

ETILENO, 1-METILCICLOPROPENO E QUALIDADE DE REPOLHO CV. WAKABA ARMAZENADO EM AMBIENTE REFRIGERADO

ETHYLENE, 1-METHYLCYCLOPROPENE, AND QUALITY OF 'WAKABA' CABBAGE UNDER COLD STORAGE

BRACKMANN, Auri¹; TREVISAN, Jorge N. ¹; MARTINS, Gustavo A. K. ¹; FREITAS, Sérgio T. de²; MELLO, Anderson M. de²

RESUMO

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do etileno e também de diferentes métodos para amenizar os efeitos prejudiciais deste fitohormônio sobre a conservação do repolho, cv. Wakaba, armazenado durante três meses em ambiente refrigerado a 0,5°C, através da aplicação dos seguintes tratamentos: controle, absorção de etileno com sachês de permanganato de potássio, aplicação de 1µL.L⁻¹ de 1-MCP (1-metilciclopropeno) e aplicação de 10µL.L⁻¹ de etileno. Conforme os resultados, não houve diferença estatística para o parâmetro acidez. Já os sólidos solúveis totais apresentaram-se mais elevados no tratamento com aplicação de 1-MCP, sendo que este tratamento foi também o que manteve as folhas mais verdes. O tratamento com aplicação de etileno foi o único que apresentou incidência de folhas podres, tendo apresentado amarelecimento mais intenso das folhas.

Palavras-chave: Armazenamento, *Brassica oleracea*, pós-colheita, 1-MCP, refrigeração.

INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), entre as variedades botânicas da espécie, é, mundialmente, a de maior importância econômica, sendo, no Brasil, a brassicácea mais consumida. Em alguns Estados, a produção de repolho apresenta dificuldades devido a períodos chuvosos e quentes, aos quais as cultivares utilizadas atualmente não mostram adaptação perfeita.

As folhas de repolho possuem alta sensibilidade ao etileno, fitohormônio que é produzido e acumulado em altas quantidades durante o armazenamento refrigerado ou em atmosfera controlada, tendo sido encontrados, segundo TRUTER & COMBRINK (1989), níveis de até 1400µL.L⁻¹, sendo que entre os seus efeitos mais marcantes cita-se o amarelecimento, a senescência acelerada e a abscisão de folhas (SUSLOW, 2000), diminuindo assim o seu período de armazenamento. O repolho tem capacidade de conservação de vários meses (WILSON et al., 1999), tendo importância o manejo pós-colheita.

Os mecanismos por meio dos quais as plantas percebem e transduzem o sinal do etileno têm sido objeto, segundo MULLINS et al. (2000), de intensa pesquisa. Provavelmente a presença do etileno é detectada por receptores, os quais seriam proteínas localizadas na membrana plasmática das células. O composto 1-metilciclopropeno (1-MCP) liga-se ao receptor do etileno (SISLER & SEREK, 1999), inibindo a ação da presença desse fitohormônio (MULLINS et al., 2000) e, conseqüentemente, as respostas das plantas (JOBILING,

2000; BLANKENSHIP, 2001). A ligação do 1-MCP às moléculas receptoras do etileno elimina, como propõe MULLINS (2000), a regulação precisa da rota de síntese desse fitohormônio.

A utilização de absorvedores tem-se mostrado eficiente na eliminação de etileno em armazenamento de frutas. Estudos confirmaram que a eliminação deste gás, mantém a firmeza de polpa mais elevada em maçãs cv. Gala (BRACKMANN & SAQUET, 1999) e diminui a perda de acidez (LIU, 1985).

Sabendo-se que processos fisiológicos, como a respiração, o amarelecimento e o apodrecimento de hortaliças, tratadas com 1-MCP, sofrem redução ou retardamento, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de 1-MCP, aplicação e absorção de etileno sobre a qualidade de repolho armazenado durante três meses em ambiente refrigerado a 0,5°C.

MATERIAL E MÉTODOS

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 repolho 'Wakaba'.

As cabeças foram produzidas no ano agrícola de 2001, de acordo com procedimentos fitotécnicos recomendados para cultivo comerciais de repolho. As cabeças, colhidas em 28/09, aos 148 dias após a semeadura, apresentaram peso médio de 2000g. O estágio de desenvolvimento da cabeças por ocasião da colheita correspondeu ao usualmente adotado em cultivos comerciais.

