface, repolho e do kit yakissoba minimamente processado, não há informações precisas acerca do período e das condições ideais de armazenamento e do impacto nos atributos físico-químicos, parâmetros indicativos da qualidade pós-colheita do produto.¹⁰

Aliada à procura de PMP, a preocupação com a qualidade e a segurança dos alimentos também vem crescendo em todo o mundo, decorrente da conscientização das pessoas quanto aos riscos do consumo de alimentos com resíduos de produtos químicos.¹¹ Tal preocupação vem impulsionado o mercado de hortaliças orgânicas, que além de não conterem resíduos de produtos químicos, podem apresentar qualidade nutricional superior.¹²

Diante da escassez de trabalhos publicados sobre a conservação pós-colheita de hortaliças orgânicas minimamente processadas, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos físico-químicos dos kits de yakissoba, repolho e mix de folhas minimamente processadas submetidas ao armazenamento refrigerado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-colheita do Instituto Federal Catarinense, Campus Rio do Sul, com kits de yakissoba (cenoura, couve-flor, brócolis e acelga), repolho e mix de folhas (alface crespa, alface roxa e rúcula) minimamente processados fornecidos pela Cooperativa Coper Planalto Sul, localizada no Município de Curitibanos, SC, no ano de 2018. As plantas foram produzidas em sistema de cultivo orgânico em propriedade rural particular no Município de Curitibanos, SC. Para a confecção dos kits dos PMPs, os vegetais frescos foram descascados, sanitizados com 100 ppm de ácido peracético, picados, centrifugados e depois embalados em embalagens plásticas de polietileno (51 μm) e seladas.¹³ Somente as folhas não foram picadas para preparo do mix de folhas, apenas separadas do caule principal e a base da folha uniformizada com o auxílio de uma faca. Os kits foram preparados na cooperativa, e imediatamente transportados em caixas de isopor em temperatura de 10 °C até o laboratório de Fisiologia e Pós-colheita no Município de Rio do Sul, SC.

Após o preparo das embalagens contendo os PMPs, os pacotes foram submetidos ao armazenamento em temperatura ambiente (23 \pm 2 °C e UR de 65% \pm 5%) e refrigerados (5 \pm 1 °C e 10 \pm 1 °C e UR de 90 \pm 5%) por 7 e 14 dias. A testemunha foi representada pelas análises realizadas logo após o preparo dos PMPs. Após o preparo e embalagem dos PMPs e ao fim de 7 e 14 dias do armazenamento, foram avaliados os atributos de perda de Massa Fresca (MF), murcha e escurecimento aparente, Sólidos Solúveis (SS), Acidez Total Titulável (AT), relação SS/AT, pH e conteúdo de vitamina C. No tratamento com armazenamento em temperatura ambiente as avaliações foram realizadas ao final de cinco dias, pois os produtos já apresentavam sinais de deterioração, deixando-os inaptos ao consumo.

Para avaliação da perda de MF foram realizadas pesagens dos kits na colheita (dia 0) e ao final de 5 (armazenamento em temperatura ambiente), 7 e 14 dias do

armazenamento em balança analítica; e os resultados expressos em porcentagem (%) de perda de MF.

A avaliação da murcha e do escurecimento aparente foi realizada utilizando uma escala evolutiva (notas), variando de 1 a 4, sendo: 1) <25% de murcha ou escurecimento; 2) 26-50% de murcha ou escurecimento; 3) 51-75% de murcha ou escurecimento; e 4) 76-100% de murcha ou escurecimento do tecido.¹⁴

Os teores de AT foram obtidos em 10 mL do suco dos vegetais (processado com o auxílio de um "mixer"), diluídos em 90 mL de água destilada e titulados com hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1; e os resultados expressos em miliequivalente (mEq) de ácido cítrico por Kg⁻¹ de MF.¹⁵ Os teores SS foram determinados em refratômetro digital com compensação automática de temperatura em suco extraído conforme descrito para AT.¹⁵ A relação entre SS e AT foi calculada pela divisão dos SS pela AT. O pH foi determinado com peagâmetro de bancada (modelo mPA210) em suco extraído dos vegetais.¹⁶

