

EMBALAGENS PARA VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS – FRESH CUT

Claire I.G.L. Sarantópoulos

O conceito de comercialização de vegetais minimamente processados, ou seja, frescos, higienizados e cortados (descascados), tem sido aplicado comercialmente para alface, agrião, rúcula, espinafre e outras hortaliças de folha, cenoura, couve-flor, brócoli, cebola, repolho e suas combinações em saladas mistas. O processo também é usado para frutas. Os vegetais minimamente processados, também denominados fresh cut, são comercializados em porções de varejo ou no mercado institucional (restaurantes, hotéis, fast food etc.). Normalmente são produtos crus, muito perecíveis e suas células estão vivas, respirando.

A especificação de sistemas de embalagem com atmosfera modificada para frutas e hortaliças frescas é muito complexa, pois diferentemente dos outros alimentos estes produtos continuam respirando após a colheita e durante a comercialização. O controle dos processos fisiológicos é a chave para conservação de vegetais frescos e pode ser feito pela embalagem.

As operações envolvidas na produção de vegetais minimamente processados incluem: (1) pré-seleção e lavagem para remover a terra, insetos, agroquímicos e matérias estranhas; (2) aplicação de um agente anti-microbiano (fungicida, cloro, sanitizante, ar ou água quente etc.) e resfriamento; (3) remoção de partes injuriadas; (4) remoção de partes não comestíveis (casca); (5) corte; (6) remoção da água de lavagem (centrifugação); (7) incorporação de aditivos para ajuste de pH (ácido ascórbico/cítrico), para controle microbiológico (benzoato de sódio, sorbato de potássio), controle da oxidação (ácido ascórbico, bissulfito, ácido eritrórbico, cisteína) e para modificação na textura (cálcio).

O pré-processamento torna as frutas e hortaliças mais perecíveis do que antes da higienização e corte. Na comercialização desses produtos a embalagem é um requisito essencial para a manutenção da qualidade.

O princípio de conservação de vegetais por meio de embalagens com atmosfera modificada é diferente daquele dos produtos que não respiram, como carne, massas frescas, queijos etc. No caso dos alimentos que respiram, a tecnologia visa retardar a respiração, o amadurecimento, a senescência, a perda de clorofila, a perda de umidade, o escurecimento enzimático e, conseqüentemente, as alterações de qualidade advindas destes processos. Atmosferas com 3 a 8% de O₂ e 3 a 10% de CO₂ têm potencial para aumentar a vida útil destes produtos e viabilizar a comercialização de frutas e hortaliças minimamente processadas, embora para cada vegetal exista uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade. A atmosfera escolhida e o sistema de embalagem devem

ser testados, pois algumas concentrações de O₂ e CO₂ podem acelerar a deterioração ao invés de preservar os vegetais.

A redução do teor de O₂ e a elevação da concentração de CO₂ cria uma atmosfera modificada capaz de diminuir a velocidade das alterações bioquímicas e fisiológicas relacionadas à senescência, fundamentalmente a velocidade da respiração, à produção de etileno, às mudanças na composição química do produto e ao seu amolecimento. Outros efeitos verificados foram a redução da sensibilidade ao etileno, menor injúria pelo frio e menor severidade no ataque de patógenos ao produto.

A diminuição do O₂ e a elevação do CO₂ exercem efeitos independentes e, em muitos casos, sinérgicos sobre a respiração e sobre outros processos metabólicos. A velocidade da respiração se reduz com baixos teores de O₂ e certas concentrações de CO₂. Baixos teores de O₂ reduzem a produção de etileno nos tecidos vegetais e altos teores de CO₂ inibem tanto a síntese como a ação de etileno (acelerador de maturação e causador de injúrias fisiológicas). Contudo, concentrações muito baixas de O₂ ou muito altas de CO₂ ou uma relação CO₂ /O₂ muito alta podem levar à respiração anaeróbia e a desordens fisiológicas, a exemplo de: amadurecimento irregular, desenvolvimento de sabor/odor estranhos (off-flavors) e aumento da susceptibilidade à deterioração. O desenvolvimento de off-flavors ocorre em consequência da respiração anaeróbia que leva a um acúmulo de etanol, acetaldeído e certos ácidos orgânicos. Geralmente isto ocorre em teores de O₂ abaixo de 2% e teores de CO₂ acima de 20%. Nas embalagens de vegetais a anaerobiose, além de estar associada a injúrias fisiológicas, é indesejável pois cria um risco de crescimento de microorganismos patogênicos anaeróbios, como o *Clostridium botulinum*. Portanto, recomenda-se um teor mínimo de 2 a 3% de O₂ durante toda a estocagem, para que não se crie condições que representem um risco de saúde pública.

