



AValiação Sensorial e Instrumental do Esbranquiçamento Superficial de Mini-Cenoura Durante o Armazenamento*

Joesse Maria de Assis Teixeira Kluge PEREIRA**

Valéria Paula Rodrigues MINIM***

José Benício Paes CHAVES***

■ **RESUMO:** Dentre os atributos de qualidade sensorial exigidos para mini-cenouras, a cor externa é um dos mais importantes. Este trabalho objetivou comparar dois métodos de avaliação da cor em mini-cenouras: instrumental (colorimetria) e sensorial (análise descritiva). Raízes de cenouras da variedade Indiana-F1 foram processadas na *Indústria Mr. Rabbit Farm Ltda.*, divididas em dois lotes, onde um seguiu o fluxograma de processamento da indústria e ao outro foi acrescentada a etapa de revestimento em solução polipeptídica a 2%. Os dois lotes foram armazenados em expositores verticais, sob duas temperaturas distintas, 5°C e 10°C, para posterior avaliação instrumental e sensorial da cor. A avaliação instrumental foi realizada com um colorímetro modelo Color Quest II (Sphere) ("Hunter Lab Reston", VA) calibrado para cor branca. O método sensorial foi realizado por uma equipe composta por nove provadores adequadamente selecionados e treinados, utilizando escala não estruturada de 9 cm. Os resultados obtidos da análise instrumental indicaram não haver diferença significativa ($p > 0,05$) entre as mini-cenouras com e sem revestimento, armazenadas a 5 e 10°C. Já nos resultados da equipe treinada foi verificada diferença entre as amostras ($p < 0,05$). Após 25 dias, as mini-cenouras revestidas foram classificadas, pela equipe treinada, com nenhum esbranquiçamento e as não revestidas como muito esbranquiçadas, demonstrando que o método sensorial foi mais eficiente para avaliação do esbranquiçamento de mini-cenouras.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Revestimento comestível; mini-cenoura; processamento mínimo; avaliação sensorial; esbranquiçamento.

INTRODUÇÃO

Dentre os atributos de qualidade sensorial exigidos para mini-cenouras, a cor externa é um dos mais importantes. Em geral, cenouras minimamente processadas têm vida de prateleira e aceitação limitadas ao esbranquiçamen-

to desenvolvido na superfície abrasada durante o armazenamento.⁶ Essa descoloração faz com que o produto tenha um aspecto envelhecido. Consumidores ao observarem o esbranquiçamento na cenoura minimamente processada relacionam-no com produto velho ou mofado. Esse esbranquiçamento é devido à ausência da epiderme protetora e danificação das células que tornam as cenouras mais vulneráveis à descoloração.⁹

O esbranquiçamento dos tecidos é o resultado da desidratação parcial da superfície, sendo uma resposta de ordem física, inicialmente reversível¹⁰ e/ou ativação do metabolismo de ordem fisiológica, irreversível, a qual é responsável pela descoloração de laranja intenso para laranja pálido.^{2, 3, 4} Como forma de evitar a mudança de cor nas cenouras minimamente processadas, diferentes métodos de preservação têm sido testados como a redução da desidratação superficial mediante uma umidificação com agentes higroscópicos como glicerol e propilenoglicol;³ diminuição da atividade enzimática por meio do tratamento com vapor d'água aspersão em 100 ppm de cloro, acondicionamento e armazenamento a 2°C⁷ e a aplicação de revestimento ou filme comestível.^{1, 5}

O presente trabalho teve como objetivo comparar os métodos instrumental (colorimetria) e sensorial (análise descritiva) de avaliação da cor e esbranquiçamento superficial em mini-cenouras com e sem revestimento comestível.

MATERIAL E MÉTODOS

Raízes de cenoura (*Daucus carota L.*), da variedade Indiana-F1 foram processadas na *Indústria Mr. Rabbit Farm Ltda.*, divididas em dois lotes, onde um seguiu o fluxograma de processamento da indústria (denominado controle) e o outro foi acrescentado à etapa de revestimento em solução polipeptídica a 2%.⁸

*Trabalho elaborado com apoio financeiro da FAPEMIG (Processo 2075/03).

