

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE DESCASCAMENTO EM BETERRABA MINIMAMENTE PROCESSADA

Ricardo Alfredo Kluge^{1*}; Cléber Alves Costa²; Maria Carolina Dario Vitti³; Maria das Graças Ongarelli⁴; Luiz Antônio Gallo⁵; Murilo de Melo⁵; Celso Luiz Moretti⁶

¹ Professor Doutor Bolsista do CNPq, Depto de Ciências Biológicas/ ESALQ-USP, C. Postal 9, 13418-900, Piracicaba-SP. E-mail: rakluge@esalq.usp.br. *Autor da correspondência.

² Bacharel em Ciências dos Alimentos, ESALQ-USP. E-mail: cacosta@esalq.usp.br

³ Doutoranda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, ESALQ-USP. E-mail: mcdvitti@esalq.usp.br

⁴ Técnica de Nível Superior, Depto de Ciências Biológicas/ESALQ-USP. E-mail: mgong@esalq.usp.br

⁵ Professor Associado, Depto de Ciências Biológicas/ ESALQ-USP

⁶ Pesquisador, Bolsista do CNPq, Embrapa Hortaliças, Brasília-DF. email:celso@cnpq.br

Palavras chave: *Beta vulgaris*, esbranquiçamento, vida de prateleira, betalainas.

RESUMO

Beterrabas minimamente processadas apresentam vida de prateleira baixa, mesmo sob refrigeração, devido à descoloração superficial que deprecia a qualidade do produto. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito de três tipos de descascamento em beterraba minimamente avaliando sua qualidade durante a conservação refrigerada. Os descascamentos utilizados foram manuais, com faca de aço inoxidável e descascador, e mecânico, com disco de abrasão. O armazenamento foi realizado a 5°C durante dez dias. Beterrabas descascadas manualmente (faca ou descascador) apresentaram menor taxa respiratória e menor perda de betalainas que o método mecânico por abrasão. Entretanto, através da análise sensorial (qualidade visual), verificou-se que a vida máxima de conservação foi de 6 dias, independente do tipo de descascamento. O esbranquiçamento foi o principal problema associado com a máxima vida pós-colheita de beterraba minimamente processada.

EVALUATION OF DIFFERENT TYPES OF PEELING IN FRESH-CUT BEET ROOT

Key words: *Beta vulgaris*, whiteness, shelf life, betalains

ABSTRACT

Minimally processed beet root show a reduced shelf life due mainly to the loss of superficial color (whiteness). The objective of this study was to verify the effect of different types of peeling on the quality of fresh-cut beet root during cold storage. The methods of peeling used were: manual with knife stainless steel; manual peeler and mechanical peeler (with abrasive disc). After minimal processing the product was stored at 5°C during 10 days. Beet root manually peeled (knife or peeler) showed lower respiratory rate and lower loss of betalains pigments than those mechanically peeled. However, quality visual analysis showed that shelf life was of 6 days, independent of peeling method. The main quality problem observed was the whiteness in the cut surface of product.

INTRODUÇÃO

O processamento mínimo, usualmente, descreve um produto fresco, adequadamente descascado, fatiado ou cortado, pronto para o consumo ou preparo, contrastando com as técnicas de processamento convencional, a qual inclui o congelamento, o enlatamento, a secagem, etc (Bolin & Huxsoll, 1991).

A fisiologia dos produtos hortícolas minimamente processados é, essencialmente, a fisiologia de tecidos vegetais que sofreram injúrias. As operações de descascamento, corte e centrifugação, envolvidas no processamento mínimo, provocam uma série de injúrias nos tecidos. Assim, o comportamento destes produtos é semelhante ao que ocorre em tecidos de plantas ou órgãos submetidos a condições de estresses. Este comportamento inclui o aumento na respiração e produção de etileno, o estímulo à formação de metabólitos secundários de defesa e o aumento na proliferação de microorganismos patogênicos. Outras conseqüências da injúria são de natureza química e física, como escurecimento enzimático, oxidação de lipídios ou aumento na perda de água (Brecht, 1995; Watada & Qi, 1999).

Assim, os produtos minimamente processados apresentam maior taxa de deterioração se comparado ao produto inteiro, considerando que, com o corte, os tecidos internos do vegetal são expostos (causando um estresse celular) e o metabolismo é acelerado, aumentando a velocidade de deterioração.

