

당근 주스가 감자 주스의 효소적 갈변 반응에 미치는 영향

김미정 · 이창용*

코넬대학교 식품공학과

Effect of Carrot Juice on Enzymatic Browning of Potato Juice

M.J. Kim and C.Y. Lee

Department of Food Science and Technology, Cornell University, Geneva, New York 14456, USA

Abstract

Potato and carrot are the main sources of vitamin C and vitamin A each. As a folk remedy, potato-carrot mixtures have been used to cure a stomach ulcer in Korea. To investigate the effects of carrot juice on the browning of potato juice, we examined the browning in various ratio of two juices. We also investigated the role of potato juice in the carotene oxidation of carrot juice. Delta "L" values of potato juice were abruptly decreased after 5 min. reaction and they were very different from the juice mixture of potato and carrot. Those containing higher ratio of potato were decreased greatly. In blanching treatment to eliminate the effect of the enzymes in potato and carrot, delta "L" values of cooked potato were decreased a little but those of cooked carrot were decreased greatly. To investigate the fact that the inhibitory effect of carrot juice in potato browning was due to the dilution of polyphenolics of potato juices by carrot juice mixing, we added H₂O equivalent to carrot water content to potato juice. The diluted sample showed less decreasing pattern than nondiluted sample. We also added appropriate amount of β-carotene to the same samples. Delta "L" values of with added B-carotene were more slowly decreased than those of without added B-carotene.

I. 서 론

과일이나 채소의 물리적인 손상이나 생리적인 손상으로 인하여 일어나는 색깔의 변화는 phenolase에 의한 phenolic compounds의 산화반응, 그리고 그 반응의 생성물인 o-quinone이 여러가지 중합체의 산화물을 만들기 때문이다. 어두운 갈색의 형성으로 식품은 덜 먹음직하게 되고 이것은 flavor의 변화와 함께 영양가의 감소를 가져오게 한다. 현재까지 식품의 효소적 갈변반응을 저지하기 위한 여러가지 연구가 행해져왔고 그 방법은 식품의 종류에 따라서 또 사용목적에 따라 약간의 차이가 있다¹⁾. 최근에 Oszmianski 등은 사과의 얇게 썬 조각을 꿀 용액에 담그고 또한 포도주스에 꿀을 첨가하여 제조하면서 갈변화가 저지되고 꿀을 첨가하지 않고 만든 주스보다 polyphenols의 농도가 더 높게 남아 있음을 보고하였다²⁾.

음식으로 섭취하는 베타-카로틴이 인간에게 있어서 암유발을 저지시킬 수 있을까? Peto 등은 그들의 관심사를 다음과 같이 문헌으로 고찰하였다³⁾. 베타-카로틴은 이미 잘 알려진 항암물질로서 어떤 사람은 radical-trapping type으로 항산화 작용을 하는 것으로 믿고 있으며, In vitro로 행해진 실험에서는 베타-카로틴이 이전까지는 잘 알려지지 않은 생물적인 항산화제에 속한다는 사실을 보고하였다. 특히 이것은 보통 공기의 산소압인, 150 torr

이하의 산소압에서도 훌륭한 radical-trapping 항산화제 역할을 있다고 하였다⁴⁾. 카로틴은 그 외의 많은 논문에서 항산화 화합물로 관련지워져 왔다. 또한 Peto 등은 각 나라마다 식품으로 섭취하는 베타-카로틴의 대부분을 한가지나 혹은 특별한 부류의 채소를 통해 섭취하고 있다고 하였다⁵⁾. 예를 들어, 미국북부 지역의 당근, 일본의 황녹색 채소들, 서부 아프리카의 붉은 야자유, 싱가포르의 중국인들에 있어서 짙은 녹색잎 채소, 들이다. 황녹색 채소를 그 어느 나라보다도 많이 섭취하는 한국의 민간요법에서는 감자와 당근의 주스 혼합액이 위궤양의 치료에 드물게 쓰여 왔고 현재까지도 이 방법이 쓰이고 있다.