O conteúdo de vitamina C foi determinado pelo método espectrofotométrico, utilizando-se 2,4-denitrofenilhidrazina.¹⁷ Foi utilizado 1 g da amostra, macerado em 50 mL de ácido oxálico (0,5%). Após filtragem, em 1 mL da amostra foram adicionados 3 mL de ácido oxálico, cinco gotas do agente oxidante 2,6 diclorofenol-indofenol (2,6-DCFI), 1 mL de 2,4 dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH) e uma gota de tiourea. Após ferver em banho-maria e resfriar em banho de gelo, foram adicionados 5 mL de ácido sulfúrico. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 520 nm, e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de MF.

O experimento foi composto por três temperaturas (ambiente, 5 °C e 10 °C), três produtos (kits de yakissoba, repolho e mix de folhas), dois períodos de armazenamento (7 e 14 dias) e quatro repetições em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e os resultados comparados pelo método de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa SASM-Agri.¹⁸

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa fresca total foi maior no tratamento com armazenamento em temperatura ambiente, enquanto para os demais tratamentos as perdas não apresentaram

diferenças significativas. Somente no kit yakissoba a perda de MF em temperatura ambiente não diferiu do armazenamento por 14 dias a 10 °C (Tabela 1). Resultado semelhante foi encontrado em rúculas armazenadas em 10 °C, que apresentaram maior perda de MF, quando comparadas com rúculas armazenadas a 0 °C.¹⁹ No entanto, as perdas médias de MF dos kits foram baixas, com valores de 0,7% para o yakissoba, 0,9% para o repolho e 1,0% para o mix de folhas. Para repolho, os valores são inferiores ao limite máximo de perda de massa fresca aceitável para comercialização que é da ordem de 5%.²⁰ As reduzidas perdas, mesmo em temperatura ambiente, podem ser atribuídas à espessura da embalagem, que provavelmente não permitiu a perda de água do seu interior para o ambiente externo.

Tabela 1 – Percentagem (%) de perda de massa fresca em kit yakissoba, mix de folhas e repolho minimamente processados após armazenamento.

Tratamento	Kit yakissoba	Mix de folhas	Repolho
Armaz. temp. amb. por 5 dias	1,9 ^a	2,8 ^a	2,3 ^a
Armaz. 5 °C por 7 dias	0,3 ^b	0,2 ^b	0,6 ^b
Armaz. 10 °C por 7 dias	0,2 ^b	0,8 ^b	0,6 ^b
Armaz. 5 °C por 14 dias	0,3 ^b	0,5 ^b	0,4 ^b
Armaz. 10 °C por 14 dias	0,7 ^a	0,8 ^b	0,6 ^b
Média	0,7	1,0	0,9
C.V (%)	20,5	45,3	65,4

Nota: Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As maiores perdas no armazenamento sem refrigeração podem ser decorrentes da maior transpiração, provocada pela baixa umidade relativa do ar e pelas altas temperaturas, resultando na desidratação dos tecidos.⁷ Os resultados deste estudo indicam que a refrigeração pode auxiliar na redução da perda de MF em PMPs durante o armazenamento por até 14 dias para o mix de folhas e repolho, e até 10 dias para o kit yakissoba. Em cebolinha verde e couve minimamente processada as perdas de MF também foram maiores quando armazenadas sem refrigeração, indicando o efeito benéfico da refrigeração na conservação de PMPs.^{21,9}

Em todos os kits armazenados em temperatura ambiente, a última avaliação foi realizada no quinto dia, pois as amostras já estavam impróprias para o consumo, não sendo possível a realização das avaliações de 7 e 14 dias de armazenamento.

Os resultados mostram que o armazenamento refrigerado promoveu redução da murcha aparente nos tecidos dos vegetais de todos os kits até o 14º dia do armazenamento (Tabela 2). Quando do armazenamento em temperatura ambiente, a murcha atingiu o valor máximo na escala evolutiva (4,0) já no quinto dia, estando impróprios para o consumo.