Dentre as hortaliças minimamente processadas no Brasil, a beterraba vem aumentando a sua importância. A beterraba é uma raiz tuberosa de cor vermelho-arroxeadas devido à presença de betalaínas. As betalaínas são produtos naturais provenientes do metabolismo secundário, e pertencente ao grupo dos compostos nitrogenados alcalóides. São pigmentos hidrossolúveis e são divididos em duas classes: as betacianina (cor avermelhada) e as betaxantina (cor amarelada), caracterizando a coloração típica das raízes. Estes pigmentos, além de fornecerem cor à beterraba, são importantes substâncias antioxidantes para a dieta humana (Kanner et al., 2001).

Embora crescente no mercado de minimamente processados, a beterraba tem apresentado alguns problemas tecnológicos, como a descoloração superficial, dano semelhante ao que ocorre em cenoura minimamente processada, denominado "white blush" (Barry-Ryan & O'Beirne, 2000). Tem sido verificado que os processos de lavagem e enxágue, realizados após o corte do produto, têm favorecido a perda das betalaínas, o que pode estar associada à descoloração superficial que causa um esbranquiçamento. O corte mais comumente empregado em beterraba minimamente processada é do tipo retalho, com 2mm de espessura, sendo que os sintomas de esbranquiçamento neste tipo de corte já podem ser verificados após um dia de armazenamento. O método de descascamento comumente empregado é o mecânico por disco abrasivo, sendo que outros métodos não têm sido estudados. O objetivo do experimento foi avaliar a qualidade de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de descascamento durante o armazenamento refrigerado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Raízes tuberosas de beterraba do tipo 'Early Wonder' foram adquiridas de um produtor da região de Piracicaba, São Paulo, Brasil. As mesmas foram previamente selecionadas quanto a firmeza, ausência de danos mecânicos e infecção fúngica, sendo posteriormente pré-lavadas em água corrente e colocadas em câmara fria a 10°C para serem minimamente processadas.

O produto foi submetido a três tipos de descascamento: a) descascamento manual: utilizando faca de aço inoxidável; b) descascamento manual: utilizando descascador manual, tipo raspador, de madeira e com lâmina de aço inoxidável; c) descascamento mecânico: utilizando disco abrasivo.. Após o descascamento as raízes de beterraba foram submetidas ao corte padrão utilizando uma processadora Robot Coupe com discos em retalhos com 2mm de espessura.

Após o corte, o material foi sanitizado por 6 minutos em água clorada (200 ppm de cloro ativo) com objetivo de reduzir os riscos de contaminação, e enxaguada por 1 minuto em água para retirar o excesso de cloro. Para a

retirada do excesso de água, as beterrabas minimamente processadas foram centrifugadas a 2200 rpm por 1 minuto. O produto foi então pesado (150g) e acondicionado em bandejas de poliestireno expandido (Figura 1), envolvidas por filme de policloreto de vinila (PVC) com 14 micras de espessura.

Após o preparo, o produto foi armazenado durante 10 dias a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, sendo avaliado a cada 2 dias.

As seguintes variáveis foram determinadas: a) taxa respiratória: 150g de beterraba minimamente processada foram colocadas em jarros de vidro com capacidade de 600mL, permanecendo hermeticamente fechados por períodos de 1 hora. Em cada tampa dos jarros foi colocado um septo de borracha através do qual retirou-se a amostra de gás. Com uma seringa de 1mL foi coletada uma amostra de cada jarro e injetada em cromatógrafo a gás (Thermoquest GC Trace 2000) com detector de ionização de chama (FID). O gás de arraste foi o hidrogênio, a um fluxo de 25mL/ minuto. As temperaturas mantidas no aparelho foram de 80°C para a coluna, 100°C no injetor, 250°C no detector e 350°C no metanador. Como padrão foi utilizada uma mistura de gases da White Martins. Os resultados foram expressos em $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$; b) produção de etileno: os procedimentos para obtenção da amostra foram os mesmos descritos para a taxa respiratória. Como padrão foi utilizado etileno puro, da White Martins; c) teor de sólidos solúveis totais: uma gota do suco das amostras, proveniente da trituração em mixer, foi colocada em um refratômetro digital e os resultados expressos em oBrix.; d) teores de betalaínas (betacianina e betaxantina): a metodologia utilizada foi adaptada de Nilson (1970). Amostras de 2g, previamente congelada em nitrogênio líquido, foram maceradas com 5mL de água destilada. A solução obtida foi colocada em tubetes e centrifugada a 4°C , rotação de 15000rpm, durante 50 minutos. Num tubo de ensaio foram homogeneizados 1mL do sobrenadante e 24mL de água destilada. Foram feitas leituras das amostras a 476nm, 538nm e 600nm em espectrofotômetro. Os cálculos foram realizados através das seguintes fórmulas: $x = 1,095 (a-c)$, $y = b-z-x/3,1$ e $z = a-x$, sendo: a =

