

Métodos de conservação aplicados a melão minimamente processado

Conservation methods applied to fresh-cut melon

Anaí Peter Batista^I Caroline Dellinghausen Borges^{II}

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

O objetivo desta revisão é apresentar alguns métodos de conservação que podem ser utilizados para prolongar a vida útil do melão minimamente processado. Dentre os métodos, serão abordados revestimento comestível, irradiação, antimicrobianos naturais, antioxidantes, agentes de firmeza, atmosfera modificada, branqueamento, luz ultravioleta e alta pressão. Dependendo do método pode haver redução das alterações associadas ao processo mínimo do melão, como a perda de água, alteração da cor e firmeza, alteração do metabolismo e crescimento de micro-organismos, sendo o resultado muitas vezes dependente da cultivar do melão utilizado.

Palavras chave: revestimento comestível, irradiação, antimicrobiano, antioxidante, agente de firmeza, atmosfera modificada, branqueamento, luz ultravioleta, alta pressão.

ABSTRACT

The objective of this review is to present some conservation methods that can be used to prolong the life of fresh-cut melon. Among the methods, edible coating, irradiation, natural antimicrobials, antioxidants, firmness agent, modified atmosphere, whitening, ultraviolet light and high pressure will be discussed. Depending on the method, the changes associated to minimum process of melon, such as water loss, change in color and firmness, change in the metabolism and growth of micro-organisms can be reduced and the result is often dependent on the melon cultivar used.

Key words: edible coating, irradiation, antimicrobial, antioxidant, firmness agent, modified atmosphere, whitening, ultraviolet light, high pressure.

INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça muito consumida e apreciada em todo o mundo. No Brasil, a produção em 2009, foi de aproximadamente, 400 mil toneladas, sendo a região nordeste responsável por mais de 90% deste volume (IBGE, 2010). O consumo desta hortaliça é muitas vezes limitado devido ao seu tamanho e pela inconveniência do descascamento (ARRUDA et al., 2007), fatores que favorecem sua comercialização na forma minimamente processada.

Entretanto, estes produtos são suscetíveis a diversas alterações que podem comprometer a sua qualidade, devido principalmente às injúrias mecânicas, ocasionadas nas etapas de descascamento e corte. Dentre as possíveis alterações do melão minimamente processado podem-se citar a perda de água, alteração da coloração e firmeza, aceleração do metabolismo, que ocasionam aumento da taxa respiratória, da produção de etileno e o crescimento de micro-organismos (OMS-OLIU et al., 2008b, OMS-OLIU et al., 2008d; SILVEIRA et al., 2011).

Assim, para que esses produtos sejam consumidos sem nenhum preparo adicional e para que possam ser conservados por mais tempo, sem causar problemas à saúde dos consumidores, deve-se adotar as boas práticas no seu preparo, e como método essencial de conservação a refrigeração.

^ICurso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Campus Capão do Leão, Pelotas, RS, Brasil.

^{II}Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, UFPel, Campus Capão do Leão, prédio 4, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: caroldellin@bol.com.br. Autor para correspondência.

Adicionalmente, pode ser necessário o emprego de outros métodos de conservação, associados à refrigeração (CHAIM et al., 2006).

Assim, o objetivo desta revisão é apresentar alguns métodos de conservação que podem ser utilizados para prolongar a vida útil do melão minimamente processado.

Métodos de conservação

Revestimentos comestíveis

Revestimento comestível ou cobertura é uma suspensão ou emulsão aplicada diretamente sobre a superfície do alimento, ocorrendo então a formação de fina película sobre o produto (GENNADIOS & WELLER, 1990; CHITARRA & CHITARRA, 2005). São utilizados para inibir a difusão da umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas e lipídeos, e introduzir aditivos como antioxidantes e antimicrobianos, melhorando assim as características intrínsecas e a integridade mecânica dos vegetais recobertos (KROCHTA & MULDER-JOHNSTON, 1997).

Em geral são utilizados hidrocolóides, que apresentam excelente barreira aos gases, mas oferecem fraca proteção à difusão da água, em função de sua natureza hidrofílica. Diversas gomas, formadoras de gel, têm sido utilizadas em melão minimamente processado como alginato, gelana, pectina, etc (MIGUEL, 2008; OSM-OLIU et al., 2008d; FERRARI et al., 2011). Além de polissacarídeos, revestimentos constituídos de proteínas e lipídeos, ou combinação destes, também podem ser utilizados.

