

EFEITO DO 1-METILCICLOPROPENO EM MAÇÃS 'FUJI' ARMAZENADAS EM ATMOSFERA REFRIGERADA E ATMOSFERA CONTROLADA

EFFECT OF THE 1-METHYLCHYCLOPREPENE ON 'FUJI' APPLES STORED IN REFRIGERATED AIR AND CONTROLLED ATMOSPHERE

CORRENT, Adriana R.¹; GIRARDI, César L.²; PARUSSOLO, Aguinaldo³;
TOMAZZI, Rafael⁴; FRONZA, Edegar⁵; ROMBALDI, Cesar V.⁶

RESUMO

Estudaram-se os efeitos do 1-MCP sobre a qualidade maçãs, cultivar Fuji, armazenadas em ar refrigerado (AR) e atmosfera controlada (AC). Foram utilizadas maçãs 'Fuji' apresentando médias de firmeza de polpa de 89,6 N, acidez total titulável de 4,20 meq 100mL⁻¹ de ácido málico, sólidos solúveis totais de 14,7 °Brix e produção de etileno de 0,10 nL g⁻¹L⁻¹h⁻¹. Maçãs foram tratadas com 0, 625 e 1250 nL L⁻¹ de 1-MCP durante 48 horas a 20 ± 2 °C e, em seguida, armazenadas em AR e em AC, durante 8 meses. Maçãs tratadas com 1-MCP e armazenadas em AR apresentaram menor perda da firmeza de polpa e mantiveram maior acidez total titulável e teor de sólidos solúveis totais em comparação as maçãs não tratadas com 1-MCP. Maçãs que receberam aplicação de 1-MCP apresentaram taxas de produção de etileno reduzidas em comparação com maçãs não tratadas. No armazenamento em atmosfera controlada as maçãs tratadas com 1-MCP mantiveram a firmeza de polpa superior ao controle e a produção de etileno inferior. Os parâmetros sólidos solúveis totais e acidez total titulável não foram influenciados pela aplicação de 1-MCP neste sistema.

Palavras chave: etileno, armazenamento.

INTRODUÇÃO

A 'Fuji', compreendendo seus clones, é uma das cultivares de maçã mais plantadas no Brasil, alcançando aproximadamente 45% da produção nacional (ABPM, 2002). A significativa aceitação pelo mercado consumidor deve-se ao fato das frutas desta cultivar apresentarem sabor adocicado, polpa crocante e suculenta, além do grande potencial de armazenamento, podendo ser armazenada por até 6 meses em ar refrigerado ou por 8 meses em atmosfera controlada (ARGENTA & DENARDI, 1994).

Dentre as principais alterações que reduzem o período de conservação após a colheita estão a perda de firmeza de polpa, acidez, suculência e crocância. Embora seja uma fruta com metabolismo respiratório e do etileno significativamente menos intensos do que a cultivar Gala, há uma média-baixa sensibilidade ao etileno. Para atenuar essas alterações pode-se diminuir a concentração de O₂ e elevar a de CO₂ reduzindo o metabolismo e, em consequência, a produção e ação do etileno, contribuindo para a retenção da firmeza de polpa e preservação da acidez total titulável e sólidos solúveis totais.

Porém a 'Fuji' é uma maçã sensível a elevadas concentrações de CO₂, podendo ocorrer escurecimento interno, sendo que as concentrações deste não devem ultrapassar 0,8 kPa na atmosfera de armazenamento. Acredita-se que a suplementação com outros inibidores da ação do etileno podem melhorar ainda mais a conservabilidade desta cultivar.