leitura da amostra (538nm); b = leitura da amostra (476nm); c = leitura da amostra (600nm); x = absorção de betacianina; y = absorção de betaxantina; z = absorção de impurezas; e) coloração: Foi utilizado um colorímetro marca Minolta, com iluminante D65, realizando-se as leituras de L, a^* e b^* . As leituras foram realizadas diretamente sobre o produto minimamente processado. Após, foi calculado o índice de cor, através da fórmula $IC = 1000xa^*/Lxb^*$ segundo metodologia adaptada de Mazzuz (1996); f) perda de massa: determinada por diferença, em %, entre a massa inicial e final da repetição; g) Qualidade visual: Foi determinada através de uma escala hedônica de notas levando-se em consideração a aparência do produto, onde: 9 = excelente; 7 = bom; 5 = regular; 3 = ruim; 1 = péssimo. A descrição das notas foram: 9 = beterraba com aspecto de frescor e ausência de esbranquiçamento; 7 = beterraba com aspecto de frescor, porém com leve esbranquiçamento; 5 = beterraba com pouco aspecto de frescor e moderado esbranquiçamento; 3 = beterraba sem aspecto de frescor, elevado esbranquiçamento; 1 = beterraba totalmente desidratada e esbranquiçada. A nota 5 foi considerada como limite de comercialização e consumo. Para esta avaliação foram utilizados 25 julgadores.

Foi realizada uma caracterização inicial do produto, em quatro repetições após a centrifugação, sendo este período identificado como tempo zero.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×6 , onde os fatores estudados foram três tipos de descascamento e seis tempos de armazenamento, incluindo o tempo zero. Foram utilizados quatro repetições por tratamento, sendo cada uma composta por uma bandeja contendo 150g de beterraba minimamente processada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de diferença mínima significativa em teste de comparações múltiplas, em que as diferenças entre dois tratamentos maior que a soma de dois desvios padrões foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade (Shamaila et al., 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa respiratória do produto foi maior no descascamento mecânico em comparação ao descascamento manual (Figura 1). Entre os descascamentos manuais, o que utilizou descascador manual foi o que provocou a menor taxa respiratória nas beterrabas minimamente processadas. Foi observado um pico na atividade respiratória, em todos os tratamentos, após 2 dias de armazenamento, com posterior declínio. Este pico vem sendo freqüentemente observado em produtos minimamente processados (Rosen & Kader, 1989; Kato-Noguchi & Watada, 1997; Vitti et al., 2003). O aumento na respiração em produtos minimamente processados é decorrente da perda da compartimentação celular, provocada pelo corte, e pelo estímulo à produção de etileno, que faz elevar também a atividade respiratória, como forma de reparar os danos do corte (Brecht, 1995). Assim, verificou-se que o descascamento mecânico danifica mais as raízes de beterraba do que o descascamento manual o que pode estar associado à maior taxa respiratória. A redução na taxa respiratória, observada a partir do 4º dia é, provavelmente, devido à auto-regulação da atividade respiratória do tecido devido a grande produção de ATP (Purvis, 1997). É possível também que esta redução seja em função da parada de reações entre substratos respiratórios com as enzimas presentes nas células da superfície de corte, conforme preconiza Vitti et al. (2003). Portanto, a taxa respiratória observada a partir do 4º dia pode ser resultante das células localizadas abaixo da superfície injuriada pelo corte.

Barry-Ryan & O'Beirne (2000), estudando o efeito de diferentes métodos de descascamento (manual com descascador e processos mecânicos com abrasão fina e grossa) em cenouras minimamente processadas, verificaram que os métodos mecânicos provocaram maiores taxas respiratórias (principalmente a abrasão grossa) que o método manual, o que também foi verificado no presente trabalho.