당근에 존재하는 베타-카로틴은 총 카로틴의 44~79%이고 총 카로틴은 종자와 재배지, 낙도에 따라 달라 63~548 ppm정도의 값을 보이고 있다⁵⁾. Ogunlesi 등은 생당근의 총 카로티노이드 함량을 582.0(ug/g D.W.)이며 베타-카로틴의 비율이 56.9%라고 보고하였다⁶⁾. Edwards 등은 생당근의 베타-카로틴 함량을 800.1(ug/g)이라고 하였다⁷⁾. Hsieh 등은 당근에서 베타-카로틴 함량이 421.4(ug/g)이라고 하였다⁸⁾. Hermann은 kaempferol, caffeic acid, chlorogenic acid가 감자에 널리 존재하며 이들이 항산화특성을 가지고 있을지도 모른다고 보고하였다⁹⁾. 플라보노이드가 대부분의 lipoxygenase 활성을 감소시킨다는 보고도 있다¹⁰⁾.

감자와 당근의 주스 혼합액이 위궤양의 치료에 사용되어져 왔다는 앞서의 말을 전제로 우리는 몇가지 그 가능성을 살펴 보았다. 첫째로, 당근과 감자가 가지고 있는 개개의 성분들이 이러한 효과를 줄 수 있다는 것이다. 즉 당근에서 비타민 A를 섭취할 수 있고 베타-카로틴은 더불어 항암효과를 주기도 한다. 감자는 비타민 C의 급원이며 두 채소에 존재하는 플라보노이드는 항산화 작용을 하기도 한다. 둘째로 두채소의 상호작용을 들 수 있다. 즉, 카로틴이 감자의 효소적 갈변반응에 미치는 영향과 또 다른 여러가지 가능성을 생각해 볼 수 있다. 그 중에 하나로 polyphenolics가 베타-카로틴의 산화에 관여할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 우리나라의 민간요법에서 감자와 당근의 주스 혼합액이 위궤양의 치료에 사용되어 왔다는 사실의 몇가지 가능성을 전제로 하여 첫째로 당근주스가 감자주스의 갈변에 미치는 영향에 대해 알아보았다.

II. 시료 및 방법

1. 시료

감자(U.S #1)와 당근(the products of Brook's Company)은 1992년 가을에 local market에서 구입하였다.

베타-카로틴(1% CWS)은 Roche Chemical Division에서 구입한 것이었다.

2. 시료의 조제

(1) 당근주스가 감자주스의 갈변화에 미치는 영향

감자와 당근은 흐르는 물에 담구어 재빨리 칼로 껌질을 제거하였다. 물기를 닦은 후, 각 시료의 무게를 Table 1과 같이 재었다 (이 후부터 조제된 시료는 표에 나타낸 것처럼 약자로 표시하였다.) 이들을 각각 Hamilton Beach Juice Extractor에서 갈아 전액을 비이커에 취해 실온에서 magnetic stirrer로 일정한 속도로 저었다. (Thermix Stirring Hot Plate Model 210T, stir speed : 3, bar size : 4 cm) 0.5, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 85, 125분이 지난 뒤 갈변화를 측정하였다.

(2) 가열이 감자 주스의 갈변화에 미치는 영향

생감자의 가열은 앞서의 방법으로 껌질을 제거한 뒤 무게를 제고(200 g, 150 g, 100 g, 50 g) 끓는 물에 넣어 10분 동안 가열하였다. 당근은 반으로 쪼갠 뒤 끓는 물에 넣어 3분 가열하였다. Table 2와 같이 각 가열한 시료와 생 시료를 함께 주스기에 넣어 주스를 만들고 앞서의 방법을 따라 갈변화 측정을 준비하였다.

(3) 희석 및 합성 베타-카로틴첨가가 감자 주스의 갈변화에 미치는 영향

시료의 준비는 Table 3과 같이하였다.

3. 측정방법

갈변화 경향의 정도는 HunterLab Colorimeter, Model

Table 1. Sample Preparation for the Browning of Potato-Carrot Juice

Sample	Potato(g)	Carrot(g)	Symbol
1	200	—	P200
2	150	50	P150
3	100	100	P100
4	50	150	P 50
5	—	200	P 0

Table 2. Sample Preparation for the Effect of Cooking in Browning of Two Juices

Sample	Potato(g)	Carrot(g)	Symbol
6	50(cooked)	100	ck p50+c100
7	100	100(cooked)	p100+ck c100
8	100	100	p100

Table 3. Sample Preparation for the Effect of β -Carotene in Browning of Potato Juice