Cada fruto e hortaliça tem uma tolerância diferente ao O₂ e CO₂, que também depende de uma dada combinação de tempo e temperatura. Também responde de maneira diferente às alterações de O₂ e CO₂ dentro da embalagem. A alta umidade ao redor das frutas e hortaliças reduz a desidratação superficial e o consequente murchamento.

A atmosfera ao redor do produto, em termos de composição gasosa e de vapor d'água, que determina a sua conservação, fica a cargo da embalagem. Ela deverá apresentar propriedades de barreira compatíveis com a atmosfera modificada de equilíbrio que se deseja manter para aumentar a durabilidade do produto.

Para o sucesso da utilização de embalagens com atmosfera modificada para frutas e hortaliças minimamente processadas (fresh cut), vários fatores devem ser considerados: (1) seleção da cultivar e do estágio de maturação, para satisfazer os atributos de qualidade; (2) boas práticas de colheita e manuseio pós-colheita; (3) processamento mínimo adequado; (4) refrigeração controlada e (5) atmosfera adequada no espaço-livre da embalagem.

O controle da temperatura e boas condições sanitárias são imprescindíveis para o sucesso da tecnologia. Assim, tratamentos fitossanitários e processos adequados de higienização devem ser aplicados nos vegetais que serão embalados em atmosfera modificada.

ESPECIFICAÇÃO DA EMBALAGEM

A especificação da embalagem para vegetais fresh cut requer a otimização de parâmetros físicos, químicos, bioquímicos e ambientais. Dentre os parâmetros físicos devem ser considerados: o tamanho da embalagem em relação ao peso de produto, o volume de espaço-livre no interior da embalagem e suas características de permeabilidade a gases e ao vapor d'água. A injeção de gases na embalagem ou a adição de absorvedores (a fim de reduzir os conteúdos de etileno, CO₂, O₂ e vapor d'água) também são fatores físicos a serem otimizados. A reatividade química de absorvedores incorporados em polímeros ou adicionados na forma de sachet deve ser conhecida e controlada. Fatores bioquímicos relacionados ao produto são parâmetros relevantes da especificação, tais como: espécie do vegetal, cultivar, região de crescimento, peso por embalagem, relação área superficial/volume, qualidade inicial, estágio de desenvolvimento e sensibilidade ao etileno. Fatores ambientais como temperatura, luz, severidade do pré-processamento e stress mecânico de manuseio e transporte, também deverão ser considerados na especificação da embalagem apropriada.

Quando um vegetal é acondicionado e fechado dentro de uma embalagem plástica, a concentração de O₂ no espaço-livre da embalagem tende a decrescer e a concentração de CO₂ se eleva, devido à respiração (processo que consome O₂ e libera CO₂), estabelecendo-se uma atmosfera de equilíbrio em função de um estado de equilíbrio entre a difusão de gases através da embalagem e a respiração do produto. A composição dessa atmosfera de equilíbrio é função de: (1) concentração inicial de gases no espaço-livre da embalagem; (2) taxa de permeabilidade a gases do material; (3) área da embalagem; (4) volume do espaço-livre; (5) peso do produto; (6) fator de proporcionalidade entre a taxa de respiração do vegetal e a concentração de O₂ ao seu redor e (7) temperatura. Antes do fechamento a embalagem pode conter ar, pode sofrer evacuação parcial ou total ou pode receber a injeção de uma atmosfera otimizada para conservação do vegetal. Em todos os casos haverá uma tendência de se atingir a atmosfera de equilíbrio, que deve ser aquela que maximize a durabilidade do produto. Caso a taxa de permeabilidade a gases esteja bem compatibilizada com a taxa de respiração do produto na atmosfera injetada, esta atmosfera será igual à de equilíbrio durante a estocagem, caso não haja flutuações de temperatura e/ou crescimento microbológico no produto.