O etileno não foi detectado em nenhum dos tratamentos aplicados, ao nível da sensibilidade do cromatógrafo utilizado ($>0,1$ ppm). De fato, a beterraba, por ser um produto não climatérico, apresenta baixa taxa

de produção de etileno, embora houvesse possibilidade de produção de etileno devido ao processamento mínimo, porém não ao nível detectável.

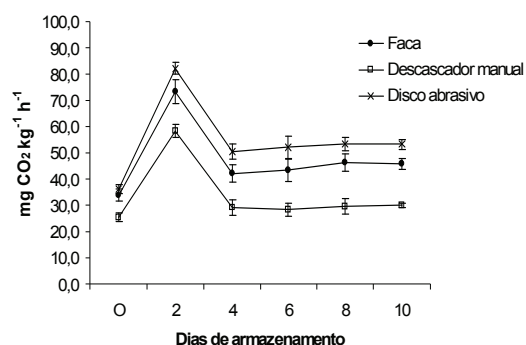


Figura 1. Taxa respiratória ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de beterrabas minimamente processadas em diferentes tipos de descascamento e armazenadas a 5°C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($n=4$).

Houve uma redução nos teores de betalaínas em todos os tratamentos ao longo do armazenamento (Figura 2), sendo que o descascamento mecânico com disco abrasivo originou os menores teores de betacianina e bataxantina que os descascamentos manuais, diferenças estas observadas logo após o descascamento e mantidas durante o armazenamento. No geral as perdas de pigmentos atingiram de 30 a 45%, em função dos tratamentos e período de armazenamento. Osornio & Chaves (1998) verificaram, em beterrabas raladas, perdas de até 50% nos pigmentos de betalaínas após 7 dias de armazenamento a 4°C. Assim verificou-se, também, que o descascamento mecânico provoca maiores perdas em atributos de qualidade importantes, notadamente no teor de betalaínas que, segundo Kanner et al. (2001), são fonte importante de antioxidantes para a dieta humana. O metabolismo das betalaínas após a colheita ainda não está bem estabelecido, mas acredita-se que haja uma degradação progressiva destes pigmentos. Acreditava-se, inicialmente, que a perda de pigmentos seria apenas superficial, proveniente das células danificadas com o corte.

Entretanto, observou-se que esta perda foi progressiva durante a conservação. Saltveit (2003) considera que a injúria do processamento, ao danificar as células superficiais, provoca a transmissão de um sinal bioquímico, ainda não identificado, às células adjacentes, provocando uma série de disfunções nestas. Além disso, considerando que os pigmentos de betalaínas são solúveis em água, os processos de lavagem, sanitização e enxague, onde há um contato direto das raízes com a água, contribuíram para a perda destes pigmentos. O descascamento mecânico com disco abrasivo, por danificar mais às células vegetais, provavelmente amplifica os efeitos bioquímicos das células adjacentes.

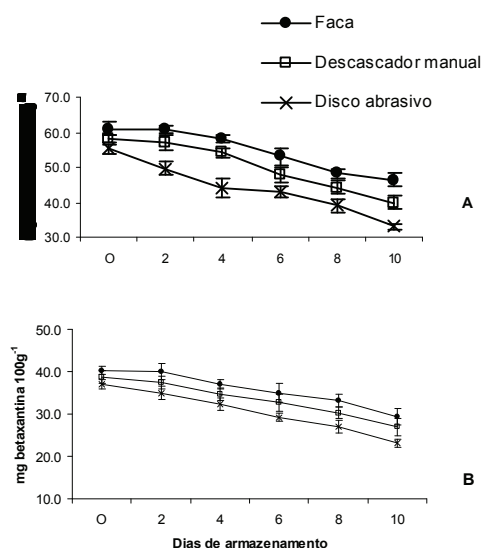


Figura 2. Teores de betalaínas (A = betacianina; B = betaxantina) em beterrabas minimamente processadas em diferentes tipos de descascamento e armazenadas a 5°C. Barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4).

