

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

Shelf life of minimally processed cabbage stored under modified atmosphere and refrigeration

Autores | Authors

✉ Maria Madalena RINALDI

Universidade Estadual de Goiás (UEG)
Faculdades de Engenharia Agrícola e
Química Industrial
Caixa Postal: 459
CEP: 75110-390
Anápolis/GO - Brasil
e-mail: rinaldi@ueg.br

Benedito Carlos BENEDETTI

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP)
Faculdade de Engenharia Agrícola
e-mail: benedetti@agr.unicamp.br

Celso Luiz MORETTI

EMBRAPA/CNPH
Laboratório de Pós-Colheita
e-mail: moretti@cnph.embrapa.br

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 09/11/2007
Aprovado | Approved: 05/06/2008

Resumo

Com o objetivo de determinar a vida útil de repolho minimamente processado, o mesmo foi acondicionado em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 32 µm de espessura contendo ou não a mistura gasosa de 2% O₂ + 6,5% CO₂ + 91,5% N₂, em bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme de policloreto de vinila (PVC) com 20 µm de espessura. O produto foi armazenado por 16 dias a 5 °C e 95% de umidade relativa, em balcão refrigerado similar àqueles utilizados em lojas de conveniência e supermercados, com o intuito de representar os locais de comercialização a varejo, com temperatura média de 2,7 °C ± 3,3 °C e 95% de umidade relativa. Analisou-se a concentração gasosa (O₂ e CO₂) no interior das embalagens, além de coliformes termotolerantes, contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, bolores e leveduras, *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes* e análise sensorial (Análise Descritiva Quantitativa - ADQ Modificada) no repolho minimamente processado. Considerando-se a análise sensorial, a vida útil do repolho minimamente processado foi de 11 dias para todos os tratamentos, com exceção dos submetidos ao balcão refrigerado nas embalagens de PEBD, com ou sem a injeção de mistura gasosa, que apresentaram vida útil de 16 dias. No entanto, todos os tratamentos apresentaram contagem alta de coliformes totais, aeróbios mesófilos e bolores e leveduras, limitando a vida útil do produto a 7 dias. Não foi verificada a presença de *Salmonella* sp e *L. monocytogenes*, e a contagem de coliformes fecais foi abaixo de 10 UFC.g⁻¹.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *capitata*; Microbiologia; Embalagem; Atmosfera modificada ativa; Atmosfera modificada passiva.

Summary

The objective of this work was to determine the shelf life of fresh-cut cabbage stored in low density polyethylene (LDPE) film packages, 32 µm thickness, either filled or not with a gas mixture of 2% O₂ + 6.5% CO₂ + 91.5% N₂, and on polystyrene trays wrapped with polyvinyl chloride (PVC), 20 µm thickness. The product was stored for 16 days in a cold room at 5 °C and 95% relative humidity, and in a refrigerated display similar to those found in supermarket and convenience stores, simulating retailers conditions, with mean temperature of 2.7 °C ± 3.3 °C and 95% relative humidity. The following variables were analyzed: carbon dioxide and oxygen concentrations inside the packages, thermotolerant coliforms, mesophylic aerobic microorganisms, moulds, yeasts, *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes* and sensory quality (Quantitative Descriptive Analysis – modified QDA) in the fresh-cut cabbage. Considering the sensory analysis, the shelf life of the fresh-cut cabbage was 11 days for all treatments, except for those stored in the refrigerated display in LDPE plastic films, filled or not with the gas mixture, which showed 16 days of shelf life. However, all treatments showed high values for total coliforms, aerobic mesophylic microorganisms, moulds and yeasts, limiting the product's shelf life to 7 days. *Salmonella* sp and *L. monocytogenes* were not detected and fecal coliform counts remained below 10 CFU.g⁻¹.

Key words: *Brassica oleracea* var. *capitata*; Microbiology; Package; Active modified atmosphere; Passive modified atmosphere.

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

1 Introdução

Uma das tendências da indústria de alimentos é fornecer alimentos que facilitem o preparo e o consumo, mantendo suas características nutritivas e sensoriais e ao mesmo tempo proporcionando segurança em relação à contaminação microbiana. Essa necessidade deve-se ao aumento na renda da população, ao maior número de pessoas morando sozinhas, às mulheres participando ativamente do mercado de trabalho, às famílias menores e às pessoas melhor informadas sobre a necessidade de consumo de alimentos nutritivos e saudáveis. Para atender essa necessidade surgiram os produtos minimamente processados.

Por ser um processo que não adota nenhum tipo de tratamento térmico em sua preparação, que possa assegurar a inativação dos microrganismos, a matéria-prima deve apresentar o mínimo de contaminação, para evitar possíveis problemas ao consumidor. Segundo Vanetti (2004), a garantia da segurança microbiológica dos produtos submetidos ao processamento mínimo dependerá de um controle rigoroso dos processos de produção da matéria-prima, processamento mínimo e comercialização do produto final.

De acordo com Andrade et al. (2004), apesar de todo o crescimento verificado no setor de minimamente processados no Brasil, nos últimos anos, é crescente o relato de doenças infecciosas associadas ao consumo desses produtos. Bactérias como *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *Shigella*, virotipos patogênicos de *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*; vírus como os causadores da hepatite A e da gastroenterite Norwalk e parasitas como *Giardia lamblia*, *Cyclospora cayetanensis* e *Cryptosporidium parvum* são patógenos que estão relacionados com surtos de infecção alimentar em razão do consumo de frutas e hortaliças frescas contaminadas (BEUCHAT, 2002).

A baixa acidez das hortaliças as torna mais suscetíveis a *L. monocytogenes*. Esta bactéria exibe difícil controle, apresentando crescimento em uma ampla faixa de temperatura, de 1 a 45 °C, com temperatura ótima de 30 a 37 °C. A estocagem do produto a baixas temperaturas detém o crescimento deste patógeno, mas não a sua sobrevivência (LAMIKANRA, 2002).