Com o armazenamento refrigerado, independente da temperatura, os vegetais do kit yakissoba apresentaram menor murcha, com valores médios de 2,0 na escala evolutiva até o 7º dia do armazenamento, não diferindo da murcha apresentada no 14º dia de armazenamento (2,5). No entanto, a murcha no armazenamento refrigerado foi maior do que os valores da colheita (1,0), corroborando os resultados da perda de massa fresca do tratamento com refrigeração. A cebolinha verde minimamente processada submetida ao armazenamento em temperatura ambiente também apresentou maior murcha do que as refrigeradas a 10 °C por um período de 8 dias.²¹

Isso também ocorreu para o mix de folhas, que apresentou maior murcha (4,0) aos cinco dias do armazenamento em temperatura ambiente, enquanto no armazenamento refrigerado a murcha atingiu valores de 2,0 e 2,7 na escala evolutiva aos 7 e 14 dias do armazenamento, respectivamente, independente da temperatura (Tabela 2). O mix de folhas armazenado em temperatura ambiente também estava impróprio para o consumo após cinco dias.

Para o repolho armazenado sem refrigeração, a murcha também foi máxima após cinco dias do armazenamento. Mas quando o repolho foi refrigerado, independente da temperatura, a murcha não diferiu da colheita (1,0) aos sete dias do armazenamento, aumentando significativamente aos 14 dias, com valores médios de 1,5 na escala evolutiva (Tabela 2). Em trabalho realizado com folhas de alface, a perda de água também foi maior com o aumento do período de armazenamento.²²

Assim como para a murcha, houve diferença no atributo escurecimento em todos os kits avaliados. O escurecimento no kit yakissoba e no mix de folhas aos sete dias do armazenamento refrigerado não diferiu da colheita (testemunha), mas foi menor do que no armazenamento refrigerado por 14 dias e em temperatura ambiente por 5 dias (Tabela 2). Para o repolho, o escurecimento no 7º dia foi maior quando comparado à colheita, porém não diferindo do 14º dia de armazenamento refrigerado (Tabela 2).

Quando os kits foram armazenados em temperatura ambiente, o escurecimento foi máximo já no quinto dia, indicando que a refrigeração preserva as características visuais do kit yakissoba e do mix de folhas por até 14 dias. Mesmo o repolho tendo apresentado leve escurecimento aos sete dias em armazenamento refrigerado, ainda apresentava condições de consumo. Alfaces cultivadas em sistema convencional e orgânico minimamente processadas e armazenadas em embalagem totalmente fechada a 4 °C também não apresentaram sinais de deterioração até o 5º e o 10º dia do armazenamento, respectivamente.²²

O escurecimento verificado em tecidos vegetais de PMPs pode estar associado a processos enzimáticos que ocorrem por meio de reações oxidativas catalisadas por enzimas como a peroxidase (PDO) e a polifenoloxidase (PFO), que afetam a capacidade de os vegetais manterem suas características sensoriais, como sabor e cor. Em trabalho realizado em alfaces minimamente processadas, as folhas cortadas em tiras de 5 mm apresentaram maior ação das enzimas PDO e PFO do que nas folhas mantidas inteiras.²³

Tabela 2 – Murcha e escurecimento aparente em kit yakissoba, mix de folhas e repolho minimamente processados após armazenamento.

Tratamento	Murcha	Escurecimento
Colheita (testemunha)	1,0 ^c	1,0 ^c
Armaz. temp. amb. por 5 dias	4,0 ^a	4,0 ^a
Armaz. 5 °C por 7 dias	2,0 ^b	1,0 ^c
Armaz. 10 °C por 7 dias	2,0 ^b	1,0 ^c
Armaz. 5 °C por 14 dias	2,5 ^b	2,0 ^b
Armaz. 10 °C por 14 dias	2,2 ^b	2,2 ^b
Média	2,3	1,9
C.V (%)	11,1	8,6
	Mix de folhas	
Colheita (testemunha)	1,0 ^d	1,0 ^c
Armaz. temp. amb. por 5 dias	4,0 ^a	4,0 ^a
Armaz. 5 °C por 7 dias	2,0 ^c	1,0 ^c
Armaz. 10 °C por 7 dias	2,0 ^c	1,0 ^c
Armaz. 5 °C por 14 dias	2,7 ^b	2,7 ^b
Armaz. 10 °C por 14 dias	2,7 ^b	2,2 ^b
Média	2,4	2,0
C.V (%)	11,9	14,4