O índice de cor (IC) variou de +20 a +10 para os diferentes tipos de descascamento (Figura 3), sendo similares aos resultados encontrados por Vitti (2003), que verificou valores de +18 a +10 para beterrabas raladas. O IC varia de -20 a +20, sendo que quanto mais positivo, mais intenso é o vermelho. Embora tenha havido diferenças para os teores de betalaínas entre os tipos de descascamento,

o mesmo não ocorreu para o IC. De fato, o IC é uma avaliação realizada sobre as células mais superficiais, que são aquelas que geralmente apresentam sintomas de esbranquiçamento, comum na beterraba (Vitti, 2003). Este distúrbio, também denominado na literatura como "white blush", torna o produto com aparência envelhecida e pouco atraente limitando sua vida de prateleira. Alguns pesquisadores consideram o esbranquiçamento como resultado da desidratação das células superficiais danificadas pelo processamento mínimo (Tatsumi et al., 1993; Avena -Bustillos et al., 1994), enquanto outros atribuem à síntese de lignina na superfície do corte o aspecto de esbranquiçamento (Bolin & Huxsoll, 1991). Ainda, para um outro grupo de pesquisadores o esbranquiçamento seria causado pela combinação dos dois processos, a desidratação e a formação de lignina (Cisneros-Zevallos et al., 1995).

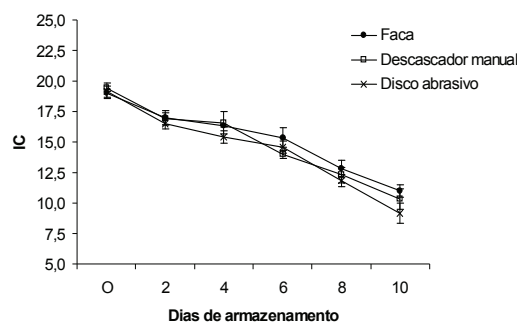


Figura 3. Índice de cor (IC) de beterrabas minimamente processadas em diferentes tipos de descascamento e armazenadas a 5°C. Barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4).

O fenômeno do esbranquiçamento e suas conseqüências ao mercado são reportados também comumente em outras hortaliças de raízes, como a cenoura. Segundo Cisneros-Zevallos et al. (1995), cenouras minimamente processadas armazenadas a 10°C por 9 dias apresentaram aproximadamente 39% de índice de esbranquiçamento (índice de medida de intensidade do esbranquiçamento de cenouras)

que representa, segundo estes autores, o grau moderado de esbranquiçamento.

Segundo Brecht (1995), muitos fatores podem afetar a intensidade da resposta à injúria do processamento e, conseqüentemente, do esbranquiçamento dos tecidos minimamente processados. São eles: espécies e variedades das frutas ou vegetais, grau de injúria, temperatura, concentração de O_2 e CO_2 , pressão de vapor de água e presença/ausência de inibidores. Dentre estes inibidores estão alguns tratamentos químicos e a aplicação de filmes comestíveis. Recentemente foi demonstrado que a aplicação de ácido cítrico, além de reduzir a respiração, ajudou na manutenção dos pigmentos de betalainas durante o armazenamento de beterraba minimamente processada, podendo este tratamento ser incorporado durante o processamento mínimo (Vitti, 2003). Segundo Avena-Bustillos et al. (1994), o tratamento com caseinato de sódio ou emulsão de ácido esteárico diminui o esbranquiçamento e a taxa respiratória de cenouras minimamente processadas. Bolin e Huxsoll (1991) verificaram que o ácido cítrico e o hidróxido de sódio praticamente inibiram o surgimento de esbranquiçamento de cenouras minimamente processadas. Já Li & Barth (1998) observaram que a aplicação de filmes comestíveis à base de celulose aumentou a retenção de β -caroteno em 15% e retardaram o esbranquiçamento da superfície de cenouras MP, estando estas aptas ao consumo após 28 dias de armazenamento a $1^\circ C$.

A perda de massa fresca observada em todos os tratamentos foi baixa, ao redor de 0,6%, não tendo sido verificada diferença significativa entre os diferentes tipos de descascamentos (Figura 4). Outros autores, trabalhando com cenouras minimamente processadas verificaram também baixas perdas de massa (<1%) durante a conservação do produto (Li & Barth, 1998; Barry-Ryan & O'Beirne, 2000).

Quanto ao teor de sólidos solúveis totais (SST) observou-se pequena variação no decorrer do experimento, tendo os valores oscilado entre $3,5^\circ$ e $4,5^\circ$ Brix, não tendo sido observada diferença significativa entre os tratamentos (Figura 5).

