

CONSERVABILIDADE DE MELÕES TRANSGÊNICOS, CV. VEDRANTAIS, MINIMAMENTE PROCESSADOS E REFRIGERADOS

FONSECA, Rita M.; GOULARTE, Márcia A.; SILVA, Jorge A.; LUCCHETTA, Luciano; MARINI, Leonor; ZANUZO, Márcio R.; ANTUNES, Pedro L.; ROMBALDI, Cesar V.

Depto. Ciência e Tecnologia Agroindustrial/UFPel/FAEM - Campus Universitário, Caixa Postal 354 - CEP 96010-900 Pelotas, RS (Recebido para publicação em 12/09/2001)

RESUMO

A conservabilidade de melões transformados geneticamente com o clone pAP4 da ACC oxidase da maçã em orientação "antisense" foi estudada em condições de processamento mínimo e armazenamento refrigerado. De cada fruto, sendo três repetições por clone foram coletados 40 cilindros longitudinais com 25mm de diâmetro e 30 mm de comprimento, acondicionados em bandejas de polietileno, volume unitário de 300mL, e armazenados a 4°C com 92% de umidade relativa, durante 15 dias. As avaliações microbiológicas e sensoriais, firmeza de polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), conteúdo de carotenóides e produção de etileno foram realizadas na instalação do experimento, aos 7 e aos 15 dias após o processamento. Os melões minimamente processados e refrigerados (MPR) provenientes de plantas transformados com o clone pAP4 "antisense" apresentaram maior firmeza de polpa, conteúdo de SST e de ATT do que os provenientes de plantas não transformados. O material processado dos melões transformados apresentou escores superiores na avaliação sensorial, resultado da maior preservação da qualidade visual, do sabor, do aroma e da textura.

Palavras-chave: etileno, *Cucumis melo* Naud., antisense.

ABSTRACT

STORABILITY OF TRANSGENIC MELONS, CV. VEDRANTAIS, MINIMALLY PROCESSED AND STORED IN REFRIGERATED AIR. In the present work the effects of clone antisense pAP4 of apple ACC oxidase on the storability of melons were evaluated. Fruits from cv. Vedrantaís, minimally processed and stored in refrigerated air, were used. From each fruit were cut 40 longitudinal cylinders with a 25-mm diameter borer and 30-mm length. The cylinders were randomly distributed into 300mL polyethylene packs and stored for 15 days at 4°C and 92% relative humidity. The microbiological and sensorial analysis, as well as total soluble solids content, pulp firmness, total titratable acidity, carotenoid contents and ethylene production were carried out at the beginning of the experiment, 7 and 15 days after processing, using three replicates per clone. Melon slices from transformed plants had higher total soluble solid contents, titratable acidity and flesh firmness compared to the wild type. Sensorial analysis indicated that minimally processed antisense melons had better visual quality, flavor, texture and sweetness.

Key words: Ethylene, *Cucumis melo* Naud, antisense.

INTRODUÇÃO

Os principais atributos de qualidade a serem avaliados em vegetais minimamente processados e refrigerados (MPR) ou "fresh-cut" são o aspecto visual, aroma, sabor, firmeza de polpa, coloração e segurança alimentar (LASTER & SHELLIC, 1992; O'CONNOR-SHAWE *et al.*, 1994; ROSA & CARVALHO, 2000). A manutenção e/ou evolução destas características, após a colheita e o processamento, dependem da cultivar (PORTELA & CANTWELL, 1998), das condições de manuseio do material, da temperatura e da atmosfera de armazenamento (BIANCO & PRATT, 1977; MADRID & CANTWELL, 1993; PORTELA & CANTWELL, 1998).

Para o armazenamento de melões do grupo *Cantaloupensis* recomendam-se temperaturas de estocagem entre 2 e 4°C (BIANCO & PRATT, 1977). Porém, MADRID & CANTWELL, 1993) verificaram que, para melões MPR, pode-se reduzir a temperatura para 0°C, embora isto resulte em maiores perdas de aroma e de textura, observadas quando o produto é posto em temperaturas mais elevadas (10-15°C), visando o consumo.

De maneira geral, o armazenamento seguro de melões do grupo *Cantaloupensis* MPR, a 2 e 4°C, é de aproximadamente 5 dias. A 0°C o período aumenta para 7 dias (MADRID & CANTWELL, 1993; PORTELA & CANTWELL, 1998).

