

## Qualidade pós-colheita de couve-flor 'Teresópolis gigante' tratada com etileno, absorvedor de etileno e 1-metilciclopropeno

Postharvest quality of 'Teresópolis gigante' cauliflower treated with ethylene, ethylene absorbent and 1-methylcyclopropene

Auri Brackmann<sup>1</sup> Jorge Nadir Trevisan<sup>1</sup> Gustavo Adolfo Klippel Martins<sup>1</sup>  
Sérgio Tonetto de Freitas<sup>2</sup> Anderson Machado de Mello<sup>2</sup>

- NOTA -

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da aplicação e absorção de etileno, assim como o uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre a qualidade pós-colheita de couve-flor 'Teresópolis Gigante'. Os tratamentos utilizados foram: armazenamento refrigerado, uso de sachês de permanganato de potássio (80g), 1-MCP (1,0 e 0,5µl L<sup>-1</sup>) e aplicação de etileno (1,0µl L<sup>-1</sup>). De acordo com os resultados obtidos, a coloração mais verde da cabeça e das folhas foi obtida nos tratamentos com a aplicação de 1-MCP e uso de sachês de permanganato de potássio. A menor firmeza da haste foi obtida com a aplicação de etileno. Conclui-se que a aplicação de 1-MCP, assim como o uso de sachês de permanganato de potássio promovem a manutenção da cor verde da cabeça e das folhas, assim como o etileno exógeno reduz a firmeza da haste de couve-flor 'Teresópolis Gigante'.

**Palavras-chave:** armazenamento, hortaliça, permanganato de potássio, *Brassica oleracea*.

### ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the effect of the application and absorption of ethylene, as well as the use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) concerning the postharvest quality of 'Teresópolis Gigante' cauliflower. According to the results, the greenest value of the head and of the leaf were got in treatments with application of 1-MCP and use of potassium

permanganate. The least stem's firmness was got with the application of ethylene. Then the application of 1-MCP, as well as the use potassium permanganate promoted the maintenance of the green color of the head and of the leaf, as well as exogenous ethylene reduced the stem's firmness of the 'Teresópolis Gigante' cauliflower.

**Key words:** storage, vegetable crop, potassium permanganate, *Brassica oleracea*.

A cabeça da couve-flor, parte comercializável e comestível dessa hortaliça, é uma inflorescência imatura, e um produto de alta perecibilidade pós-colheita (MEDINA, 1983). A colheita da couve-flor é procedida através de corte do caule e das folhas, operações que podem reduzir a conservação pós-colheita do produto devido ao aumento da produção de etileno e respiração (TAN et al., 1994).

Os mecanismos através dos quais as plantas percebem e transduzem o sinal do etileno têm sido objeto de intensa pesquisa. Provavelmente a presença do etileno é detectada por receptores, os quais seriam proteínas localizadas na membrana

<sup>1</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: brackman@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

plasmática das células. O composto 1-metilciclopropeno (1-MCP) pode ligar-se ao receptor do etileno (SISLER & SEREK, 1999), inibindo a percepção da presença desse fitohormônio (MULLINS et al., 2000) e conseqüentemente as respostas das plantas (JOBLING, 2002).

Em hortaliças verdes, como o brócolo, 1-MCP tem mostrado significativa redução na senescência (KU & WILLS, 1999), mantendo a qualidade pós-colheita do produto com aplicações de  $1,0\mu\text{L L}^{-1}$  (SISLER et al., 1996). Estudando as respostas dos frutos de cinco cultivares de maçã ao 1-MCP, FAN et al. (1999) verificaram inibição da produção de etileno, respiração, amolecimento e perda da acidez titulável com aplicações de 1,0 a  $1,5\mu\text{L L}^{-1}$ . O 1-MCP bloqueia os efeitos indesejáveis pós-colheita do etileno endógeno e exógeno em frutas e hortaliças, não apresentando propriedades tóxicas, e por ser inodoro, possui considerável potencial comercial para o futuro próximo (BLANKENSHIP & DOLE, 2003).

O uso de absorvedores de etileno à base de permanganato de potássio tem-se mostrado eficiente na eliminação deste fitohormônio em armazenamento de frutas. Estudos confirmaram que a eliminação deste gás, com o uso de absorvedores, mantém a firmeza de polpa mais elevada em maçãs cv. Gala (BRACKAMANN & SAQUET, 1999) e diminui a perda de acidez (LIU, 1985).