Sample	potato(g)	H2O(g)	B-Carotene(mg)
9	100	80	—
10	50	120	—
11	100	80	20
12	50	120	30
13	150	40	10

D25 L Optical Sensor(Hunter Associates Laboratory inc.)을 사용하여 측정하였다. 갈변화의 정도는 각 시료의 Hunter "L" 값(light-dark)의 차이로 표시하였다. Hunter "a"(redness)값과 Hunter "b"(yellowness)값의 차이로 당근 카로틴의 영향도 측정하였다. Chroma값(채도)은 $\sqrt{a^2 + b^2}$ 식으로부터 계산하였고 hue값(색조)은 $\tan^{-1}(b/a)$ 으로부터 계산하였다. 모든 결과는 두번 실행한 값의 평균치로 표시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 당근주스가 감자주스의 갈변화에 미치는 영향

감자의 갈변화 반응에서 카로틴의 작용을 알아보기 위하여 감자와 당근을 여러가지 혼합비율로 섞고 주스를 만들어 이들의 갈변화 차이를 살펴보았다. 역으로 당근 주스에 들어있는 카로틴의 산화에 감자주스의 polyphenolics가 영향을 미치는 것도 볼 수 있었다. Delta "a" 값은 감자만으로 만든 주스에서 증가하였으나 다른 주스에서는 감소하였다. 감소되는 정도는 당근 주스가 혼합되는 비율이 증가함에 따라 더커져 나타났다. 감자주스의 delta "a" 값은 시간이 지남에 따라 붉은 정도가 증가하다가 25분이 지난 뒤는 감소하였다. 당근만으로 만들어진 주스에서는 가장 많이 감소하여 초기에 탄색 반응이 일어남을 볼 수 있었다. Delta "b" 값의 경우에 감자만으로 만든 주스는 덜 감소하였고 당근주스는 초기의 급격한 감소후, 거의 일정한 값을 보였다. 감자를

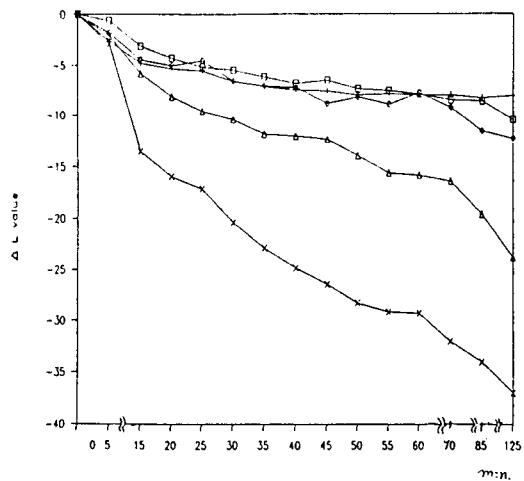


Fig. 1. Effect of carrot juice on enzymatic browning of potato juice.

+; carrot 200 g, □; potato 50 g + carrot 150 g, ◇; potato 100 g + carrot 100 g, △; potato 150 g + carrot 50 g, ×; potato 200 g

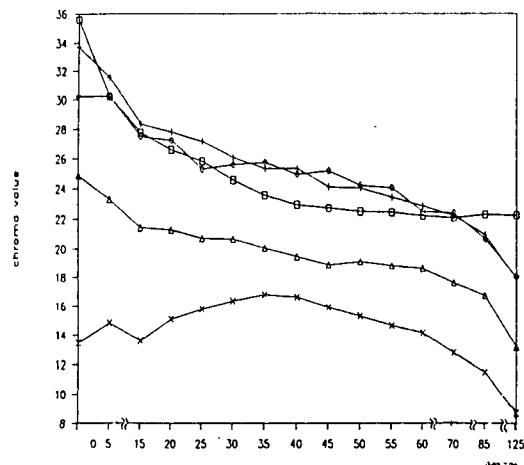


Fig. 2. Changes of chroma values in potato and carrot juices.