Com a associação entre atmosfera controlada e refrigeração, aumenta-se o potencial de conservação de melões MPR. O aumento da concentração de CO₂ tem sido citada como uma das principais alternativas para o prolongamento da vida útil de melões MPR. Concentrações até 15kPa de CO₂ contribuem para a redução do crescimento microbiano e da perda de textura, além preservar a coloração e o aspecto visual dos frutos (PORTELA & CANTWELL, 1998). A redução da concentração de O₂, associada ou não com o aumento da concentração de CO₂, também favorece a manutenção da qualidade, mas é o CO₂ que tem o maior efeito na conservação de melões MPR (MADRID & CANTWELL, 1993; O'CONNOR-SHAWE *et al.*, 1994; PORTELA & CANTWELL, 1998). Estes autores não determinaram as causas deste comportamento, mas, segundo KADER (1986), isto, provavelmente, deve-se à redução da intensidade respiratória, causada pela redução da disponibilidade de O₂ e aumento da de CO₂, além da redução da produção e da ação do etileno. Além disto, este autor cita que a redução da produção e/ou da ação do etileno retarda a senescência de frutos, reduzindo, principalmente, a síntese de enzimas hidrolíticas e oxidativas, resultando numa melhor manutenção de firmeza de polpa, de coloração e de resistência a patógenos.

Buscando reduzir a produção de etileno em melões do grupo *Cantaloupensis*, PETERS *et al.* (1999), realizaram a transformação genética com um clone da ACC oxidase de maçã, denominado pAP4 em orientação "antisense". Os frutos obtidos deste material produziram 99% menos etileno do que os frutos de plantas não transformados SILVA, (2000). Além disto, mantiveram maior firmeza de polpa e menores variações na coloração da epiderme do que os frutos não transformados. Resultados semelhantes foram obtidos por GUIES *et al.* (1997), em melões transformados com um clone da ACC oxidase de meloeiro, denominado pMEL1. A redução da produção de etileno teve efeito significativo sobre a melhoria da conservação dos frutos inteiros (GUIES *et al.*, 1997; SILVA, 2000). Por isto, neste trabalho, estudou-se o potencial de conservação destas frutos em condições de processamento mínimo e armazenamento refrigerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados melões do grupo *Cantaloupensis* (*Cucumis melo*, Naud. cv. Vedrantaís), obtidos de plantas transformados geneticamente com o clone pAP4 da ACC oxidase em orientação "antisense", denominadas AS3. O cultivo foi realizado em casa de vegetação com sistema de contenção, de acordo com as exigências do Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (SILVA, 2000). Como tratamento controle utilizaram-se frutos da mesma cultivar não transformados geneticamente.

Dez melões do clone AS3 e de plantas do tratamento controle foram lavados com hipoclorito de sódio a 200ppm (m/v) e armazenados a 10°C durante 24h. Passado este período, os frutos foram processados em sala com temperatura de 10-15°C, em mesas de aço inoxidável pré-desinfetadas com etanol a 70% (v/v). Todo material empregado para o descascamento, corte e embalagem dos frutos foi previamente desinfetado com hipoclorito de sódio a 200ppm. De cada fruto foram removidos 40 cilindros de polpa com 25mm de diâmetro e 30 mm de comprimento totalizando aproximadamente 600g por fruto. Cada unidade experimental foi constituída de 200g de pedaços de melão acondicionados em potes de polietileno transparente, com tampa encaixável, com capacidade 300mL. Para cada tratamento foram preparadas três repetições. O armazenamento foi feito em câmara frigorífica com temperatura de 4°C e umidade relativa de 92%. As avaliações foram realizadas, na instalação do experimento, após 7 e 15 dias de armazenamento.

Para o controle das condições de manuseio e de processamento foi realizada a contagem microbiana total e determinada a presença de coliformes, segundo as recomendações de ICMSF (1985).

Os teores de sólidos solúveis totais (SST), da acidez total titulável (ATT) e de carotenóides foram determinados segundo a metodologia descrita por GUIES *et al.* (1996). A produção de etileno foi determinada por incubação de 100g de polpa de melão, em frasco de 200mL, durante 2h a 20°C. Coletou-se 1mL desta atmosfera para dosagem do etileno por cromatografia gasosa.

A avaliação sensorial foi realizada quanto à qualidade visual, textura, sabor e odor. As avaliações foram realizadas 2h após a retirada dos frutos da câmara frigorífica visando equilibrar a temperatura dos frutos à temperatura ambiente. Os julgadores, não treinados e em número mínimo de 15, realizaram a avaliação usando uma escala não estruturada variando de um (péssimo) a nove (excelente). O escore médio seis foi estabelecido como mínimo para considerar o produto em condições de comercialização.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, segundo um esquema fatorial 2x3 (clone transformado e não transformado x amostragem), com três repetições. Para a comparação de médias foi utilizado o Teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contagem microbiana total, durante a avaliação, apresentou valores inferiores a 10^3 UFC.g⁻¹ (dados não apresentados) Também não foi detectada a presença de coliformes. Estes resultados permitem concluir que os procedimentos de boas práticas de fabricação foram eficazes, mantendo esta variável com valores abaixo dos máximos toleráveis (2×10^3 UFC.g⁻¹), citados por ROSA & CARVALHO (2000) e no ICMSF (1985).