Tratamento	Murcha	Escurecimento
	Repolho	
Colheita (testemunha)	1,0 ^c	1,0 ^c
Armaz. temp. amb. por 5 dias	4,0 ^a	4,0 ^a
Armaz. 5 °C por 7 dias	1,0 ^c	1,5 ^b
Armaz. 10 °C por 7 dias	1,0 ^c	1,5 ^b
Armaz. 5 °C por 14 dias	1,5 ^b	1,7 ^b
Armaz. 10 °C por 14 dias	1,5 ^b	1,8 ^b
Média	1,7	1,9
C.V (%)	11,6	12,3

Nota: Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tanto a murcha quanto o escurecimento causam mudanças indesejáveis na aparência e nas características sensoriais do produto, reduzindo a vida útil e o valor econômico.^{9,24} Assim, o armazenamento refrigerado apresentou efeito positivo na manutenção da turgescência e da aparência geral dos vegetais avaliados por até duas semanas, sem perda das características visuais.

O conteúdo de vitamina C no kit yakissoba e mix de folhas foi maior em todos os tratamentos, quando comparados com a testemunha, com valores médios de 35,9 e 58,6 mg 100 g⁻¹ de MF, respectivamente (Tabela 3), indicando que o armazenamento, independente do tempo e da temperatura, promoveu aumento no conteúdo dessa vitamina. Aumento nos teores de vitamina C também foram observados em frutos de goiaba-serrana armazenados a 5 °C por 21 dias seguidos de 2 dias de vida de prateleira.²⁵

Para o kit yakissoba, os maiores conteúdos de vitamina C foram obtidos nos tratamentos com armazenamento refrigerado por 7 dias a 10 °C, 7 e 14 dias a 5 °C e em temperatura ambiente por 5 dias, os quais não diferiram entre si, seguidos do armazenamento por 14 dias a 10 °C e colheita. No mix de folhas, todos os tratamentos apresentaram conteúdos superiores, sem diferirem entre si, do que no armazenamento em temperatura ambiente por cinco dias e da colheita (Tabela 3).

O repolho apresentou conteúdos médios de vitamina C de 67,7 mg 100 g⁻¹ de MF, sendo maiores nos tratamentos com armazenamento a 5 °C, independente do tempo, seguidos do armazenamento por 7 dias a 10 °C e temperatura ambiente. Os menores conteúdos foram observados no armazenamento por 14 dias a 10 °C e colheita, os quais não apresentaram

diferenças estatísticas. Comportamento semelhante foi reportado em repolho minimamente processado e armazenado a 5 °C, em que houve redução do conteúdo de vitamina C até o 9º dia, seguido de aumento até o 16º dia de armazenamento.²⁶ Ainda em repolho minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens e armazenado a 8 °C e 15 °C, houve aumento do conteúdo de vitamina C até o 8º e 7º dia, seguido de redução até o 12º dia com valores máximos dessa vitamina de 38,0 e 48,5 mg 100 g⁻¹ de MF, respectivamente.²⁷

Reduções nos conteúdos de vitamina C são comuns com o armazenamento na maioria dos vegetais em razão da oxidação enzimática do ácido ascórbico.²⁸ Contudo, alguns trabalhos apontam aumento no conteúdo de vitamina C para alguns vegetais, porém, a explicação desse comportamento ainda não é clara. Em pitangas foram observados incrementos no conteúdo de vitamina C quando armazenadas sob refrigeração a 8 °C. O aumento foi atribuído à perda de água sofrida pelos frutos durante o armazenamento e consequente concentração da vitamina.²⁹ Todavia, a perda de massa fresca observada neste trabalho não pode, isoladamente, explicar o aumento de vitamina C observado nos diferentes kits avaliados.

Tabela 3 – Conteúdo de vitamina C (mg 100 g⁻¹ de MF), Sólidos solúveis (SS; %), Acidez Titulável (AT; mEq Kg⁻¹ MF), pH e relação SS/AT em kit yakissoba, mix de folhas e repolho minimamente processados na colheita e após armazenamento.

