

Processamento Mínimo de Vegetais



ISSN 1516-8247

Dezembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 103

Processamento Mínimo de Vegetais

Marcos José de Oliveira Fonseca
Antonio Gomes Soares
Murillo Freire Júnior

Embrapa Agroindústria de Alimentos,
Rio de Janeiro, RJ
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba
CEP: 23020-470 - Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21) 3622-9600
Fax: (21) 3622-9713
Home Page: www.ctaa.embrapa.br
E-mail: sac@ctaa.embrapa.br

Comitê Local de Publicações e Editoração da Unidade

Presidente: Virgínia Martins da Matta

Membros: Marcos José de Oliveira Fonseca, Marília Penteado Stephan, Renata Torrezan,
Ronoel Luiz de Oliveira Godoy, Nilvanete Reis Lima e André Luis do
Nascimento Gomes

Apoio: Michele Belas Coutinho

Revisão de texto: Comitê de Publicações

Supervisão editorial: Comitê de Publicações

Normalização bibliográfica: Luciana Sampaio de Araújo

Ilustração da capa: André Luis do Nascimento Gomes

Fotos: Marcos José de Oliveira Fonseca, Antonio Gomes Soares, Murillo Freire Júnior

Tratamento das fotos e ilustrações: André Luis do Nascimento Gomes

Editoração eletrônica: André Luis do N. Gomes e Marcos de Oliveira Moulin

1ª edição

1ª impressão (2009): 200 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria de Alimentos**

Fonseca, Marcos José de Oliveira.

Processamento mínimo de vegetais / Marcos José de Oliveira
Fonseca, Antonio Gomes Soares, Murillo Freire Junior. – Rio de Janeiro :
Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2009.

23 p. : il. color ; 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agroindústria de
Alimentos, ISSN 1516-8247).

1. Processamento mínimo. 2. Alimento vegetal. I. Soares, Antonio
Gomes. II. Freire Junior, Murillo. III. Título. IV. Série.

CDD 664.8 (21. ed.)

© Embrapa 2009

Autores

Marcos José de Oliveira Fonseca

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Produção Vegetal,
Pesquisador da Embrapa Agroindústria de
Alimentos, Rio de Janeiro, RJ,
mfonseca@ctaa.embrapa.br

Antonio Gomes Soares

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Química,
Pesquisador da Embrapa Agroindústria de
Alimentos, Rio de Janeiro, RJ,
agomes@ctaa.embrapa.br

Murillo Freire Júnior

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Ciência de
Alimentos, Pesquisador da Embrapa Agroindústria
de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ,
mfreire@ctaa.embrapa.br

Apresentação

O Plano Safra Mais Alimentos, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), visa levar tecnologia e modernização para a agricultura familiar com o objetivo de aumentar a produtividade, com sustentabilidade econômica, ambiental e social. O programa está embasado em três pilares: investimento, conhecimento e comercialização. O segundo pilar foi consolidado com a assinatura, em 2008, de um acordo de cooperação técnica entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), as Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária e as instituições públicas de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater). Dessa forma, construiu-se uma estratégia para que as tecnologias pudessem chegar aos agricultores familiares juntamente com o crédito e o acesso aos programas oficiais de comercialização.

No Rio de Janeiro, a Embrapa, por meio de suas Unidades de Pesquisa - Agroindústria de Alimentos, Solos e Agrobiologia; a Pesagro-Rio (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro); a União das Associações e Cooperativas Usuárias do Pavilhão 30 (UNACOOOP) e a Federação de Trabalhadores da Agricultura do estado do Rio Janeiro (FETAG-RJ), sob coordenação da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (Emater-Rio), formaram o Grupo Gestor do Programa Mais Alimentos. A parceria tem viabilizado a disponibilização de tecnologias para a agricultura familiar fluminense e o fortalecimento da rede de instituições que atuam com pesquisa, desenvolvimento e inovação nesse segmento.

Em 2009, no escopo do Programa Mais Alimentos, a Embrapa Agroindústria de Alimentos promoveu um curso visando capacitar multiplicadores (extensionistas rurais, técnicos de prefeituras, lideranças comunitárias e outros agentes de desenvolvimento) para a oferta de vegetais minimamente processados, como opção de agregação de valor e diversificação dos produtos provenientes do meio rural. Assim, este documento apresenta informações relativas ao processamento mínimo de vegetais e é fruto do esforço da equipe da Unidade para disponibilizar materiais técnicos de qualidade e dar suporte a esses multiplicadores.