As unidades experimentais, constituídas de quatro cabeças, foram arranjadas em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram: armazenamento refrigerado, absorção de etileno, 1-MCP (1µL.L⁻¹) e aplicação de etileno (10µL.L⁻¹). Todos os tratamentos foram armazenados durante três meses em minicâmaras experimentais de 232L, parcialmente fechadas para manter a alta umidade relativa e ao mesmo tempo evitar a formação de uma atmosfera modificada. Após o período de armazenamento, as cabeças foram expostas a temperatura de 20°C por um período de sete dias.

A temperatura de armazenamento, monitorada por termômetros de mercúrio, foi de 0,5°C. A umidade relativa, determinada com o auxílio de psicrômetro e tabela psicrométrica, foi de 97%, aproximadamente, para todos os tratamentos. Para a absorção do etileno foram utilizados 10

¹ Eng. Agr., Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 97105-900. Autor para correspondência. E-mail: klipmart@ccr.ufsm.br

² Aluno de Graduação do Curso de Agronomia. Bolsista do CNPq, UFSM, Santa Maria, RS.

(Recebido para Publicação em 03/09/2002, Aprovado em 09/06/2003)

sachês com 10g de permanganato de potássio cada, que foram mantidos no interior das minicâmaras durante o período de armazenamento. A aplicação do 1-MCP foi realizada no início do armazenamento. Utilizou-se $1,6\text{mg m}^{-3}$ do produto Agrofresh (Rohm and Haas), com 0,14% de princípio ativo, para a obtenção de $1\mu\text{L}^{-1}$ de 1-MCP na atmosfera das minicâmaras. Em um recipiente hermético, o produto foi solubilizado em 25ml de água aquecida a 60°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 $10\mu\text{L}^{-1}$ 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 (PEREIRA et al., 2000), após o que as minicâmaras contendo 1-MCP foram ventiladas durante uma hora e exaustadas com bomba de sucção com vazão de $14\text{m}^3\text{h}^{-1}$.

Os parâmetros avaliados foram: acidez titulável e sólidos solúveis totais, utilizando-se as metodologias descritas por

BORTOLUZZI (1997); cor, medida através de um colorímetro Minolta, modelo CR310, pelo sistema tridimensional de cores; e podridão expressa em porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados, não houve diferença estatística para a variável acidez titulável entre os tratamentos utilizados (Tabela 1). No tratamento com aplicação de 1-MCP o teor de sólidos solúveis totais foi significativamente superior aos encontrados nos demais tratamentos, resultado atribuível, provavelmente, à redução do efeito do etileno, pois de acordo com (TREJO, 1999), SUSLOW & CANTWELL (2000), DAINELLO & COTNER (2001), as brassicáceas são muito sensíveis a este fitohormônio, acelerando sua senescência. Segundo PEREIRA et al. (2000), o 1-MCP reduz a senescência e mantém a qualidade pós-colheita de hortaliças.

Tabela 1 - Qualidade do repolho 'Wakaba', após três meses de armazenamento refrigerado a $0,5^{\circ}\text{C}$ e sete dias de exposição a 20°C . Santa Maria, RS, 2002.

Tratamento	Acidez titulável (cmol.L^{-1})	Sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$)	Cor das folhas CIE Lab (a+b)	Podridão (%)
Testemunha	2,00 a*	6,06 b	30,4 b	0,0 b
Absorção de C_2H_4	2,02 a	6,00 b	19,9 c	0,0 b
1-MCP ($1\mu\text{L}^{-1}$)	1,97 a	6,40 a	12,4 d	0,0 b
Etileno ($10\mu\text{L}^{-1}$)	1,98 a	5,93 b	38,9 a	100,0 a
Cv. (%)	2,88	2,54	13,37	0,00

* Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra, na vertical, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5%.

Houve diferença significativa, entre os tratamentos, para a variável cor das folhas (Tabela 1). No tratamento com aplicação de 1-MCP ($1\mu\text{L}^{-1}$), houve maior conservação da pigmentação verde, tendo sido seguido pelo tratamento com absorção de etileno. Nos tratamentos com armazenamento refrigerado e aplicação de etileno ($10\mu\text{L}^{-1}$) as folhas apresentaram amarelecimento mais intenso após o armazenamento. O amarelecimento acelerado e abscisão de folhas são efeitos do etileno observados em brassicáceas (SUSLOW & CANTWELL, 2000; WAGNER et al., 2001).