Segundo Nguyen-The e Carlin (1994), a microbiota dos produtos minimamente processados é bastante variada com a presença de coliformes termotolerantes, leveduras, bolores, microbiotas mesofílicas, pectinolíticas e outras. Estes mesmos autores afirmam que em repolho há a predominância de microbiota mesofílica, bactéria láctica, leveduras e bolores. Fantuzzi et al. (2004) observaram a presença de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos em repolho minimamente processado.

A condição de armazenamento desses produtos pode aumentar ou diminuir a população microbiana. Populações microbianas aumentam mais rapidamente com a elevação da temperatura de armazenamento (BAL et al., 2003). De acordo com Farber (1991), a concentração de oxigênio e dióxido de carbono também pode afetar o crescimento microbiano. O dióxido de carbono pode aumentar a fase *lag* da curva de crescimento dos microrganismos causando-lhes danos severos, e baixos níveis de oxigênio geralmente inibem o crescimento de microrganismos aeróbios.

O repolho, bem como os demais produtos minimamente processados, necessita ser acondicionado em embalagens que garantam a segurança do produto, mantendo-o fresco e prolongando a sua vida útil. A atmosfera geralmente recomendada para vegetais é aquela com baixo nível de oxigênio (abaixo de 10%) e elevado nível de dióxido de carbono. No entanto, cada produto necessita de uma determinada atmosfera específica e adequada ao mesmo, normalmente diferindo daquelas utilizadas para o mesmo produto *in natura*.

Em combinações requeridas de temperatura, concentrações de O₂ e CO₂ variam com o tipo de vegetal, a variedade, a origem e a estação (BALLANTYNE et al., 1998). A ótima concentração de O₂ para o armazenamento do repolho minimamente processado está entre 2,2 e 4,3% (KAWANO et al., 1984). Para Kader et al. (1998), o repolho intacto apresenta excelentes condições de armazenamento e transporte nas seguintes condições: 0 a 5 °C de temperatura; 2 a 3% de O₂ e 3 a 6% de CO₂. Entretanto, Gorny (2003) recomenda a mesma faixa de temperatura e 5 a 7,5% de O₂ e 15% de CO₂, com exceção do repolho Chinês cuja concentração de O₂ e CO₂ deve ser de 5%.

Diante do exposto, o trabalho teve o objetivo de determinar a vida útil do repolho minimamente processado acondicionado em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 32 µm de espessura contendo ou não a mistura de 2% O₂ + 6,5% CO₂ + 91,5% N₂, em bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme de policloreto de vinila (PVC) com 20 µm de espessura mantidas à temperatura de 5 °C e 95% de umidade relativa, e em balcão refrigerado na temperatura de 2,7 ± 3,3 °C e 95% de umidade relativa por 16 dias.

2 Material e métodos

Repolhos (*Brassica oleracea* var. *capitata*) da cultivar *Sagitarius* foram obtidos de plantação comercial, com 90 dias de campo, localizada no município de Morungaba/SP. Após a colheita, o produto foi transportado em caixas plásticas sem refrigeração para o Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP), onde o experimento foi

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

realizado. Anteriormente ao processamento mínimo, os repolhos foram selecionados, lavados em água corrente e resfriados em câmara fria na temperatura de 5 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa. O processamento mínimo consistiu em corte manual das cabeças de repolho em quatro partes, na retirada das partes internas (talos), no fatiamento em tiras (3 mm) em processador industrial de alimentos marca SKYMPSEN, modelo PA-7L, em enxágüe (3 min) em água tratada, na imersão (10 min) em solução sanitizante de hipoclorito de sódio (150 mg.L^{-1} de cloro ativo), em enxágüe (5 min) com solução (5 mg.L^{-1}) do mesmo sanitizante e centrifugação (5 min) em centrífuga com velocidade angular média de $800 \times g$. A temperatura da água de lavagem, sanitização e enxágües foi de 5 ± 2 °C, já a temperatura ambiente foi mantida a 15 ± 3 °C. Adotaram-se as Boas Práticas de Fabricação (VANETTI, 2004).

O repolho minimamente processado (300 g) foi acondicionado em bandejas de poliestireno expandido ($210 \times 140 \times 20$ mm) revestidas com filme esticável de policloreto de vinila (PVC), $20 \mu\text{m}$ de espessura, com taxa de permeabilidade ao oxigênio de $8.212 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, dióxido de carbono de $61.260 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e área de permeação de 730 cm^2 . O fechamento desta embalagem foi realizado por aquecimento na parte inferior da bandeja, em uma seladora marca BARBI, modelo B-500. Utilizou-se também a embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) (250×350 mm), $32 \mu\text{m}$ de espessura, sem perfurações, com taxa de permeabilidade ao oxigênio de $6.169 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, área de permeação de 1.750 cm^2 e taxa de permeabilidade ao vapor de água de $14,2 \text{ g de água m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Esta embalagem foi fechada em uma seladora marca BARBI, modelo TI 400. Nesta embalagem, testou-se também a injeção de uma mistura gasosa de $2\% \text{ O}_2 + 6,5\% \text{ CO}_2 + 91,5\% \text{ N}_2$, utilizando-se uma seladora marca SELOVAC, modelo 200B. Procurou-se utilizar filmes flexíveis com taxas de permeabilidade ao oxigênio de $7.700 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e ao dióxido de carbono de $42.000 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, conforme sugeridas por Cameron et al. (1995) e Oliveira et al. (1996).

As embalagens contendo o produto foram armazenadas durante 16 dias em câmara frigorífica na temperatura de 5 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa, em balcão refrigerado com porta de vidro reto, marca GELOPAR, modelo GERC 210-R1, similar aos utilizados em lojas de conveniência e supermercados, com o intuito de representar os locais de comercialização a varejo, com temperatura média de $2,7 \pm 3,3$ °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa. O termostato do balcão refrigerado foi ajustado na posição 1, que de acordo com as orientações do fabricante deveria proporcionar uma temperatura média no interior do balcão em torno de 10 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa. Além disso, 6 termopares previamente calibrados foram colocados em seu interior sendo 3 na

prateleira superior (1 à esquerda, 1 ao centro e 1 à direita) e outros 3 na prateleira inferior, nas mesmas posições. Os dados de temperatura foram coletados por um *Data logger* marca ECO-série 5000, modelo 5100, com leituras a cada 5 min.

