

## Distúrbios

# Técnicas já disponíveis reduzem danos causados por frio

Ricardo Alfredo Kluge e Juan Saavedra del Aguila\*



ACEVO/CEGESP

Balcão refrigerado com frutas diversas em supermercado

O armazenamento sob baixas temperaturas tem sido considerado o método mais eficiente para a preservação das qualidades da maioria dos produtos hortifrutícolas, devido aos seus efeitos na redução da respiração, transpiração, produção de etileno, amadurecimento, senescência e desenvolvimento de podridões. Entretanto, um de seus principais problemas é provocar desordens fisiológicas, conhecidas como “danos por frio” (outras terminologias têm sido usadas para o mesmo fenômeno, tais como “desordem pelo frio”, “danos pelo frio”, “injúrias pelo frio”, “injúrias por baixas temperaturas”, “desordens por baixas temperaturas” e *chilling*).

Os distúrbios fisiológicos decorrentes do armazenamento refrigerado são já bastante estudados, por afetarem produtos de altos valores comerciais, como banana, maçã, abacate, nectarina pêras e tomate, entre outros. Um agravante dessa desordem é que geralmente seus sintomas se manifestam durante a comercialização dos produtos. Além disso, eles diferem dos causados pelo congelamento, pelo fato de, nesses casos, os sintomas aparecerem acima do ponto de congelamento, e por não haver formação de cristais de gelo. A susceptibilidade aos danos causados pelo frio depende de fatores diversos, como a cultivar, a temperatura, o tempo de exposição, o grau de

maturação, as características climáticas da zona de cultivo e as temperaturas anteriores à colheita (Saltveit Junior e Moris, 1990).

O grau de sensibilidade dos produtos hortícolas às baixas temperaturas está diretamente relacionado à sua capacidade de armazenamento. Nesse contexto, produtos de climas temperados são considerados menos sensíveis ao *chilling* do que produtos de origem tropical e subtropical, sendo que os sintomas geralmente demoram mais para se manifestar. Essa diferença ocorre, em grande parte, devido ao mais alto grau de insaturação dos lipídios que compõem as membranas celulares dos tecidos dos produtos de clima temperado, característica que confere maior estabilidade às membranas celulares, sítios principais de alterações decorrentes do frio. A sintomatologia do dano por frio varia de acordo com a espécie, com os tecidos e com o tempo de permanência abaixo da temperatura mínima de segurança (TMS). A TMS é a temperatura limite ou crítica, definida como aquela abaixo da qual podem resultar, em determinado tempo, alterações sensoriais irreversíveis, amadurecimento deficiente e alterações fisiológicas.

Nas frutas e hortaliças, os sintomas visíveis característicos de dano por frio incluem o colapso ou degenerescência de polpa (*internal breakdown*), a formação de depressões superficiais (*pitting*), a incapacidade de desenvolvimento de coloração uniforme, o incremento da respiração e da produção de etileno, o aumento da suscetibilidade ao ataque microbiano, o escurecimento enzimático e as mudanças da coloração da polpa (Figura 1). Essas alterações das membranas celulares podem promover o contato entre enzimas e substratos, provocando alterações sensoriais, como mau cheiro, descoloração e perda de firmeza, devido à atividade das enzimas hidrolases da parede celular. O frio afeta tanto a integridade dos tecidos quanto o metabolismo dos produtos.

Tem sido observado que, em temperaturas demasiadamente baixas, há uma modificação da fluidez da membrana lipídica, que passa da fase líquido-cristalina para a gel-sólida, o que reduz a permeabilidade seletiva das mesmas e resulta em uma série de respostas secundárias, incluindo os sintomas característicos. Geralmente, com o desenvolvimento dos danos de frio, há um estímulo na produção endógena de ACC (ácido l-aminociclopropano l-carboxílico) e de etileno, encurtando a vida de armazenamento do produto. Além disso, os danos diminuem sua resistência, permitindo a penetração de patógenos causadores de podridões e provocando o amadurecimento irregular de algumas frutas. O aumento da taxa respiratória se deve ao aumento da produção de piruvato, decorrente da perda na capacidade de regulação da produção desse composto, na reação catalisada pela enzima piruvato quinase e pela ativação da enzima fosfofrutoquinase-PPi, desencadeada pelo etileno.

