

QUALIDADE DA MAÇÃ "FUJI" SOB CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA

QUALITY OF "FUJI" APPLE UNDER CONTROLLED ATMOSPHERE CONDITIONS

Auri Brackmann¹ Sérgio Miguel Mazaro² Glaucia Bortoluzzi³

RESUMO

O experimento foi conduzido no NPP/UFSM durante o ano de 1993. Maças da cv. Fuji foram armazenadas durante oito meses em atmosfera controlada com o objetivo de avaliar concentrações de CO₂ e O₂ para o armazenamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. Os tratamentos foram combinações de concentrações de CO₂ e O₂, em alta e baixa umidade relativa do ar (UR) e baixa concentração de etileno. A UR do ar foi mantida em torno de 97% para tratamentos com alta UR e, em torno de 75% para aqueles com baixa UR. O tratamento com baixo etileno foi mantido sob constante absorção deste gás com um filtro de permanganato de potássio. Após o armazenamento avaliou-se firmeza de polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável, podridões e degenerescência interna da polpa. Constatou-se que, concentrações de CO₂ acima de 1% causaram degenerescência interna dos frutos. Com a redução de 2,0% para 1,0% de O₂ em combinação com 0% de CO₂, houve maior retenção de firmeza da polpa, acidez titulável e SST, no entanto, não influenciou na manifestação da degenerescência da polpa. A redução da UR para 75% diminuiu a incidência de degene-

rescência e pelo efeito da desidratação aumentou a firmeza da polpa e os SST. A eliminação do etileno manteve a firmeza da polpa e acidez titulável em valores mais elevados, porém não diminuiu ocorrência da degenerescência. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação às podridões.

Palavras-chave: maçã, armazenamento, atmosfera controlada, qualidade do fruto.

SUMMARY

The experiment was carried out at NPP/UFSM during 1993. Apple fruits of cultivar Fuji were stored for eight months in controlled atmosphere aiming to establish the best storage conditions. The experimental design was completely randomized with three replications. The treatments were combinations of CO₂ and O₂ concentrations in high and low relative humidity and low ethylene concentration. Relative humidity (RH) was maintained around 97% for treatments with high RH and around 75% for

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900 - Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

²Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM, bolsista do PET/CAPES.

³Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM.

treatments with low RH. Low ethylene was maintained by constant absorption with potassium permanganate. After storage fruit firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity, rot and internal breakdown were evaluated. The highest fruit firmness, TSS and acidity values were obtained when O_2 decreased from 2.0% to 1.0% with no CO_2 . Low RH decreased breakdown incidence and by the desiccation effect increased fruit firmness and TSS. Low ethylene maintained higher firmness and acidity, but did not reduce internal breakdown. There was no difference among treatments in relation to rot.

Key words: apple, storage, controlled atmosphere, fruit quality.

INTRODUÇÃO

A maçã Fuji, pela elevada qualidade, favoreceu a conquista do mercado interno e externo. No Brasil, o período de comercialização mais intenso ocorre no segundo semestre do ano, após a comercialização da Gala. Nos períodos de safra ocorre saturação do mercado, tornando-se necessário o armazenamento por longos períodos.

Frutos da cv. Fuji podem ser armazenados em atmosfera normal (AN) sem grande prejuízo da qualidade (STAINER, 1990), porém em atmosfera controlada (AC) há um acréscimo no período de armazenamento. As condições de AC diminuem o metabolismo dos frutos inibindo a respiração e produção de etileno, contribuindo para a retenção de firmeza de polpa (LAU, 1985); acidez titulável e sólidos solúveis totais (SST) (MEHERIUK, 1989; BRACKMANN, 1991). Porém em condições de atmosfera controlada os frutos da 'Fuji' podem manifestar sintomas de degenerescência interna da polpa, os quais caracterizam-se por um escurecimento de coloração amarronzada e polpa do fruto com aspecto farinhento. Sintomas mais avançados incluem aparecimento de manchas necróticas na superfície dos frutos afetados (FORTES & PETRI, 1982). A degenerescência ainda pode se manifestar sob forma de pequenas cavidades, com formação de tecido de cortiça. A ocorrência deste distúrbio fisiológico pode, principalmente em câmaras de AC, comprometer a qualidade da maçã durante o armazenamento.