Regina Celi Araujo Lago
Chefe Geral
Embrapa Agroindústria de Alimentos

Sumário

Introdução	8
Fisiologia básica, aspectos relacionados a perdas pré e pós-colheita	8
Introdução ao processamento mínimo de vegetais	12
Pré-lavagem, seleção e classificação	13
Avaliação do percentual de perdas antes do processamento mínimo	14
Cadeia do frio, atmosfera modificada e etapas do processamento mínimo	14
Processamento mínimo de hortaliças	15
Processamento mínimo de frutas	20
Referências	24

Processamento Mínimo de Vegetais

*Marcos José de Oliveira Fonseca
Antonio Gomes Soares
Murillo Freire Júnior*

Introdução

A procura por alimentos saudáveis vem aumentando nos últimos anos, porém o tempo disponível para o preparo desses alimentos é cada vez mais reduzido, em virtude da vida moderna e agitada nas grandes cidades. Na tentativa de solucionar este problema, as indústrias começaram a lançar no mercado produtos de conveniência e que atendam às exigências do consumidor, ou seja, alimentos com alto valor nutricional e prontos para consumo.

Entre esses alimentos destacam-se os produtos vegetais minimamente processados, que são elaborados mediante várias operações unitárias simples como: lavagem, sanificação, descascamento, corte, embalagem, etc.; operações estas que associadas à manutenção da cadeia do frio fazem com que estes produtos tenham vida útil que permite a sua comercialização e consumo sem problemas para a saúde do consumidor.

Este texto fornecerá aos leitores, conhecimento sobre fisiologia pós-colheita básica, tecnologia pós-colheita de preservação de frutas e hortaliças além de aspectos de qualidade na comercialização, transporte e armazenamento de frutas e hortaliças.

Fisiologia básica, aspectos relacionados a perdas pré e pós-colheita

A fisiologia dos vegetais minimamente processados é, essencialmente, a de produtos *in natura* que sofreram injúria mecânica. O metabolismo e a deterioração dos tecidos dos mesmos são acelerados, ocorrendo mudanças fisiológicas e bioquímicas, devido à indução pela injúria. Além disso, ao se remover a casca e cortar a polpa, esta última perde sua proteção natural à manipulação e exposição a agentes externos de natureza biótica (microrganismos) e abiótica (ar), que interferem em seu metabolismo, com reflexos na qualidade sensorial e sanitária. Em suma, se instalam as condições para os dois maiores problemas das frutas minimamente processadas: o escurecimento e a deterioração. Alguns autores consideram que a preservação de frutas minimamente processadas é um conjunto de procedimentos pelos quais se reduz as populações microbianas e se inativa,

pelo menos parcialmente, sistemas enzimáticos. As frutas minimamente processadas de origem temperada e subtropical podem sofrer injúria por frio (friagem) no armazenamento refrigerado mal dimensionado. A injúria por frio é caracterizada pelo aumento da taxa de deterioração. Apesar da injúria por frio se manifestar mais pronunciadamente na casca, ela também ocorre na polpa, por meio do escurecimento interno e desenvolvimento de sabor e aroma desagradáveis. Neste tópico, serão apresentados os processos enzimáticos que são acelerados e, ou, promovidos ao se processar as frutas.

O corte induz à sinalização responsável pelo aumento da respiração e da produção de etileno, formação de compostos fenólicos, indução de reações indesejáveis, como o escurecimento enzimático e o estímulo à cicatrização de lesões.

A respiração é o processo fisiológico que gera, além de poder redutor e esqueletos de carbono, energia armazenada na forma de ATP. Esta energia é utilizada para a manutenção das estruturas existentes, a regeneração de proteínas e processos de reparação, como os que se tornam necessários ao se cortar a polpa das frutas. Daqueles esqueletos de carbono, alguns são precursores de aminoácidos e outros da síntese de compostos aromáticos para a síntese de lignina. Para o estudo dos produtos minimamente processados, o importante é saber que o tecido vegetal respira mais quanto maior for a sua necessidade de energia, como é o caso dos mecanismos de reparo.

Uma das etapas da respiração é a glicólise. Nesta fase, o amido e a sacarose são degradados a frutose 1,6-bifosfato e esta é oxidada a piruvato pela via glicolítica. O metabolismo do piruvato, por sua vez, é condicionado pela disponibilidade de oxigênio. Em condições de disponibilidade normal de oxigênio, o piruvato é o substrato principal do ciclo dos ácidos tricarbóxicos (Ciclo de Krebs), via responsável pela formação de precursores da síntese de aminoácidos. Em condições anaeróbias, o piruvato é metabolizado pela fermentação. Neste momento, é importante salientar que a condição de anaerobiose pode se instalar em frutas minimamente processadas pelo uso de filmes plásticos pouco permeáveis, na temperatura de refrigeração escolhida para conservação do produto. Por isso, é muito importante o dimensionamento adequado do trinômio: respiração do produto-permeabilidade do filme aos gases-temperatura.

A fermentação consiste da redução do ácido pirúvico a ácido láctico, pela ação da enzima lactato desidrogenase, ou a etanol (maior proporção), pela enzima álcool desidrogenase. A fermentação, apesar de ser um processo a ser evitado nos produtos, pela perda de qualidade que ele encerra, é o mecanismo pelo qual a via glicolítica se mantém. E esta precisa ser mantida por que é por meio dela que são fornecidas as hexonas que são esqueletos de carbono para a síntese de produtos utilizados para a formação de parede celular.