Quando os vegetais são fechados dentro de embalagens plásticas com ar, durante a estocagem a modificação da atmosfera é passiva, ou seja, ocorre em função da respiração do produto e da permeação de gases pela embalagem. Quando se faz a injeção de uma mistura gasosa na embalagem tem-se uma atmosfera modificada ativa, embora essa atmosfera ainda possa se modificar durante a estocagem.

Um filme plástico específico tem sua aplicação limitada na preservação de vegetais, devido a sua taxa de permeabilidade a gases específica. Assim, uma série de filmes com barreiras diferentes são necessários para preservar o frescor de frutas e hortaliças fresh cut, com diferentes taxas de respiração. Os filmes atualmente indicados para este propósito são:

1. Polietilenos com diferentes densidades, inclusive os lineares de ultra baixa densidade;
2. Policloreto de vinila – PVC, com diferentes teores de plastificantes;
3. Poliestireno;
4. Copolímeros de etileno e acetato de vinila – EVA, com diferentes teores de acetato de vinila;
5. Blendas e co-extrusão de poliolefinas com polímeros de altíssima permeabilidade como

polibutadieno e polimetilpenteno;

6. Filmes poliolefinicos com incorporação de materiais inorgânicos porosos (a exemplo de zeólitos, oya stone, cristobalita...);

7. Filmes com diferentes espessuras (por exemplo, PEBDL com espessura de 15 a 40 μ);

8. Filmes microperfurados (inclusive a laser) com diferentes tamanhos e números de furos ou microfuros (20 a 100 μ de diâmetro)/área;

9. Filmes a base de polipropileno biorientados, com diferentes espessuras e grau de orientação, laminados ou não; e

10. Filmes poliolefinicos com catalisadores do tipo metaloceno.

As taxas de permeabilidade ao O₂ destes filmes estão na faixa de 1000 a 16000 cm³ (CNTP)/m² /dia a 25°C e 1 atm. Os filmes podem ser destinados a equipamentos automáticos form-fill-seal verticais ou horizontais ou serem fornecidos como sacos para enchimento manual ou automático. Existe para muitos filmes a opção de características anti-embuçantes (anti-fog) e de fácil abertura.

Muitas vezes o sistema de embalagem para frutas e hortaliças exige não só os filmes especiais como também materiais auxiliares como sachets absorvedores de etileno e controladores de umidade.

EFEITO DA TEMPERATURA

A maioria dos processos que ocorrem nos tecidos vegetais estão associados a reações enzimáticas, cuja velocidade depende da temperatura. Por essa razão é difícil manter efetivamente a qualidade dos vegetais minimamente processados sem um controle rígido da temperatura.

O problema é ainda mais agravado pelo fato do aumento da temperatura não exercer o mesmo efeito sobre a taxa de respiração do vegetal e sobre a taxa de permeabilidade a gases da embalagem, alterando a atmosfera de equilíbrio ao redor do produto.

A influência da temperatura na taxa de respiração de frutas e hortaliças é maior na faixa de 0 a 10° C do que no intervalo de 15 a 25°C. Isto indica que os sistemas de embalagem especificados para estocagem a temperaturas mais baixas toleram menos a flutuação de temperatura afetando os teores dos gases na atmosfera de equilíbrio e/ou mudando o tempo necessário para que o equilíbrio seja atingido. Assim os sistemas de embalagem que apresentam uma relação inadequada entre a taxa de permeabilidade do material e a taxa de respiração do produto podem funcionar no início da estocagem à baixa temperatura. Na verdade, a baixa temperatura apenas reduz o consumo de O₂ no espaço-livre da embalagem, retardando um eventual equilíbrio anaeróbio. Este sistema de embalagem rapidamente entra em anaerobiose quando colocado à alta temperatura.

Não é tarefa fácil preservar o frescor de vegetais fresh cut de maneira efetiva e reprodutiva, devido à diversidade de tipos de matéria-prima, formas, características iniciais de qualidade, características fisiológicas e variações no ambiente de distribuição e comercialização. Portanto, a especificação de um sistema de embalagem para vegetais fresh cut é um problema complexo, cuja solução envolve testes experimentais.