Após o processamento mínimo do repolho e nos dias 4, 7, 9, 11, 14 e 16 de armazenamento, analisou-se a concentração em porcentagem de oxigênio e dióxido de carbono no interior das embalagens em um analisador de gás (*Head Space Analyser*, MOCON modelo 650). As análises microbiológicas para coliformes termotolerantes, contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e contagem total de bolores e leveduras foram realizadas de acordo com Silva et al. (2001). Nestas análises os coliformes termotolerantes foram determinados pela técnica do Número Mais Provável (NMP.g⁻¹). A contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade, e a contagem total de bolores e leveduras pelo método de plaqueamento em superfície. A contagem foi realizada em aparelho contador de colônias manual, modelo CP 608, e os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra (UFC.g⁻¹). A determinação de *Salmonella* sp. foi realizada somente após o processamento mínimo do repolho, conforme metodologia descrita por Downes e Ito (2001), e a análise de *L. monocytogenes* foi realizada no 1º, 7º e 14º dia de armazenamento, utilizando-se a metodologia descrita pela AOAC RI – AOAC Research Institute (2000).

Para a análise sensorial utilizou-se a metodologia classificada como Análise Descritiva Quantitativa Modificada (ADQ Modificada), na qual uma equipe de 13 julgadores treinados avaliou os atributos: escurecimento, murchamento, aparência geral e presença de aroma “passado” no repolho minimamente processado. Para as análises de escurecimento, murchamento e aparência geral, as amostras de repolho minimamente processado foram apresentadas monadicamente, de forma aleatória, em pratinhos plásticos de cor branca, codificados com números aleatórios de três dígitos, sendo que para cada amostra foi entregue uma ficha de avaliação sensorial. As amostras para a avaliação do aroma “passado” foram apresentadas simultaneamente em copos plásticos perfurados de cor branca, cobertos e tampados com papel alumínio perfurados, também codificados com números aleatórios de três dígitos, sendo entregue uma única ficha de avaliação sensorial para todas as amostras. Para tanto, os julgadores dispunham de uma escala horizontal não estruturada de 9 cm entre âncoras, sendo orientados a indicar cada amostra com um traço vertical na escala, na posição que melhor refletisse o seu julgamento com relação aos atributos estabelecidos. Foi estabelecido durante o treinamento dos julgadores, que para as análises de escurecimento, murchamento

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

e aroma “passado”, as escalas teriam variabilidade de forma crescente com extremos de “ausente” a “forte” para cada atributo, sendo considerada a nota máxima de 4,0 para a aceitabilidade e não desclassificação do produto. Para a aparência geral, a escala também variou de forma crescente com extremos de “muito ruim” a “muito boa”, sendo considerada a nota mínima de 5,0 para a aceitabilidade e não desclassificação do produto. Todas as análises foram realizadas em cabines próprias para análise sensorial, com luz branca.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento (PVC 5 °C e em balcão refrigerado, PEBD com ou sem a injeção da mistura gasosa a 5 °C e em balcão refrigerado), no qual estudou-se a interação entre os fatores: condições de armazenamento (5 °C, em balcão refrigerado, embalagem de PVC e PEBD com ou sem a injeção da mistura gasosa) e o tempo de armazenamento (0, 4, 7, 9, 11, 14 e 16 dias). A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do *software* ESTAT [s/d].

3 Resultados e discussão

A embalagem de PEBD com a injeção da mistura gasosa (Tabela 1) não apresentou alteração significativa na porcentagem de oxigênio até o 11º dia de armazenamento nas duas condições de armazenamento, com os valores de oxigênio mantendo-se na faixa recomendada

para o armazenamento do repolho (KAWANO et al., 1984). A partir do 11º dia de armazenamento ocorreu aumento significativo na concentração de oxigênio, atingindo 12,76% no 14º dia no produto mantido no balcão refrigerado. De acordo com Sarantópoulos et al. (2003), quando o produto está numa condição em que a concentração de oxigênio da atmosfera encontra-se próxima ou inferior a 10%, provavelmente a taxa respiratória do vegetal é menor, comparativamente à taxa de permeabilidade ao oxigênio da embalagem, resultando assim em aumento na concentração desse gás no interior da embalagem utilizada.

A embalagem de PVC, nas duas condições de armazenamento, apresentou redução significativa na concentração de oxigênio até o sétimo dia de armazenamento, chegando a 4,75% na embalagem mantida a 5 °C. Na embalagem de PEBD, sem a injeção da mistura gasosa mantida a 5 °C, a redução ocorreu até o 9º dia de armazenamento. Em balcão refrigerado, essa mesma embalagem apresentou redução significativa até o 4º dia de armazenamento (Tabela 1). O contato entre enzimas e substratos, após a desestruturação dos sistemas de membranas celulares, causado pelo corte do produto, acelera o processo respiratório do mesmo, resultando na redução dos níveis de O₂ no interior da embalagem (SAKR et al., 1997). A partir do 4º dia, os valores de oxigênio oscilaram entre 3,27 e 13,10% para a embalagem de PEBD sem a injeção da mistura gasosa, e entre 4,75 e 14,10%

Tabela 1. Valores médios de oxigênio e dióxido de carbono na atmosfera interna de embalagens contendo repolho minimamente processado armazenadas durante 16 dias em câmara frigorífica a 5 ± 1 °C e 95 ± 5% de umidade relativa e em balcão refrigerado a 2,7 ± 3,3 °C e 95 ± 5% de umidade relativa.