**Bolsista FAPEMIG – Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa – UFV – 36571-000 – Viçosa – MG – Brasil.

***Departamento de Tecnologia de Alimentos – UFV - 36571-000 – Viçosa – MG – Brasil.

Os lotes foram armazenados em dois expositores verticais com ventilação forçada, sob duas temperaturas distintas, 5°C e 10°C, para posterior avaliação instrumental e sensorial da cor, verificando-se o índice de esbranquiçamento das mini-cenouras.

Todas as avaliações foram realizadas com 1, 5, 9, 13, 17, 21 e 25 dias de armazenamento. Em cada tempo de análise, de cada um dos quatro tratamentos foram retiradas seis embalagens das câmaras e levadas para o Laboratório de Análise Sensorial/UFV, onde, de cada embalagem (repetição), foram retiradas três amostras para realização da análise de cor instrumental. Com as demais unidades de cada embalagem preparou-se uma amostra única de cada tratamento para avaliação sensorial.

Análise Instrumental

As alterações da cor das mini-cenouras foram acompanhadas utilizando-se um colorímetro modelo Color Quest II (Sphere) (“Hunter Lab Reston”, VA) calibrado para a cor branca, conectado a um computador provido do sistema software Universal.

Para as medições, as amostras de cenoura foram cortadas ao meio, de forma que a parte externa pudesse ser fixada numa lâmina de vidro. As leituras foram realizadas acoplando-se a lâmina de vidro ao sensor do aparelho. De cada tratamento, em cada uma das seis embalagens, foram retiradas três amostras aleatórias e realizadas 4 leituras.

Nesta análise, obteve-se as coordenadas de cor L^* , que indicam a luminosidade do produto, e que varia de claro a escuro; a^* , que indica a cromaticidade no eixo da cor, variando de verde (-) para vermelho (+); e b^* , que indica a cromaticidade no eixo da cor, variando de azul (-) para amarelo (+), que foram analisados separadamente.

Os resultados foram expressos utilizando-se o parâmetro índice de esbranquiçamento (IE)²

$IE = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$ em que:

IE = índice de esbranquiçamento do produto; maior IE indica maior intensidade de esbranquiçamento do produto;

L^* = luminosidade ou brilho do produto (claro/escuro);

a^* = cromaticidade no eixo verde (-) para vermelho (+);

b^* = cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarelo (+).

Análise Sensorial por Equipe Treinada

Condições do teste

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA/UFV).

As amostras de mini-cenouras foram avaliadas pela manhã, entre 11:00 e 12:00 horas, em cabines individuais, utilizando-se luz branca.

Preparo e apresentação das amostras

As amostras foram servidas em pratos de fundo branco previamente codificados com números aleatórios de três dígitos.

Provadores

Foram recrutados 13 voluntários entre os estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Viçosa, para compor a equipe sensorial. Avaliou-se o interesse em participar da equipe sensorial, a possibilidade de estarem na cidade de Viçosa no período em que o experimento estivesse ocorrendo, disponibilidade de tempo, o fato de gostar de cenoura e a habilidade na utilização de escala não estruturada.

Após o recrutamento, foram realizadas reuniões visando o treinamento dos provadores quanto ao atributo esbranquiçamento das mini-cenouras, sendo ancorados os dois extremos da escala não estruturada de 9 cm. Esses extremos foram obtidos com amostras do experimento, onde foi representado nenhum e muito esbranquiçamento, a saber:

-*Nenhum esbranquiçamento*: mini-cenouras com 36 horas de processamento, revestidas e sem esbranquiçamento.

-*Muito esbranquiçada*: mini-cenouras com 36 horas de processamento, sem revestimento, com esbranquiçamento obtido através de ventilação forçada por 3 horas seguidas.