Através da análise da qualidade visual verificou-se que os três tipos de descascamento não diferiram entre si no que se refere à máxima vida pós-colheita (Figura 6), sendo o máximo de conservação obtido foi de 6 dias, independente do tipo de descascamento. O fator que mais depreciou a qualidade visual do produto foi o esbranquiçamento, semelhante ao que ocorre em cenouras, e no que se refere a esta desordem os julgadores não identificaram diferenças entre os tratamentos. Assim, embora o descascamento manual tenha proporcionado menores perdas de betalainas, pigmentos que dão coloração característica à beterraba, o esbranquiçamento também foi verificado, isso por que esta desordem ocorre superficialmente. Em cenouras, o esbranquiçamento é um pouco menos visível, devido à cor laranja de fundo do produto, enquanto que na beterraba, o esbranquiçamento é mais evidente, devido à cor vermelha do produto. De fato, visualmente este distúrbio fisiológico tem limitado a vida de prateleira de beterraba minimamente processada.

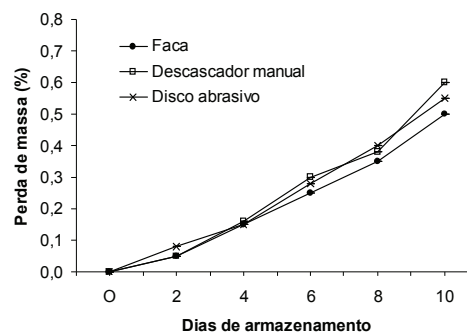


Figura 4. Perda de massa fresca (%) de beterrabas minimamente processada em diferentes tipos de descascamento e armazenadas a $5^\circ C$.

Atualmente, buscam-se produtos práticos e prontos para o preparo e consumo, mas também produtos de elevada qualidade e segurança alimentar. Neste sentido, pode se tornar discutível os estudos referentes ao aumento da vida útil do produto. Assim, os estudos e os cuidados devem estar mais voltados para a preservação da qualidade do

produto e a segurança alimentar do mesmo. Considerando que algum tipo de perda pós-colheita é praticamente inevitável, o tempo de 4 a 6 dias de vida de prateleira, mesmo sob refrigeração, parece garantir uma relativa manutenção da qualidade de beterraba minimamente processadas, principalmente no que se refere aos pigmentos de betalaínas, bem como a ausência de riscos de toxinfecção alimentar. No presente trabalho, através de testes rápidos, verificou-se que o produto estava dentro dos limites microbiológicos durante todo o período de armazenamento. De fato, em nível experimental, foi observado que a conservação de beterraba minimamente processada pode chegar a 10 dias a 5°C através da aplicação de ácido cítrico, além dos procedimentos normais de sanitização e enxágüe (Vitti, 2003), mas em nível comercial a temperatura de armazenamento é geralmente maior que 5°C, podendo chegar a 10-12°C, o que tem limitado a vida de prateleira em aproximadamente 4 dias. Assim, há a necessidade de, além de aplicar as técnicas de conservação oriundas da pesquisa, conscientizar as redes de comercialização da necessidade de manter o produto em temperatura adequada de armazenamento, para evitar problemas à saúde do consumidor e oferecer um produto de qualidade.

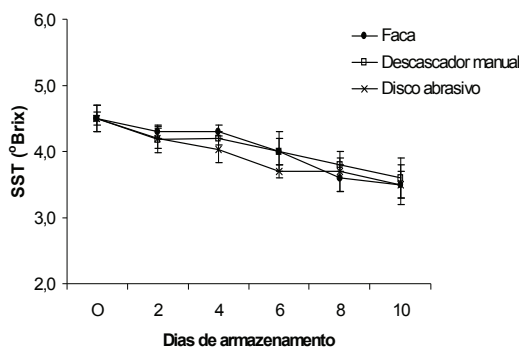


Figura 5. Teor de sólidos solúveis totais (SST) de beterrabas minimamente processada em diferentes tipos de descascamento e armazenadas a 5°C. Barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4).

