

LUZ ULTRAVIOLETA NA INIBIÇÃO DE PODRIDÕES PÓS-COLHEITA DE MORANGOS (*Fragaria ananassa*, Duch.) 'CAMAROSA'

UV-C LIGHT EXPOSURE IN THE ROTTENNESS INHIBITOR IN STRAWBERRY (*Fragaria Ananassa*, Duch.)

'CAMAROSA' POSTHARVEST

Casiane Saete Tibola¹, Marcelo Barbosa Malgarim², Cristiane Brauer Zaicovski³, Camila Pegoraro⁴, Joceani Dal Cero⁴, Valdecir Carlos Ferri⁵

RESUMO

O trabalho objetivou avaliar a manutenção da qualidade de morango 'Camarosa' submetidos à aplicação de luz UV-C e atmosfera modificada, visando minimizar as perdas pós-colheita. A colheita foi realizada utilizando-se luvas e as frutas foram acondicionadas em caixas plásticas lavadas e desinfetadas. Empregou-se o pré-resfriamento com ar forçado à -3 °C, até a temperatura da polpa das frutas atingir 4°C. Os tratamentos foram: T1- frutas acondicionadas em filme de polietileno com 7µm de espessura e submetidas à luz UV-C durante seis minutos, distanciadas 15 cm da fonte; e T2- controle (frutas acondicionadas em filme de polietileno com 7µm de espessura sem luz UV-C). O armazenamento foi a 0 ± 0,5°C e UR de 90 a 95%, por seis, sete e oito dias seguidos de dois dias a 8 ± 0,5°C e UR de 75 a 80%, simulando a comercialização. Na colheita e após o armazenamento avaliaram-se: perda de peso; coloração; sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (ATT); relação SST/ATT; ácido ascórbico e incidência de podridões. A utilização de luz UV-C reduziu a porcentagem de podridões, nos períodos de seis mais dois dias de comercialização simulada (CS) e sete mais dois dias de CS. Morangos 'Camarosa' pré-resfriados até 4°C, expostos à luz UV-C e armazenados a 0°C e mais dois dias a 8°C (comercialização), mantêm a qualidade por sete dias mais dois, respectivamente.

Palavras-chave: Pré-resfriamento, atmosfera modificada, comercialização

ABSTRACT

The work aimed to evaluate the maintenance of the quality of strawberry 'Camarosa' subjected to the application of UV-C light and modified atmosphere, aiming to minimize losses postharvest. The harvest was performed with gloves and fruits were placed in clean plastic boxes. Fruits were pre-cooled with forced air (-3°C) until they reached disinfected and washed plastic boxes. The pre-cooling with air forced -3°C, until the temperature of a pulp 4°C. The treatments were: T1 - fruits placed under a 7µm thick polyethylene cover under UV-C light for six minutes at a 15 cm distance; and T2 - control (fruits placed under a 7µm thick polyethylene cover without UV-C light). Fruits were stored at a temperature of 0 ± 0.5°C and an RH between 90 and 95% for periods of six, seven or eight days followed by a simulation of commercial conditions two days at 8 ± 0.5°C and RH between 75 and 80%. In the harvest and storage were evaluated: weight loss; color; total soluble solids (TSS); titratable acidity (TA); TSS/TA ratio; ascorbic acid and rottenness incidence. The UV-C light reduced the percentage of rottenness in the periods of six plus two days of simulated commercial conditions (SC) and seven plus two days of SC. Strawberries 'Camarosa' subjected to pre-cooling opto 4°C, under UV-C light and stored at 0°C plus two days at 8°C (commercial conditions), maintains the quality per seven days plus two, respectively.

Key words: Pre-cooling, modified atmosphere, commercialization.