Após o treinamento dos provadores, fez-se um teste piloto para verificar o desempenho dos mesmos. Avaliaram-se duas amostras de mini-cenouras (revestida/sem esbranquiçamento e não revestida/esbranquiçada), apresentadas em uma mesma sessão, com três repetições, utilizando a ficha com a escala não estruturada de nove centímetros. Os provadores foram selecionados de acordo com a sua habilidade em discriminar as amostras e com a repetibilidade dos resultados.

Análise Estatística

O experimento foi realizado segundo o delineamento inteiramente casualizado para análise instrumental e análise descritiva da cor.

Para análise descritiva da cor (esbranquiçamento), foi seguido o modelo de parcelas subdivididas, com dois tipos de concentrações (0 e 2%), duas temperaturas de armazenamento (5°C e 10°C) e nove repetições (provadores) na parcela e tempo armazenamento (1, 5, 9, 13, 17, 21 e 25 dias de armazenamento), na subparcela.

O efeito do tempo de armazenamento sobre os indicadores de qualidade medidos foi analisado por meio de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando sistema SAS (Statistical Analysis System – SAS Institute Inc., North Carolina, USA), versão 9.1, licenciada para uso pela Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância do índice de esbranquiçamento de mini cenouras tratadas com e sem revestimento em solução de 2% de gelatina, armazenadas por vinte e cinco dias em temperaturas de 5 °C e 10 °C.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamento (concentração e temperatura de armazenamento)	3	0,2554 ^{ns}
Tempo (TE)	6	1,6463*
Resíduo (a)	18	0,2705
Regressão (TE/revestida 5°C)	1	0,6062 ^{ns}
Falta de ajuste	5	0,3733 ^{ns}
Regressão (TE/não revestida 5°C)	1	0,6150 ^{ns}
Falta de ajuste	5	1,0542*
Regressão (TE/revestida 10°C)	1	0,4300 ^{ns}
Falta de ajuste	5	0,8986*
Regressão (TE/não revestida 10°C)	1	0,0014 ^{ns}
Falta de ajuste	5	0,2924 ^{ns}
Regressão (TE/não revestida 5°C)	2	0,3361 ^{ns}
Falta de ajuste	4	1,3036*
Regressão (TE/revestida 10°C)	2	0,7155 ^{ns}
Falta de ajuste	4	0,8731*
Resíduo (b)		

ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

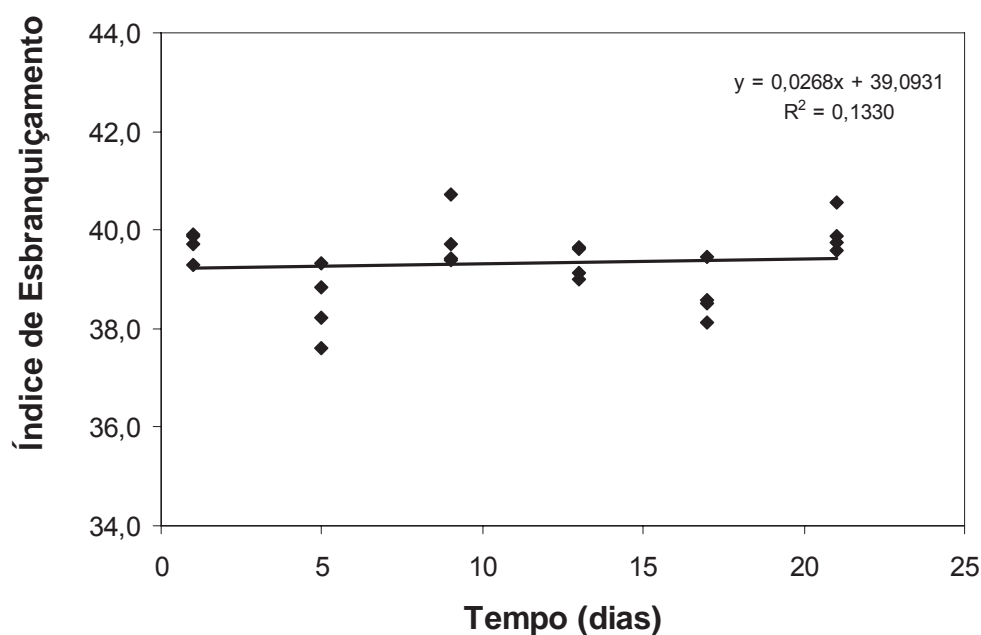


FIGURA 1 – Índice de esbranquiçamento das mini-cenouras no período de 25 dias de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliação Instrumental da Cor