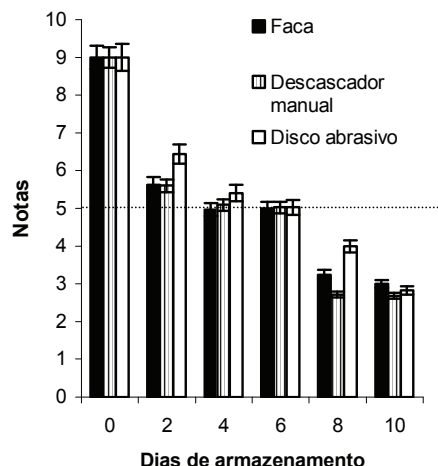


Figura 6. Qualidade visual de beterrabas minimamente processadas em diferentes tipos de descascamento. 9 = excelente: beterraba com aspecto de frescor e ausência de esbranquiçamento; 7 = bom: beterraba com aspecto de frescor, porém com leve esbranquiçamento; 5 = regular: beterraba com pouco aspecto de frescor e moderado esbranquiçamento; 3 = ruim: beterraba sem aspecto de frescor, elevado esbranquiçamento; 1 = péssimo: beterraba totalmente desidratada e esbranquiçada. A nota 5 foi considerada como limite de comercialização e consumo (linha horizontal tracejada).

CONCLUSÕES

O descascamento com disco abrasivo origina maior taxa respiratória e perda de pigmentos em beterraba minimamente processada que o descascamento manual. A durabilidade máxima de beterraba minimamente processadas atinge 6 dias, independente do tipo de descascamento, devido ao aparecimento de esbranquiçamento ("white blush").

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela Bolsa de Iniciação Científica ao segundo autor (processo nº 03/01649-9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avena-Bustillos, R.J.; Cisneros-Zevallos, L.A.; Krochta, J.M.; Saltveit, M.E. Application of casein-lipid edible film emulsions to reduce white blush on minimally processed

- carrots. *Postharvest Biology and Technology*, v.4, n.4, p.319-329, 1994.
- Barry-Ryan, C.; O'Beirne, D. Effects of peeling methods on the quality of ready-to-use car'rot slices. *International Journal of Food Science and Technology*, v.35, p.243-254, 2000.
- Bolin, H.R.; Huxsoll, C.C. Control of minimally processed carrot (*Dacus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. *Journal of Food Science*, v.56, n.2, p.416-418, 1991.
- Brecht, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, v.30, n.1, p.18-22, 1995.
- Cisneros-Zevallos, L.; Salveit, M.E.; Krochta, J.M. Mechanism of surface white discoloration of peeled carrots during storage. *Journal of Food Science*, v. 60, n.2, p. 320-323, 1995.
- Kanner, J.; Harel, S.; Granit, R. Betalains – a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.49, n.11, p.5178-5185, 2001.
- Kato-Noguchi, H.; Watada, A.E. Citric acid reduces the respiration of fresh-cut carrots. *HortScience*, v.32, n.1, p.136, 1997.
- Li, P.; Barth, M.M. Impact of edible on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. *Postharvest Biology and Technology*, v.14, p.51-60, 1998.
- Mazzuz, C. F. Calidad de frutos cítricos: manual para sugestion desde la recoleccion hasta la expedicion. Barcelona: Edicionas de Horticultura, 1996. 202p.
- Nilson, T. Studies into the pigments in beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *rubra* L.). *Lantbrukhogskolans Annaler*, v. 36, p.179-219, 1970.
- Osornio, M.M.L; Chaves, A.R. Quality changes in stored raw grated beetroots as affected by temperature and packaging film. *Journal of Food Science*, v.63, n.2, p.270-330, 1998.
- Purvis, A.C. The role of adaptive enzymes in carbohydrates oxidation by stressed and senescing plant tissues. *HortScience*, v.32, p.1165 –1168, 1997.
- Rosen, J.; Kader, A.A. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *Journal of Food Science*, v.54, p.656-659, 1989.
- Saltveit, M.E. Fresh-cut vegetables. In: BARTZ, J.A., BRECHT, J.K. (Eds.) *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. New York: Marcel Dekker, 2003. p.691-712.
- Shamaila, M.; Powrie, W.D.; Skura, B.J. Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. *Journal of Food Science*, v.57, p.1168-1172, 1992.
- Tatsumi, Y.; Watada, A.E.; Ling, P.P. Sodium chlorine treatment or waterjet slicing effects on white tissue development on carrot sticks. *Journal of Food Science*, v.58, n.6, p.1390-1392, 1993.
- Vitti, M.C. Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterrabas minimamente processadas. Piracicaba, 2003. 116p. (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- Vitti, M.C.D.; Kluge, R.A.; Yamamoto, L.K.; Jacomino, A.P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.4, p. 623-626, 2003.
- Watada, A.E.; Qi, L. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Thechnology*, v.15, n.3, p.201-205, 1999.