Pode-se dizer que não existem métodos capazes de evitar completamente os danos por frio. O método básico normalmente utilizado para reduzir as injúrias causadas pelo frio é o armazenamento em temperaturas adequadas;

ou seja, superiores à TMS. Porém, esse procedimento pode não ser eficaz em casos de longos períodos de armazenamento, quando os sintomas podem se manifestar, como já observado em frutas de clima temperado armazenadas em temperatura adequada, porém por períodos demasiados.

Entre as demais técnicas existentes para reduzir ou aliviar os danos causados pelo frio, algumas já são usadas comercialmente, outras restringem-se ao uso experimental. Elas reduzem os distúrbios por meio do retardamento do desenvolvimento dos sintomas e/ou pelo aumento da tolerância do produto ao frio. As aplicações de poliaminas, jasmonatos e ácido salicílico são exemplos de tratamentos que podem aliviar a manifestação de injúrias pelo frio, em alguns produtos. Porém, entre as técnicas mais usadas, destacam-se o condicionamento térmico, o aquecimento intermitente e a atmosfera controlada (Kluge et al., 2002), que detalhamos a seguir:

**Condicionamento térmico** – Consiste em submeter o produto, por curto período, à temperatura moderada ou alta; em alguns casos, à temperatura baixa, antes de armazená-lo sob refrigeração. Os efeitos desse condicionamento incluem:

FIGURA 1 | FRUTAS COM INJÚRIAS CAUSADAS POR FALTA DE CONSERVAÇÃO



- a) A indução da síntese de proteínas de choque de calor, ligadas a mecanismos de termotolerância. Essas proteínas se ligam a outras enzimas, estabilizando suas atividades em temperaturas baixas, e também facilitando a reciclagem dos aminoácidos que foram degradados, em novas proteínas funcionais.
- b) A síntese de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina). Essas substâncias podem atuar como antioxidantes e retardar a senescência, devido à maior estabilização das membranas celulares.
- c) O aumento da atividade das enzimas antioxidativas, como o superóxido dismutase, a catalase, a glutatona redutase e o ascorbato peroxidase, que auxiliam na remoção de radi-

cais livres e impedem a peroxidação dos lipídios das membranas.

**Aquecimento intermitente**— Consiste na interrupção do armazenamento refrigerado por um ou mais períodos, quando os frutos são expostos a temperaturas mais altas, retornando depois ao frio. Os efeitos do aquecimento incluem a remoção de substâncias tóxicas que estaria se acumulando no período de frio, além do aumento da síntese de poliaminas e o estímulo da atividade de enzimas antioxidativas.

**Atmosfera controlada ou modificada**— Tem sido verificado em alguns produtos que as injúrias pelo frio podem ser reduzidas pelo uso de atmosfera controlada. O baixo teor de oxigênio pode estimular a síntese de poliaminas e, dessa forma, criar uma proteção às membranas celulares. 

\***Ricardo Alfredo Kluge** é professor do Departamento de Ciências Biológicas da USP ESALQ (rakluge@esalq.usp.br) e **Juan Saavedra del Aguila** é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da USP ESALQ (jsaguila@esalq.usp.br).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. Washington: USDA, 1986. 130 p. (USDA. Agriculture Handbook, 66).

KLUGE, R. A. et al. *Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado*. 2. ed. rev. e ampl. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.

LYONS, J. M. Chilling injury in plants. *American Review of Plant Physiology*, v. 24, p. 445-466, 1973.

SALTVEIT JUNIOR, M. E.; MORIS, L. L. Overview of chilling injury of horticultural crops. In: WANG, C. Y. (Ed.). *Chilling injury of horticultural crops*. Boca Raton: CRC Press, 1990. p. 5-15.

 Agora

 quem produz frutas

 com qualidade

 pode ganhar mais.

Vem aí o Programa Garantia de Sabor.

Iniciativa:



Bayer CropScience

Se é Bayer, é bom.