

APLICAÇÃO DE 1-MCP EM CAQUI 'QUIOTO' ARMazenado SOB REFRIGERAÇÃO E ATMOSFERA CONTROLADA¹

AURI BRACKMANN², SÉRGIO TONETTO DE FREITAS³, ANDERSON MACHADO DE MELLO³, CRISTIANO ANDRÉ STEFFENS⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito do 1-MCP aplicado em diferentes épocas durante o armazenamento refrigerado (AR) e em atmosfera controlada (AC) sobre a qualidade do caqui cv. Quioto. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 30 frutos, e os tratamentos foram os seguintes: armazenamento refrigerado (AR); armazenamento refrigerado (AR) + 1-MCP (1000ppb) no início do armazenamento; armazenamento refrigerado (AR) + 1-MCP (1000ppb) no final do armazenamento; armazenamento em atmosfera controlada (AC) com 1kPa de O₂ e AC 5kPa de CO₂ e AC com 1kPa de O₂ e 5kPa de CO₂ + 1-MCP no fim do armazenamento, após 2 meses de armazenamento a -0,5°C mais 5 dias de exposição dos frutos a 10°C e 3 dias a 20°C. No armazenamento refrigerado, o 1-MCP, aplicado tanto no início do armazenamento como no final, proporcionou maior firmeza de polpa. Para os parâmetros: sólidos solúveis totais, podridão e escurecimento da película, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Conclui-se que a aplicação de 1-MCP, tanto no início como no final do armazenamento mantém elevada a firmeza de polpa.

Termos para indexação: *Diospyrus kaki* L., etileno, frigoconservação.

EFFECT OF 1-MCP APPLIED AT DIFFERENT TIMES DURING COLD AND CA STORAGE

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effect of 1-MCP applied at different period during the cold storage (CS) and in controlled atmosphere (CA) on the quality of 'Quioto'. Persimmon. The experimental design was completely randomized with four replications of 30 fruits and the tested treatments were: cold storage (CS), cold storage + 1-MCP (1000ppb) in the beginning of the storage, cold storage + 1-MCP (1000ppb) in the end of the storage period; storage in controlled atmosphere (CA) with 1kPa of O₂ and 5kPa of CO₂ and 1kPa of O₂ and 5kPa of CO₂ + 1-MCP in the end of the storage, after 2 months of storage at -0.5°C, plus 5 days at 10°C and 3 days at 20°C. In the cooled storage, the 1-MCP, applied as in the beginning of the storage as in the end of the storage, provided greater pulp firmness. For the parameters: total soluble solids, rottenness and darkening of the peel didn't have statistics difference between the treatments. There were no statistics differences between the treatments for total soluble solids, rottenness and darkening of the peel. In conclusion 1-MCP applied in the beginning or end of storage period maintained high firmness.

Index terms: *Diospyrus kaki* L., ethylene, cold storage.

INTRODUÇÃO

O caqui cv. Quioto apresenta frutos grandes, de colheita tardia, despertando, por este fato, interesse nos produtores. Apresenta sementes e polpa "chocolate" não taninosa, fazendo com que ele seja bem aceito pelos consumidores brasileiros e europeus, onde se conseguem melhores preços. Entretanto, o grande desafio para o armazenamento visando ao abastecimento do mercado interno na entressafra, é a manutenção da qualidade, pois o caqui apresenta uma evolução na maturação muito acentuada.

Desta forma, práticas que atrasem a colheita dos frutos e prolonguem o armazenamento, podem ser uma alternativa para aumentar a rentabilidade da cultura. Dentre estas práticas, podemos citar a utilização de armazenamento refrigerado (AR), que mantém a qualidade dos frutos por um curto espaço de tempo. Segundo Gorini & Testoni (1988) e Turk (1993), o armazenamento de caqui entre 0 e 2°C, com 90% de umidade relativa não passa de 2 ou 3 meses; no entanto, Brackmann et al., (1997) verificaram que, para a cultivar Fuyu, aos dois meses de AR, os frutos já apresentavam baixa firmeza e altos índices de escurecimento de epiderme, não apresentando condições de comercialização.