Outra particularidade das frutas é que elas apresentam dois padrões respiratórios: frutos climatéricos e frutos não climatéricos. Os primeiros se caracterizam pelo aumento rápido da taxa respiratória, ao amadurecer, com aumento concomitante da síntese de etileno, hormônio vegetal envolvido direta ou indiretamente, em diversos processos fisiológicos. O desenvolvimento da qualidade sensorial das frutas se dá a partir deste incremento respiratório. Os frutos não climatéricos, por sua vez, não apresentam este incremento respiratório e nem são muito sensíveis ao etileno. A manga e o mamão são frutas de padrão respiratório climatérico, enquanto que as laranjas e a uva apresentam padrão não climatérico.

A indução ao escurecimento enzimático se dá pela promoção da descompartmentalização, ou seja, ao cortar-se o produto, retiram-se as barreiras físicas que impedem a ação da enzima sobre o substrato, colocando-os em contato. São três as enzimas envolvidas no processo de escurecimento enzimático. A seguir são apresentadas tais enzimas, bem como as reações envolvidas e a forma como agem as moléculas de prevenção:

1. Polifenoloxidase (PFO): responsável pela hidroxilação de monofenóis a orto-difenóis e pela oxidação de orto-difenóis a orto-quinonas. As orto-quinonas se polimerizam de maneira não enzimática, formando pigmentos marrons, pretos ou vermelhos (melaninas). É uma enzima inespecífica que é encontrada na membrana do tilacóide dos cloroplastos, mitocôndrias, peroxissomas ou no citoplasma. A cor e intensidade são dependentes de quais forem os fenóis precursores e as condições ambientais às quais o produto é exposto. A adição de ácido ascórbico na superfície do produto, promove a redução das orto-quinonas evitando a formação daqueles pigmentos que comprometem a qualidade visual.

2. Peroxidase (PX): cataliza a oxidação de polifenóis, doadores de íons hidrogênio (H^+). Os produtos desta reação são quinonas tais quais as obtidas pela ação da polifenoloxidase. O escurecimento por meio desta enzima é mais lento, devido à pequena quantidade de peróxido de hidrogênio normalmente presente nas células vegetais.

3. Fenilalanina amônia-liase (FAL): cataliza a desaminação não oxidativa a fenilalanina, produzindo ácido cinâmico. A partir deste ácido são produzidos fenilpropanóides e cumarinas. A produção de fenilpropanóides pode ser induzida pela luz, invasão por patógenos, injúrias físicas, baixas temperaturas e baixos níveis de ferro, fósforo e nitrogênio nos tecidos. Dentre os fenilpropanóides, o ácido clorogênico é precursor da síntese de lignina, suberina, por exemplo, que são moléculas estruturais, relacionadas à defesa dos tecidos. Os fenilpropanóides, normalmente, se encontram no vacúolo e a enzima fenilalanina amônia liase está solúvel no citoplasma. Com o corte,

ocorre o rompimento de membranas e o conseqüente contato direto enzima-substrato.

Outras enzimas que podem ter sua atividade favorecida são as pécticas: pectina metilesterase, poligalacturonase e pectato liase. Todas estão relacionadas à perda da textura do produto. O produto ao perder a textura perde sua resistência física ao manuseio, além de perder sua aparência de fruta fresca.

1. Pectina metilesterase (PME): seu mecanismo de ação consiste em hidrolizar a ligação éster entre o metanol e o grupamento funcional carboxílico do ácido galacturônico. Ocorrem algumas isoenzimas, mas algumas delas são inibidas na presença dos íons Hg^{2+} , Al^{3+} e NH_4^+ , açúcares. Outras não são inibidas e muitas o são na presença de seu próprio produto final, o ácido galacturônico.

2. Poligalacturonase (PG): é uma enzima hidrolítica, que quebra as ligações á1-4 glicosídicas, gerando monômeros de ácido galacturônico ou digalacturônico, a partir da extremidade redutora. O íon cálcio (Ca^{2+}) pode promover o desejável efeito inibitório nos cortes das frutas minimamente processadas pois, ao interagir com o substrato, torna a enzima menos acessível a este.

3. Pectato liase (PL): cataliza o rompimento de polímeros de pectina, produzindo oligossacarídeos com resíduos insaturados de galacturosonil. Requer íons cálcio para sua ação. Ainda é pouco estudada em frutos frescos, não se registrando estudos em frutas minimamente processadas.

Por último, podem ser citadas duas enzimas relacionadas à perda do valor nutricional:

1. Oxidase do ácido ascórbico: que promove a oxidação do ácido ascórbico, conseqüentemente, a perda do teor natural e esperado de vitamina C.