O tratamento com aplicação de $10\mu\text{L}^{-1}$ de etileno foi o único que apresentou incidência de podridão, sendo isto explicado pela senescência acelerada das folhas, resultante de sua alta sensibilidade a este fitohormônio.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a aplicação de 1-metilciclopropeno, assim como a absorção de etileno contribuem para a manutenção da qualidade de repolho cv. Wakaba armazenado em ambiente refrigerado a $0,5^{\circ}\text{C}$.

ABSTRACT

This work was conducted with the goal of evaluating the effects of ethylene and different methods in decreasing the harmful effects of this plant hormone on 'Wakaba' cabbage, kept under cold storage at 0.5°C during 3 months, through application of the following treatments: control, ethylene absorption with potassium permanganate, application of 1-MCP (1-methylcyclopropene) at $1\mu\text{L}^{-1}$ and application of ethylene at $10\mu\text{L}^{-1}$. Results showed no significant difference for

acidity among treatments. Total soluble solids were higher with application of 1-MCP, which also kept the leaves greener. Ethylene treatment increased incidence of rotten and yellowed leaves.

Key words: Cold storage, Brassica oleracea, postharvest, 1-MCP.

REFERÊNCIAS

- BLANKENSHIP, S. **Potential MCP revolution**. Disponível em: <<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pgDisplay.php?article=PC2000E>>. Acesso em 07 dez.2001.
- 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. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 485, p.79-83, 1999.
- BORTOLUZZI, G. **Efeito da temperatura de armazenamento e condições de atmosfera controlada sobre a qualidade da maçã 'Fuji'**. Santa Maria-RS, 1997, 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Curso de Pós-graduação em Agronomia. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.
- DAINELLO, F.J.; COTNER, S. **Vegetable growers' handbook**. Disponível em: <<http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veg handbook>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- JOBLING, J. **Postharvest ethylene: A critical factor in quality management**. Disponível em: <www.postharvest.com.au/Information_Sheets.htm>. Acesso em: 12 jun.2002

- 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, p.385-392, 1985.
- MULLINS, E.D.; MCLLUN, T.E.; MCDONALD, R.E. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in discase non-climateric fruit. **Postharvest Biology and Techenology**, Pullman, n.2, v.19, p.155-164, 2000.
- PEREIRA, E.D.; BELTRAN, A.; WARNER, H. 1-MCP -uma nova tecnologia de pós-colheita para frutas, hortaliças e flores. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 3. 2000, Fraiburgo, SC. **Anais...**Fraiburgo: 2000, p.118-122.
- SISLER, E.C.; SEREK, M. **Compounds controlling the ethylene receptor**. Disponível em: <http://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/1999/1/bot_41-01.pdf>. Acesso em 04 dez.2001.
- SUSLOW, T. **Postharvest handling for organic crops**. Disponível em: <<http://www.anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7254.pdf>>. Acesso em 12 jun.2002.
- SUSLOW, T.V.; CANTWELL, M. **Cauliflower: Recommendations for maintaining postharvest quality**. Disponível em: <<http://www.postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/veg/cauliflor.html>>. Acesso em 16 ago.2001.
- TREJO, M. C. **Properties and recommended conditions for long-term storage of fresh fruits and vegetables**. Disponível em: <<http://Postharvest.Ucdavis.edu/Produce/Storage/Properties.english.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2001.
- TRUTER, A.B.; COMBRINK, J.C. Ethylene levels in commercial CA stores and low ethylene storage of 'Golden Delicious', 'Starking' and 'Granny Smith' apples and 'Packham'sTriumph pears. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE CONFERENCE, 5, 1989, Wenatchee. **Proceedings...**Wenatchee, Washington State University, v.1, p.333-339, 1989.
- WAGNER, A.B.; DAINELLO, F.J.; PARSONS, J.M. **Vegetable growers' handbook**. Disponível em: <http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veghandbook/chapter10/chapter_10.html>. Acesso em: 20 dez.2001
- WILSON, L. G.; BOYETTE, M.D.; ESTES, E.A. **Postharvest handling and cooling of fresh fruits, vegetables and flowers for small farms**. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-803.html>>. Acesso em 23 out.2001.