O 1-metilciclopropeno é um potente inibidor da ação do etileno capaz diminuir as respostas das frutas a esse hormônio (SISLER & SEREK, 1997). Resultados demonstram a eficiência do 1-MCP em diminuir os processos de maturação e retardar a senescência em frutas, flores e hortaliças. Autores como FAN et al.(1999); WATKINS et al. (2000); MIR et al. (2001), em maçã; GOLDING et al. (1998) em banana; KU & WILLS (1999), em brócolis, LURIE et al. (2002) em ameixa, pêssego e nectarina; PESIS et al. (2002) em manga, banana e abacate, publicaram resultados sobre os efeitos positivos da aplicação do 1-MCP nestas espécies.

Porém, WATKINS (2002) cita que as respostas tecnológicas ao 1-MCP são variadas, dependendo da espécie, cultivar, condições edafoclimáticas e de cultivo, ponto de colheita e condições de armazenamento. Em algumas espécies e cultivares, as aplicações de 1-MCP não interferem no potencial de conservação, como por exemplo em pêssego cv. Glohaven (ZILLOTTO et al., 2002). Em outras, reduz drasticamente a produção e a ação do etileno, reduzindo a velocidade de maturação e senescência, como no caso de bananas (GOLDING et al., 1998; JIANG et al., 1999), maçãs (FAN et al., 1999; WATKINS et al., 2000; MIR et al., 2001; ZANELLA, 2001), dentre outros. De toda maneira, são esperados resultados significativos da redução da ação do etileno no retardamento da maturação naquelas frutas com sensibilidade a este gás (SISLER & SEREK., 1999). Porém esta lógica não tem sido regra. Por exemplo, caquis 'Fuyu' são sensíveis à ação do etileno, mas o 1-MCP não apresentou efeitos positivos na manutenção da qualidade destes (GIRARDI et al, 2003). Já para a cultivar Tonewase o 1-MCP diminuiu a produção de etileno e a perda de firmeza da polpa (NAKANO et al., 2001 citado por WATKINS & MILLER, 2002). Fato semelhante foi observado em algumas cultivares de pêssego (ZILLOTTO et al., 2002). Por isso há necessidade de estudos, visando determinar o efeito do 1-MCP na conservação de frutas e seu efeito sobre as diferentes espécies e cultivares.

¹ Eng. Agr. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Dep. de Horticultura, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caixa postal 15100, CEP 91501-970, Porto Alegre RS, e-mail- acorrent@hotmail.com, Bolsista CNPq

² Pesquisador II MSc. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

³ Químico Industrial MSc. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Porto Alegre, RS

⁴ Acadêmico de Enologia, estagiário da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

⁵ Acadêmico de Biologia, estagiário da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

⁶ Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, UFPel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

(Recebido para Publicação em 05/03/2004, Aprovado em 12/01/2005)

Neste contexto objetivou-se estudar o efeito do 1-MCP sobre o controle da maturação e manutenção da qualidade de maçãs 'Fuji', armazenadas em AC e AR durante 8 meses.

MATERIAL E MÉTODOS

Maçãs cultivar Fuji foram colhidas em pomar da Embrapa Uva e Vinho, na Estação Experimental de Vacaria. As frutas foram colhidas no estágio de maturação fisiológica, recomendada para o armazenamento prolongado, apresentando firmeza de polpa de 89,6 N, acidez total titulável de 4,20 meq 100 mL⁻¹ de ácido málico, sólidos solúveis totais de 14,7°Brix e índice de iodo amido (escala 1 a 5) de 4,0.