2. Tiaminase: que promove a hidrólise da tiamina, e, por conseqüência, a perda do conteúdo de vitamina B1.

O metabolismo secundário das plantas proporciona mecanismos de defesa contra bactérias, fungos e vírus. É classificado como secundário pelo fato de se intensificar em determinados momentos da vida da planta, ao contrário do metabolismo primário – cujos metabólitos são precursores dos metabólitos secundários – que é comum a todas as células vegetais, como a formação de açúcares, aminoácidos, nucleotídeos, ácidos graxos e seus correspondentes polímeros. Alguns metabólitos secundários assumem importância na fase de amadurecimento natural, como o metabolismo dos terpenos (síntese de carotenóides) e dos fenóis e polifenóis (sendo oxidados – monofenóis a

difenóis, difenóis a quinonas – e atuando como antioxidantes – os flavonóides). O metabolismo secundário é igualmente importante na vida celular, sendo mais específico, ou podendo ser visto como a terminação de processos fisiológicos, como, por exemplo, esteróis constituintes de membrana e o polímero estrutural lignina.

A preservação de frutas minimamente processadas assume grande complexidade pelo fato de após o corte/fatiamento, e demais tratamentos, células mortas, injuriadas e intactas passarem a conviver em um mesmo ambiente, ou seja, algumas células respiram a taxas normais, outras em taxas elevadas e outras estão mortas, com metabolismo inativo. Além deste fato, a maior ou menor superfície específica, determinada pelo tamanho dos pedaços de frutas cortadas, abrange uma menor ou maior proporção de células intactas por células lesionadas, respectivamente. Em outras palavras, quanto menor for o tamanho do pedaço cortado (ou maior a intensidade de corte), mais perecível é o produto, o que requer mais cuidado na manipulação e técnicas específicas para a preservação de sua qualidade e manutenção de vida útil adequada até seu consumo.

Introdução ao processamento mínimo de vegetais

Vegetais minimamente processadas são aqueles cortados e prontos para o consumo, sem perder seu aspecto fresco. Na literatura internacional, existe a distinção entre “minimally processed” (minimamente processado) e “fresh cut” (cortado fresco). Para a manutenção da integridade física (dreno excessivo de líquido, p.ex.) e da qualidade das frutas (escurecimento, p.ex.), em geral, existe a necessidade de adição de substâncias, o que as caracterizam no primeiro caso, ou seja, ocorre uma intervenção adicional, além dos procedimentos físicos de descascamento, corte e fatiamento. O segundo conceito de produto cortado fresco se encaixa bem para a maioria das hortaliças.

O mercado de frutas minimamente processadas é promissor e, com isso, os produtores têm mais uma opção de agregação de valor. Como opções para comercialização estão escolas, creches, casas de detenção, hospitais, “catering”, serviços de “fast food”, restaurantes e supermercados. Entretanto, deve-se ter em mente que o mercado é cada vez mais competitivo, em resposta às maiores exigências dos consumidores. Estes estão mais informados e demandando produtos de qualidade, inócuos à saúde e acessíveis em termos de preço. A aliança destes requisitos somente pode ser alcançada com planejamento, organização e aplicação de tecnologias. Para

que a cadeia de frutas minimamente processadas cresça consistentemente alguns desafios precisam ser superados como o suprimento da cadeia do frio (principalmente em condições tropicais), a especialização dos produtores para

o fornecimento de frutas para as indústrias de processamento mínimo, a capacitação da assistência técnica rural, o uso de variedades apropriadas, a qualidade microbiológica da água de irrigação, e o foco na qualidade e não na quantidade produzida no campo.

As etapas básicas do processamento mínimo de frutas e hortaliças são a recepção e seleção da matéria-prima, pré-lavagem, enxágue, descascamento / corte / fatiamento, lavagem, enxágue, escorrimento e acondicionamento na embalagem, triagem/armazenamento, transporte e comercialização.

A obtenção da matéria prima de qualidade é de suma importância no processo. O cultivo deve seguir as Boas Práticas Agrícolas – BPA, de modo a garantir que as frutas e hortaliças sejam colhidas de plantas bem nutridas e saudáveis. A colheita deve ser realizada nas horas mais frescas do dia, preferencialmente, na parte da manhã, até às 09:00h. Assim, os produtos não terão ainda se aquecido, devido à insolação e calor naturais no campo.

É preferível utilizar o termo triagem, ao invés de armazenamento, pois na verdade o produto fica disponível para o transporte e comercialização após ser processado, o que deve ocorrer no menor tempo possível, dentro da logística programada previamente, não sendo passível de armazenamento propriamente dito.

Pré-lavagem, seleção e classificação

A etapa de pré-lavagem é essencial para remoção do excesso de sujidades, reduzindo-se o acúmulo de sujeira e de contaminantes químicos, físicos e biológicos nas etapas do processamento mínimo propriamente dito. Pode ser útil para remoção do calor de campo, especialmente em colheitas em dias quentes, ou horas mais quentes do dia. É útil para se corrigir o erro de se manter os produtos no campo por períodos longos, principalmente quando não se tem o cuidado de colocá-los na sombra.