¹Eng Agr^a Dra. Fruticultura de Clima Temperado – UFPel/FAEM. Cx. P: 354, CEP: 96010-900. Pelotas – RS, Brasil. cstibola@yahoo.com.br

²Eng Agr^o Doutorando em Fruticultura de Clima Temperado – UFPel/FAEM. Pelotas – RS, Brasil. malgarim@ufpel.tche.br

³Bach. em Química de Alimentos, Doutoranda do PPGCTA – UFPel/FAEM. Pelotas – RS, Brasil. criszaicovski@ig.com.br

⁴Acadêmica em Agronomia UFPel/FAEM. Pelotas – RS, Brasil. camyagro@yahoo.com.br / joceane@yahoo.com.br

⁵Eng Agr^o Dr. Professor do Departamento de Tecnologia Agroindustrial da UFPel/FAEM. Pelotas – RS, Brasil. leferri@ufpel.tche.br

(Recebido para Publicação em 28/04/2005, Aprovado em 18/08/2006)

INTRODUÇÃO

O morango possui uma limitada vida pós-colheita sendo que o fator mais relevante é a alta suscetibilidade ao mofo cinzento, podridão causada por *Botrytis cinerea* Pers. (BAKA et al., 1999). Os sintomas de doenças são um dos primeiros parâmetros que o consumidor observa para atribuir a qualidade do morango (HERTOG et al., 1999). Por ser produto de alto valor comercial, principalmente no mercado *in natura*, o morango requer tecnologias adequadas para aprimorar a conservação (CALEGARO et al., 2002) e prolongar a disponibilidade de sua oferta.

O desenvolvimento de fungos na pós-colheita, transporte e armazenamento de produtos hortícolas, causam grandes perdas econômicas. Dentre os fungos, *Botrytis cinerea* Pers. é amplamente distribuído, causando enfermidades em frutas e vegetais em todo o mundo. Uma das mais severas doenças causadas por *Botrytis* inclui o mofo cinzento do morango (MARQUENIE et al., 2002a).

Um procedimento comum para reduzir podridões de pós-colheita é o método químico. Entretanto, muitas espécies de fungos desenvolvem resistência aos fungicidas usados mais freqüentemente, além do crescimento da aversão entre os consumidores aos agrotóxicos nos produtos frescos. Como consequência, a legislação em muitos países está se tornando mais rígida, promovendo um aumento na adoção de técnicas alternativas para a desinfecção de frutas (MARQUENIE et al., 2002b).

A utilização de organismos antagonistas foi proposta para o controle de podridões pós-colheita em frutas (WILSON et al., 1993 apud MARQUENIE et al., 2002a). Esses organismos são isolados e sua ação reside na inibição do crescimento do patógeno ou estabelecimento de

objeções legislativas se esses tratamentos fossem considerados como medida fitossanitária. Os métodos físicos, que não deixam resíduos nos produtos tratados, são mais apropriados nesses casos. A luz UV-C, associada com atmosfera modificada (AM), oferece novas possibilidades para prolongar a conservação pós-colheita de morango.

A luz ultravioleta tem sido usada principalmente para desinfestação de superfície (Wilson, 1995). Segundo MARQUENIE et al. (2002a), o efeito da luz ultravioleta pode ser explicado de duas formas: na primeira há o efeito direto sobre os patógenos, devido aos danos no ácido desoxirribonucléico (DNA) e na segunda a luz UV-C pode induzir mecanismos de resistência contra patógenos nas frutas.

De acordo com MARQUENIE et al. (2002b) a sobrevivência de conídios de *Botrytis cinerea* e *Monilinia fructigena* cultivados em meio de cultura *in vitro*, decresce lineamente com o aumento da dose de luz UV-C. STEVENS et al. (1998), verificaram que a luz UV-C foi efetiva no controle das podridões pós-colheita de morango, indicando que um retardo na maturação do tecido do hospedeiro poderia também retardar a redução de substâncias inibitórias dos patógenos causadores de podridão na pós-colheita.

A AM, além de reduzir o metabolismo respiratório pelas diferentes concentrações de gases CO₂ e O₂, é uma importante técnica para o prolongamento pós-colheita do morango. Possibilita a diminuição da produção e ação do etileno além de reduzir a ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões (KADER, 1992; SOMMER, 1985), contribuindo para incremento do período de comercialização e para a manutenção da qualidade dos produtos.