Tratamento	Vit C	SS	AT	pH	SS/AT
Kit yakissoba					
Colheita (testemunha)	22,5 ^c	5,1 ^a	0,3 ^b	6,3 ^a	17,5 ^a
Armaz. temp. amb. por 5 dias	39,4 ^a	3,5 ^b	0,9 ^a	4,4 ^c	3,8 ^c
Armaz. 5 °C por 7 dias	40,3 ^a	3,9 ^b	0,3 ^b	5,6 ^b	13,0 ^b
Armaz. 10 °C por 7 dias	38,8 ^a	4,0 ^b	0,3 ^b	5,7 ^b	13,3 ^b
Armaz. 5 °C por 14 dias	39,7 ^a	4,0 ^b	0,4 ^b	4,4 ^c	10,0 ^b
Armaz. 10 °C por 14 dias	34,7 ^b	3,8 ^b	0,4 ^b	5,2 ^b	9,5 ^b
Média (%)	35,9	4,1	0,4	5,3	11,2
CV (%)	14,2	4,1	12,8	2,1	17,2
Mix de folhas					
Colheita (testemunha)	42,0 ^c	2,9 ^a	0,2 ^a	5,9 ^b	14,5 ^a
Armaz. temp. amb. por 5 dias	54,6 ^b	3,0 ^a	0,2 ^a	7,7 ^a	15,0 ^a
Armaz. 5 °C por 7 dias	63,2 ^a	2,9 ^a	0,2 ^a	5,9 ^b	14,5 ^a
Armaz. 10 °C por 7 dias	64,9 ^a	2,9 ^a	0,2 ^a	5,8 ^b	14,5 ^a
Armaz. 5 °C por 14 dias	62,1 ^a	3,0 ^a	0,2 ^a	7,1 ^a	15,0 ^a
Armaz. 10 °C por 14 dias	65,2 ^a	3,0 ^a	0,2 ^a	6,4 ^b	15,0 ^a
Média	58,6	2,9	0,2	6,8	14,7
CV (%)	16,3	5,2	13,1	2,3	16,7

Tratamento	Vit C	SS	AT	pH	SS/AT
			Repolho		
Colheita (testemunha)	48,8 ^d	4,1 ^a	0,2 ^a	6,1 ^a	20,5 ^a
Armaz. temp. amb. por 5 dias	56,8 ^c	4,0 ^a	0,2 ^a	5,3 ^b	20,0 ^a
Armaz. 5 °C por 7 dias	74,5 ^a	4,1 ^a	0,2 ^a	5,5 ^b	20,5 ^a
Armaz. 10 °C por 7 dias	65,7 ^b	4,2 ^a	0,2 ^a	5,5 ^b	21,0 ^a
Armaz. 5 °C por 14 dias	76,7 ^a	3,9 ^a	0,2 ^a	5,1 ^b	19,5 ^a
Armaz. 10 °C por 14 dias	47,8 ^d	3,9 ^a	0,2 ^a	5,1 ^b	19,5 ^a
Média	67,2	4,0	0,2	5,5	20,1
CV (%)	10,9	3,2	7,7	1,4	6,3

Nota: Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em plantas, a produção de vitamina C ocorre pela rápida conversão da glicose em ácido ascórbico, pela enzima GAL desidrogenase.³⁰ Em condições de estresse, a atividade da enzima é aumentada, promovendo maior produção de vitamina C, como forma de proteção dos tecidos aos danos oxidativos do metabolismo (atuando como agente redutor), comuns no período de amadurecimento e armazenamento dos frutos, ou, ainda, em caso de injúrias.³⁰ Neste trabalho, as baixas temperaturas de armazenamento e as injúrias mecânicas sofridas com o processamento mínimo podem ter aumentado a atividade da enzima GAL desidrogenase, podendo explicar, no caso dos vegetais avaliados, o aumento da vitamina C como forma de defesa dos seus tecidos.