Os trabalhos na literatura indicam a eficiência de revestimentos comestíveis na conservação de melão minimamente processado. MIGUEL (2008) avaliou o revestimento comestível a base de alginato de sódio 1%, na conservação de melão Amarelo minimamente processado, armazenado a 5°C, durante 12 dias. De acordo com seus resultados, houve redução da taxa respiratória ao longo do período de armazenamento e baixa produção de etileno. Quanto à qualidade microbiológica, as contagens de bactérias psicotróficas e de bolores e leveduras mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis. O uso de revestimento a base de alginato de sódio também resultou em melões com menores teores de sólidos solúveis, acidez titulável, pH e grau de solubilização da pectina, melhor sabor e coloração mais escura da polpa, em decorrência da cor da solução a base de alginato de sódio. OSM-OLIU et al. (2008d) estudaram o efeito dos revestimentos alginato 2%, pectina 2% e gelana 0,5% na conservação de melão Pele de Sapo minimamente

processado, armazenado a 4°C por 15 dias. Estes revestimentos aumentaram a resistência ao vapor de água do melão, prevenindo a desidratação e mantendo a firmeza da fruta, também inibiram a produção de etileno. Entretanto, a difusão de O₂ e CO₂ através dos tecidos não foi evitada e também houve a inibição do crescimento de micro-organismos. Componentes fenólicos foram produzidos após 1 semana em resposta ao estresse, com isto a atividade antioxidante aumentou. A gelana preveniu a perda de vitamina C, apesar da modificação da atmosfera ter aumentado a síntese dos compostos fenólicos e também ter afetado a aparência geral da fruta. Já a pectina e o alginato reduziram o estresse provocado pelo processo, mantendo a qualidade do melão. O revestimento a base de pectina foi o que melhor manteve os atributos sensoriais. A influência do revestimento de pectina 1% associado à desidratação osmótica e adição de cálcio em melão Amarelo minimamente processado, armazenado a 5°C por 14 dias foi avaliada por FERRARI et al. (2011). O tratamento combinado estendeu em 5 dias a conservação do melão, em relação a amostra controle. A preservação da firmeza foi atribuída à adição dos sais de cálcio. O lactato de cálcio também inibiu o crescimento de micro-organismos durante a estocagem. O uso do lactato e do revestimento de pectina impediram a perda de peso e mantiveram a coloração característica durante a estocagem. Entretanto, estes pré-tratamentos mascararam o sabor do melão, reduzindo a aceitação sensorial. A combinação da desidratação osmótica e do revestimento de pectina melhorou a aceitação sensorial, reduziu a taxa respiratória e manteve os parâmetros de qualidade.

Atmosfera modificada

Atmosfera com baixa concentração de O₂ combinada com adequada concentração de CO₂ tem sido utilizada para aumentar a conservação de frutas, pois reduz a respiração e a produção de etileno, inibe ou retarda as reações enzimáticas, podendo também retardar o crescimento de micro-organismos aeróbios. Entretanto, sob certas condições, o crescimento de alguns micro-organismos patogênicos psicotróficos pode ocorrer (SOLIVA-FORTUNY & MARTÍN-BELLOSO, 2003).

Concentrações iniciais de 2-5kPa de O₂ e 5-20kPa de CO₂ têm sido utilizadas no armazenamento de melão minimamente processado (PORTELA & CANTWELL, 1998; QI et al., 1999; BAI et al., 2001; BAI et al., 2003; ARRUDA et al., 2004; PRADO et al., 2005). Alternativamente, pesquisas têm sido realizadas com superatmosfera (20 a 70kPa) e baixas

concentrações (2,5kPa) de oxigênio (OMS-OLIU et al., 2008a; OMS-OLIU et al., 2008b; OMS-OLIU et al., 2008c). De acordo com OMS-OLIU et al. (2008b) baixo nível de O₂ combinado com moderada concentração de CO₂ reduz a concentração de etileno, entretanto, altos níveis evitam o metabolismo anaeróbico e preservam a cor e a textura de melões minimamente processados, e ambos reduzem o crescimento de micro-organismos.

O material da embalagem também exerce influência na conservação de melões minimamente processados sob atmosfera modificada (ARRUDA et al., 2004). De acordo com os autores, melões minimamente processados armazenados em bandeja de polietileno com tampa perfurada foram conservados por 6 dias. Entretanto, quando armazenados sob atmosfera modificada 5 % O₂ + 20 % CO₂ + 75 % N₂ em filme poliolefinico 64µm foram conservados por 9 dias e em filme de polipropileno 52µm e filme multicamadas 65µm por 12 dias.

Irradiação

A irradiação de alimentos é um tratamento físico que envolve a exposição direta a elétrons ou raios eletromagnéticos, preservando e mantendo a segurança e a qualidade dos alimentos (ROBINSON & URBAIN, 1960).

O cobalto (⁶⁰Co) tem sido a fonte de radiação mais utilizada, pois produz raios gama com alto poder de penetração, capazes de promover a desinfestação, redução no ritmo de amadurecimento e eliminação de micro-organismos patogênicos e de parasitas de frutas e hortaliças. O tratamento com irradiação promove a quebra da molécula do DNA (ácido desoxirribonucléico) do micro-organismo ou parasita, impedindo sua reprodução, o que leva a sua destruição (LACROIX & QUATTARA, 2000).