As frutas foram tratadas com os fungicidas Iprodione (150g 100 L⁻¹) e Benomil (60g 100 L⁻¹) e em seguida colocadas em câmaras herméticas com capacidade de 300 L, para a aplicação do 1-MCP. Pesaram-se quantidades do produto comercial, em pó, suficientes para proporcionar concentrações finais de 1-MCP de 625 e 1250 nL L⁻¹. Essas quantidades de pó foram postas em frascos de vidro hermeticamente fechados, onde foram dissolvidas com solução aquosa de dodecil sulfato de sódio (SDS) 0,1% a 50°C, utilizando-se 10 mL de solução para cada frasco. Após dissolução, os frascos foram abertos dentro das câmaras, para que o 1-MCP atingisse sua forma gasosa. Em seguida as câmaras foram fechadas, permanecendo assim por 48 horas, à temperatura de 20°C. Frutas controle foram mantidas nas mesmas condições por 48 horas, porém, sem tratamento com 1-MCP. Ao final de 48 horas de tratamento, as maçãs foram transferidas para câmara frigorífica e mantidas em atmosfera refrigerada, com temperatura de 0 ± 0,5°C e umidade relativa de aproximadamente 92 ± 5%. Para as câmaras de atmosfera controlada a temperatura foi de 0,5 ± 0,5°C, 1 a 1,5 kPa de O₂, 0,5 a 0,7 kPa de CO₂ e umidade relativa de 95 ± 5%.

Para o acompanhamento da maturação e qualidade das maçãs, foram retiradas três repetições de cada tratamento (0, 625 e 1250 nL L⁻¹), com 15 frutas. Essa tomada de amostras foi realizada na instalação do experimento e aos 8 meses de armazenagem. As análises foram realizadas três dias após a retirada das frutas da frigoconservação.

Foram realizadas análises de firmeza de polpa, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e produção de etileno. Essas análises foram realizadas nos laboratórios da Embrapa Uva e Vinho, de acordo com a seguinte metodologia:

a) Sólidos solúveis totais (SST): foram determinados com auxílio de refratômetro manual. Os resultados foram expressos em °Brix;

b) Firmeza da polpa (FP): determinada com auxílio de penetrômetro manual, munido de ponteira de 11 mm de diâmetro, expressando-se os resultados em Newtons. Em cada fruta foram realizadas 2 determinações em lados opostos, na seção equatorial da fruta após a remoção da epiderme;

d) Acidez total titulável (ATT): foi determinada por titulometria de neutralização com NaOH 0,1N, utilizando 10 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada, titulando-se até pH 8,1, sendo os resultados expressos em meq 100 mL⁻¹ de ácido málico;

e) Produção de etileno (PE): determinada a partir da coleta de 1 mL da amostra gasosa resultante da incubação de aproximadamente 1 Kg de frutas em frascos de 5 L, hermeticamente fechados, e mantidos a 20 ± 2 °C durante 1 hora: O etileno produzido foi determinado por cromatografia gasosa em cromatógrafo a gás marca Varian®, Modelo 3300, coluna de aço inox 1/8 preparada com Porapak®, e um detector de ionização de chama. Os resultados expressos em nanolitros de etileno, por hora, por grama de fruto (nL g⁻¹ h⁻¹).

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado, em um esquema com 3 repetições de 15 frutas cada. Para a comparação de médias foi utilizado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se um efeito positivo da aplicação do 1-MCP na conservação de maçãs 'Fuji' armazenadas em ar refrigerado (Tabela 01). As frutas tratadas com 1-MCP apresentaram maior firmeza de polpa, acidez total titulável e sólidos solúveis totais e menor produção de etileno do que maçãs não tratadas. Já a produção de etileno foi significativamente menor nas maçãs que receberam a aplicação de 1-MCP.

Tabela 1 - Características físico-químicas de maçãs 'Fuji' tratadas com 1-MCP e armazenadas em ar refrigerado (0 ± 0,5°C, UR de 92 ± 5%.) e em atmosfera controlada (0,5 ± 0,5°C, 1 a 1,5 kPa de O₂, 0,5 a 0,7 kPa de CO₂, UR de 95 ± 5%.) durante 8 meses, mais 3 dias em temperatura ambiente. Bento Gonçalves, 2002.