□; carrot 200 g, +; potato 50 g + carrot 150 g, ◇; potato 100 g + carrot 100 g, △; potato 150 g + carrot 50 g, ×; potato 200 g

·조금이라도 가지고 있는 주스의 경우 1시간이 지난 뒤 감소하였다. Fig. 1,2,3에서 볼 수 있듯이 Delta "L" 값(degree of browning)의 경우 감자로만 만들어진 주스는 반응 초기에 급격히 감소하였고 P0, P50, P100은 큰 차이를 보이진 않았으나 감자의 비율이 높아질수록 크게 감소하였다. 감자로만 만든 주스를 제외하고는 모든 시료의 chroma 값이 처음에는 감소하다가 반응 1시간까지 거의 일정하였다. Hue값 역시 감자로만 만든 주스에서 일어

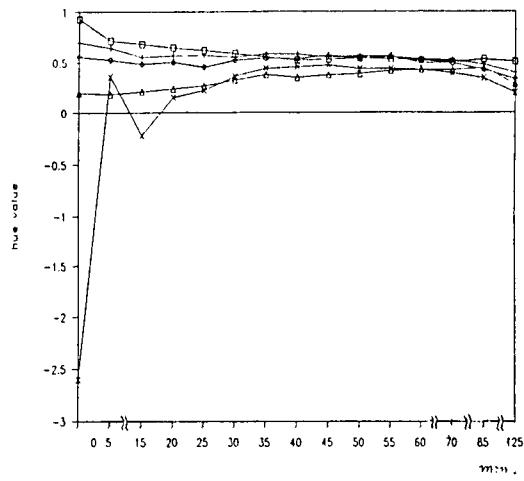


Fig. 3. Changes of hue values in potato and carrot juices.

□; carrot 200 g, +; potato 50 g + carrot 150 g, ◇; potato 100 g + carrot 100 g, △; potato 150 g + carrot 50 g, ×; potato 200 g

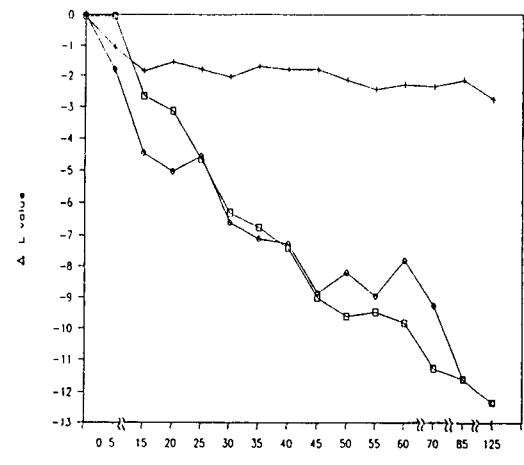


Fig. 4. Effect of cooking on enzymatic browning of potato and carrot juices.

+; cooked potato 50 g + carrot 100 g, □; cooked carrot 100 g + potato 100 g, ◇; potato 100 g + carrot 100 g

나는 초기반응에서 변화를 보인 것을 제외하고는 거의 일정하였다. 이상의 결과로보아 당근의 첨가로 감자의 갈변화는 저해되는 것으로 여겨졌다.

2. 가열이 감자주스의 갈변화에 미치는 영향

카로틴이 감자의 갈변화를 저지한다는 것이 옳다는 전제하에 이들 중의 어떤 한시료를 가열시켜 그 효과를 살펴보았다. 가열한 감자의 경우 delta "a"값은 약간 감소한 반면 가열한 당근 시료에서는 심한 감소를 보

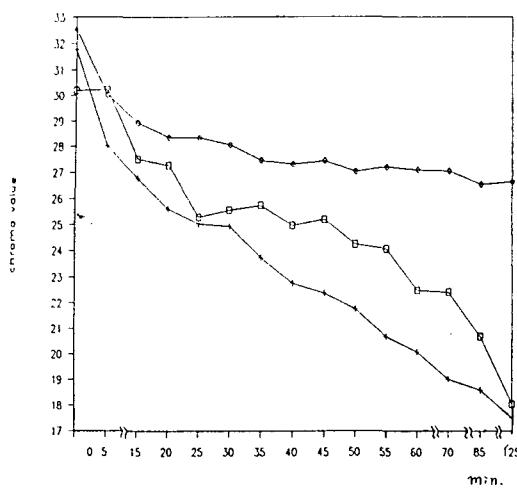


Fig. 5. Effect of cooking on chroma value in potato and carrot juices.