Dias	Teor de oxigênio (% v/v)					
	Tratamentos					
	PVC		PEBD sem a injeção da mistura gasosa		PEBD com a injeção da mistura gasosa	
	5 °C	Balcão refrigerado	5 °C	Balcão refrigerado	5 °C	Balcão refrigerado
0	21,00 ^{Aa}	21,00 ^{Aa}	21,00 ^{Aa}	21,00 ^{Aa}	2,00 ^{Bb}	2,00 ^{Bc}
4	9,10 ^{Ab}	6,91 ^{Adc}	7,47 ^{Adc}	5,82 ^{BAc}	2,03 ^{CBb}	1,54 ^{Cc}
7	4,75 ^{BAC}	5,62 ^{BAd}	6,54 ^{Adc}	3,27 ^{BAC}	2,74 ^{BAb}	2,29 ^{Bc}
9	10,72 ^{Ab}	5,09 ^{Bd}	4,01 ^{Bd}	3,86 ^{Bc}	3,83 ^{Bb}	3,32 ^{Bc}
11	9,91 ^{Ab}	10,69 ^{Acb}	8,79 ^{Acb}	4,18 ^{Bc}	3,48 ^{Bb}	3,25 ^{Bc}
14	11,80 ^{Ab}	10,21 ^{Acb}	12,97 ^{Ab}	13,10 ^{Ab}	12,40 ^{Aa}	12,76 ^{Aa}
16	12,33 ^{BAb}	14,10 ^{Ab}	5,79 ^{Cdc}	6,31 ^{Cc}	12,74 ^{Aa}	8,27 ^{CBb}
	Teor de dióxido de carbono (% v/v)					
0	0,03 ^{Bf}	0,03 ^{Be}	0,03 ^{Bf}	0,03 ^{Be}	6,50 ^{Aa}	6,50 ^{Aa}
4	3,66 ^{Cb}	4,56 ^{Ba}	6,10 ^{Aa}	5,90 ^{Aa}	5,06 ^{Bb}	5,20 ^{Bb}
7	4,60 ^{Aa}	4,63 ^{Aa}	4,66 ^{Ab}	4,56 ^{Ab}	4,46 ^{Acb}	4,73 ^{Acb}
9	2,80 ^{Cc}	3,37 ^{CBb}	4,00 ^{BAb}	4,00 ^{BACb}	3,97 ^{BAdc}	4,27 ^{Adc}
11	2,60 ^{Bdc}	2,56 ^{Bc}	2,90 ^{Bc}	3,87 ^{Ac}	3,60 ^{Ad}	3,90 ^{Ad}
14	1,63 ^{Ae}	1,56 ^{Ad}	1,84 ^{Ad}	1,80 ^{Ad}	1,84 ^{Ae}	1,90 ^{Ae}
16	2,07 ^{Aed}	1,80 ^{BAd}	1,07 ^{Ce}	1,14 ^{Cd}	1,90 ^{BAe}	1,40 ^{CBe}

Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,01).

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

para a PVC, encontrando-se, na maioria dos períodos de análise, com concentração inferior à atmosférica e superior à faixa recomendada para o armazenamento do repolho minimamente processado (ZAGORY, 1999).

A embalagem de PEBD com a injeção da mistura gasosa não manteve a concentração inicial de 6,5% de dióxido de carbono, chegando a 5,06% no 4º dia na temperatura de 5 °C. No entanto, de maneira geral, mesmo não ocorrendo diferença estatisticamente significativa em alguns períodos de análise, este tratamento apresentou a maior concentração deste gás durante todo o armazenamento. Apesar de não ter sido realizada a determinação da taxa de permeabilidade ao CO₂ da embalagem utilizada, possivelmente a maior atividade respiratória do produto pode ter compensado, em parte, o dióxido de carbono perdido através da embalagem (ZAGORY, 1995). De maneira geral, não ocorreu estabilidade na concentração de CO₂ durante todo o armazenamento, independente da embalagem, atmo-

fera e condição de armazenamento, não atingindo uma atmosfera de equilíbrio na embalagem.

Não foi detectada a presença de *Salmonella* sp. logo após o processamento mínimo do repolho, bem como coliformes fecais durante os 16 dias de armazenamento. Também não foi detectada a presença de *L. monocytogenes* nas amostras analisadas no 1º, 7º e 14º dia de armazenamento, correspondendo aos padrões preconizados pela legislação vigente (ANVISA, 2001).

Logo após o processamento mínimo, o repolho apresentou uma contagem inicial de 3 ciclos logarítmicos para coliformes totais (Tabela 2), mantendo-se inalterada até o 4º dia, somente no produto mantido na embalagem de PEBD com a injeção da mistura gasosa nas duas condições de armazenamento. Os demais tratamentos apresentaram 4 ciclos logarítmicos neste mesmo período. No 7º dia de armazenamento, o produto acondicionado na embalagem de PEBD sem a injeção da mistura gasosa, mantida a 5 °C e a mesma embalagem com a injeção

Tabela 2. Contagem de coliformes totais, microrganismos aeróbios mesófilos e bolores e leveduras em repolho minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens armazenadas durante 16 dias em câmara frigorífica a 5 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa e em balcão refrigerado a $2,7 \pm 3,3$ °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa por 16 dias.