A firmeza de polpa (Tabela 1), um dos principais atributos de qualidade, foi melhor preservada em melões transformados geneticamente. Neste material, a firmeza de polpa, que inicialmente era de 21N, diminuiu 14% em 15 dias de estocagem refrigerada a 4°C. Para os frutos de clones não transformados, a redução da firmeza de polpa foi significativamente superior, com valores médios de 85%. MADRID & CANTWELL (1993) citam que, em média, a cada 8 dias de armazenamento a 5°C, a firmeza de polpa de melões 'Honeydew' reduz-se em 50%.

TABELA 1 - Características físico-químicas e fisiológicas de melões não transformados (NT) e transformados (T), minimamente processados e armazenados a 4°C*

Avaliações	Melões	Dias de armazenamento		
		0	7	15
Firmeza (N)	NT	18bA**	8bB	3bC
	T	21aA	18aB	18aB
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	NT	11bA	10bB	9bC
	T	13aA	13aA	13aA
Acidez total titulável (cmol.L ⁻¹)	NT	0,88aA	0,65bB	0,40bC
	T	0,84aA	0,81aA	0,72aB
Carotenóides (mg.100g ⁻¹)	NT	4,15 ^{ns}	4,08	4,28
	T	4,38	4,24	4,16
Produção de etileno (nL.g ⁻¹ .h ⁻¹)	NT	36aA	25aB	0,25aC
	T	0,10bA	0,12aA	0,09bA

*Os dados apresentados são uma média aritmética de 3 repetições.

**Dados com letras minúsculas distintas, na vertical, e letras maiúsculas distintas, na horizontal, diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

^{ns}Não significativo.

Para PORTELA & CANTWELL (1998) melões do grupo *Cantaloupensis*, apresentam reduções de firmeza de polpa menos drásticas, em média de 28% a cada 12 dias a 5°C. Este comportamento foi similar em frutas não processadas. Comparando-se os dados destes autores (PORTELA & CANTWELL, 1998) e os obtidos por SILVA (2000) pode-se verificar que a transformação genética, que proporcionou uma significativa redução da produção de etileno e maior preservação da firmeza de polpa dos melões inteiros. A redução da produção de etileno contribuiu para melhor conservação da fruta inteira também melhorou o potencial de conservação da minimamente processada e refrigerada. A redução de firmeza de polpa observada nos melões não transformados, em média 3,5 vezes acima da detectada por PORTELA & CANTWELL (1998), também foi observada nas frutas inteiras (PETERS *et al.*, 1999; SILVA, 2000).

O teor de sólidos solúveis totais(SST) foi significativamente superior nos frutos de plantas transformados, atingindo valores médios de 13°Brix. Nestes não foram observadas variações significativas durante o armazenamento. Em pedaços de melões de clones não transformados, além do menor teor de SST inicial, foram determinadas reduções durante o armazenamento para valores médios de 9°Brix aos 15 dias de armazenamento refrigerado. O'CONNOR-SHAW *et al.* (1994) citam que normalmente não ocorrem alterações no teor de SST em vegetais minimamente processados, a menos que o metabolismo respiratório seja excessivamente alto e/ou o crescimento microbiano seja significativo. Como nos melões MPR não transformados a produção de etileno foi elevada, entre 25 e 36 nL.h⁻¹.g⁻¹ nos primeiros sete dias de avaliação, pode ter havido aceleração do metabolismo respiratório, resultando no consumo de reservas, o que poderia explicar a redução do teor de SST neles observada.

A acidez total titulável, que inicialmente não apresentou diferenças significativas entre os frutos de clones não transformados e de clones transformados, diminuiu durante o armazenamento, com menor intensidade em frutos transgênicos. De forma similar ao ocorrido com o teor de SST, este comportamento pode estar relacionado com a maior taxa respiratória que, segundo KADER (1986), é a principal via de bioconversão de ácidos orgânicos.

O conteúdo total de carotenóides não foi afetado durante armazenamento nem pela transformação genética. As frutas mantiveram um conteúdo médio de 4mg/100g durante toda a avaliação. Isto já era esperado pois GUIES *et al.* (1997) verificaram que a síntese de carotenóides em melões constituiu-se num evento etileno-independente.