□; potato 100 g + carrot 100 g, +; cooked carrot 100 g + potato 100 g, ◇; cooked potato 50 g + carrot 100 g

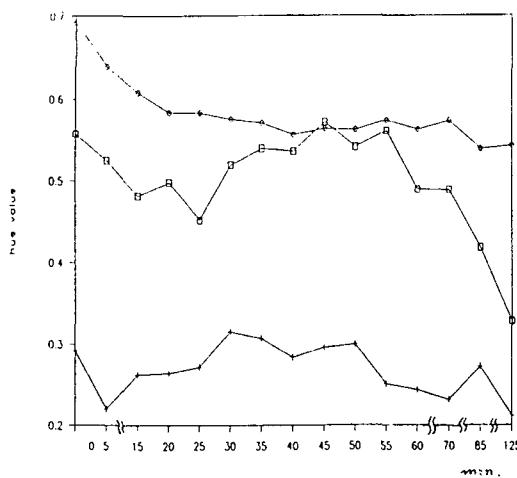


Fig. 6. Effect of cooking on hue value in potato and carrot juices.

□; potato 100 g + carrot 100 g, +; cooked carrot 100 g + potato 100 g, ◇; cooked potato 50 g + carrot 100 g

였다. 감자만 가열한 경우 감자에서 가열한 당근 시료에서는 심한 감소를 보였다. 감자만 가열한 경우 감자에서 가열하는 동안 아스코르브산이 물에 손실될 수 있다¹¹⁾. 가열시간이 3분 혹은 10분이 되면 이 비타민의 손실은 더 커질 것이다. 따라서 아스코르브산의 항산화작용은 많이 없어 졌지만 가열로 인해 감자속의 산화효소의 작용이 억제되어 당근쥬스의 색변화가 작은 것으로 여겨졌다. 가열한 당근쥬스에서 delta "a" 값이 크게 변한 것은 감자속의 어떤 성분이나 효소(예를 들어 감자에 존재하는 산화효소가 당근속의 카로틴의 파괴에 작용할

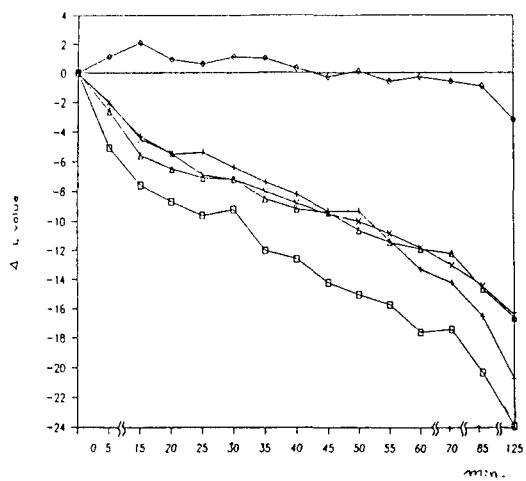


Fig. 7. Browning reaction of diluted potato juices with added β -carotene and without added β -carotene.

△; P50 g + H₂O 120 mL, □; P100 g + H₂O 80 mL, +; P150 g + H₂O 40 mL + β -carotene 10 mg, ×; P100 g + H₂O 80 mL + β -carotene 20 mg, ◇; P50 g + H₂O 120 mL + β -carotene 30 mg

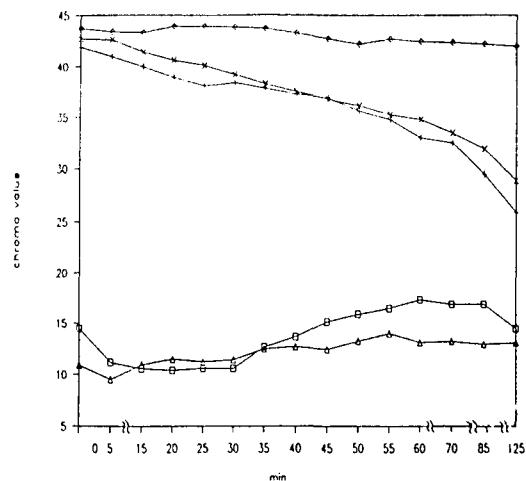


Fig. 8. Chroma value changes in diluted potato juices with added B-carotene and without added B-carotene.