Dias	Contagem de coliformes totais (UFC.g ⁻¹)					
	Tratamentos					
	PVC		PEBD sem a injeção da mistura gasosa		PEBD com a injeção da mistura gasosa	
	5 °C	Balcão refrigerado	5 °C	Balcão refrigerado	5 °C	Balcão refrigerado
0	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$
4	$2,0 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$
7	$5,6 \times 10^5$	$5,4 \times 10^6$	$4,1 \times 10^4$	$2,6 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$	$6,4 \times 10^4$
9	$1,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$5,1 \times 10^4$	$3,7 \times 10^5$	$5,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$
11	$1,1 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$	$1,8 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$
14	$1,4 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$6,1 \times 10^5$	$3,8 \times 10^6$	$6,3 \times 10^6$	$7,1 \times 10^6$
16	$3,8 \times 10^7$	$9,3 \times 10^7$	$6,7 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$9,5 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$
	Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos (UFC.g ⁻¹)					
0	$9,5 \times 10^4$	$9,5 \times 10^4$	$9,5 \times 10^4$	$9,5 \times 10^4$	$9,5 \times 10^4$	$9,5 \times 10^4$
4	$1,8 \times 10^5$	$2,2 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$
7	$2,0 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$6,4 \times 10^4$	$9,0 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$	$6,5 \times 10^5$
9	$6,4 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$	$6,6 \times 10^4$	$2,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$
11	$1,9 \times 10^6$	$2,1 \times 10^6$	$4,8 \times 10^5$	$4,7 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$	$4,7 \times 10^6$
14	$3,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^7$	$1,7 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$
16	$1,8 \times 10^7$	$5,2 \times 10^7$	$4,8 \times 10^6$	$3,2 \times 10^7$	$5,2 \times 10^6$	$1,9 \times 10^7$
	Contagem de bolores e leveduras (UFC.g ⁻¹)					
0	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$
4	$2,0 \times 10^5$	$4,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$
7	$5,6 \times 10^5$	$5,4 \times 10^6$	$4,1 \times 10^4$	$2,6 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$	$6,4 \times 10^4$
9	$1,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$5,1 \times 10^4$	$3,7 \times 10^5$	$5,5 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$
11	$1,1 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$	$1,8 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	$2,4 \times 10^6$
14	$1,4 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$6,1 \times 10^5$	$3,8 \times 10^6$	$6,3 \times 10^6$	$7,1 \times 10^6$
16	$3,8 \times 10^7$	$9,3 \times 10^7$	$6,7 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$9,5 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

da mistura gasosa também mantida a 5 °C e em balcão refrigerado apresentaram 4 ciclos logarítmicos, sendo uma contaminação inferior aos demais tratamentos.

O repolho minimamente processado submetido a esta mesma embalagem, com e sem a injeção da mistura gasosa mantida a 5 °C, apresentou 5 ciclos logarítmicos de coliformes totais no 11º dia. Em balcão refrigerado o produto acondicionado na mesma embalagem com a injeção da mistura gasosa apresentou estes valores no 9º dia de armazenamento.

No final do experimento (16º dia) apenas o produto mantido na embalagem de PEBD sem a injeção da mistura gasosa apresentou 6 ciclos. Os demais tratamentos apresentaram 7 ciclos logarítmicos de coliformes totais. Estes valores são considerados altos para produtos minimamente processados (GUERZONI et al., 1996). A contagem de coliformes totais alcançou 6 ciclos logarítmicos para todos os tratamentos no 14º dia de armazenamento de couve-flor minimamente processada. Entretanto, para a rúcula, em todas as embalagens estudadas, com exceção da PVC 20 µm, o produto apresentou contagem baixa durante os 14 dias de armazenamento (SIGRIST, 2002).

A contagem inicial de microrganismos aeróbios mesófilos foi de 4 ciclos logarítmicos, sendo que o acondicionado na embalagem de PEBD sem a injeção da mistura gasosa mantido a 5 °C não apresentou aumento até o 9º dia de armazenamento (Tabela 2). No 11º dia este tratamento apresentou 5 ciclos logarítmicos, sendo inferior aos demais tratamentos que não variaram até o 4º dia, com exceção do produto mantido na embalagem de PVC na temperatura de 5 °C com 5 ciclos. No final do armazenamento, o produto acondicionado na embalagem de PEBD com ou sem a injeção da mistura gasosa mantido a 5 °C apresentou 6 ciclos logarítmicos, resultando em menor contaminação que os demais tratamentos que apresentaram 7 ciclos logarítmicos. Fantuzzi et al. (2004) obtiveram uma contagem inicial de microrganismos aeróbios mesófilos de aproximadamente 10^4 UFC.g⁻¹ em repolho minimamente processado; no entanto, os valores não variaram durante 20 dias de armazenamento nas temperaturas de 1 e 5 °C, diferindo assim do ocorrido nesse experimento. Já a 12 °C, temperatura considerada abusiva, após 5 dias de armazenamento, ocorreu aumento de cerca de 3 ciclos logarítmicos. Aos 10 dias de estocagem, os autores observaram deterioração considerável.

Larson et al. (1997) também detectaram aumento de contaminantes em repolho minimamente processado. Após 3 dias de armazenamento a 12 °C, a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos aumentou de 10^5 UFC.g⁻¹ para 10^8 UFC.g⁻¹. Piagentinni et al. (1997) compararam o número de aeróbios mesófilos em repolho minimamente processado mantido a 12 e 20 °C, em relação ao mantido a 4 °C, observando também um

aumento da ordem de 2 a 3 ciclos logarítmicos nas temperaturas mais altas. Para Barry-Ryan e O'Beirne (2000), contagens de mesófilos acima de 10^7 - 10^8 UFC.g⁻¹ indicam o término da vida útil dos produtos minimamente processados.

As populações de bolores e leveduras (Tabela 2) apresentaram uma contagem inicial de $6,3 \times 10^3$ UFC.g⁻¹, chegando a um máximo de 10^7 UFC.g⁻¹, no final do armazenamento, no produto acondicionado nas embalagens de PVC e PEBD com a injeção da mistura gasosa, na temperatura de 5 °C e em balcão refrigerado. O repolho mantido na embalagem de PEBD sem a injeção da mistura gasosa apresentou 6 ciclos logarítmicos, neste mesmo período. Até o 4º dia de armazenamento o produto mantido na mesma embalagem com a injeção da mistura gasosa não apresentou variação dos valores iniciais, sendo que a partir desse período igualou-se ao mantido sem a injeção da mistura, apresentando um ciclo inferior aos demais no 16º dia.