Em trabalho realizado com goiaba-serrana também houve aumento do conteúdo de vitamina C durante o armazenamento refrigerado, atribuído pelos autores ao estresse sofrido pelas baixas temperaturas em que os frutos foram armazenados.²⁵

Os teores de SS no kit yakissoba apresentaram redução em todos os tratamentos, diferindo da testemunha, mas não entre si, com valores médios de 4,1% (Tabela 3). A redução dos teores de SS era esperada, pois há maior utilização dos açúcares no processo de respiração celular durante o armazenamento.⁶ Os teores de SS também diminuíram ao longo do período de armazenamento em carambolas minimamente processadas.³¹ A redução de SS no kit yakissoba pode também ser atribuída ao aumento da vitamina C, visto que transforma glicose em ácido ascórbico.

Os valores médios de SS do mix de folhas e do repolho foram de 2,9% e 4,0%, respectivamente. No entanto, em ambos, os teores de SS não diferiram da testemunha, indicando que para esses vegetais o armazenamento não afeta a qualidade desse

atributo. Em repolho não foram observadas alterações dos teores de SS, embalado em diferentes embalagens e armazenado a 5 °C com valores médios de 3,25% e 4,25%, de acordo com a embalagem utilizada.²⁶

Os valores de AT somente apresentaram diferença significativa entre os tratamentos no kit yakissoba armazenado em temperatura ambiente por cinco dias, com valores superiores aos demais (Tabela 3). Em repolho, na colheita, os valores de AT (0,2) estão abaixo dos reportados por outros autores (0,36-0,91), enquanto que para o mix de folhas (0,2) são semelhantes aos apresentados na alface crespa armazenada sob refrigeração, podendo ser reportadas como hortaliças de baixa acidez, assim como o kit yakissoba (0,3).^{26,23} A manutenção dos valores de AT pode estar relacionada à redução da atividade respiratória em decorrência da redução dos níveis de O₂ e concentração de CO₂ no interior das embalagens, promovendo manutenção dos ácidos orgânicos.

Houve diferença nos valores de pH para os diferentes kits e tratamentos (Tabela 3). No kit yakissoba houve redução do pH em todos os tratamentos comparados à testemunha (6,3). As maiores reduções foram observadas nos tratamentos com armazenamento em temperatura ambiente por cinco dias (4,4) e a 5 °C por 14 dias (4,4). Comportamento semelhante ocorreu em repolho minimamente processado, que apresentou redução dos valores de pH em todos os tratamentos, sem diferirem entre si, quando comparados com a testemunha (6,1). A redução nos valores de pH após o processamento mínimo pode ser decorrente do aumento da dissociação de ácidos orgânicos em razão de ruptura do tecido vegetal.^{32,33}

Somente no mix de folhas houve aumento do pH no armazenamento em temperatura ambiente por 5 dias (7,7) e refrigerado a 5 °C por 14 dias (7,1) em relação à colheita (5,9) (Tabela 3). Aumento nos valores de pH são esperados, pois com o armazenamento ocorre a degradação de compostos, especialmente dos ácidos orgânicos e amido, acarretando a redução da acidez e o aumento do pH.⁶ No mix de folhas, os vegetais receberam menos cortes quando comparados com o repolho e o kit yakissoba, havendo menores danos ao tecido e menor extravasamento do suco celular, justificando o aumento do pH. Em trabalho realizado com alface armazenada a 5 °C em diferentes embalagens também houve um pequeno aumento nos valores de pH ao final de 15 dias de armazenamento.²² Em repolho minimamente processado também foi observado aumento do pH durante conservação refrigerada.^{27,34}

Houve redução da relação SS/AT no kit yakissoba armazenado quando comparado com a testemunha (17,5), com os menores valores observados no armazenamento em temperatura ambiente por cinco dias (3,8) (Tabela 3). Os maiores valores na colheita são atribuídos aos maiores teores de SS. Reduções nos valores de SS no armazenamento promoveram redução da relação SS/AT. Já para o mix de folhas e o repolho minimamente processado não houve diferença entre os tratamentos.