Figura 1. Pré-lavagem de laranja.

A seleção é um procedimento necessário para separar produtos com defeitos, atacados por pragas (lesões promovidas por insetos, fungos e bactérias fitopatogênicas) e fora do padrão de cor, dimensões e estágio de maturação. A classificação é posterior à seleção pela necessidade de se padronizar apenas o produto apto ao processamento mínimo, por tamanho e coloração, o que garante a uniformidade do produto e facilita a etapa de corte, sobretudo, quando é manual.

Avaliação do percentual de perdas antes do processamento mínimo

Um dos desafios do segmento hortícola é melhorar a eficiência do produtor rural no processo de comercialização de sua produção quando ocorrem perdas pós-colheita elevadas.

Parte importante no processo de comercialização são os canais de distribuição de frutas e hortaliças, onde ainda predominam as centrais de abastecimento, ou Ceasas, mas com uma participação relativa crescente e forte dos supermercados.

O manuseio adequado das frutas e hortaliças é a maneira mais efetiva e barata de preservar a qualidade e reduzir perdas pós-colheita. Além disso, o uso de embalagens adequadas auxilia na redução dessas perdas pós-colheita. Quando se recebem frutas e hortaliças para processamento mínimo, os produtos recebidos devem ser pesados para, no final de todo o processo, se obter o rendimento total do processamento mínimo em relação ao peso inicial recebido. Pesa-se a matéria-prima na sua recepção. Depois de realizada a seleção do produto faz-se novamente outra pesagem dos produtos aptos a serem processados. Em seguida são realizados os procedimentos de retirada das cascas e de corte. No final faz-se a pesagem das partes descartadas e não aproveitadas e calcula-se o rendimento do processamento mínimo em função do peso do produto efetivamente aproveitado. Desta forma, obtém-se o cálculo do rendimento do processo e de perdas do produto que não pode ser aproveitado para processamento mínimo. Isto pode servir como base de cálculo de viabilidade de reaproveitamento dos resíduos e cálculo do custo do produto final para venda no mercado.

Cadeia do frio, atmosfera modificada e etapas do processamento mínimo

A cadeia do frio é um processo pelo qual o produto é resfriado à temperatura ideal para extensão de sua vida útil e preservação de sua qualidade e mantido sob esta condição em todas as etapas necessárias para sua colocação no mercado varejista. Envolve as etapas de armazenamento, transporte e comercialização. Deve ser impedida a oscilação da temperatura requerida, de modo a se evitar condensação no produto (o que favorece o desenvolvimento de doenças e a perda de resistência de caixas de papelão) e aceleração do

metabolismo do produto (o que reduz sua vida útil). Para isto é preciso que todos os ambientes possuam sistema de refrigeração e que as estruturas fixas (“packing-house”, galpões e locais de comercialização) sejam providas de acessos que permitam a justa conexão com as estruturas móveis (“containers” e caçambas de caminhões).

A tecnologia de atmosfera modificada é o processo de acondicionamento ou revestimento do vegetal, que tem por consequência a mudança da composição gasosa pela interação do processo respiratório à dada temperatura e a barreira física com o ambiente. A modificação da atmosfera pode ser promovida pelo revestimento do vegetal com ceras, filmes comestíveis ou plásticos sob vácuo. Também pode ser promovida pela embalagem em caixas fechadas ou revestidas com filmes plásticos cuja permeabilidade pode intensificar ou abrandar a atmosfera modificada. A atmosfera é denominada como modificada por ser possível apenas prever os níveis de oxigênio e de dióxido de carbono, mas não se poder corrigi-la, caso necessário.

Processamento mínimo de hortaliças

Cenoura: a variedade de cenoura utilizada para o processamento mínimo deve ser escolhida entre aquelas que possuam coloração alaranjada forte e uniforme e “ausência” de ombro-verde e de miolo-branco. A colheita deve ser realizada até às 09:00h nos dias quentes, podendo se estender em dias mais frios. Se possível deve ser feita redução do calor de campo submergindo as cenouras em água potável a 15° C, caso não se possa levá-las imediatamente para o galpão de processamento. No galpão pode se completar o processo de remoção do calor de campo, imergindo as raízes em água a 5° C. Deve-se selecionar as cenouras com defeitos oriundos de danos mecânicos ou injúrias por pragas. A pré-lavagem é realizada com água corrente e, em seguida, procede-se um primeiro processamento para retirada do tecido mais externo, utilizando máquina torneadora com lixa de 60 mesh com água de boa qualidade (1 kg por 1 minuto e 15 segundos). Após esta etapa a cenoura pode ser cortada em fatias redondas (Figura 2), ovais, em tiras ou cubos.



Figura 2 . Corte manual da cenoura.