De maneira geral, pode-se afirmar que a injeção da mistura gasosa na embalagem de PEBD estudada não apresentou benefícios significativos na redução da população de microrganismos no repolho minimamente processado, ao contrário do que se esperava, pois devido à redução na concentração de oxigênio e ao aumento do dióxido de carbono na atmosfera interna da embalagem, provavelmente o desenvolvimento dos microrganismos seria reduzido (JACXSENS et al., 2002). De acordo com Daniels et al. (1985) e Farber (1991), geralmente a modificação da atmosfera no interior das embalagens, associada a baixas temperaturas, pode inibir o desenvolvimento de alguns microrganismos deterioradores, como é o caso de bolores, leveduras e coliformes fecais. No entanto, para Berrang et al. (1990) a utilização de atmosfera controlada não apresentou efeito significativo no controle microbiano em aspargos e couves-flores.

Francis et al. (1999) afirmam que ainda são pouco conhecidos os efeitos potenciais da tecnologia de atmosfera modificada no crescimento e sobrevivência de patógenos.

Para bolores e leveduras não foram encontradas referências que cite a contagem limitante da vida útil dos produtos minimamente processados. No entanto, apesar de ainda não existir uma legislação definida para os produtos minimamente processados, de acordo com a Resolução RDC 12 (ANVISA, 2001), o limite tolerado para segurança de alimentos é de 10^3 UFC.g⁻¹.

Apesar da considerável contaminação de coliformes totais, aeróbios mesófilos e bolores e leveduras em todos os tratamentos, de acordo com a análise sensorial do produto, o repolho minimamente processado não se apresentou com aspecto de deterioração microbiana, tais como, odores desagradáveis, aparência limosa e exudação, sendo questionável a determinação da vida

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

útil do mesmo de acordo com o número de microrganismos presentes. Estes resultados correspondem aos descritos por Zagory (1999), que afirma que pelo menos para alguns produtos, de acordo com dados disponíveis na literatura, a extensão da vida útil de frutas e hortaliças frescas parece não depender dos efeitos dos microrganismos.

Ocorreu escurecimento significativo (Tabela 3) no repolho minimamente processado, em todos os tratamentos aos quais foi submetido durante armazenamento. No entanto, o maior escurecimento (5,71) ocorreu no produto mantido na embalagem de PEBD com a injeção

da mistura gasosa mantida a 5 °C no 14º dia de armazenamento. De acordo com a pré-determinação, juntamente com os julgadores, da nota máxima (4,0) aceitável para a aceitabilidade deste produto quanto ao escurecimento, apenas os repolhos mantidos nas embalagens de PVC a 5 °C no 14º dia, PVC em balcão refrigerado no 16º dia e PEBD com a injeção da mistura gasosa a 5 °C no 14º dia foram considerados inadequados para comercialização e consumo.

O repolho minimamente processado apresentou diferença significativa para o murchamento, quando submetido a diferentes temperaturas e embalagens

Tabela 3. Notas médias atribuídas pelos provadores ao escurecimento, murchamento, aparência geral e aroma “passado” em repolho minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens armazenadas durante 16 dias em câmara frigorífica a 5 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa e em balcão refrigerado a $2,7 \pm 3,3$ °C e $95 \pm 5\%$ de umidade relativa por 16 dias.