△; P50 g + H₂O 120 mL, □; P100 g + H₂O 80 mL, +; P150 g + H₂O 40 mL + β -carotene 10 mg, ×; P100 g + H₂O 80 mL + β -carotene 20 mg, ◇; P50 g + H₂O 120 mL + β -carotene 30 mg

수도 있음)가 가열한 당근쥬스의 delta "a"의 감소에 큰 영향을 미치는 것으로 추측된다. 가열한 감자의 delta "b" 값은 약간 감소하였으나 가열한 당근의 시료는 크게 감소하였다. 이것 역시 감자속의 어떤 성분이 당근의 황색도에 영향을 미치는 것으로 여겨진다. Fig. 4, 5, 6에서처럼 가열한 감자의 delta "L" 값은 약간 감소하였으나 가열한 당근의 경우 크게 감소하였다. 이것으로 보아

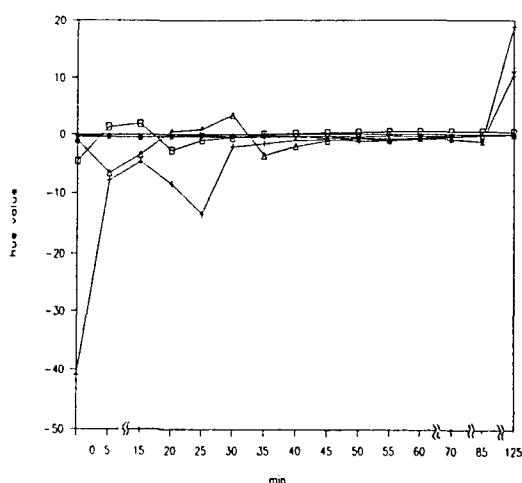


Fig. 9. Hue value changes in diluted potato juices with added B-carotene and without added B-carotene.

△; P50 g + H₂O 120 mL, □; P100 g + H₂O 80 mL, +; P150 g + H₂O 40 mL + β-carotene 10 mg, ×; P100 g + H₂O 80 mL + β-carotene 20 mg, ◇; P50 g + H₂O 120 mL + β-carotene 30 mg

당근쥬스는 감자쥬스의 갈변화에 영향을 미치고 감자갈변은 당근의 탈색에 영향을 미치며 탈색의 정도는 감자 섞여 감자의 갈변이 당근의 탈색을 가리게 되므로 더 낮게 나타나는 것으로 여겨진다. 가열한 감자의 chroma값은 가열한 당근보다 덜 변화하였다. 가열한 감자의 hue값은 가열한 당근보다 더 높이 나타났다.

3. 희석 및 합성 베타-카로틴의 첨가가 감자쥬스의 갈변화에 미치는 영향

당근쥬스가 감자쥬스의 갈변속도를 늦추는 것이 당근쥬스의 혼합으로 감자내의 polyphenolics의 농도가 희석된 때문인지, 아니면 다른 작용때문 인지를 알아보기 위하여 감자쥬스에 당근의 수분함량에 상당하는 물을 가하고 그 변화를 살펴보았다(Fig. 7,8,9). 그 결과 희석이 되면 될수록 delta "a" 값은 덜 증가하였고 delta "b" 값은 양의 값을 보였으며 P100+H₂O 80 mL에서는 음의 값을 보이다가 증가하였다. 희석될 수록 delta "L" 값은 덜 감소하여, 갈변화가 덜 진행되는 것으로 나타났고 이것은 delta "a" 값과 반비례하였다. 말하자면 delta "L" 값의 감소는 delta "a" 값의 증가와 관계있는 것으로 여겨지며 당근쥬스는 갈변화에 희석효과를 제공한다는 사실을 알 수 있었다. 그러나 동량의 물을 가한 시료에서 베타-카로틴을 첨가한 것과 하지 않은 것을 비교하면 첨가한 것의 갈변은 훨씬느린 속도로 진행됨을 볼 수 있을 것이다. 감자와 당근쥬스의 혼합액의 delta "a" 값과 희석한 감자쥬스의 delta "a" 값을 비교해 보면 후자의 delta "a" 값은 오직 감자에서 증가하지만 당근을 섞음으로 인하여 변화의 경향이 달라져 나타나기 때문에 당근의 첨가는