A produção de etileno por cabeças de couve-flor mantidas à temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ , pode variar de  $0,1\mu\text{L kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$  (SUSLOW & CANTWELL, 2001) a  $1,7\mu\text{L kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$  (LOUGHEED et al., 1987) conforme a cultivar que está sendo considerada. Apesar dessa baixa produção, níveis prejudiciais podem acumular durante o armazenamento desta hortaliça.

A couve-flor apresenta alta sensibilidade ao etileno exógeno (McGREGOR, 1987; WAGNER et al., 2001), cujos efeitos são a descoloração da cabeça, amarelecimento acelerado e a abscisão das folhas internas. A couve-flor é facilmente danificada por traços de etileno, sendo incompatível o seu armazenamento com frutas e hortaliças produtoras de etileno (SUSLOW & CANTWELL, 2001).

A transpiração é uma das principais causas de deterioração pós-colheita dos produtos hortícolas. A sensibilidade da couve-flor à perda d'água, segundo McGREGOR (1987), GAST & FLORES (2001) e WAGNER et al. (2001), é média. A perda d'água máxima a partir da qual a couve-flor perde a comerciabilidade, segundo BEN-YEHOSHUA (1987) é de 7% do peso fresco.

O objetivo foi avaliar o efeito do etileno e de diferentes métodos para amenizar os efeitos

prejudiciais, sobre couves-flores armazenadas durante dois meses em ambiente refrigerado, seguidos de cinco dias de exposição a temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ .

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP), em parceria com o Setor de Horticultura, ambos do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando cabeças de couve-flor 'Teresópolis Gigante' provenientes de pesquisa realizada pelo último.

Os tratamentos utilizados foram: controle (sem tratamento), absorvedor de etileno, 1-MCP ( $1,0$  e  $0,5\mu\text{L L}^{-1}$ ) e aplicação de etileno ( $1,0\mu\text{L L}^{-1}$ ). As unidades experimentais, constituídas de três cabeças, foram arranjadas em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Todos os tratamentos foram armazenados durante dois meses em minicâmaras experimentais de 232L, parcialmente fechadas para manter a alta umidade relativa e evitar a formação de uma atmosfera modificada. Após o armazenamento, as cabeças foram expostas a  $20^{\circ}\text{C}$  por cinco dias, para simular o seu período de comercialização.

A temperatura de armazenamento foi de  $0,5^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 97%, aproximadamente, para todos os tratamentos. Para a absorção do etileno, foram utilizados 10 sachês com 8g de permanganato de potássio mantidos no interior das minicâmaras durante o período de armazenamento. A aplicação do 1-MCP foi realizada no início do armazenamento. Utilizaram-se  $1,6\text{mg m}^{-3}$  e  $0,8\text{mg m}^{-3}$  do produto Agrofresh (Rohm and Haas) para a obtenção, respectivamente, de  $1\mu\text{L L}^{-1}$  e  $0,5\mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP na atmosfera das minicâmaras. Em um recipiente hermético, o produto foi solubilizado em 25ml de água aquecida a  $60^{\circ}\text{C}$  e a solução foi transferida para placas de Petri previamente colocadas no interior das minicâmaras, as quais foram imediatamente fechadas. Para a obtenção de  $1\mu\text{L L}^{-1}$  de etileno no interior das minicâmaras, previamente vedadas, fez-se injeção desse gás, proveniente de cilindros de alta pressão.

As cabeças foram expostas aos tratamentos durante 24 horas, após o que as minicâmaras contendo 1-MCP foram ventiladas durante uma hora e exaustadas com bomba de sucção com vazão de  $14\text{m}^3\text{ h}^{-1}$ . As características avaliadas foram: acidez titulável, e sólidos solúveis totais, utilizando-se os métodos descritos por BORTOLUZZI (1997), com suco extraído das partes comestíveis das cabeças de couve-flor; cor da cabeça, medida através de um colorímetro, marca Minolta, modelo CR 310, pelo sistema tridimensional de cores CIE  $L^*a^*b^*$ , sendo os resultados obtidos pela soma dos valores de  $a^*$  (cores do verde ao vermelho) e  $b^*$  (cores do azul ao amarelo); firmeza,

determinada com um penetrômetro, em corte transversal da haste, após um cozimento durante 10 minutos; amarelecimento das folhas, expresso através da média de valores fornecidos por 10 avaliadores que correspondem a um determinado intervalo em porcentagem de amarelecimento (0=0%, 1=1 a 20%, 2=21 a 40%, 3=41 a 60%, 4=41 a 60% e 5=81 a 100%); e, perda de massa expressa em porcentagem, considerando-se o peso inicial. Para cada parâmetro avaliado foi efetuada uma análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade de erro. A variável perda de massa, expressa em porcentagem, foi transformada pela fórmula  $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$ , antes da análise da variância (Tabela 1).