Aliada ao armazenamento em baixa temperatura, pode-se utilizar a atmosfera controlada. A atmosfera controlada pode ser utilizada para prolongar o armazenamento de frutos, diminuindo as perdas qualitativas durante o armazenamento, sendo que, com esta tecnologia, se pode manter a qualidade de caqui por mais de 3 meses (Vidrih et al., 1990).

A presença de etileno na atmosfera de armazenamento diminui a firmeza de polpa dos frutos (Gorini & Testoni, 1988). Quando aplicado etileno exógeno em caqui, cvs. Hachiya e Fuyu, há uma interferência sobre o metabolismo geral, especialmente no desenvolvimento da cor, no incremento da respiração, nos sólidos solúveis totais e na retirada da

adstringência (Davis & Church, 1931). Portanto, a eliminação do etileno da câmara de armazenamento pode estender o tempo e a qualidade dos frutos armazenados. Em vez de eliminar o etileno, pode-se inibir a sua ação através da aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP). O 1-MCP é um composto volátil, recentemente descoberto, que tem demonstrado ser um potente inibidor da ação do etileno (Serek et al., 1995). Vários estudos têm demonstrado a habilidade deste composto em reduzir a ação do etileno sobre a maturação de diversas espécies frutíferas, como bananas (Jiang et al., 1999) e maçãs (Fan et al., 1999). Este produto apresenta este efeito por ligar-se irreversivelmente ao receptor do etileno em nível de membrana celular, inibindo, assim, o seu estímulo fisiológico e a transdução de sinal, influenciando no processo de amadurecimento dos frutos (Sisler, 1991).

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito do 1-MCP aplicado em diferentes épocas durante o armazenamento refrigerado em caqui cv. Quioto, com e sem atmosfera controlada.

MATERIALE MÉTODOS

Após a colheita dos frutos da cv. Quioto, proveniente de um pomar comercial da Serra Gaúcha - RS, estes foram transportados ao Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram submetidos a um processo de seleção, excluindo-se os frutos que apresentavam maturação avançada ou ferimentos. Posteriormente, foi efetuada uma homogeneização das amostras experimentais e aplicados os tratamentos.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições por tratamento e unidade experimental composta de 30 frutos.

A temperatura de armazenamento utilizada foi de -0.5°C, com uma oscilação de $\pm 0,2^\circ\text{C}$ e umidade relativa em torno de 96%.

¹ (Trabalho 067/2002). Recebido: 15/04/2002; Aceito para publicação: 07/02/2003.

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

³ Acadêmicos do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, bolsista CNPQ.

⁴ Aluno do curso de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Maria, bolsista CAPES.

Avaliou-se o efeito dos seguintes tratamentos: armazenamento refrigerado (AR); armazenamento refrigerado + 1-MCP (1000 nL.L⁻¹) no início do armazenamento; armazenamento refrigerado + 1-MCP (1000 nL.L⁻¹) no final do armazenamento; atmosfera controlada com 1kPa de O₂ e 5kPa de CO₂ e AC com 1kPa de O₂ e 5kPa de CO₂ + 1-MCP no final do armazenamento. Para aplicação do 1-MCP, tanto no início como no fim do armazenamento, foi utilizado como fonte o produto comercial Smartfresh (0,14%). O produto foi solubilizado em 25mL de água a 60°C em um recipiente hermético e, posteriormente, a solução foi transferida para uma placa de pétri, no interior de uma minicâmara, sendo esta imediatamente fechada. Os frutos ficaram expostos ao 1-MCP por 24 horas, na temperatura de -0.5°C.