delta "a"의 감소에 더욱 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 또 당근의 베타-카로틴이 감자의 갈변화를 저해하는지를 알아보기 위하여 희석한 감자시료에 당근에 존재하는 베타-카로틴에 상당하는 베타-카로틴을 첨가하여 경향을 살펴본 결과, P50의 delta "a"값은 크게 변화하지 않았으나 P100의 경우 일정하게 감소하였다. 세 가지 시료의 delta "b"값은 감소하였고 그 정도는 P150 >P100>P50이었다. Fig. 7의 delta "L"값을 보면 P50의 갈변화 정도는 크게 변화하지 않았으나 P100은 일정하게 감소하였고 P150의 것은 크게 감소하였다. 베타-카로틴을 첨가한 것의 chroma 값은 감소하였으나 물로 희석된 것의 값은 약간 증가하였다. 첨가된 베타-카로틴의 양이 많을수록 변화는 덜 일어났다. Hue값의 경우 희석된 시료는 약간의 변화를 보였으나 거의 일정하였다. 10 mg의 베타-카로틴을 첨가한 시료는 초기에 큰 변화를 보였다.

IV. 요 약

감자와 당근은 식품에 있어서 비타민 A와 비타민 C의 주된 급원이며 한국의 민간요법에서는 감자와 당근의 혼합쥬스액이 위궤양의 치료를 목적으로 사용되어져 왔다. 따라서 본 논문에서는 감자와 당근의 혼합 쥬스액이 이같은 목적으로 사용되는 몇가지 가능성중에서 먼저 감자쥬스의 갈변화에 당근쥬스가 어떤 영향을 미치는지를 알아보았다. 감자쥬스의 delta "L"값은 5분간 공기 중에 노출시킨 뒤 감소하는 경향을 보임으로써, 당근쥬스와의 혼합액이 나타내는 반응과는 크게 다른 양상을 보였다. 감자의 비율이 높을수록 delta "L"값은 크게 감소하였다. 감자와 당근에 존재하는 효소를 불활성화시키기위해 일정 시간 가열한 감자의 delta "L"값은 약간 감소하였으나 가열한 당근의 값은 크게 감소하였다. 또한 감자쥬스의 갈변화가 당근쥬스의 혼합으로 감소되는 것이 감자의 polyphenolics가 당근쥬스의 혼합으로 농도가 떨어진 때문인지를 알아보기 위해 당근에 존재하는 수분함량정도의 종류수를 감자쥬스에 가한 결과 희석이 많이 될수록 delta "L"값은 덜 감소하였다. 또한 앞의 시료에 당근에 함유된 양에 상당하는 합성 베타-카로틴을 섞어 delta "L"값을 측정한 결과 베타-카로틴을 섞지 않은 것보다 갈변화가 훨씬 느리게 진행되는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 'McEvily, A.J., Iyengar, R. and Otwell, W.S.: Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 32 (3): 253-273, (1992).
2. Oszmianski, J. and Lee, C.Y.: Inhibitory effect of phenolics on carotene bleaching in vegetables, . Agric, Food Chem., 38: 688-690, (1992).

3. Peto, R., Doll, R., Buckley, J.D. and Sporn, M.B. : Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates ?, *Nature*, **290**: 201-208, (1981).
4. Burton, G.W. and Ingold, K.U. : B-caroten : an unusual type of lipid antioxidant, *Science*, **224**: 569-573, (1984).
5. Simon, P.W. and Wolff, X.Y. : Carotenes in typical and dark orange carrots, *J. Agric. Food Chem.*, **35**: 1017-1022, (1987).
6. Ogunlesi, A.T. and Lee, C.Y. : Effect of thermal processing on the stereoisomerization of major carotenoids and vitamin A value of carrots, *Food Chem.*, **4**: 311-318, (1979).
7. Edwards, C.G. and Lee, C.Y. : Measurement of provitamin A carotenoids in fresh and canned carrots and green peas, *J. Food Sci.*, **51**: 534-535, (1986).
8. Hsieh, Y.P. and Karel, M. : Rapid extraction and determination of α -and β -carotenes in foods, *J. Chrom.*, **259**: 515-518, (1983).
9. Herrmann, K. : On the occurrence of flavonol and flavone glycosides in vegetables Ubersichtsbericht, (1987).
10. King, D.L. and Klein, B.P. : Effect of flavonoids and related compounds on soybean lipoxygenase-1 activity, *J. Food Sci.*, **52**(1): 220-221, (1987).
11. Fennema, O. : Loss of vitamins in fresh and frozen foods, *Food Technol.*, **31**: 32, (1977).