LAU et al. (1987) trabalhando com maçãs "Mc Intosh" encontraram relação entre baixas concentrações de O_2 e baixas temperaturas com o aparecimento de desordens internas nos frutos. FORTES & PETRI (1982) citam como prováveis causas da degenerescência interna baixa temperatura de armazenamento e elevada concentração de CO_2 nas câmaras. Porém, BENDER (1991) afirma que maçãs cv. Fuji não apresentam alta susceptibilidade ao dióxido de carbono e que os danos estão associados a

temperaturas inferiores a $1,5^\circ C$. Scott & Roberts apud FORSYTH & EAVES (1975) encontraram relação entre altos níveis de UR em armazenamento em AN com incidência de degenerescência interna em maçãs. LIDSTER (1990) trabalhando com maçãs "Mc Intosh" também obteve uma relação entre altos níveis de UR com a incidência de degenerescência interna em câmaras de AC.

LITTLE & PEGGIE (1987) obtiveram uma diminuição na degenerescência interna de maçãs com a absorção do etileno da câmara durante o armazenamento. Além disso a absorção do etileno retarda o processo de maturação (YAHIA et al., 1985), retém a firmeza da polpa (LANGE, 1985; LIU, 1985) e diminui a perda de acidez (FICA, 1985; LIU, 1985).

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito de condições de atmosfera controlada, o teor de umidade relativa e eliminação do etileno sobre a qualidade dos frutos da cv. Fuji, em especial sobre a ocorrência da degenerescência interna após longos períodos de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da UFSM, no período de abril a dezembro de 1993.

Frutos da cv. Fuji, provenientes de pomares comerciais de Fraiburgo, SC, foram armazenados em câmaras de atmosfera controlada (AC), com volume de 230 litros, sob diferentes concentrações de gases e temperatura ar de $1^\circ C$, com oscilação em torno de $0,3^\circ C$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. A unidade experimental composta por 50 frutos. Os tratamentos foram combinações de concentrações de CO_2 e O_2 , em alta e baixa umidade relativa do ar e baixo etileno, conforme especificado na Tabela 1.

No início do armazenamento, as diferentes concentrações de gases foram obtidas através da diluição do O_2 com injeção do N_2 e posterior injeção de CO_2 , até atingir os níveis pré-estabelecidos. A manutenção da concentração desejada dos gases, nas diferentes câmaras, foi através da análise diária com uso de analisadores de CO_2 e O_2 e correção das concentrações, que variavam em função da respiração dos frutos. Os níveis de gás carbônico foram mantidos através da absorção do CO_2 , com a circulação do gás de cada câmara por um absorvedor de CO_2 , contendo hidróxido de potássio. Para atingir níveis de CO_2 próximos a zero, utilizou-se cal hidratada no interior das câmaras. Para compensar o oxigênio consumido pelos frutos, foi injetado diariamente ar nas câmaras.

A umidade relativa (UR) do ar permaneceu em torno de 97% e 75% para tratamentos com alta e baixa UR respectivamente. A leitura deste parâmetro foi feita através de higrômetros no interior das câmaras. No tratamento com

Tabela 1. Características físico-químicas da cv. Fuji, após oito meses de armazenamento, sob diferentes concentrações de gases, em Atmosfera Controlada.

Nº	Tratamentos			Firmeza (N)	SST (°Brix)	Acidez (meq/100ml)	Degener. (Índice)
	%CO ₂	%O ₂	UR				
1	0,0	2,0	AU	52,9 f	13,2 b	2,7 bc	0,029 e
2	0,0	1,5	AU	56,5 e	12,9 b	3,0 bc	0,153 cd
3	0,0	1,0	AU	59,6 cde	13,4 b	3,2abc	0,095 de
4	1,0	1,5	AU	59,2 cde	13,5ab	3,0 bc	0,302abc
5	2,0	1,0	AU	62,3 bcd	13,4 b	3,7a	0,318ab
6	3,0	3,0	AU	60,1 cde	13,1 b	3,0 bc	0,419a
7	3,0	3,0	BU	70,7a	13,5ab	3,0 bc	0,381ab
8*	3,0	3,0	AU	64,5 bc	13,4 b	3,4ab	0,458a
9**	3,0	3,0	AU	59,2 de	13,0 b	2,5 c	0,400ab
10**	3,0	3,0	BU	65,8 bc	14,4a	2,9 bc	0,233 bc
Média				61,1	13,4	3,04	0,279
C.V.%				8,60	3,11	11,09	14,92

As médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

* Tratamento com baixa concentração de etileno (0-3ppm)

** Frutos foram armazenados nos dois primeiros meses em 0% CO₂ e 2,5% O₂.

AU - Alta Umidade Relativa (95-97%)

BU - Baixa Umidade Relativa (70-80%)

baixo etileno, foi realizada uma constante absorção deste gás por um filtro de permanganato de potássio que, conforme experiência prática a concentração deve ter permanecido entre 0 e 3ppm, sendo que não foram feitas determinações cromatográficas deste gás.

Ao final do experimento, após oito meses de armazenamento, avaliou-se firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável, degenerescência interna da polpa e podridões. A firmeza de polpa foi determinada em uma amostra de 10 frutos de cada unidade experimental. Em dois lados, no equador do fruto, foi retirada a epiderme e, com auxílio de um penetrômetro motorizado, com ponteira de 11mm de diâmetro, determinou-se a firmeza da polpa. Os teores de SST foram determinados por refratometria e valores expressos em graus brix. A acidez titulável foi determinada através de titulação de 10ml de suco, em 100ml de água, com solução de NaOH 0,1N até pH 8,1.

Na avaliação de ocorrência de podridões, frutos com lesões características de ataque de patógenos, foram considerados podres. Para avaliação de ocorrência de degenerescência interna foram estabelecidos 3 níveis: nível 1, com até 10% da área na secção transversal da polpa do fruto escurecida; nível 2 com 10 a 40% da polpa escurecida e nível 3, acima de 40% da polpa escurecida. A degene-

rescência foi expressa num índice, obtido pela soma das multiplicações do número de frutos pelo respectivo nível de incidência do distúrbio e dividido por 100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos (Tabela 1), observou-se menores índices de degenerescência com 0% de CO₂. Encontrou-se uma relação positiva entre degenerescência e o aumento nos teores de CO₂. Tais resultados estão de acordo com FORTES & PETRI (1982), que encontraram relação entre o aumento de concentração de CO₂ e degenerescência interna.

Nos frutos (tratamentos 9 e 10), que nos dois primeiros meses foram armazenados em 0% de CO₂ e os últimos seis meses em 3% de CO₂, obteve-se menores valores de degenerescência que aqueles com níveis constantes de 3% de CO₂, desde o início do armazenamento. Possivelmente esta diminuição de degenerescência interna seja devido a maior susceptibilidade dos frutos ao CO₂ durante os dois primeiros meses, ou devido ao efeito mais prolongado deste gás sobre o fruto.

A redução dos níveis de O₂ de 2% para 1% com 0% de CO₂ manteve mais elevada a firmeza de polpa e acidez titulável, confirmando os resultados de BRACKMANN (1991). Isto se deve à diminuição do metabolismo dos frutos em baixas concentrações de O₂, inibindo a respiração, degradação das pectinas e ácidos orgânicos.

As concentrações de O₂ (1,0%; 1,5%; 2,0%) combinadas com 0% de CO₂, não apresentou relação com o manifestação de degenerescência, possivelmente por não ter se trabalhado com níveis críticos de O₂, que poderiam favorecer o aparecimento do distúrbio.

Com a redução da UR constatou-se menor perda de firmeza de polpa e SST, devido a desidratação dos tecidos, que aumentou a rigidez da polpa e concentrou os açúcares. Com a diminuição da UR verificou-se um decréscimo nos valores de degenerescência. Resultados semelhantes foram também observados por LIDSTER (1990) e Scott & Roberts apud FORSYTH & EAVES (1975), que obtiveram uma relação positiva entre o acréscimo da umidade relativa do ar e o aparecimento da degenerescência interna em maçãs das cultivares Jonathan e Delicious.

A remoção do etileno no tratamento com 3% de CO₂ e 3% de O₂, favoreceu a retenção da firmeza da polpa e acidez titulável, confirmam os resultados de LIU, (1985) que trabalhou com maçãs 'McIntosh'. Segundo VAN SCHAİK & BOERRIGTER (1989), somente se detectam benefícios da absorção do etileno com 3% de oxigênio,

porém baixando os níveis de O_2 para 1% os efeitos da remoção do etileno desaparecem. A baixa concentração de etileno não diminui a manifestação da degenerescência interna da polpa. Não se obteve diferenças significativas entre os tratamentos em relação à podridão, possivelmente devido às condições de AC serem pouco propícias ao desenvolvimento de patógenos, que, conseqüentemente, ocasionou baixos índices de ocorrência em todos os tratamentos.