Diversas pesquisas têm sido realizadas para determinar o efeito da radiação aplicada em melão minimamente processado. VIEITES et al. (2000) trabalhando com melão Amarelo minimamente processado e irradiado com radiação gama, verificaram que as doses de 0,1 e 0,2kGy apresentaram resultados positivos no controle do amadurecimento, na prevenção de doenças e na maior durabilidade do produto. O efeito da radiação gama na descontaminação do melão Pele de Sapo minimamente processado foi avaliado por TRIGO et al. (2007). De acordo com seus resultados, o melão irradiado (0,5 e 1,0kGy) apresentou uma vida útil (9 dias) semelhante à do melão não irradiado, contudo verificou-se uma redução dos níveis microbianos da ordem de 1,5log, o que a nível de segurança alimentar é muito favorável. Não

foi observada alteração das características sensoriais do produto. No estudo realizado por MOREIRA et al. (2009), a radiação gama mostrou ser um tratamento eficiente para a conservação do melão Hy-Mark minimamente processado, armazenado por 10 dias. A dose de 0,5kGy proporcionou menor incidência de bactérias mesófilas e psicrotróficas. As doses 0,2kGy, 0,3kGy, 0,4kGy e 0,5kGy proporcionaram menores incidência de bolores e leveduras. Não foram detectadas contagens para coliformes totais e termotolerantes nos melões minimamente processados submetidos a todos os tratamentos.

Como alternativas, pesquisas com acelerador de elétrons têm sido realizadas. Como a fonte de elétrons é a eletricidade, radioisótopos não são utilizados, assim podem ser aplicadas altas doses, resultando em pouco tempo de exposição (TRINETTA et al., 2011). KIM et al. (2010) avaliaram a inativação de patógenos em melão Cantaloupe minimamente processado, por meio de aceleradores de feixes de elétrons. A dose máxima de 1,1kGy atingiu a profundidade de 3,5cm e a dose mínima 0,81kGy atingiu a profundidade de 5,5cm, com redução de $2,99 \pm 0,79$ log em toda embalagem. A distribuição da dose é afetada pela forma do produto, grande quantidade de energia é absorvida mais nas bordas do que no meio. Assim, para reduzir este problema, os autores sugerem irradiar melão minimamente processado cortado de forma esférica ou cônica, em substituição aos cortes cúbicos ou cilíndricos. CHIMBOMBI et al. (2011) determinaram as condições para inativar *Salmonella* enterica serovar typhimurium, por aceleradores de feixes de elétrons, internalizada em melão minimamente processado. De acordo com seus resultados, a dose de 1,0kGy foi inadequada para inativar a bactéria com crescimento de 20 a 30h. Assim, compensadores devem ser utilizados para reduzir a dose requerida.

Antimicrobianos naturais

Antimicrobianos naturais podem ser definidos como substâncias produzidas por organismos vivos que sejam capazes de influenciar o desenvolvimento de outros organismos, em função da competição por espaço e nutrientes. As principais fontes desses compostos são plantas (óleos essenciais e fitoalexinas), micro-organismos (bacteriocinas e ácidos orgânicos) e animais (lisozima de ovos e a transferrina do leite) (MEYER et al., 2002).

Será relatado neste trabalho a ação das bacteriocinas e dos óleos essenciais, visto que em melão minimamente processado somente foram encontrados trabalhos relacionados a estes agentes.

As bacteriocinas são consideradas peptídeos biologicamente ativos que têm atividade antimicrobiana contra bactérias, geralmente, relacionadas à bactéria produtora (TAGG et al., 1976). Variam de acordo com seu peso molecular e possuem ação bactericida ou bacteriostática (JOERGER & KLAENHAMMER, 1990). A nisina é uma bacteriocina produzida a partir de uma linhagem de *Lactococcus lactis*, que possui potencial de aplicação em alimentos. É uma substância considerada GRAS (Generally Regarded as Safe) e sua utilização está aprovada pelo Food and Drugs Administration (FDA). Apresenta atividade antimicrobiana contra um amplo espectro de bactérias Gram – positivas (*L. monocytogenes*, *S. aureus*, *B. cereus*, além de outros patógenos e espécies de bactérias lácticas), e tem sido usada na indústria de alimentos como conservante seguro e natural (O' SULLIVAN et al., 2002). Esta bacteriocina possui duplo mecanismo de ação: interfere na síntese da parede celular e promove a formação de poros na membrana celular, resultando em alteração na permeabilidade da mesma, com efluxo de moléculas essenciais (íon K⁺, aminoácidos e ATP) através dos poros, acarretando a morte celular (BREUKINK et al., 1999).

UKUKU et al. (2005) avaliaram a redução de *Escherichia coli* O157:H7 e *Listeria monocytogenes* em melões Cantaloupe e Honeydew inteiros e subsequentemente minimamente processados, tratados com peróxido de hidrogênio (2,5%) e peróxido de hidrogênio (1%) adicionado de nisina (25Ag mL⁻¹), lactato de sódio (1%) e ácido cítrico (0,5 %). De acordo com seus resultados, o tratamento composto por peróxido de hidrogênio (1%) nisina (25Ag mL⁻¹), lactato de sódio (1%) e ácido cítrico (0,5%) foi significativamente mais efetivo que o tratamento com peróxido de hidrogênio em todas as amostras avaliadas.