Passa-se então para uma segunda torneadora com lixa de 100 mesh (1kg por 1 minuto). Feito isto, pode-se proceder à sanificação por imersão em solução aquosa a 150mg de cloro livre. Esta solução deve ser renovada a cada três utilizações. Para remoção do excesso de cloro, realiza-se, em seguida, enxágüe em solução clorada a 10mg.L⁻¹. O excesso de umidade é removido por centrifugação, após acondicionar as cenouras em sacos de náilon por 30 segundos. Finalmente, as cenouras minimamente processadas podem ser pesadas, embaladas (Figura 3) e etiquetadas, de acordo com o mercado que se destina. Em geral, para o mercado varejista, as embalagens devem conter de 250 a 300g do produto. A cenoura minimamente processada deve ser transportada e comercializada a 5° C. É possível que se desenvolva uma desordem denominada esbranquiçamento devido à desidratação superficial e síntese de lignina. Para isto, podem ser aplicados revestimentos filmogênicos, evitando-se a perda da qualidade sensorial de aparência, mas tomando-se o cuidado para não prejudicar seu sabor.



Figura 3. Cenoura minimamente processada embalada em barquetes de tereftalato de polietileno.

Alface: a alface de cabeça deve ser colhida com a cabeça bem compacta, ou seja, resistente à compressão branda. A colheita se realiza com faca longa, cortando-se a base do caule e, em seguida, retirando-se as folhas externas, o que pode ser realizado na área suja. A pré-lavagem consiste na imersão da alface em água potável a 5° C, por 10 minutos, contendo 1% de detergente aniônico. Desta forma, realiza-se a remoção da carga bacteriana e redução do calor de campo, simultaneamente. Após a pré-lavagem na área suja, a alface pode ser transferida para a área limpa, onde será realizado o corte das aparas e do miolo da cabeça. O corte propriamente dito pode ser feito manualmente ou com processador de vegetais. Imediatamente após o corte, faz-se a sanificação da alface, por imersão em solução de hipoclorito de sódio (100mg.L⁻¹ de cloro livre, em pH=7,0), a 5° C. Em seguida, realiza-se o

enxágue por centrifugação, após colocar a alface em sacos de náilon previamente sanificados. Pode-se realizar nova seleção do produto. Assim, o produto está pronto para ser pesado, embalado (Figura 4) e rotulado. Feito isto, o produto deve ser conservado em câmara fria a 1 ou 2º C, até ser distribuído. O veículo utilizado para distribuição deve possuir sistema de refrigeração que permita manter o produto à temperatura de até 5º C. Pode-se utilizar atmosfera modificada, com níveis de oxigênio e de dióxido de carbono determinados de acordo com a cultivar.



Figura 4. Folhas de alface minimamente processadas, embaladas em saco plástico.

Mandioca: a mandioca é considerada uma das fontes mais ricas em calorias e carboidratos. A mandioca é cultivada mesmo em solos ácidos e pobres e utilizada por milhões de pessoas em países tropicais, às vezes constituindo-se no principal alimento, sendo consumida tanto *in natura* como sob forma de diversos subprodutos, inclusive processada minimamente.

As raízes da mandioca são muito perecíveis e, geralmente, em torno de 48 horas após a colheita já se apresentam com escurecimentos vasculares, tornando-se inadequadas para o consumo. Manter sua qualidade inicial por maior tempo tem sido um grande desafio para a indústria alimentar.

A associação dos conhecimentos da tecnologia de processamento e de fisiologia pós-colheita tem levado ao crescimento da área de produtos minimamente processados. A mandioca recomendada para processamento mínimo é aquela que contém baixo conteúdo de compostos cianídricos. O ácido cianídrico contido em certas variedades de mandioca é tóxico ao ser humano. Entretanto, é rapidamente destruído quando o produto é cozido em água fervente.

As raízes devem ser processadas, no máximo, 20 horas após a colheita e selecionadas com formato e tamanho uniformes e sem podridões. As raízes devem ser lavadas em água corrente e todas as sujidades (terra, insetos, etc.) removidas com uso de uma escova.

A mandioca deve então ser descascada (Figura 5) e cortada em cilindros de comprimento uniforme, com aproximadamente 8cm, e cortados no sentido longitudinal em oito pedaços.



Figura 5. Descascamento manual de mandioca.

As raízes também podem ser cortadas na forma de cubos de aproximadamente 2cm. Devem, em seguida, ser submetidas à sanificação para redução da carga microbiana. A sanificação deve ser realizada com solução de cloro contendo aproximadamente 100mg de cloro para cada 1L de água. A sanificação deve ser realizada à temperatura de 5°C.



Figura 6. Sanificação de mandioca.

A mandioca cortada deve permanecer por 10 minutos nessa solução e, logo após, ser enxaguada em água contendo 3ppm de cloro para retirada do excesso de sanificante. Após esta etapa, as raízes devem ser colocadas em peneiras, durante 15 minutos à temperatura ambiente de trabalho ($19\pm 2^{\circ}\text{C}$), para retirada do excesso de água superficial. Em seguida o produto deve ser embalado em sacos plásticos de polietileno de alta densidade ou de poliolefina

multicamada e fechado a vácuo. A mandioca minimamente processada deve ser armazenada à temperatura de aproximadamente 10°C por um período máximo de 9 a 10 dias.