No armazenamento em AC, os frutos foram armazenados em minicâmaras experimentais de 232 litros, nas quais as condições de AC foram estabelecidas mediante a diluição de O₂ das câmaras através da injeção de N₂ até as condições preestabelecidas e a injeção de CO₂ nas câmaras. Devido ao processo de respiração dos frutos, houve consumo de O₂, aumento de CO₂ e, para a manutenção constante das pressões parciais, foram realizadas diariamente análises e correções destes gases através de um analisador manual de O₂ e CO₂. Para a correção do O₂ consumido pela respiração dos frutos, foi realizado, a injeção de ar atmosférico no interior das minicâmaras. O CO₂ em excesso, resultante do processo respiratório, foi eliminado com o auxílio de um absorvedor, contendo uma solução com hidróxido de potássio.

As avaliações foram realizadas após 2 meses de armazenamento a -0.5°C, mais 5 dias de exposição dos frutos a 10°C e 3 dias de exposição a 20°C. Foram avaliados os parâmetros escurecimento da casca, incidência de podridão, firmeza de polpa, acidez titulável e sólidos solúveis totais. Para a avaliação visual da ocorrência de escurecimento da casca, foram estabelecidos quatro níveis: nível 0 – sem escurecimento; nível 1 – com até 20% da casca escurecida; nível 2 – com 21 a 50% da casca escurecida, e nível 3 – acima de 50% da casca escurecida. O escurecimento foi expresso em um índice (IE), obtido pelo somatório dos produtos entre número de frutos (nf) e respectivo nível de incidência do distúrbio (0; 1; 2 e 3) e dividido pelo número total de frutos (ntf), conforme a fórmula:

$$IE = (nf \times 0 + nf \times 1 + nf \times 2 + nf \times 3) / ntf.$$

A determinação da ocorrência de podridão baseou-se na avali-

ação visual dos frutos. Foram considerados frutos podres aqueles que apresentavam lesões características de ataque de patógeno, com diâmetro maior que 5 mm.

Para a determinação da firmeza de polpa, foi utilizado um penetrômetro com ponteira de 7.9 mm de diâmetro, sendo realizadas duas leituras na região equatorial dos frutos, onde previamente foi retirada a casca.

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados a partir do suco extraído das amostras de 30 frutos, com um refratômetro manual, sendo os resultados expressos em ° Brix, após a correção da temperatura.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A firmeza de polpa em AR manteve-se superior nos tratamentos com aplicação de 1-MCP no início e no final do armazenamento (Tabela 1), apresentando maior valor no tratamento com aplicação no início do período de armazenamento. Este resultado confirma o fato do 1-MCP inibir a ação do etileno (Serek et al., 1995), diminuindo seu efeito sobre as membranas celulares, sendo estas altamente sensíveis ao etileno (Lelièvre et al., 1997). Os frutos armazenados em AR apresentaram maior firmeza de polpa do que os armazenados em AC (Tabela 1). Isto possivelmente esteja relacionado a uma leve desidratação dos frutos, já que, em AR, a umidade relativa do ar foi um pouco menor que em AC.

O nível de sólidos solúveis totais não apresentou diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 1), estando de acordo com Blankenship & Sisler (1989). Estes autores afirmam que a aplicação de inibidores da ação do etileno não afeta a taxa de degradação de amido, sendo sua hidrólise uma das reações responsáveis pelo aumento do teor dos sólidos solúveis totais (Chitarra, 1990).

A porcentagem de podridão não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1), indo contra os resultados obtidos por El-Kazzaz et al. (1985) e Kader (1985). Estes autores consideram que o etileno pode incrementar a suscetibilidade dos frutos ao ataque de patógenos, porém isto pode ser explicado pelo fato de a baixa temperatura de armazenamento induzir uma produção muito pequena de etileno nos frutos (Crisosto et al., 1999) e com isto reduzir ou inibir seu efeito sobre a podridão.

TABELA 1- Qualidades físico-químicas de caqui cv. Quioto após dois meses de armazenamento a -0.5°C, mais 5 dias de exposição a 10°C e 3 dias a 20°C. Santa Maria-RS, 2001.