Com os resultados obtidos por meio da análise instrumental observou-se que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as mini-cenouras com e sem revestimento armazenadas a 5°C e 10°C (Tabela 1). O fator tempo foi significativo ($p < 0,05$). Na Figura 1 está apresentada a variação do índice de esbranquiçamento no tempo. Entretanto, a equação de primeira ordem apresentou baixo coeficiente de determinação (R^2).

Avaliação Sensorial

Dos 13 voluntários recrutados para participar da equipe sensorial, todos foram treinados em relação ao esbranquiçamento de mini-cenouras.

A seleção dos provadores foi realizada a partir de um teste preliminar em que foram analisados os valores de probabilidade (P) de $F_{amostra}$ e de $F_{repetição}$. Os provadores que apresentaram valores de probabilidade de $F_{amostra}$ maior ou igual a 0,50 ou valores de probabilidade de $F_{repetição}$ menor ou igual a 0,05, para esbranquiçamento, foram dispensados. Foram aprovados dez provadores (Tabela 2), porém um dos participantes, por motivos particulares, pediu para que fosse dispensado. A equipe sensorial final foi composta por nove provadores com faixa etária de 20 a 40 anos, sendo sete mulheres e dois homens.

Avaliação das Amostras

Após realizar a análise de variância, observou-se que houve efeito significativo da interação ($p < 0,05$) entre as concentrações (0 e 2% de revestimento), temperaturas (5°C e 10°C) e tempo de estocagem (1, 5, 9, 13, 17, 21 e 25 dias de armazenamento) (Tabela 3).

A avaliação do esbranquiçamento das mini-cenouras com e sem revestimento, armazenadas a 5°C e 10°C, realizada pela equipe treinada, está apresentada na Figura 2. Observa-se que houve a separação das amostras em dois grupos, um para mini-cenouras revestidas e outro de não revestidas.

Na escala não estruturada de nove centímetros, em que 0 indica nenhum esbranquiçamento e 9 muito esbranquiçado, as amostras não revestidas, após 25 dias de armazenamento, obtiveram média igual a 7,8. No mesmo período experimental, as amostras com revestimento obtiveram média 0,7, indicando um esbranquiçamento mínimo. Estes resultados demonstram que a aplicação do revestimento favoreceu a manutenção da cor característica das mini-cenouras estudadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Howard & Dewi,⁵ que avaliaram esbranquiçamento de mini-cenouras quando revestidas com filme de celulose para o esbranquiçamento.

Avena-Bustillos et al.,¹ ao avaliarem o esbranquiçamento de cenouras revestidas através da análise sensorial e instrumental, também constataram, por meio da análise sensorial, que algumas amostras já no terceiro dia de avaliação apresentavam aparência esbranquiçada e umedecida.

Tabela 2 – Níveis de probabilidade de $F_{amostra}$ e de $F_{repetição}$ dos dez provadores selecionados, para o atributo cor das amostras de mini cenouras.

Provador	Níveis de Probabilidade	
	$F_{amostra}$	$F_{repetição}$
1	0,0103	0,5000
2	0,0041	0,5000
3	0,0202	0,4599
4	0,0034	0,3590
5	0,0172	0,6748
6	0,0035	0,5000
8	0,0013	0,5000
10	0,0006	0,5000
11	0,0007	0,5000
12	0,0012	0,3482

Probabilidade de $F_{amostra}$ igual ou superior a 0,50 indica que o provador não está contribuindo para a discriminação entre as amostras.