Deve constar na embalagem de mandioca minimamente processada que é necessário que o produto seja cozido em água fervente por pelo menos 15 minutos antes de ser consumido, em função da redução do ácido cianídrico em excesso que a variedade possa ter.

Couve: a couve deve ser colhida no ponto de maturidade hortícola, ou seja, com dimensão entre 35 e 40cm, livres de lesões mecânicas ou de origem biótica. O horário do dia para colheita não parece ser crítico para este produto, o que pode ser favorável em uma indústria que processe outros produtos que devam ser colhidos em períodos frescos do dia. As folhas colhidas devem ter seu pecíolo imerso em água e ser armazenadas em câmara fria a 5° C, por 4 a 8 horas, de modo a recuperar a turgescência. Após este período, as folhas devem ser selecionadas quanto a defeitos que tenham sido detectados no campo e classificadas de acordo com o tamanho, para facilitar as etapas posteriores. Realiza-se, então, a lavagem em água potável, por 5 minutos, utilizando-se detergentes próprios para alimentos. Adicionalmente, retira-se a nervura central, com faca. O corte deve ser dimensionado para que a processadora gere fatias de 15mm de largura. A temperatura do ambiente em que se realizam estas etapas deve estar entre 5 e 10° C. Após o corte, realiza-se a sanificação a 5° C, em solução contendo 150ppm de cloro ativo, por 10 minutos, e o enxágue por imersão rápida, à mesma temperatura, em solução a 3 mg.L⁻¹ de cloro ativo. Para remoção do excesso de água, realiza-se a centrifugação, por 10 minutos a 800g. Pode-se, então, pesar, embalar em sacos plásticos (Figura 7) e etiquetar a couve minimamente processada.



Figura 7. Couve minimamente processada embalada em recipientes de tereftalato de polietileno.

A mesma deve ser mantida e distribuída à temperatura de 5° C. Para o mercado varejista, a couve minimamente processada deve ser comercializada em sacos contendo 250 a 300g.

Processamento mínimo de frutas

Laranja: como os citros são frutas não climatéricas, estas são colhidas já no estágio ideal para consumo e, ou, processamento. De qualquer forma, deve-se selecionar bem a matéria-prima, refugando as frutas com sintomas de doenças, imaturas, sobremaduras (macias demais), e que apresentem injúrias mecânicas devido ao transporte do campo até a área de processamento mínimo.

O processamento mínimo de citros inclui as etapas de lavagem da matéria-prima com esponja sintética e detergente neutro (20mL.L^{-1}), enxágue com água limpa e imersão em água clorada (200mg.L^{-1} , por 5 minutos), resfriamento em câmara fria por 12 horas a 10° C, descascamento manual (Figura 8), mecânico ou enzimático, corte (Figura 9), enxágue com água clorada a 30mg.L^{-1} , escorrimento por 2 a 3 minutos, embalagem em bandejas de poliestireno lacradas com filme de PVC esticável de $17\mu\text{m}$ (Figura 10), e triagem/transporte/comercialização a 5° C. A vida útil do produto é de 19 dias (descascamento manual) ou 4 dias (descascamento enzimático).

O ponto crítico do processamento de citros é o descascamento. Para tangerinas é mais simples, pois a casca é solta e não há necessidade de corte uma vez que só é preciso soltar os gomos.



Figura 8. Descascamento de laranja.

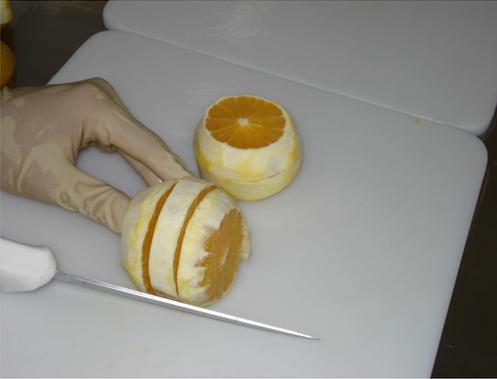


Figura 9. Primeiro fatiamento de laranja.



Figura 10. Laranja minimamente processada e embalada.

Melancia: as principais características que podem definir a qualidade da melancia são: firmeza da polpa, conteúdo de açúcares totais, sólidos solúveis, aparência externa e interna e acidez titulável. As características comerciais mais aceitas são o formato redondo e a polpa vermelha.

O processamento mínimo de melancia se apresenta como uma boa saída para a comercialização deste produto. A melancia minimamente processada é um produto de extrema conveniência e poderá ser bem aceito pelos consumidores.