TIBOLA et al. Luz ultravioleta na inibição de podridões pós-colheita de morangos (*Fragaria ananassa*, Duch.) 'Camarosa'

Baseando-se nestas considerações, avaliou-se o efeito da luz UV-C associado com AM, na prevenção de podridões pós-colheita e manutenção da qualidade de morango cultivar 'Camarosa'.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido com morango da cultivar 'Camarosa', obtido de cultivo comercial, em área localizada em Pelotas – RS. O pré-resfriamento e a armazenagem foram realizados nas câmaras frigoríficas do Pólo de Alimentos e as avaliações no Laboratório de Pós-colheita, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da FAEM/UFPel.

As frutas foram colhidas quando apresentavam cobertura externa de 80 a 95% de coloração vermelha, teor médio de 8,9° Brix de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) de 6,6 % de ácido cítrico, pH de 3,5 e peso médio unitário de 20,4g. O procedimento de colheita foi seletivo, descartando-se frutos imaturos, sobremaduros e/ou com sintomas de podridão. Os equipamentos de colheita e as luvas dos colaboradores foram desinfestadas com hipodorito de sódio (0,5%), para diminuir a fonte de inóculo de patógenos.

Após a colheita, as frutas foram classificadas e pré-resfriadas com ar forçado em câmara frigorífica com temperatura de -2°C, até a temperatura de polpa atingir os 4°C. Posteriormente foram acondicionadas conforme tratamentos: T1) Frutas acondicionadas em filme de polietileno com 7 µm de espessura, submetidos à aplicação de UV-C durante seis minutos; e T2) Frutas acondicionadas em filme de polietileno com 7 µm de espessura e sem aplicação de UV-C.

Para exposição dos frutos à lâmpada com luz

ultravioleta, utilizou-se bancada de fluxo laminar, mantendo-se uma distância de 15cm da fonte, por seis minutos. Após esse período as frutas foram embaladas e armazenadas. Para o desenvolvimento da AM utilizou-se embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) vedada hermeticamente. O armazenamento foi com temperatura de 0±0,5°C e umidade relativa de 90±5% sendo as mesmas monitoradas diariamente com um termohigrógrafo THG1.

As frutas foram avaliadas na colheita e posteriormente aos seis, sete e oito dias de armazenamento, mais dois dias na temperatura de 8°C, simulando a comercialização. Foram analisados os parâmetros relativos a perda de peso, determinada em percentagem, considerando a diferença entre o peso inicial da amostra e aquele obtido em cada avaliação; as demais avaliações foram de acordo com o método preconizado nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lütz (1985), extraíndo-se e homogeneizando-se o suco de cada uma das repetições. Após a homogeneização do suco foram realizadas as avaliações: sólidos solúveis totais (SST), determinados em refratômetro manual com compensação de temperatura automática, expressando os resultados em °Brix; acidez total titulável (ATT), determinada por titulometria neutralização até pH 8,2 com hidróxido de sódio 0,1N, expressando os resultados em porcentagem de ácido cítrico; relação SST/ATT obtida pelo quociente entre os dois parâmetros; coloração, determinada com um colorímetro portátil tri-estímulo Minolta modelo CR-300; ácido ascórbico, determinado pelo método titulométrico com 2,6-diclorofenolindofenol, expressando os resultados em mg 100 mL de suco⁻¹; e podridões que foram avaliadas visualmente e os resultados expressos em percentagem.

TIBOLA et al. Luz ultravioleta na inibição de podridões pós-colheita de morangos (*Fragaria ananassa*, Duch.) 'Camarosa' de ácido málico e não houve redução nos níveis de ácido cítrico, que é o ácido orgânico predominante no morango, representando 74% do total.