Dias	Escurecimento					
	Tratamentos					
	PVC		PEBD sem a injeção da mistura gasosa		PEBD com a injeção da mistura gasosa	
	5 °C	Balcão refrigerado	5 °C	Balcão refrigerado	5 °C	Balcão refrigerado
0	0,00 ^{Ag}	0,00 ^{Af}	0,00 ^{Ag}	0,00 ^{Ae}	0,00 ^{Af}	0,00 ^{Af}
4	0,37 ^{Af}	0,34 ^{Ae}	0,29 ^{Bf}	0,21 ^{Bd}	0,21 ^{Bd}	0,32 ^{Ae}
7	0,75 ^{Cd}	0,34 ^{De}	0,85 ^{Bd}	1,18 ^{Aa}	0,09 ^{Ee}	0,37 ^{De}
9	0,55 ^{Ce}	2,77 ^{Ac}	0,55 ^{Ce}	0,76 ^{Bc}	0,23 ^{Dd}	0,74 ^{Bc}
11	1,30 ^{Ab}	1,09 ^{Bd}	1,35 ^{Ac}	0,74 ^{Cc}	0,63 ^{Dc}	1,00 ^{Bb}
14	4,10 ^{Ba}	2,92 ^{Db}	3,64 ^{Ca}	1,19 ^{Fa}	5,71 ^{Aa}	1,44 ^{Ea}
16	0,86 ^{Ec}	4,30 ^{Aa}	1,54 ^{Cb}	0,99 ^{Db}	4,00 ^{Bb}	0,62 ^{Fd}
	Murchamento					
0	0,43 ^{Af}	0,43 ^{Af}	0,43 ^{Af}	0,43 ^{Af}	0,43 ^{Ae}	0,43 ^{Ad}
4	0,65 ^{Be}	0,43 ^{Cf}	0,85 ^{Ad}	0,19 ^{Eg}	0,30 ^{Df}	0,47 ^{Cd}
7	1,45 ^{Ac}	1,27 ^{Bd}	0,68 ^{Ee}	1,12 ^{Cb}	0,73 ^{Dd}	1,21 ^{Ba}
9	1,06 ^{Cd}	1,61 ^{Ac}	0,87 ^{Ed}	0,91 ^{Dc}	0,43 ^{Fe}	1,14 ^{Bb}
11	1,68 ^{Ab}	1,01 ^{Ee}	1,58 ^{Bb}	0,56 ^{Fe}	1,48 ^{Cc}	1,19 ^{Db}
14	2,31 ^{Ba}	2,30 ^{Bb}	2,34 ^{Ba}	1,35 ^{Ca}	2,73 ^{Aa}	1,28 ^{Da}
16	0,43 ^{Df}	2,44 ^{Aa}	0,95 ^{Bc}	0,68 ^{Cd}	2,49 ^{Ab}	0,66 ^{Cc}
	Aparência geral					
0	8,60 ^{Aa}	8,60 ^{Aa}	8,60 ^{Aa}	8,60 ^{Aa}	8,60 ^{Aa}	8,60 ^{Aa}
4	8,08 ^{Cb}	8,09 ^{Cb}	7,85 ^{Db}	8,40 ^{Ab}	8,21 ^{Bb}	8,03 ^{Cb}
7	7,58 ^{Dc}	7,74 ^{Cc}	7,86 ^{Bb}	7,02 ^{Ef}	8,10 ^{Ac}	7,91 ^{Bc}
9	7,25 ^{Bd}	4,82 ^{Ff}	6,14 ^{Ee}	7,14 ^{Ce}	7,54 ^{Ad}	6,84 ^{De}
11	6,64 ^{De}	7,15 ^{Cd}	6,58 ^{Ed}	7,52 ^{Ad}	7,35 ^{Be}	7,34 ^{Bd}
14	4,27 ^{Ef}	4,97 ^{Ce}	4,89 ^{Df}	7,03 ^{Af}	2,96 ^{Fg}	6,72 ^{Be}
16	7,35 ^{Cd}	3,94 ^{Fg}	6,90 ^{Dc}	7,70 ^{Bc}	4,78 ^{Ef}	8,00 ^{AcB}
	Aroma “passado”					
0	0,00 ^{Af}	0,00 ^{Ae}	0,00 ^{Ae}	0,00 ^{Ae}	0,00 ^{Ae}	0,00 ^{Ag}
4	0,13 ^{Be}	0,10 ^{Bd}	0,28 ^{Ad}	0,16 ^{Bd}	0,21 ^{Ac}	0,06 ^{Cf}
7	0,27 ^{Bd}	0,21 ^{Bc}	0,21 ^{Bd}	0,22 ^{Bc}	0,08 ^{Cd}	0,38 ^{Ad}
9	0,51 ^{Bb}	0,42 ^{Cb}	0,52 ^{Bb}	0,68 ^{Aa}	0,21 ^{Dc}	0,51 ^{Bc}
11	1,07 ^{Aa}	0,46 ^{Db}	0,57 ^{Cb}	0,45 ^{Db}	0,54 ^{Cb}	0,71 ^{Bb}
14	0,41 ^{Ac}	0,16 ^{Dd}	0,37 ^{Bc}	0,12 ^{Dd}	0,21 ^{Cc}	0,14 ^{De}
16	0,44 ^{Ec}	0,61 ^{Da}	1,38 ^{Aa}	0,65 ^{Da}	0,98 ^{Ca}	1,19 ^{Ba}

Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

durante o armazenamento (Tabela 3). O maior escurecimento (2,73) foi atribuído ao produto acondicionado na embalagem de PEBD com a injeção da mistura gasosa, mantida na temperatura de 5 °C no 14º dia de armazenamento, não sendo considerado como um valor limitante para a comercialização do produto.

Logo após o processamento mínimo o produto apresentou um valor de 8,6 para a aparência geral (Tabela 3). Essa nota é considerada alta, considerando o valor máximo (9,0) da escala utilizada. Apenas os repolhos minimamente processados mantidos nas embalagens de PVC na temperatura de 5 °C no 14º dia, PVC em balcão refrigerado no 9º, 14º e 16º dia, PEBD sem a injeção da mistura gasosa no 14º dia e PEBD com a injeção da mistura gasosa a partir do 14º dia de armazenamento receberam notas inferiores ao valor (5,0) pré-estabelecido como mínimo para a aceitabilidade do produto quanto à aparência geral. A menor nota (2,96) atribuída para a aparência geral do repolho minimamente processado durante todo o armazenamento ocorreu no 14º dia no produto mantido na embalagem de PEBD com a injeção da mistura gasosa a 5 °C.

De acordo com as notas atribuídas e os comentários realizados pelos julgadores nas fichas de avaliação sensorial, a variável crítica de qualidade verificada em todos os tratamentos foi a qualidade visual, influenciada principalmente pelo escurecimento do repolho minimamente processado, uma vez que as notas de aparência geral foram relacionadas principalmente ao grau de escurecimento do produto (Tabela 3). Outro fator considerado pelos julgadores na aparência geral do produto, embora de menor importância, foi a desuniformidade de corte apresentada pelo produto, cujo equipamento utilizado para esta finalidade não garantiu a uniformidade de corte desejada para o repolho minimamente processado.

Para o aroma “passado” também ocorreu variação significativa entre os tratamentos. No entanto, foi observada leve presença de aroma “passado” (Tabela 3) durante o armazenamento do repolho minimamente processado, sendo que a maior nota (1,38) ocorreu no 16º dia de armazenamento no produto mantido na embalagem de PEBD sem a injeção da mistura gasosa armazenada na temperatura de 5 °C. Para este atributo, todos os tratamentos mantiveram-se abaixo do limite máximo (4,0) de aceitabilidade durante todo o armazenamento.

4 Conclusões

Considerando-se a análise sensorial, a vida útil do repolho minimamente processado foi de 11 dias para todos os tratamentos, com exceção dos repolhos submetidos ao balcão refrigerado na embalagem de PEBD com ou sem a injeção da mistura gasosa, que apresentaram vida útil de 16 dias. No entanto, todos os tratamentos apresentaram contagem alta de coliformes totais, aeróbios

mesófilos e bolores e leveduras, limitando a vida útil do produto em 7 dias. De acordo com as análises microbiológicas, o repolho minimamente processado apresentou ausência de *Salmonella* sp e *L. monocytogenes*, além de coliformes fecais abaixo de 10 UFC.g⁻¹.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, à Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP e à CAPES pelos auxílios concedidos. À empresa *White Martins* (Praxair Inc.) pelo fornecimento integral das misturas gasosas.