Variáveis	Tratamentos nL L ⁻¹	Colheita	Valores médios para cada período	
			Ar Refrigerado	Atm. Controlada
Firmeza de Polpa(N)	0	89,6	63,2 b*	68,2 ab
	625		69,6 a	73,5 a
	1250		69,2 a	62,2 b
SST (°Brix)	0	14,7	14,2 a	15,2 a
	625		15,3 b	14,9 a
	1250		15,0 b	15,2 a
ATT (meq 100 mL ⁻¹ de ácido málico)	0	4,20	1,1 b	2,34 a
	625		2,0 a	2,47 a
	1250		2,4 a	2,83 a
Produção de Etileno (nL.g ⁻¹ L ⁻¹ h ⁻¹)	0	0,1	54,9 a	29,8 a
	625		3,6 b	0,01 b
	1250		5,3 b	0,13 b
SST/ATT (Brix/ ácido málico)	0	56,5	158,1 a	117,1 a
	625		95,6 c	115,1 a
	1250		125,0 b	101,8 a

* Letras distintas na mesma coluna, dentro da mesma variável, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em média, as maçãs tratadas com 1-MCP apresentavam firmeza de polpa de 6N superior àquelas não tratadas. Isso significa um ganho tecnológico importante uma vez que essa é uma das principais variáveis de qualidade. O conteúdo de sólidos solúveis totais também foi mais elevado em frutas tratadas com 1-MCP, provavelmente devido a menor atividade respiratória relacionada à menor produção de etileno.

A maior preservação da acidez total titulável também ocorreu em maçãs tratadas com 1-MCP. Esse fato é de fundamental importância para essa cultivar que, por se tratar de uma fruta com elevado conteúdo de sólidos solúveis totais, a redução da acidez total titulável resulta em desequilíbrio da relação SST/ATT e as frutas adquirem um sabor excessivamente adocicado. Trabalhos realizados por (FAN et al., 1999) com maçãs 'Granny Smith', 'Red Chief' e 'Fuji' tratadas com 1-MCP demonstraram resultados semelhantes, apresentando preservação da firmeza de polpa, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, além de expressiva redução da respiração e produção de etileno durante longos períodos de armazenagem. Segundo FAN et al. (1999) as respostas desses materiais aos tratamentos pós-colheita com 1-MCP foram equivalentes àquelas de produtos armazenados sob atmosfera controlada.

Para frutas armazenadas em atmosfera controlada, o efeito do 1-MCP foi significativo nos valores de firmeza de polpa. Para as demais variáveis não houve efeito marcante do 1-MCP.

A análise destes dados indica que a aplicação de 1-MCP em maçãs 'Fuji' diminui a produção de etileno e tem influência na qualidade de frutas armazenadas em ar refrigerado. Em atmosfera controlada os efeitos tecnológicos não foram significativos. Isso se deve ao fato de que as condições desse sistema de armazenamento já propiciam benefícios equivalentes à inibição da ação de etileno proporcionados pelo 1-MCP.

CONCLUSÕES

O 1-MCP reduz a perda da firmeza de polpa e a taxa de produção de etileno, preserva elevada a acidez total titulável e teor de sólidos solúveis totais em maçãs 'Fuji' armazenadas sob ar refrigerado.

A aplicação do 1-MCP em maçãs 'Fuji' é uma alternativa à atmosfera controlada.

A aplicação do 1-MCP em maçãs 'Fuji' armazenadas em AC não proporciona benefícios, apenas reduz a produção de etileno.

ABSTRACT

In the present work the effects of 1-MCP treatments on the quality of 'Fuji' apples, stored in refrigerated air (RA) or controlled atmosphere (CA) were evaluated. Apples were harvested with 89.6 N flesh firmness, 4.20 meq 100 mL⁻¹ of malic acid and 14.7°Brix and ethylene production rates at 0.10 nL g⁻¹ L⁻¹ h⁻¹. Just after the harvest, the apples were treated with the 1-MCP at concentrations of 625 or 1250 nL L⁻¹. Control fruits were kept only in air under the same conditions. The 1-MCP treatments were applied for 48 hours at temperature of 20 ±2°C and thereafter the apples were transferred to RA or CA for 8 months. Apples treated with 1-MCP and stored in RA had higher flesh firmness, titratable acidity and soluble solids contents compared to control fruit. 1-MCP treated apples had reduced ethylene production rates in comparison to non treated fruits. CA apples treated with 1-MCP as well

did produce less ethylene and had higher flesh pulp firmness compared to control fruit. Titratable acidity and soluble solid contents of the stored apples were not affected by 1-MCP treatments.