Os resultados das avaliações foram submetidos à verificação de variância e no caso de significância as médias foram comparadas pelo teste Tukey em 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da variável perda de peso houve diferença significativa, sendo que frutas tratadas com UV-C, apresentaram menor média de perda de peso (T1:0,64%), quando comparado com frutas não tratadas (T2:1,63%). Considerando que, de acordo com CALEGARO et al. (2002), a perda máxima de peso tolerável para morango é de 6%, ambos os tratamentos apresentaram teor de desidratação aceitável para comercialização. Confirmando o efeito positivo da atmosfera modificada, no controle da transpiração, redução da perda de peso e manutenção da qualidade do morango.

Os teores de SST não diferiram significativamente, nos morangos dos diferentes tratamentos e períodos de avaliação. LEE & KADER (1989), citados por CALEGARO et al. (2002), não observaram diferença significativa nos teores de sólidos solúveis em morangos armazenados a 2°C e 0°C, por 14 e 21 dias, respectivamente.

A ATT diferiu significativamente nos morangos tratados com UV-C, comparados com as frutas do tratamento controle, porém esta diferença não corresponde a exposição à luz UV-C, mas devido ao diferencial de maturação das frutas. PELAYO et al. (2003), trabalhando com morangos das cultivares 'Aromas', 'Diamante' e 'Selva', mantidos na temperatura de 5°C em atmosfera normal ou enriquecida com 20kPa CO₂, encontraram uma redução na ATT nos morangos 'Diamante' aos 11 dias de armazenamento. Sendo que para as três cultivares ocorreram reduções nos teores

A relação SST/ATT, não diferiu significativamente nos tratamentos estudados.

Com relação à coloração de epiderme, os morangos não diferenciaram-se estatisticamente entre os tratamentos e períodos de avaliação. BOWER et al. (2003), observaram redução do brilho e aumento da coloração vermelha durante o armazenamento de morangos, expostos a diferentes níveis de etileno e de 1-MCP.

O maior teor de vitamina C foi determinado no T1 (AM + UV-C), aos seis dias de armazenamento mais dois de comercialização simulada (38,64 mg 100mL de suco⁻¹). Na segunda avaliação, verificou-se incremento do teor de ácido ascórbico, no tratamento controle, devido ao processo de amadurecimento das frutas. Aos oito dias de armazenamento mais dois dias simulando a comercialização, o teor de ácido ascórbico não diferiu estatisticamente entre os dois tratamentos. CASALI (2004), obteve menores teores de vitamina C, na primeira avaliação de morangos 'Camarosa', comparados com os teores verificados após seis e treze dias de armazenamento em AM.

Na avaliação de podridões, verificou-se diferença significativa entre as frutas tratadas com UV-C e o tratamento testemunha. Nas avaliações 6 + 2 dias e 7 + 2 dias, o tratamento com UV-C foi eficiente no controle de podridões e a testemunha apresentou perdas de 9,9 e 11,66% das frutas respectivamente, para as duas avaliações. MARQUENIE et al. (2002a), relataram que em morangos tratados com luz UV-C, o efeito da inibição no crescimento dos fungos aumentou com o aumento da dose da iluminação utilizada (0.05; 1.00 e 1.50 J cm⁻²). A

TIBOLA et al. Luz ultravioleta na inibição de podridões pós-colheita de morangos (*Fragaria ananassa*, Duch.) 'Camarosa' aplicação das maiores doses de luz ultravioleta retardaram o amolecimento de morangos até 10 dias após o tratamento.

De acordo com MARQUENIE et al. (2002b), o número de conídios de fungos sobreviventes decresceu linealmente com o aumento da dose de UV-C, obtendo-se completo

controle a partir de 1.00 J cm⁻². Os mesmos autores relataram que o nível de UV-C pode ser reduzido até 0.10 J cm⁻², quando combinado com tratamento térmico, sendo que a utilização de dosagens menores apresenta vantagem porque reduz possíveis danos no produto tratado.

Tabela 1: Características físico-químicas de morangos 'Camarosa', submetidos à atmosfera modificada e luz UV-C.