Existem algumas limitações para que se obtenha uma melancia minimamente processada com vida útil adequada. Entre estas limitações pode-se destacar: estresse causado pelo corte, surgimento de odores desagradáveis, perda de textura e aparência e contaminação microbiana. O produto se degrada com muita facilidade após a retirada da casca e, conseqüentemente, há perda de suco dentro da embalagem. No entanto, em trabalhos realizados foram obtidas melancias minimamente processadas com ótima qualidade por até cinco dias, armazenadas a 3°C sob atmosfera modificada passiva. Quando armazenadas sob atmosfera modificada ativa (5% de O₂ e 10% CO₂) a 3°C, os produtos mantiveram a qualidade por mais de 15 dias.

As etapas do processamento mínimo de melancia abrangem: seleção da matéria-prima, pré-lavagem, sanificação do fruto inteiro com água clorada 80 a 100mg.L⁻¹ durante cerca de 15 minutos, descascamento, processamento manual em cubos a 10°C, embalagem (Figura 11), armazenamento entre 3° - 6°C.



Figura 11. Fatiamento e embalagem de melancia minimamente processada.

Mamão: frutos do grupo Formosa são ideais para o processamento mínimo do mamão por apresentarem boa firmeza e maior rendimento de polpa. Na colheita deve-se atentar para o estágio de maturação ideal, ou seja, 80% de coloração amarela na casca. Na recepção da matéria-prima, devem-se selecionar frutas intactas, sem sintomas de doenças, amassamentos ou fora do estágio padrão de maturação, de modo a minimizar a desuniformidade do material minimamente processado, uma vez que se sabe que o mamão amadurece de dentro para fora e da base para o pedúnculo.

As etapas básicas são a recepção da matéria-prima, seleção, padronização e lavagem, sanificação por imersão em 200mg.L⁻¹ de Cl⁻ (5 minutos), resfriamento em câmara fria a 10° C (por 12 horas, no mínimo), corte em pedaços ou metades (a 12° C), enxágue (Figura 12) com solução 20mg.L⁻¹ de Cl⁻, escorrimento por 3 minutos, embalagem em barquetes lacradas (cubos) ou bandeja de poliestireno (fatias ou metade) (Figura 13), e transporte/comercialização por, no máximo, 10 dias a 3° C ou 6° C ou 7 dias a 9° C.



Figura 12. Enxágüe de mamão minimamente processado.



Figura 13. Tipos de corte para mamão minimamente processado.

Abacaxi: Após a seleção por estágio de maturação, devem ser descartados frutos defeituosos e com podridões. A padronização do tamanho facilita as etapas posteriores, melhorando o rendimento do processo. O processamento mínimo do abacaxi se inicia com a redução da coroa a 2cm, lavagem com detergente neutro e pré-resfriamento por imersão em água a 7° C (ou resfriamento após a sanificação). A sanificação ou desinfecção dos frutos ainda inteiros deve ser feita com solução clorada (200mg.L^{-1}) por 2-3 minutos. Drena-se o excesso de solução. O processamento se faz, primeiramente, pelo descascamento e, em seguida, pelo fatiamento das rodela com 1cm de espessura. Neste momento, deve ser feita nova sanificação, com concentração de cloro 10 vezes menor que a primeira (20mg.L^{-1}). Após esta sanificação, podem ser feitos tratamentos químicos adicionais e aplicação de filmes, que têm a função de prolongar a vida útil das rodela de abacaxi minimamente processado, e esperar a drenagem por 5 minutos. Por fim, deve-se acondicionar 250g do produto em bandejas rígidas de tereftalato de polietileno (PET), previamente higienizadas, e armazená-las a 5° C, por 12 dias.

Melão: o ponto de colheita ideal ocorre no momento em que se visualiza 25% de rachaduras no pedúnculo. Na área suja da indústria, devem ser descartadas as frutas com podridões e defeituosas. A lavagem deve ser feita em água corrente, com o auxílio de esponja e detergente neutro, e a sanificação consiste na imersão dos frutos em solução de cloro a, no mínimo, 200mg.L^{-1} por 10 minutos. A água da solução deve estar em torno de 20° C e o pH ajustado para 6,0 a 6,5. O descascamento seguido de corte em fatias e, opcionalmente, pedaços, deve ser feito manualmente, com o uso de facas higienizadas (a higienização das facas pode ser realizada em solução clorada ou termicamente em estufa). Em seguida, os pedaços são enxaguados com água clorada (50mg.L^{-1}), por 30 segundos, e deixados drenar por 3 minutos. Os pedaços podem ser embalados em bandejas de tereftalato de polietileno, e armazenados a 7° C, por 9 dias.

Referências

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças : fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 783 p. il. color.

ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Resumos**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 61 p.

ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa, MG. **Palestras, resumos e oficinas**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 242 p.

ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4.; SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 1., 2006, São Pedro, SP. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas**. Piracicaba: USP/ESALQ: CYTED, 2006. 258 p.

MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças: Sebrae, 2007. 531 p.



Agroindústria de Alimentos

CGPE 8215

Mais Alimentos

Um plano da agricultura familiar para o Brasil

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