A acidez titulável não foi influenciada pelos tratamentos avaliados. Isto se deve, provavelmente, ao fato de esta cultivar ser pouco sensível ao etileno, contrariando SARGENT (2001), que afirma que couve-flor é um produto sensível a baixas quantidades de etileno. Desta forma, pode-se dizer que a concentração de etileno de  $10 \mu\text{l L}^{-1}$  não é alta o suficiente para alterar a acidez titulável desta cultivar. Os valores de sólidos solúveis totais (SST) mostraram-se superiores nos tratamentos com aplicação de 1-MCP, no entanto, não diferindo estatisticamente dos tratamentos testemunha e com aplicação de etileno. Os maiores valores obtidos para os tratamentos com aplicação de 1-MCP devem-se, possivelmente, à redução do efeito do etileno, pois de acordo com os autores GAST & FLORES, (2001); SUSLOW & CANTWELL, (2001) e DAINELLO & COTNER, (2001), a couve-flor é facilmente danificada por este fitohormônio, aumentando sua senescência, o que causaria a degradação de açúcares nesses órgãos.

As folhas no tratamento com aplicação de etileno apresentaram-se mais amareladas, devido à degradação da clorofila, provocada pelo etileno. Estes efeitos de descoloração e amarelecimento acelerado, também foram observados por SUSLOW &

CANTWELL (2001). Os tratamentos, com a aplicação de 1 e  $0,5 \mu\text{l L}^{-1}$  de 1-MCP, apresentaram, respectivamente, os menores índices de amarelecimento, equivalendo a 0 e 20%, mantendo a coloração verde característica das folhas. Este resultado pode ser explicado devido à ligação do 1-MCP ao receptor de etileno (MULLINS et al., 2000), inibindo assim a percepção da presença deste fitohormônio (THOMPSON, 2002).

Aplicação de  $10 \mu\text{l L}^{-1}$  de etileno reduziu a firmeza da haste. Isto se deve provavelmente à ação do etileno na ativação de enzimas responsáveis pela degradação da parede celular (BLANKENSHIP & DOLE, 2003). Os tratamentos com aplicação de 1-MCP e uso de sachês de permanganato de potássio apresentaram uma coloração mais verde das cabeças quando comparados com os tratamentos testemunha e aplicação de etileno. Estes resultados estão de acordo com autores que afirmam que o etileno endógeno (KASAI et al., 1996), e exógeno (AHARONI et al., 1985), promovem um maior amarelecimento de brócolo durante o seu armazenamento. O parâmetro perda de massa não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos. No entanto, a aplicação de 1 e  $0,5 \mu\text{l L}^{-1}$  de 1-MCP resultou em valores de 11,66 e 8,31% de perda de massa respectivamente, indicando baixa qualidade comercial da couve-flor após o armazenamento (BEN-YEHOSHUA, 1987).

## CONCLUSÃO

A cultivar de couve-flor Teresópolis Gigante é pouco sensível ao etileno, no entanto, a aplicação de 1-MCP, assim como o uso de sachês de permanganato de potássio são eficazes na manutenção da cor verde da cabeça e das folhas, assim como o etileno exógeno reduz a firmeza da haste quando armazenada por dois meses a  $0,5^\circ\text{C}$ .

Tabela 1 - Análise físico-química de couve-flor 'Teresópolis Gigante', submetida a diferentes tratamentos pós-colheita, após dois meses de armazenamento e cinco dias de exposição a  $20^\circ\text{C}$ . Santa Maria, RS, 2005.

Tratamento	Acidez titulável	Sólidos solúveis	Cor da	Firmeza	Amarelecimento	Perda de peso
	( $\text{cmol L}^{-1}$ )	totais ( $^\circ\text{Brix}$ )	Cabeça (a+b)	(N)	(0-5)	(%)
Controle	2,71 a*	6,57 a b	27,37 a	9,11 a	2,50 b	3,85 a
Permanganato (K)	2,73 a	6,25 b	26,02 b	7,73 a b	2,25 b c	4,08 a
1-MCP ( $1 \mu\text{l L}^{-1}$ )	2,97 a	6,60 a	26,13 b	7,11 a b	0,00 d	11,66 a
1-MCP ( $0,5 \mu\text{l L}^{-1}$ )	3,12 a	6,72 a	26,07 b	7,60 a b	1,00 c d	8,31 a
Etileno ( $10 \mu\text{l L}^{-1}$ )	1,66 a	6,50 a b	27,42 a	5,64 b	4,25 a	4,73 a
CV(%)	8,6	12,3	7,6	23,1	15,7	26,7