Segundo a FOOD INGREDIENTS BRASIL (2012) os óleos essenciais derivados das especiarias e plantas aromáticas possuem atividade antimicrobiana contra *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus*. A ação dos antimicrobianos é, sobretudo, exercida sobre a membrana celular da bactéria, pois são capazes de alterar a estrutura fosfolipídica da membrana celular, interrompendo o sistema enzimático, comprometendo o material genético da bactéria e formando compostos tóxicos, como o peróxido de hidrogênio. O ácido málico e os óleos essenciais de cinamomo, palmarosa e capim-limão foram avaliados como antimicrobianos incorporados

ao revestimento de alginato aplicado a melão Pele de Sapo minimamente processado no estudo realizado por RAYBAUDI-MASSILIA et al. (2008). O ácido málico foi efetivo para melhorar a vida de prateleira, em relação à avaliação microbiológica até 9,6 dias e físico-química até 14 dias, quando comparado à amostra não revestida. Já a adição dos óleos essenciais e do ácido málico em conjunto, prolongou a vida de prateleira por até 21 dias, entretanto, algumas características foram afetadas como a firmeza e a cor. O óleo essencial de palmarosa na concentração de 0,3% obteve uma boa aceitação pelos painelistas e também manteve a qualidade da fruta, pois inibiu o crescimento da flora nativa e reduziu a população de *Salmonella* enteritidis. MOREIRA et al. (2009) avaliaram a utilização de antimicrobianos naturais (vanilina, ácido cinâmico e vapor de ácido cinâmico) na conservação de melão minimamente processado Cantaloupe e Galia. A imersão da amostra em vanilina (1000 e 2000mg L⁻¹) proporcionou manutenção da qualidade e das características do melão “Cantaloupe”. A aplicação de vapor de ácido cinâmico (296,32mg L⁻¹) proporcionou maior manutenção das características de qualidade e maior controle da contaminação microbiológica do melão Galia.

Tratamento térmico

O branqueamento pode ser realizado pela imersão dos pedaços de fruta em água quente, pela exposição ao vapor ou ar seco, seguido de resfriamento. A imersão em água quente é menos dispendiosa e mais facilmente aplicada em escala comercial, principalmente no tratamento de curta duração (branqueamento) (HOFMAN et al., 2002).

Este tratamento é capaz de inibir a síntese de etileno e a ação de enzimas que degradam a parede celular, devido a mudanças na expressão gênica e síntese de proteínas (PAULL & CHEN, 2000), além disto, reduz a contaminação microbiológica (UKUKU et al., 2004; SILVEIRA et al., 2011).

Diferentes temperaturas têm sido avaliadas no branqueamento do melão minimamente processado. A eficiência da água quente (70 ou 97°C) ou peróxido de hidrogênio 5% quente (70°C) na redução dos micro-organismos nativos e *Salmonella* inoculada em melão Cantaloupe inteiro e minimamente processados foi investigada por UKUKU et al. (2004). O número de bactérias aeróbias mesófilas e fungos e leveduras do melão inteiro e minimamente processado foi reduzido significativamente pelos três tratamentos. O uso de água quente a 97°C ou peróxido de hidrogênio a 70°C no melão inteiro reduziu a população de *Salmonella*,

o que proporcionou aumento da segurança do produto minimamente processado. AGUAYO et al. (2008) avaliaram a imersão de melão Amarelo minimamente processado em solução de cloreto de cálcio 0,5% por 1 min a 5°C ou 60°C. A imersão em água a 60°C aumentou o nível de ligação do cálcio, mantendo a firmeza, reduzindo o crescimento microbiano e melhorando a qualidade sensorial em relação ao tratamento controle e a 5°C, quando armazenado por 8 dias a 5°C. SILVEIRA et al. (2011) avaliaram a imersão de melão Galia minimamente processado em água quente (60°C por 60, 90 e 120s) ou fria (5°C por 60s), seguido de imersão em solução de ácido peracético (80mg L⁻¹) por 60 s a 5°C ou em água. De acordo com seus resultados, a imersão da amostra em água quente por 90 e 120s, seguida da imersão em solução de ácido peracético, reduziu a atividade metabólica (taxa respiratória e emissão de etileno), ajudou a manter a firmeza da polpa e a controlar o crescimento microbiano sem afetar a qualidade sensorial, após 10 dias a 5°C. Além disto, propiciou o aumento no conteúdo de poliamina, ajudando a manter a integridade da membrana celular.

Luz ultravioleta

O tratamento com radiação UV, processo a seco e a frio, é simples e eficaz. Pode ser considerado de baixo custo, quando comparado com outros métodos de esterilização (GUERRERO-BELTRÁN & BARBOSA-CÁNOVAS, 2004). No comprimento de onda germicida, a radiação ultra violeta de ondas curtas (UV-C) é suficiente para causar deslocamento físico de elétrons e quebra de ligações no ácido desoxirribonucléico (DNA) dos micro-organismos. Isso altera seu metabolismo e reprodução, ou seja, as injúrias aos sistemas de reprodução das células os levam à morte (GUERRERO-BELTRÁN & BARBOSA-CÁNOVAS, 2004). Os comprimentos de onda mais eficazes na região ultravioleta para a inativação de micro-organismos situam-se a aproximadamente em 260nm, que corresponde à região específica em que são absorvidos pelo DNA celular (LÓPEZ-MALO & PALOU, 2005). Como a composição de DNA varia entre espécies, considera-se que o pico de absorção de UV-C encontra-se na faixa de 260 a 265nm.