Tratamentos						
Condição de Armazenamento	1-MCP (1000ppb)	Momento da aplicação	Firmeza de polpa (N)	SST (°Brix)	Podridão (%)	Podridão (%)
AR	Sem	-	02.0 c	15.4 a	36.87 a	36.87 a
AR	Com	Início armazenamento	82.4 a	15.4 a	33.33 a	33.33 a
AR	Com	Fim do armazenamento	76.3 a	15.1 a	32.73 a	32.73 a
AC	Sem	-	1.20 c	15.2 a	40.32 a	40.32 a
AC	Com	Fim do armazenamento	55.5 b	15.5 a	12.53 a	12.53 a
cv.(%)	-	-	15,2	23,8	32,2	32,2

1) Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan (5%).

2) AR= Armazenamento refrigerado; AC= Atmosfera controlada.

Os tratamentos utilizados não demonstraram diferença estatística para o escurecimento da casca. Sua ocorrência pode estar relacionada com a incidência do patógeno *Alternaria alternata* (Ben-Aire et al., 1992) cuja incidência provavelmente é menos afetada pela ação do etileno no tecido do fruto, embora Park (1997) relacione este escurecimento com a maturação avançada dos frutos.

CONCLUSÕES

A aplicação de 1-MCP mantém a firmeza de polpa de caqui cv.

Quioto, independentemente da época de aplicação e da condição de armazenamento (AC ou AR), não influenciando, no entanto, as variáveis sólidos solúveis totais, podridão e escurecimento da casca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEN-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified atmosphere packaging. **Hortscience**, v.27, n.7, p.811-813, 1992.
 BLANKENSHIP, S.M.; SISLER, E.C. Ethylene binding changes in apple

- and morning glory during ripening and senescence. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.8, p.37-44, 1989.
- BRACKMANN, A.; MAZARO, S.M.; SAQUET, A.A. Frigoconservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) das cultivares Fuyu e Rama Forte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.4, p.561-565, 1997.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras : ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- CRISOSTO, C.H.; MITCHAM, E.J.; KADER, A.A. **Persimmons: recommendations for maintaining postharvest quality**. Disponível em: <<http://postharvest.ucdavis.edu/produce/storage.html>>. Acesso em 23 nov.1999.
- DAVIS, W.B.; CHURCH, C.G. The effect of ethylene on the chemical composition and the respiration of the ripening japanese persimmon. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.42, n.3, p.165-182, 1931.
- EL-KAZZAZ, M.D.; SOMMER, N.F.; KADER, A.A. Ethylene effects on postharvest fruit diseases. In: BLANKENSHIP, S.M. (Ed.). **Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities**. Raleigh, 1985. p. 348-351
- FAN, X.; BLANKENSHIP, S. M.; 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.
- GORINI F.L.; TESTONI, A. Raccolta, conservazione e trasformazione dei frutti di kaki. **Annali dell'Istituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica dei Prodotti Agricoli**, Milano, v.19, p.249-258,1988.
- JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, v. 16, p. 187-193, 1999.
- KADER, A.A. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 54-57, 1985.
- LELIÈVRE, J. et al. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.101, p.727-739, 1997.
- PARK, Y.S. Changes in fruit skin blackening, phenolic acids and ethanol production of non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during CA storage. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis. **Proceedings...** Davis : University of California, 1997. v.3, p.170-176.
- SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.394, p.337-345, 1995
- SISLER, E.C. Ethylene binding components in plants. p.81-99. In: A.K. MATTOO; SUTTLE, J.C. (Ed.). **The plant hormone ethylene**. Boca Raton: CRC Press, 1991.
- TURK, R. The cold storage of persimmons (*Diospyros kaki* cv. *fuyo*) harvested at different maturities and the effect of different CO₂ applications on fruit ripening. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.343, p.190-194, 1993.
- VIDRIH, R.; SIMCIC, M.; HRIBAR, J. Storing of persimmon fruit under controlled atmosphere conditions. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 23., 1990, Firenze. **Abstracts...** Firenze : ISHS, 1990. v.2, p.3312.