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS	PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO		
		6 + 2	7 + 2	8 + 2
Perda de peso (%)	T1 [*]	0,40bB ¹	0,61bB	0,94bA
	T2 ^{**}	1,12aB	1,90aA	1,87aA
SST (°Brix)	T1	8,50aA	8,63aA	7,45aA
	T2	8,65aA	8,80aA	8,73aA
ATT (% de Ac. cítrico)	T1	0,69aA	0,73aA	0,58bB
	T2	0,70aB	0,67bC	0,78aA
Relação SST/ATT	T1	12,31aA	11,82aA	12,84aA
	T2	12,35aA	13,13aA	11,19aA
Cor "L"	T1	29,29aA	30,25aA	29,94aA
	T2	29,67aA	31,69aA	31,28aA
Cor "a"	T1	32,59aA	33,08aA	32,29aA
	T2	34,16aA	33,50aA	33,88aA
Cor "b"	T1	18,25aA	18,17aA	19,87aA
	T2	19,50aA	18,92aA	21,80aA
Cor "ângulo Hue"	T1	29,23aA	28,78aA	31,50aA
	T2	29,65aA	29,44aA	32,88aA
Vitamina C (mg.100mL de suco ⁻¹)	T1	38,64aA	29,40bB	35,84bA
	T2	31,73bB	37,89aA	32,20bB
Podridões (%)	T1	0,00bB	0,00bB	14,99aA
	T2	9,99aC	11,66aB	13,33aA

*T1- Atmosfera modificada e luz UV-C; **T2- controle (AM), analisado aos seis, sete e oito dias de armazenamento (0±0,5°C e UR de 90 a 95%), mais dois de comercialização simulada (8±0,5°C e UR de 75 a 80%).

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula entre linhas, não diferem estatisticamente, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A aplicação de luz ultravioleta por seis minutos, inibe o desenvolvimento de podridões pós-colheita em morango

'Camarosa', por sete dias (0°C) mais dois dias de comercialização simulada na temperatura de 8°C, com adequada manutenção dos atributos de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKA, M.; MERCIER, J.; CORCUFF, R.; et al. Photochemical Treatment to Improve Storability of Fresh Strawberries. **Journal of Food Science**, v. 64, n° 6, p. 1068–1072, 1999.
- BOWER, J. H.; BIASI, W.V.; MITCHAM, E. J. Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, p.417-423, 2003.
- CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de Atmosfera Modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n°8, p. 1049-1055, 2002.
- CASALI, M. E. **Atraso no Resfriamento e Modificação da Atmosfera para Morangos**. 2004. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- HERTOG, M. L. A. T. M.; BOERRIGTER, H. A. M.; VAN DEN BOOGAARD, G. J. P. M; et al. Predicting keeping quality of strawberries (cv. 'Elsanta') packed under modified atmospheres: an integrated model approach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.1–12, 1999.
- KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2 ed. Oakland: University of California, 1992. 296 p.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.207-220, 2000.
- LÜTZ, A. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lütz: métodos químicos para análise de alimentos**. 3ª ed. São Paulo – SP; Coordenadoria dos Serviços Técnicos especializados – Secretaria do Estado de Saúde, 1985. 533p.
- MARQUENIE, D.; MICHIELS, C. W.; GEERAERD, A. H.; et al. Using survival analyses to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 73, p.187 -196, 2002a.
- MARQUENIE, D.; LAMMERTYN, J.; GEERAERD, A. H.; et al. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 74, p.27 -35, 2002b.
- PELAYO, C.; EBELER, S. E.; KADER, A. A. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5°C in air or air + 20kPa CO₂. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 27, pg. 171-183, 2003.
- SOMMER, N. Principles of disease suppression by handling practices. In: KADER, A. A. **Post-harvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, p.75-82, 1985.
- STEVENS, C.; KHAN, V. A.; LU, L. Y.; et al. The germicidal and homectic effect of UV-C light on reducing Brown rot and yeast microflora of peaches. **Crop Prot.** Amsterdam, v. 17, pg. 75-84, 1998.