Key-words: ethylene, storage

REFERÊNCIAS

- ABPM- Informações Estatísticas. Disponível em: <HTTP://WWW.ABPM.ORG.BR/INFORMAÇÕES.HTM. > Acessado em 10 de outubro de 2002.
- ARGENTA, L.C.; DENARDI, F. Perdas físico-químicas mensais de maçãs 'Gala' e 'Fuji' durante a armazenagem em atmosfera controlada e frio convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.3, p.111-118, 1994.
- FAN, X.; BLANKENSHIP, M.S.; MATTHEIS, J.P. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.124, n.6, p.690-695, 1999.
- GIRARDI, C. L, PARUSSOLO, A, DANIELI, R. et al. Conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.), cv. Fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.25, n.1, p.53-55, 2003.
- GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G. et al. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, p.87-98, 1998.
- KU, V.V.V.; WILLS, R.B.H. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.17, p.127-132, 1999.
- JIANG, Y.; JOYCE, D.C.; MACNISH, A.J. Extension of shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.16, p.187-193, 1999.
- LURIE, S.; ZHOU, H.W.; LI, D.; SONEGO, L. et al. Stone fruit ripening and 1-methylcyclopropene In : NATO ADVANCED RESEARCH WORKSHOP ON BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY OF THE PLANT HORMONE ETHYLENE, 2002, Murcia. **Anais...** Murcia, 2002, p. 391-392.
- MIR, A.N.; BEAUDRY, R.M. Use of 1-MCP to reduce the requirement for refrigeration in the storage of apple fruit. Proc. 4th. Int. Conf. On Postharvest. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.553, p.577-579, 2001
- PESIS, E.; FEYGENBERG, O.; KRILLO, V. et al. Postharvest effect of 1-MCP on ripening of avocado, banana and mango fruit. In : Nato Advanced Research Workshop on Biology and Biotechnology of the Plant Hormone Ethylene, 2002, Murcia. **Annals...** Murcia, 2002, p. 397-398.
- SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, p.577-582, 1997.
- SISLER, E.C.; SEREK, M. Compounds controlling the ethylene receptor. **Botanical Bulletin Academia Sinica**, v.0, p 1-7, 1999.
- WATKINS, B.C.; NOCK, F.J.; WHITAKER, B.D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.19, p.17-32, 2000.
- WATKINS, B.C.; MILLER, W.B. A summary of physiological processes or disorders in fruits, vegetables and ornamental products that are delayed or decreased, increased, or

unaffected by application of 1-methylcyclopropene (1-MCP). Disponível em <<http://hort.cornell.edu/departament/faculty/watkins/ethylene/ethylene.pdf>>. Acesso em 10 de outubro de 2002.

WATKINS, B.C. Possible Implications of 1-Methylcyclopropene Registration for use on horticultural products. In Nato Advanced Research Workshop on Biology and Biotechnology of the Plant Hormone Ethylene, 2002, Murcia. *Anais...* Murcia, 2002.

ZANELLA, A. Controllo del riscaldamento e miglioramento della qualità delle mele Granny Smith mediante 1-MCP applicato in post-raccolta. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, Bologna, v.63, n 9, p 67-72, 2001.

ZILIOTTO, F.; BOTTON, A.; BONGHI, C. et al. Effect of 1-MCP on peach fruit postharvest physiology. In: Nato Advanced Research Workshop on Biology and Biotechnology of the Plant Hormone Ethylene, 2002, Murcia. *Anais...* Murcia, 2002 , p. 457-458.