Referências

- AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001. In: SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. p. 269-297.
- ANDRADE, N. J.; ANTUNES, M. A.; BASTOS, M. S. R. Higiene nas indústrias de alimentos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2004. p. 40-47.
- AOAC RI - **AOAC Research Institute, 2000**. Certification Report – Bax for Screenig/*Listeria monocytogenes*: Performance Tested Method 000702. Disponível em: <http://aoac.org/RI/000702.htm>. Acesso em: 20 ago. 2003.
- BAI, J.; SAFTNER, R. A.; WATADA, A. E. Characteristics of fresh-cut honeydew (*Cucumis melo* L.) available to processors in winter and summer and its quality maintenance by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v. 28, n. 11, p. 349-359, 2003.
- BALLANTYNE, A.; STARK, R.; SELMAN, J. D. Modified atmosphere packaging of shredded lettuce. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 23, n. 2, p. 267-274, 1998.
- BARRY-RYAN, C.; O'BEIRNE, D. Effects of peeling methods on the quality of ready-to-use carrot slices. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 35, n. 2, p. 243-254, 2000.
- BERRANG, M. E.; BRACKETT, R. E.; BEUCHAT, L. R. Microbial, color and textural qualities of fresh asparagus, broccoli, and cauliflower stored under controlled atmosphere. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 53, n. 5, p. 391-395, 1990.
- BEUCHAT, L. R. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. **Microbes and Infection**, Paris, v. 4, n. 4, p. 413-423, 2002.
- CAMERON, A. C.; TALASILA, P. C.; JOLLES, D. W. Predicting film permeability needs for modified – atmosphere packaging

Vida útil de repolho minimamente processado em atmosfera modificada e refrigeração

RINALDI, M. M. et al.

- of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 25-34, 1995.
- DANIELS, J. A.; KRISHNAMURTHI, R.; RIZVI, S. S. H. A review of the effect of carbon dioxide on microbial growth and food quality. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 48, n. 5, p. 532-537, 1985.
- DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association – APHA, 2001. 676 p.
- ESTAT – **Sistema para análises estatísticas**. Pólo Computacional/ Departamento de Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, 1994.
- FANTUZZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M. C. D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 207-211, 2004.
- FARBER, J. M. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology – a review. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 54, n. 1, p. 58-70, 1991.
- FRANCIS, G. A.; THOMAS, C.; O'BEIRNE, D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 34, n. 1, p. 1-22, 1999.
- GORNY, J. R. **A Summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables**. *Acta Horticulturae* (ISHS), Leuven, v. 2, n. 600, p. 609-14, 2003. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/600/600_92.htm>.
- GUERZONI, M. E.; GIANOTTI, A.; CORBO, M. R.; SINIGAGLIA, M. Shelf-life modelling for fresh-cut vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v. 9, n. 2, p. 195-207, 1996.
- JACXSENS, L.; DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J. Predictive modelling for packaging design: equilibrium modified atmosphere packages of fresh-cut vegetables subjected to a simulated distribution chain. **International Journal of Food Microbiology**, Turin, v. 73, n. 2-3, p. 331-342, 2002.
- KADER, A. A.; SINGH, R. P.; MANNAPPERUMA, J. D. Technologies to extend the refrigerated shelf life of fresh fruits and vegetables. In: TAUB, I. A.; SINGH, R. P. (eds.). **Food Storage Stability**. Florida: Boca Raton CRC Press, 1998. p. 419-434.
- KAWANO, S.; ONODERA, T.; HAYAKAWA, A.; KAWASHINA, K.; IWAMOTO, M. Cold storage of shredded cabbage. **Report of the National Food Research Institute**, Yatabe, Ibaraki (Japan), n. 45, p. 86-91, 1984.
- LAMIKANRA, O. Fresh-cut Fruits and Vegetables. **Science, Technology and Market**. Washington: CRC Press, 2002.
- LARSON, A. E.; JOHNSON, E. A.; BARMORE, C. R.; HUGHES, M. D. Evaluation of the botulism hazard from vegetables in modified atmosphere packaging. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, n. 10, p. 1208-1214, 1997.
- NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 34, n. 4, p. 371-340, 1994.
- OLIVEIRA, L. M.; ALVES, R. M. V.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; PADULA, M.; GARCIA, E. E. C.; COLTRO, L. **Ensaio para Avaliação de Embalagens Plásticas Flexíveis**. Campinas: Ed. Centro de Tecnologia de Embalagem – ITAL, 1996. 219 p.
- PIAGENTINNI, A. M.; PIROVANI, M. E.; GUEMES, D. R.; DI PENTIMA, J. H.; TESSI, M. A. Survival and growth of *Salmonella hadar* on minimally processed cabbage as influenced by storage abuse conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 3, p. 616-618, 1997.
- SAKR, S.; NOUBAHNI, M.; BOURBOULOUX, A.; RIESMEIER, J.; FROMMER, W. B.; SAUER, N.; DELROT, S. Cutting, ageing and expression of plant membrane transporters. **Biochimica & Biophysica Acta**, Netherlands, v. 1330, n. 2, p. 207-213, 1997.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; TELES, C. S.; COPPELMANS, S.A. Efeitos da embalagem e da temperatura de estocagem na qualidade de couve minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 185-190, 2003.
- SIGRIST, J. M. M. **Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas**. Piracicaba, 2002. 112 p. Tese - (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 317 p.
- VANETTI, M. C. D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2004. p. 30-32.
- ZAGORY, D. Principles and Practice of Modified Atmosphere Packaging of Horticultural Commodities. In: FARBER, J. M.; DODDS, S. K. L. (Eds.). **Principles of Modified-Atmosphere and Sous-Vide Product Packaging**. Lancaster: Technomic Publishing Co Inc., 1995. p.175-204.
- ZAGORY, D. Effects of post-processing handling and packaging on microbial populations. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v. 15, n. 3, p. 313-321, 1999.