CONCLUSÕES

A cultivar Fuji é susceptível ao dióxido de carbono, que causa degenerescência interna do fruto, durante o seu armazenamento em atmosfera controlada.

A redução das concentrações de 2% para 1% de O_2 em 0% de CO_2 mantém a firmeza de polpa e acidez titulável em valores mais elevados.

A diminuição da umidade relativa do ar, nas câmaras de atmosfera controlada, diminui a ocorrência da degenerescência.

A remoção do etileno em 3% de CO_2 e 3% de O_2 , diminui a perda de firmeza de polpa e acidez titulável, mas não diminui a manifestação de degenerescência.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem a FAPERGS e as empresas RENAR e POMIFRAI, que contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENDER, R.J. Maçã 'Fuji' em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 3, p. 301-304, 1991.
- BRACKMANN, A. Influência da concentração de oxigênio e etileno sobre a qualidade de maçãs armazenadas em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 12, n. 3, p. 235-242, 1991.
- FICA, J.A. Äthylen bei der apfellerung. *Erwerbsobstbau*, v. 27, p. 18-21, 1985.
- FORSYTH, F.R., EAVES, C.A. Ripening apples in CA storage, low or high ethylene levels and medium or high humidity levels. In: *Facteurs et Regulation de la Maturation des Fruits*, Colloques Int. C.N.R.S., Paris, n. 238, p. 67-72, 1975.
- FORTES, G.R.L., PETRI, J.L. *Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle*. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1982. 34 p. Boletim Técnico, 3.
- LANGE, E. Recent advances in low oxygen and low ethylene storage of apple 'Polland'. In: *Fourth National Controlled Atmosphere Research Conference*. Anais... Raluch, North Carolina: North Carolina State University, p. 295-307, 1985.
- LAU, O.L. Storage procedures, low oxygen and low carbon dioxide atmospheres on storage quality of "Golden Delicious" and "Delicious" apples. *Journal Am Soc Hort Sci*, Canada, v. 110, n. 4, p. 541-547, 1985.
- LAU, O.L., YASTREMSKI, R., MEHERIUK, M. Influence of maturity, storage procedure, temperature and oxygen concentration on quality and disorders of 'Mc Intosh' apples. *Journal Am Soc Hort Sci*, Canada, v. 112, n. 1, p. 93-99, 1987.
- LIDSTER, P.D. Storage humidity influences fruit quality and permeability to ethane in 'McIntosh' apples stored in diverse Controlled atmospheres. *Journal Am Soc Hort Sci*, v. 115, n. 1, p. 94-96, 1990.
- LITTLE, C.R., PEGGIE, J.D. Storage injury of pome fruit caused by stress levels of oxygen, carbon dioxide, temperature and ethylene. *Hortscience*, Virginia, v. 22, p. 783-790, 1987.
- LIU, F.W. Low ethylene controlled atmosphere storage of 'Mc Intosh' apples. In: ROBERTS, J.A. *Ethylene and plant development*. London: Butter Worths, p. 385-391, 1985.
- MEHERIUK, M. 'CA Storage of Apples'. In: *Fifth Internacional Controlled Atmosphere Research Conference*, Washington, USA, *Proceedings...* Washington, v. 2, p. 257-284, 1989.
- STAINER, R. Gala, Braeburn un Fuji. *Obstbau-Weinbau*, Itália, v. 2, p. 40-42, 1990.
- VAN SCHAİK, A.C.R., BOERRIGTER, H.A.M. 'The effects of low ethylene storage in 1% and 3% oxygen on the quality of apples cv. "Belle de Boskoop". *Acta Horticulturae*, Leuven, Belgium, n. 258, p. 69-76, 1989.
- YAHIA, E.H., LIU, F.W., ACREE, T.E. Odor active volatiles in "Mc Intosh" apples stored in simulated lowethylene controlled atmosphere. In: *Fourth. National Controlled Atmosphere research conference*, North Carolina, Anais... North Carolina State University, v. 1, p. 70-71, 1985.