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

## AGRADECIMENTOS

Freitas e Mello, bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

- AHARONI, N. et al. Modified atmospheres to delay senescence and decay of broccoli. In: NATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERES TO CONFERENCE, 4., Raleigh, NC. **Proceedings...** Hort: Department of Horticultural Science, 1985. p.169-177. (Rep. 126).
- BEN-YEHOSHUA, S. Transpiration, water stress, and gas exchange. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. p.113-170.
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.1-25, 2003.
- BORTOLUZZI, G. **Efeito da temperatura de armazenamento e condições de atmosfera controlada sobre a qualidade da maçã 'Fuji'**. 1997. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Curso de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.
- BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Low ethylene and rapid CA storage of cv. Gala apples. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EFFECT OF PREHARVEST AND POSTHARVEST FACTORS ON STORAGE OF FRUIT, 1999, Leuven. **Acta Horticulturae**, v.48, n.5, p.79-83, 1999.
- DAINELLO, F.J.; COTNER, S. **Vegetable growers' handbook**. Capturado em 20 dez.2001. Online. Disponível na Internet: <http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veg handbook>.
- FAN, X. et al. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.124, n.6, p.690-695, 1999.
- GAST, K.L.; FLORES, R.A. **Postharvest management of commercial horticultural crops**. Capturado em 28 nov.2001. Online. Disponível na Internet: <http://www.oznet/ksu.edu/library/hort2/mf1033.pdf>
- JOBLING, J. **Postharvest ethylene: a critical factor in quality management**. Capturado em 12 jun.2002. Online. Disponível na Internet: [www.postharvest.com.au/Information\\_Sheets.htm](http://www.postharvest.com.au/Information_Sheets.htm)
- KASAI, Y. et al. Ethylene biosynthesis and its involvement in senescence of broccoli florets. **Journal of Japan Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.65, p.185-191, 1996.
- KU, V.V.V.; WILLS, R.B.H. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. **Postharvest of Biology and Technology**, Pullman, v.17, p.127-132, 1999.
- LIU, F.W. Low ethylene controlled atmosphere storage of McIntosh apples. In: ROBERTS, J.A.; TUCKER, G.A. (eds). **Ethylene and plant development**. London: Butterworths, 1985. p.385-392.
- LOUGHEED, E.C. et al. Ethylene and nonethylene volatiles. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. p.255-276.
- MCGREGOR, B.M. **Tropical products transport handbook**. Califórnia: USDA, Agric, 1987. p.668.
- MEDINA, P.V.L. Recomendações sobre produtos colhidos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.98, p.49-52, 1983.
- MULLINS, E.D. et al. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, p.155-164, 2000.
- SARGENT, S. **Handling Florida vegetables:cauliflower**. Capturado em 21 nov.2001. Online. Disponível na Internet: [http://edis.ifas.ufl.edu/BODY\\_VH084](http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_VH084).
- SISLER, E.C., SEREK, M. **Compounds controlling the ethylene receptor**. Capturado em 04 dez.2001. Online. Disponível na Internet: [http://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/1999/1/bot\\_41-01.pdf](http://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/1999/1/bot_41-01.pdf)
- SISLER, E.C. et al. Effect of 1-methylcyclopropene and methylenecyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. **Plant Growth Regul.** v.18, p.79-86, 1996.
- SUSLOW, T.V.; CANTWELL, M. **Cauliflower: recommendations for maintaining postharvest quality**. Capturado em 16 ago.2001. Online. Disponível na Internet: <http://www.postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/veg/cauliflor.html>
- TAN, S.C. et al. **Postharvest handling of Brassica vegetables**. Capturado em 16 ago.2001. Online. Disponível na Internet: <http://www.agric.wa.gov.au/AGENCY/PUBNs/FARMNOTE/1994/F04494.htm>.
- THOMPSON, J.F. **Ethylene control in storage facilities**. Capturado em 13 jun.2002. Online. Disponível na Internet: <http://crsc.calpoly.edu/crsc/Brown/Postharvest1/LecMaterials/Readings.pdf>.
- WAGNER, A.B. et al. **Vegetable growers handbook**. Capturado em 20 dez.2001. Online. Disponível na Internet: [http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veg handbook/chapter\\_10/chapter\\_10.html](http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veg handbook/chapter_10/chapter_10.html)