AMARAL (2010) avaliou a eficiência de sanitização da luz UV-C, água ozonizada e hipoclorito de sódio de melões Amarelos minimamente processados. Tanto a água ozonizada (1mg L⁻¹/1 minuto) quando a radiação UV-C (11,3kJ m⁻²) foram eficientes na redução da carga microbiana do melão minimamente processado armazenado a 5°C por 8

dias, podendo ser substitutos do hipoclorito de sódio. Os sanitizantes não comprometeram a qualidade físico-química dos melões minimamente processados. O efeito da exposição de melão Cantaloupe minimamente processado a luz UV-C na segurança e qualidade foi avaliada por MANZOCCO et al. (2011). A exposição das amostras a 20W/m² promoveu a redução em 2 log do número de micro-organismos viáveis e enterobactérias durante o armazenamento a 6°C por 14 dias. Não houve alteração significativa na cor e firmeza, a perda de umidade foi reduzida e houve melhora no *flavour*.

Agentes de firmeza

A manutenção da firmeza é um dos principais desafios para a comercialização de produtos minimamente processados uma vez que esta expressa às características sensoriais e funcionais do tecido, que podem ser percebidas não só através do tato, mas também da visão (SZCZESNIAK, 2002). O cálcio tem sido utilizado como agente de firmeza, pois estabiliza as membranas e promove a formação de pectatos de cálcio capazes de conferir rigidez à lamela média e à parede celular (POOVAIAH, 1986).

Diversos trabalhos têm sido realizados para demonstrar os efeitos do cálcio nas características do melão minimamente processado. A influência do tratamento com cloreto de cálcio e lactato de cálcio (2,5%) nas características do melão minimamente processado foi avaliada por LUNAGUZMÁN & BARRETT (2000). Ambos os sais de cálcio mantiveram a firmeza do melão. O cloreto de cálcio proporcionou sabor amargo aos pedaços da fruta. Não foi observada diferença significativa no comportamento fisiológico dos melões tratados com cálcio e a amostra controle.

LAMIKANRA & WATSON (2004) avaliaram o efeito do tratamento com lactato de cálcio associado à baixa temperatura (4°C) no melão minimamente processado. Os pedaços imersos em solução de cálcio a 4°C apresentaram menor taxa respiratória e menor perda de umidade do que aqueles tratados a 25°C. No estudo realizado por MACHADO et al. (2008), tanto o cloreto de cálcio quanto o quelato de cálcio (0,5 e 1% de ambos), mantiveram a firmeza do melão Cantaloupe Hy-Mark minimamente processado por 18 dias. Entretanto, a aplicação de 1% de cálcio na forma de cloreto de cálcio não só resultou em maior retenção da firmeza, como também proporcionou os maiores teores de cálcio total. CASAS-FORERO & CAEZ-RAMIREZ (2011) avaliaram o efeito da aplicação de cloreto de cálcio, lactato de cálcio e propionato de cálcio (0,5 e

1% a 60°C) no tecido celular de melão minimamente processado. Segundo os autores pode-se observar que a estabilização da firmeza é decorrente da ativação da enzima pectina metilesterase e da presença de cálcio. Tanto o lactato quanto o cloreto de cálcio mantiveram a integridade da parede celular. Já os tratamentos com propionato e controle proporcionaram menor firmeza dos tecidos.

Antioxidantes

Os antioxidantes têm sido utilizados em vegetais minimamente processados com o objetivo de controlar o escurecimento enzimático. Em melões minimamente processados este escurecimento é proveniente, principalmente, da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase (MIGUEL et al., 2008).

Vários inibidores podem ser utilizados no controle do escurecimento, como ácido ascórbico, ácido cítrico, sulfitos, cisteína, N-acetil-cisteína, etc. Destes, apenas trabalhos que fizeram o uso do ácido ascórbico, foram encontrados para melão minimamente processado. O ácido ascórbico é um agente redutor capaz de reduzir as quinonas já formadas a o-difenóis, entretanto tem alto custo e pode se degradar na forma oxidada, gerando escurecimento não enzimático (KOBELTS, 2008).

LAMIKANRA & WATSON (2000) avaliaram a influência de aditivos na coloração de melão Cantaloupe minimamente processado. Foram avaliados diferentes concentrações de ácido ascórbico (250 e 500ppm), combinação de ácido ascórbico (500ppm) e EDTA (10ppm) e ácido ascórbico (500ppm) e cloreto de magnésio (2,5ppm). Dentre os tratamentos, a aplicação de ácido ascórbico (500ppm) foi o que proporcionou a melhor manutenção da cor do melão minimamente processado. Além da influência na coloração do melão, o ácido ascórbico também mostrou-se eficaz na conservação de outros parâmetros (LIMA et al., 2011). Estes autores avaliaram a aplicação de diferentes concentrações de ácido ascórbico (1, 2 e 3%) em melões Orange Flesh minimamente processados. A aplicação de ácido ascórbico reduziu a perda de massa; os frutos apresentaram baixas populações de bactérias psicotróficas, fungos filamentosos e leveduras, redução dos sólidos solúveis, do pH, da firmeza, e consequentemente tiveram a vida útil pós-colheita estendida em 2 dias. A aparência, o aroma e o sabor também foram afetados. A aplicação de 1% de ácido ascórbico foi o melhor tratamento para melões Orange Flesh minimamente processado.