Probabilidade $F_{repetição}$ igual ou inferior a 0,05 indica que a repetibilidade do provador não está satisfatória para o critério de corte estabelecido.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância do esbranquiçamento, avaliado por provadores treinados, para as amostras de mini cenouras.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Provador	8	11,76 ^{ns}
Concentração (Conc)	1	1213,08 ^{ns}
Temperatura (Temp)	1	32,50 ^{ns}
Tratamento x Temperatura	1	24,70 ^{ns}
Resíduo (a)	24	3,22
Tempo de estocagem (TE)	6	63,11 ^{ns}
Conc x TE	6	51,43 ^{ns}
Temperatura X TE	6	2,98 ^{ns}
Conc x Temp x TE	6	3,10 [*]
TE/revestida 5° C	5	0,34 ^{ns}
TE/Não revestida 5° C	6	66,22 [*]
Regressão	1	372,78 [*]
Falta de Ajuste	5	4,91 [*]
TE/revestida 10° C	6	0,60 ^{ns}
TE/Não revestida 10° C	6	53,51 [*]
Regressão	1	264,34 [*]
Falta de Ajuste	5	11,35 [*]
TE/Não revestida 5° C	6	66,22 [*]
Regressão	2	192,10 [*]
Falta de Ajuste	4	3,28 [*]
TE/Não revestida 10° C	6	53,51 [*]
Regressão	2	148,78 [*]
Falta de Ajuste	4	5,88 [*]
Resíduo (b)	192	1,289

ns – não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

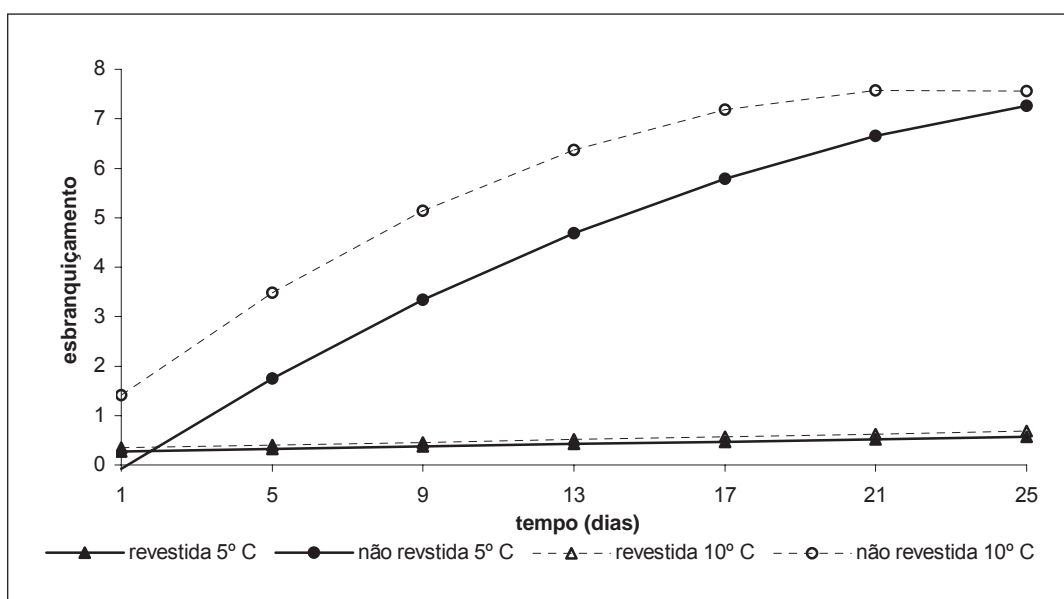


FIGURA 2 – Efeito do revestimento em mini-cenouras, armazenadas a 5°C e 10°C, no período de 25 dias de armazenamento de acordo com provadores treinados, quanto ao esbranquiçamento externo.

CONCLUSÕES

Todas as mini-cenouras revestidas ou não obtiveram comportamento similar para o índice de esbranquiçamento, quando avaliadas pelo método instrumental.

A avaliação da cor pelo método sensorial, com equipe treinada, estabeleceu a divisão das amostras em dois grupos, revestidas ou não, independentes da temperatura de armazenamento.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos, pode-se constatar que o método sensorial para avaliar esbranquiçamento de mini-cenouras foi mais sensível e eficiente na detecção de esbranquiçamento superficial de mini-cenouras.