A avaliação sensorial (Tabela 2) indica que os pedaços de melões transformados minimamente processados mantiveram melhor qualidade visual do que os pedaços de melões não transformados. Embora os julgadores, na instalação do experimento não tenham detectado diferenças significativas, aos 7 e 15 dias de avaliação foi registrada a superioridade dos melões transformados. Esta perda de qualidade visual foi causada pela ocorrência de degenerescência da polpa, caracterizada pelo aspecto de vitrificação ou translucidez da polpa, depreciando a qualidade do produto. Este comportamento está diretamente relacionado com a redução da firmeza de polpa (Tabela 1) e pode ter sido influenciado pelo metabolismo mais acelerado dos pedaços de melões não transformados. Além disto, GUIES *et al.* (1997) verificaram que a redução da produção de etileno em melões, além de controlar a redução da firmeza de polpa e, em consequência aumentar a sua vida de prateleira, reduz a ocorrência de distúrbios fisiológicos causados por baixas temperaturas.

TABELA 2 – Características sensoriais de melões não transformados (NT) e transformados (T), minimamente processados e armazenados a 4°C* (escore de 1 a 9).

Avaliações	Melões	Dias de armazenamento		
		0	7	15
Qualidade visual	NT	8, 24aA**	4, 14bB	2, 09bC
	T	8, 53aA	7, 25aB	7, 13aB
Textura	NT	8, 54aA**	3, 14bB	2, 00bC
	T	8, 50aA	7, 55aB	7, 33aB
Sabor	NT	8, 01aA	6, 02bB	4, 21bC
	T	9, 00aA	8, 85aA	8, 75aA
Odor	NT	8, 45aA	5, 54bB	2, 15bC
	T	7, 55bA	6, 28aB	6, 25aB

*Os dados apresentados são uma média aritmética de 3 repetições.

**Dados com letras minúsculas distintas, na vertical, e letras maiúsculas distintas, na horizontal, diferem significativamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade

O sabor adocicado e o aroma também foram significativamente afetados pela transformação genética. Embora na instalação do experimento os julgadores não tenham detectado diferenças significativas no sabor, aos 7 e 15 dias os melões transformados MPR receberam notas superiores. Nos melões não transformados houve uma significativa perda de sabor, provavelmente associada à redução de SST. O aroma característico também foi melhor preservado em melões transformados MPR. Ainda que inicialmente tenham apresentado aroma menos pronunciado, durante o armazenamento, os melões transformados

mantiveram esta característica em melhores condições do que os melões MPR não transformados.

CONCLUSÃO

Pedaços de melões transformados geneticamente com o clone pAP4 da ACC oxidase de maçã em orientação "antisense", têm o período de conservação e armazenamento refrigerado aumentado em, no mínimo, 8 dias, em relação aos pedaços de melões não transformados.

AGRADECIMENTOS

À FAPERGS e ao CNPq pelo auxílio financeiro à pesquisa e concessão de Bolsas de Iniciação Científica, e à CAPES pela concessão de Bolsa de Estudo de Mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIANCO, V.V. & PRATT, H.K. Compositional changes in muskmelons during development and in response to ethylene treatment. **Journal of American Society of Horticultural Sciences**, v. 102, p. 127-133, 1977.
- GUIES, M.; BOTONDI, R.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C.; LATSCH, A. Ripening-associated biochemical traits of Cantaloup Charantais melons. **Journal of American Society of Horticultural Sciences**, v. 122, p. 748-751, 1997.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF). **Ecologia microbiana de los alimentos**, Zaragoza, Acibia, v.2, p.613-651, 1985.
- KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, p. 99-104, 1986.
- LESTER, G. & SHELLIC, K. C. Postharvest sensory and physicochemical attributes of honeydew melon fruits. **HortScience**, v. 27, p. 1012-1014, 1992.
- MADRID, M. & CANTWELL, M. Use of high CO₂ atmospheres to maintain quality of intact and fresh-cut melon. In: **6th Controlled Atmosphere Research Conference**. NRAES-71, Ithaca, NY, p. 736-745, 1993.
- O'CONNOR-SHAW, R. E.; ROBERTS, R.; FORD, A. L.; NOTTINGHAM, S. M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. **Journal Food Science**, v. 59, p. 1202-1206, 1994.
- PETERS, J. A.; SCHUCH, M. W.; SILVA, J. A.; ROMBALDI, C. V. Transformação genética do meloeiro e da macieira. **Biotechnology**, v.3, p. 11-16, 1999.
- PORTELA, S. I. & CANTWELL, M. I. Quality changes of minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, v.14, p. 351-357, 1998.
- ROSA, O. O. & CARVALHO, E. P. Características microbiológicas de frutos e hortaliças minimamente processados. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n.2, p.84-92, 2000.
- SILVA, J. A. **Caracterização bioquímico-molecular e inibição da síntese de ACC oxidase em frutos climatéricos**. Tese (doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal Pelotas, Brasil, 128p. il. 2000.