Alta pressão

A utilização de alta pressão na preservação de alimentos é uma técnica emergente, baseada na aplicação de alta pressão hidrostática (até 700MPa), que resulta na inativação de micro-organismos de origem alimentar e de enzimas envolvidas na deterioração dos alimentos (BAYINDIRLI et al., 2006). Entretanto, pode ser um método inadequado para vegetais frescos, pois o ar confinado na matriz do alimento é sujeito a compressão e expansão durante a pressurização e descompressão, o que ocasiona a destruição dos tecidos (PALOU et al., 2000).

WOLBANG et al. (2008) avaliaram o efeito do tratamento de alta pressão (600 Mpa por 10 minutos) em três cultivares de melão minimamente processado. De acordo com seus resultados, a alta pressão não influenciou nos resultados de acidez total e sólidos solúveis, mas a cor foi adversamente afetada. A concentração de vitamina C decresceu no tratamento com alta pressão e estas perdas foram dependentes da cultivar. Os níveis de β -caroteno aumentaram com a aplicação do tratamento. A cultivar foi identificada como um importante parâmetro na seleção da matéria-prima vegetal para ser submetida ao tratamento com alta pressão e a retenção da vitamina C como uma eficiente forma de mensurar a qualidade e adequação da cultivar. Entretanto, os autores não avaliaram as características sensoriais e, principalmente, os efeitos na firmeza do melão, para que o método seja recomendado para a conservação do melão minimamente processado.

CONCLUSÃO

Há diferentes métodos de conservação que podem ser utilizados, em conjunto com a refrigeração, para estender a vida útil do melão minimamente processado, em até 21 dias dependendo do método aplicado. Estes métodos podem ser de baixo custo e investimento como uso de revestimentos, antimicrobianos e aditivos, até aqueles que envolvem alta tecnologia. Dependendo do método pode haver redução das alterações associadas ao processamento mínimo do melão como a perda de água, alteração da cor e firmeza, alteração do metabolismo e crescimento de micro-organismos, sendo o resultado muitas vezes dependente da cultivar do melão utilizado.

REFERÊNCIAS

AGUAYO, E. et al. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut Amarillo melon. *Postharvest Biology and Technology*, v.47, n.3, p. 397-406, 2008.

Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521407002578>>. Acesso em: 13 dez. 2011. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.08.001.

AMARAL, D. A. M. **Utilização de água ozonizada e radiação ultravioleta C na sanitização de melão minimamente processado**. 2010. 68f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas.

ARRUDA, M. C. et al. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p.53-59, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n1/20041.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2011. doi: 10.1590/S0101-20612004000100011.

ARRUDA, M. C. et al. Processamento mínimo de melão. In: MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Cap. 24, p. 453-464.

BAI, J. et al. Characteristics of fresh-cut honeydew (*Cucumis x melo* L.) available to processors in winter and summer and its quality maintenance by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.349-359, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521402002090>>. Acesso em: 13 dez. 2011. doi: 10.1016/S0925-5214(02)00209-0.

BAI, J. et al. Modified atmosphere maintains quality of fresh-cut Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). **Journal of Food Science**, v. 66, n. 8, p. 1207-1211, 2001. Disponível em: <<http://naldc.nal.usda.gov/download/29817/PDF>>. Acesso em: 13 dez. 2011. doi: 10.1111/j.1365-2621.2001.tb16106.x.

BAYINDIRLI, A. et al. Efficiency of high pressure treatment on inactivation of pathogenic microorganisms and enzymes in apple, orange, apricot and sour cherry juices. **Food Control**, v.17, n.1, p. 52-58, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713504001987>>. Acesso em: 13 dez. 2011. doi: 10.1016/j.foodcont.2004.09.002.

BREUKINK, E. et al. Use of the cell wall precursor lipid II by a pore-forming peptide antibiotic. **Science**, v.286, n.5448, p.2361-2364, 1999. Disponível em: <<http://gbb.eldoc.ub.rug.nl/FILES/root/1999/ScienceBreukink/1999ScienceBreukink.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2011. doi: 10.1126/science.286.5448.2361.

CASAS-FORERO, N.; CAEZ-RAMIREZ, G. Cambios morfométricos y de calidad por aplicación de tres Fuentes de calico bajo tratamiento térmico suave en melon (*Cucumis melo* L.) fresco precortado. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 10, n. 3, p. 431-444, 2011. Disponível em: <http://www.rmiq.org/new%20page/Pdfs/Vol.%2010%20No.%203/Alim_5/Alim_5.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2012.

CHAIM, A. et al. **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 59p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós - colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHIMBOMBI, E. et al. Prediction of targeted *Salmonella* enterica serovar typhimurium inactivation in fresh cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.) using electron beam irradiation. **Journal of Food Engineering**, v.103, n.4, p. 409-416, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877409005457>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.10.038.

www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877410005480>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.11.011.

FERRARI, C. C. et al. Effect of osmotic dehydration and pectin edible coating on quality and shelf life of fresh-cut melon. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, p. 1-12, 2011. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/567/art%253A10.1007%252F%252F11947-011-0704-6.pdf?auth66=1353068273_f04f86da621ddfa55f3b3a502463a950&ext=.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2012. doi: 10.1007/s11947-011-0704-6.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Agentes antimicrobianos químicos e naturais**. 2012. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/155.pdf>>. Acesso em 16 fev.2012.