As alterações nos teores de açúcares e compostos ácidos podem promover alterações nas propriedades sensoriais do produto, especialmente na sensação de doçura e acidez, sendo a relação entre SS/AT um indicador das qualidades organolépticas dos alimentos.³⁵ Assim, o kit yakissoba apresentou as maiores alterações de sabor quando armazenado especialmente em temperatura ambiente.

4 CONCLUSÃO

Foi possível armazenar o kit yakissoba, o mix de folhas e o repolho minimamente processados por até uma semana sem perda das qualidades visuais e nutricionais em ambiente refrigerado, podendo chegar a 14 dias com pequenas alterações na aparência visual.

O armazenamento de produtos minimamente processados em temperatura ambiente não é aconselhável, pois os vegetais logo perdem a qualidade.

REFERÊNCIAS

1. Luamoto MY, Jacomino AP, Mattiuz CFM, Silva APG, Kluge RA, Arruda-Palharini MC. Sanificação e eliminação do excesso de líquidos em laranja 'Pêra' minimamente processada. *Braz J of Food Technol.* 2015;18(2):85-92. doi: 10.1590/1981-6723.2814
2. Kluge RA, Geerdink GM, Tezotto-Uliana JV, Guassi SAD, Zorzeto TQ, Sasaki FFC, *et al.* Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. *Semina: Ciênc Agrar.* 2014;35(2):801-12. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p801
3. Moretti CL. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças; 2007. 531 p.

4. Kluge RA, Costa CA, Vitti MCD, Ongarelli MG, Jacomino AP, Moretti CL. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. *Ciênc Rural*. 2006;36(1):263-70. doi: 10.1590/S0103-84782006000100041
5. Aguila JSD, Sasaki FF, Heiffig LS, Ortega EMM, TRevisan MJ, Kluge RA. Effect of antioxidant in fresh cut radish during the cold storage. *Braz Arch Biol Technol*. 2008;51(6):1217-23. doi: 10.1016/j.jff.2014.04.049
6. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2a ed. Lavras: UFLA; 2005. 785 p.
7. Freddo AR, Cechin FE, Mazaro SM. Conservation of post-harvest leaves of green onion (*Allium fistulosum* L.) with the use of salicylic acid solution. *Braz J Applied Technol Agricult Sci*. 2013;6(3):87-93. doi: 10.5935/PAeT.V6.N3.10
8. Salata AC, Cardoso A, Evangelista RM, Magro FO. Uso de ácido ascórbico e cloreto de cálcio na qualidade de repolho minimamente processado. *Hort Bras*. 2014;32(4):391-97. doi: 10.1590/S0102-053620140000400004
9. Souza AG, Carvalho J, Anami JM. Conservação de couve minimamente processada tratada com ácido ascórbico. *RAC*. 2018;31(2):58-62. doi: 10.22491/RAC.2018.v31n2.7
10. Silva APG, Borges CD, Miguel ACA, Jacomino AP, Mendonça CRB. Características físico-químicas de cebolinhas comume europeia. *Braz J of Food Technol*. 2015;18(4):293-98. doi: 10.1590/1981-6723.3015
11. Arbos KA, Freitas RJS, Stertz SC, Carvalho LA. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2010;30(1):215-20. doi: 10.1590/S0101-20612010000500033
12. Arbos KA, Freitas RJS, Stertz SC, Dornas MF. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2010;30(2):501-06, 2010. doi.org/10.1590/S0101-20612010000200031

13. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46 de 06 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Diário oficial da União, poder executivo. Brasília, DF; 2011.
14. Souza AG, Amarante CVT, Steffens CA, Benincá TDT, Padilha M. Postharvest quality of feijoa flowers treated with different preservative solutions and 1-Methylcyclopropene. *Rev Bras Fruticultura*. 2016; 38(4):e-759. doi.org/10.1590/0100-29452016759
15. Amarante CVT, Steffens CA, Ducroquet JPHJ, Sasso A. Qualidade de goiaba-ser-rana em resposta a temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. *Pesq Agropec Bras*. 2008; 43(12):1683-9. doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200007
16. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4a ed. São Paulo, 2008. 1020 p.
17. Strohecker R, Henning HM. Análises de vitaminas: métodos comprovados. Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.
18. Canteri MG, Althaus RA, Virgens Filho JS, Giglioti EA, Godoy CV. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott – Knott, Tukey e Duncan. *Rev Bras Agrocomputação*. 2001; 1(2):18-24.
19. Gonzalez AF, Ayub RA, Reghin MY. Conservação de rúcula minimamente processada produzida em campo aberto e cultivo protegido com agrotêxtil. *Hort Bras*. 2006; 24(3):360-62. doi: 10.1590/S0102-05362006000300018
20. Luengo RF, Calbo AG. Armazenamento de Hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. 242 p.
21. Souza AG, Carvalho J, Anami JM. Refrigeração de ácido ascórbico na conservação de cebolinha-verde minimamente processada. *RAC*. 2018; 31(2):58-62. doi: 10.22491/S0102-05362014000300011