O revestimento comestível à base de gelatina pode ser utilizado como alternativa para evitar ou retardar o esbranquiçamento de mini-cenouras. Esta tecnologia poderá contribuir para que o agricultor agregue valor ao seu produto.

AGRADECIMENTOS

Indústria Mr. Rabbit Farm Ltda., por ceder e processar todo o material vegetal utilizado nesta pesquisa.

PEREIRA, J.M.A.T.K.; MINIM, V.P.R.; CHAVES, J.B.P. Sensory and instrumental evaluation of white blush on baby carrots during storage. *Alim.Nutr.*, Araraquara, v.18, n.3, p. 261-266, 2007.

■**ABSTRACT:** The external color is one of the most important attributes of sensory quality demanded in baby carrots. In this paper, two methods of assessing the color of baby carrots are compared: instrumental (colorimetric) and sensory (descriptive analysis). Carrot roots of the Indiana-F1 variety were processed at the *Mr. Rabbit Farm Ltda.* company, in two lots: one followed the normal processing flowchart used in the industry, while the other was subjected to an additional stage of coating in 2% polypeptide solution. Both lots were stored in vertical exposer with forced ventilation at two different temperatures, 5°C and 10°C, for subsequent instrumental and sensory evaluation of color. The instrumental evaluation was performed with a Color Quest II colorimeter (sphere) (Hunter Lab, Reston, VA, USA) calibrated for white. The sensory method was carried out by a panel of nine suitably selected and trained judges, using an unstructured scale of 9cm. The results from the instrumental analysis indicated that there were no significant differences ($p > 0.05$) between the baby carrots stored at 5° and 10°C with and without the coating. However, the trained panel did find differences between the samples ($p < 0.05$).

After 25 days, the coated baby carrots were classified with no white blush and the uncoated ones with a lot of white blush, showing that the sensory method was more efficient in detecting white blush on baby carrots.

■**KEYWORDS:** Edible coating; baby carrots; minimally processed; sensory evaluation; white blush.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AVENA-BUSTILLOS, R.J. Optimization of edible coatings on minimally processed carrots using response surface methodology. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, v. 36, p. 801-805, 1993.
2. BOLIN, H. R. ; HUXSOLL, C. C. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. *J. Food Sci.*, v. 56, p. 416-418, 1991.
3. CARRASCO, E. U.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Efecto del escaldado y recubrimiento higroscópico sobre la calidad de zanahorias (*Daucus carota* var. *Chantenay*) pre-cortadas durante el almacenamiento. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 52, suppl. 2, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve>. Acesso em 24 jan. 2004.
4. CISNEROS-ZEVALLOS, L.; SALTVEIT, M. E.; KROCHTA, J.M. Mechanism of surface white discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage. *J. Food Sci.*, v. 60, p. 320-333, 1995.
5. HOWARD, L. R. ; DEWI, T. Sensory, microbiological and chemical quality of mini peeled carrots as affected by edible coating treatment. *J. Food Sci.*, v. 60, p. 142-144, 1995 .
6. HOWARD, L. R.; GRIFFIN, L. E. Lignin formation and surface discoloration of minimally processed carrot sticks. *J. Food Sci.*, v. 58, p. 1065-1067, 1993.
7. HOWARD, L. R.; GRIFFIN, L. E.; LEE, Y. Steam Treatment of minimally processed carrot sticks to control surface discoloration. *J. Food Sci.*, v.59, n.2, p. 356-358, 1994.
8. MINIM, V.P.R.; PEREIRA, J.M.A.T.K. (Inventores). Processo de revestimento à base de gelatina. Depósito de **Pedido de Patente PI0502491-9**, 2005.
9. SILVA, V. A. **Fisiologia de cenoura minimamente processada**. 2003. 78f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Departamento de Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
10. TATSUMI, Y.; WATADA, A. E.; WERGIN, W. P. Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance. *J. Food Sci.*, v. 56, p.1357-1364, 1991.