GENNADIOS, A.; WELLER, C. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. **Food Technology**, v. 44, p. 63-69, 1990. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1993.tb06120.x/abstract>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1111/j.1365-2621.1993.tb06120.x.

GUERRERO-BELTRÁN, J. A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Review: advantages and limitations on processing foods by UV light. **Food Science and Technology International**, v. 10, n. 3, p.137-147, 2004. Disponível em: <<http://fst.sagepub.com/content/10/3/137.full.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1177/1082013204044359.

HOFMAN, P. J. et al. Hot water treatments improve 'Hass' avocado fruit quality after cold disinfestation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 24, n. 2, p. 183-192, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521401001314>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1016/S0925-5214(01)00131-4.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Lavoura temporária melão. Produção e área plantada de melão, Brasil, 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 fev. 2011.

JOERGER, M. C.; KLAENHAMMER, T. R. Cloning, expression, and nucleotide sequence of the *Lactobacillus helveticus* 481 gene encoding the bacteriocin helveticin J. **Journal of Bacteriology**, v.172, n.11, p. 6339-47, 1990. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC526818/pdf/jbacter00165-0175.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2012.

KIM, J. et al. Simulation of pathogen inactivation in whole and fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo*) using electron beam treatment. **Journal of Food Engineering**, v.97, n.3, p. 425-433, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877409005457>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.10.038.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de Alimentos - teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 242p.

KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

LACROIX, M.; QUATTARA, B. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products-a review. **Food Research International**, v.33, n.9, p. 719-724, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399690000855>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: [http://10.1016/S0963-9969\(00\)00085-5](http://10.1016/S0963-9969(00)00085-5).

- LAMIKANRA, O.; WATSON, M. A. Cantaloupe melon peroxidase: Characterization and effects of additives on activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, n.3, p.168-172, 2000. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1521-3803%2820000501%2944:3%3C168::AID-FOOD168%3E3.0.CO;2-H/abstract>>. Acesso em: 9 dez. 2011. doi: 10.1002/1521-3803(20000501)44:3<168::AID-FOOD168>3.0.CO;2-H.
- LAMIKANRA, O.; WATSON, M. A. Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. **Journal of Food Science**, v.69, n.9, p. C468-C472, 2004. Disponível em: <<http://naldc.nal.usda.gov/download/8420/PDF>>. Acesso em: 9 dez. 2011. doi: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb10990.x.
- LIMA, L. C. et al. Efeito do ácido ascórbico em melões “Orange Flesh” minimamente processados. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.2, p. 291-299, 2011. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1416/1416>>. Acesso em: 28 fev. 2012.
- LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Ultraviolet light and food preservation. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G. et al. **Novel food processing technologies**. New York: CRC, 2005, p.405-421.
- LUNA-GUZMÁN, I.; BARRETT, D. M. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh cut cantaloupes. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, n.1 p. 61-72, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092552140000079X>>. Acesso em: 5 fev. 2011. doi: 10.1016/S0925-5214(00)00079-X.
- MACHADO, F.L.C. et al. Processamento mínimo do melão “Cantaloupe” com uso de doses de cloreto de cálcio e quelato aminocálcico. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p. 56-60, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362008000100011>. Acesso em: 5 abr. 2012. doi: 10.1590/S0102-05362008000100011.
- MANZOCCO, L. et al. Impact of UV-C light on safety and quality of fresh-cut melon. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.12, n.1, p.13-17, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856410001050>>. Acesso em: 5 abr. 2012. doi: 10.1016/j.ifset.2010.11.006.
- MEYER, A. S. et al. Natural food preservatives. In: OHLSSON, T.; BENGTTSSON, N. **Minimal Processing Technologies in the Food Industries**. Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltda., 2002. Cap. 6, p.124-174.
- MIGUEL, A. C. A. et al. Efeito de tratamentos químicos na respiração e parâmetros físicos de melão ‘Amarelo’ minimamente processado. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, p.458-463, 2008. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/graduacao/agronomia/csvolume22/09.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2011. doi: 10.1590/S0102-05362008000400007.
- MIGUEL, A. C. A. **Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão Amarelo minimamente processado**. 2008. 195f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo.
- MOREIRA, C. G. et al. Avaliação microbiológica de melão Cantaloupe minimamente processado submetido a doses de radiação gama. **Cultivando o Saber**, v.2, n.2, p.86-95, 2009. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/graduacao/agronomia/csvolume22/09.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2011.
- OMS-OLIU, G. et al. The role of peroxidase on the antioxidant potential of fresh-cut ‘Piel de Sapo’ melon packaged under different modified atmosphere. **Food Chemistry**, v.106, n.3, p. 1085-1092, 2008a. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607007376>>. Acesso em: 5 abr. 2012. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.07.040.
- OMS-OLIU, G. et al. Effect of superatmospheric and low oxygen modified atmospheres on shelf-life extension of fresh-cut melon. **Food Control**, v.19, n.2, p. 191-199, 2008b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713507000667>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.03.009>.
- OMS-OLIU, G. et al. Modeling changes of headspace gas concentrations to describe the respiration of fresh-cut melon under low or superatmospheric oxygen atmospheres. **Journal of Food Engineering**, v.85, n.3, p. 401-409, 2008c. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877407004311>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.08.001.
- OMS-OLIU, G. et al. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. **LWT - Food Science and Technology**, v.41, n.10, p. 1862-1870, 2008d. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643808000236>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: 10.1016/j.lwt.2008.01.007.
- O’ SULLIVAN, L. et al. Potential of bacteriocina producing lactic acid bacteria for improvements in food safety and quality. **Biochimie**, v. 84, n. 5-6, p. 593-604, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300908402014578>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: 10.1016/S0300-9084(02)01457-8.
- PALOU, E. et al. High hydrostatic pressure and minimal processing. In: ALZAMORA, S. M. et al. **Minimally processed fruits and vegetables**. Maryland: Aspen, 2000, Cap. 12, p. 205-222.
- PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Heat treatment and fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, n.1, p.21-38, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521400001629>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: 10.1016/S0925-5214(00)00162-9.
- 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, n.3, p.351-357, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521498000520>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: [http://10.1016/S0925-5214\(98\)00052-0](http://10.1016/S0925-5214(98)00052-0).
- POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, v.10, p.86-89, 1986. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=1987/US/US87382.xml;US8712640>>. Acesso em: 5 dez. 2011.
- PRADO, M. et al. Armazenamento de melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência Agrotecnologia**, v.29, n.2, p.346-352, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n2/a11.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2011. doi: 10.1590/S1413-70542005000200011.
- QI, L. et al. Quality changes of fresh-cut honeydew melons during controlled atmosphere storage. **Journal of Food Quality**, v.22,