22. Reis HF, Melo CM, Melo EP, Silva RA, Scalon SPQ. Conservação pós-colheita de alface crespa, de cultivo orgânico e convencional, sob atmosfera modificada. Hort Bras. 2014; 32(3): 303-09. doi: 10.1590/RAC.2018.v31n2.7
23. Mattos, LM, Moretti, CL, Chitarra, AB, Prado, MET. Qualidade de alface crespa minimamente processada armazenada sob refrigeração em dois sistemas de embalagem. Hort Bras. 2007; 25(4):504-08. doi: 10.1590/S0102-05362007000400003
24. Guerra AMNM, Costa ACM, Ferreira JBA, Tavares PRF, Medeiros AC. Avaliação das principais causas de perdas pós-colheitas de hortaliças comercializadas em Santarém, Pará. RBAS. 2017; 12(1):34-40. doi: 10.18378/rvads.v12i1.4809
25. Amarante CVT, Souza AG, Benincá TDT, Steffens CA. Fruit quality of Brazilian genotypes of feijoa at harvest and after storage. Pesq Agropec Bras. 2017; 52(9):734-42. doi: 10.1590/S0100-204X2017000900005
26. Rinaldi MM, Benedetti BC, Sarantópoulos CIGL, Moretti CL. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem. Ciênc Tecnol Aliment. 2009; 29(2):310-15. doi: 10.32404/rean.v3i2.1139
27. Moreno LB, Scherwinski R, Silva JMT, Scalon SPQ, Carvevalli TO. Conservação de repolho minimamente processado sob efeito de diferentes embalagens, tempo de estocagem e temperatura. Rev Agric Neotrop. 2016; 3(2):68-74. doi: 10.32404/rean.v3i2.1139
28. Lee SK, Kader AA. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biol Technol. 2000; 20(3):207-20. doi: 10.1016/S0925-5214(00)00133-2
29. Mélo EA, Lima VLAG, Nascimento PP. Temperatura no armazenamento de pitanga. Sci Agric. 2000; 57(4):629-34. doi: 10.1590/S0103-90162000000400006
30. Smirnoff N, Wheeler GL. Ascorbic acid in plant: biosynthesis and function. Biochem Mol Biol. 2000; 35(4):291-14. doi: 10.1080/10409230008984166

31. Ogassavara FO, Durigan JF, Teixeira GHA, Cunha-Jr LC. Comparação entre cultivares de carambola para produção de produtos minimamente processados. *Rev Bras Fruticultura*. 2009; 31(2):544-51. doi: 10.1590/S0100-29452009000200032
32. Gomes MH, Fundo JF, Santos S, Amaro SAL, Almeida DPF. Hydrogen ion concentration affect quality retention and modifies the effect of calcium additives on fresh cut 'Rocha' pear. *Postharvest Biol Technol*. 2010; 58(3):239-46. doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.07.004
33. Zhu LQ, Zhou J, Zhu SH, Guo LH. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. *Food Chem*. 2009; 114(1):174-79. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.09.036
34. Evangelista RM, Vieites RL, Castro OS, Rall VLM. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. *Ciênc Tecnol Alimen*. 2009; 29(2):324-32. doi: 10.1590/S0101-20612009000200014
35. Barret DM, Beaulieu JC, Shewfelt R. Color, flavor, texture and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2010; 50(5):369-89. doi: 10.1080/10408391003626322