- n.5, p. 513-521, 1999. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4557.1999.tb00182.x/pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2011. doi: 10.1111/j.1745-4557.1999.tb00182.x.
- RAYBAUDI-MASSILIA, R. M. et al. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. **International Journal of Food Microbiology**, v.121, n.3, p.313-327, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160507005831>>. Acesso em: 11 dez. 2011. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.010.
- ROBINSON, H. E.; URBAIN, W. M. Radiation preservation of foods. **The Journal of the American Medical Association**, v.174, n.10, p.1310-1311, 1960. Disponível em: <<http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=329730>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: 10.1001/jama.1960.63030100003016a.
- SILVEIRA, A. C. et al. Hot water treatment and peracetic acid to maintain fresh-cut “Galia” melon quality. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.12, n.4, p.569–576, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856411000403>>. Acesso em: 5 abr. 2012. doi: 10.1016/j.ifset.2011.02.010.
- SOLIVA-FORTUNY, R. C.; MARTÍN-BELLOSO, O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v.14, n.9, p. 341–353, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224403000542>>. Acesso em: 10 jan. 2012. doi: 10.1016/S0924-2244(03)00054-2.
- SZCZESNIAK A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, n.4, p. 215-225, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329301000398>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: 10.1016/j.foodqual.2001.00039-8.
- TAGG, J. R. et al. Bacteriocins of gram-positive bacteria. **Bacteriological Reviews**, v.40, n.3, p. 722-756, 1976. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC413978/pdf/bactrev00053-0204.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2011.
- TRIGO, M. J. et al. Efeito da radiação gama em melão fresco minimamente processado. In: ANAIS DO 8º ENCONTRO DE QUÍMICA DOS ALIMENTOS – ALIMENTOS TRADICIONAIS, ALIMENTOS SAUDÁVEIS E RASTREABILIDADE, 2007, Beja, Portugal, **Anais...** Beja: Sociedade de Artes Gráficas, Ltda. 2007, p. 359-363.
- TRINETTA, V. et al. A comparative study on the effectiveness of chlorine dioxide gas, ozone gas and e-beam irradiation treatments for inactivation of pathogens inoculated onto tomato, cantaloupe and lettuce seeds. **Journal of Food Engineering**, v.146, n.2, p.203–206, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816051100081X>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.02.014.
- UKUKU, D. O. et al. Effect of hot water and hydrogen peroxide treatments on survival of *Salmonella* and microbial quality of whole and fresh-cut cantaloupe. **Journal of Food Protection**, v.67, n.3, p.432–437, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15035354>>. Acesso em: 6 dez. 2011.
- UKUKU, D. O. et al. Use of hydrogen peroxide in combination with nisin, sodium lactate and citric acid for reducing transfer of bacterial pathogens from whole melon surfaces to fresh-cut pieces. **International Journal of Food Microbiology**, v.104, n.2, p.225-233, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160505002552>>. Acesso em: 6 dez. 2011. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.01.016.
- VIEITES, R. L. et al. Radiação gama na manutenção da qualidade do melão minimamente processado. **Cultura Agronômica**, v.9, n.1, p.101-114. 2000. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/20023119016.html?freeview=true>>. Acesso em: 10 dez. 2011.
- WOLBANG, C. M. et al. The effect of high pressure processing on nutritional value and quality attributes of *Cucumis melo L.* **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.9, n.2, p.196 - 200, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856407001269>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi: 10.1016/j.ifset.2007.08.001.