

## 사과주스 농축품의 저장온도에 따른 품질 변화

홍희도\* · 김성수 · 김경탁 · 최희돈

한국식품개발연구원

### Quality Changes of Apple Juice Concentrates with Different Storage Temperature

Hee-Do Hong\*, Sung-Soo Kim, Kyung-Tack Kim and Hee-Don Choi

Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Korea

#### Abstract

During storage of 45°Bx cloudy and 72°Bx clear apple juice concentrates for up to 16 weeks at 4°C, -3°C and -15°C respectively, the changes of viable microbial counts, physicochemical properties were investigated and the correlation between the physicochemical properties were determined. During storage for up to 16 weeks, any viable microbes were not found in 45°Bx cloudy apple juice concentrate stored at -3 and -15°C and in 72°Bx clear stored at all three temperature. There were little change in pH and titrable acidity except 45°Bx cloudy apple juice concentrate stored at -4°C. As longer storage time and higher storage temperature, was shown higher redness of color(a value) and alcohol soluble color(ASC) in common. Vitamin C contents were more rapid decreased proportionally to time and temperature of storage. The high correlation coefficients were shown of 0.957~0.967 between redness and ASC and -0.936~-0.864 between redness and vitamin C contents of apple juice concentrate during storage.

Key words : apple juice concentrate, storage, microorganism, color, ASC, vitamin C.

#### 서 론

대표적인 국내산 과실 중의 하나인 사과의 경우 주로 생과용으로 수출 또는 소비되고 있으나 저장 및 수송을 용이하게 하고 안정적인 수급조절을 위해 그 가공비율이 점차 증가될 것으로 예상된다. 현재 사과주스의 경우 대부분이 주로 사과주스 및 사과주스 제조를 위한 농축품 형태로 가공되고 있지만 이들 제품의 저장 중 이화학적 품질 변화 및 적정 저장 조건에 대한 연구는 국내에서 거의 이루어져 있지 못하다. 현재 국내에서 진행된 과실주스 및 그 농축품의 저장중 품질변화에 의한 것은 주로 오렌지 주스에 관한 것이 대부분을 차지하고 있는 실정이며<sup>1-3)</sup> 그 밖에 국내외에

서 사과주스에 대해 연구된 주요 내용은 과실주스의 품질에 매우 중요한 영향을 미치는 효소적 또는 비효소적 갈변에 관한 것이 대부분을 차지하고 있다<sup>4-6)</sup>. 특히 그 중에서도 비효소적 갈변은 과즙음료중에 함유된 유리당 중 glucose나 fructose 등의 환원당과 비타민 C 함량에 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 이러한 갈변현상은 온도와도 밀접한 관련을 가지고 있다. 본 연구진도 사과주스 및 그 농축품을 냉동상태로 18개월 동안 장기 저장하면서 미생물 및 이화학적 특성 변화를 살펴본 바 있으며 그 결과, pH, 산도, 총 유리당 함량 등에 있어서는 큰 변화가 없었으나 갈변과 밀접한 관련이 있는 비타민 C 함량, 알콜가용성 색갈 및 색 등에 있어서는 제품의 종류나 저장조건에 따

\* Corresponding author : Hee-Do Hong

라 다소 차이가 있음을 보고한 바 있다<sup>7)</sup>. 본 연구에서는 국내산 사과주스 혼탁 및 청징 농축품을 각각 온도를 달리하여 저장하면서 저장온도에 따른 미생물 및 이화학적 특성 변화를 살펴보고 이들 이화학적 분석 시간의 상호관계를 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

혼탁(45° Bx) 및 청징(72° Bx) 사과주스 농축품은 제조된 후 1주일 경과하지 않은 시점에서 경북능금농업협동조합 사과주스 가공공장에서부터 제공받아 사용하였다.

### 2. 저장 조건 및 분석시료의 조제

사과주스 농축품을 멸균된 polyethylene(PE) 용기에 일정량씩 분취한 후 -15°C, -3°C, 4°C로 온도를 달리하여 각각 암소에 저장하고 저장기간별로 품질변화를 조사하였다. 미생물 시험을 제외한 이화학적, 관능적 시험을 위한 시료는 모두 12.5° Bx로 희석한 후 사용하였다.

### 3. 미생물 시험

각 저장기간별로 농축품들을 멸균한 생리식염수를 이용하여 단계적으로 희석한 후, 호기성 일반세균은 plate count agar(PCA)배지, 대장균군은 desoxycholate agar배지에 각각 1ml씩 접종한 후 37°C에서 48시간 배양한 후 형성된 colony 수를 계수하였다. 효모와 곰팡이류의 수는 0.05% chloramphenicol을 첨가한 potato dextrose agar(PDA) 배지에 희석한 농축품 시료를 각각 1ml 씩 접종한 후 25°C에서 48시간 배양한 후 계수하였다<sup>8)</sup>.

### 4. 적정산도 및 pH

각 저장기간별로 사과주스 농축품을 12.5° Bx로 희석한 후 일정량을 취해 0.1N NaOH 표준용액으로 pH가 8.4가 될 때까지 적정하였으며 이 때 시료용액 100 ml를 적정하는데 필요한 0.1N NaOH 표준용액의 ml 수를 사과산(6.705 mg/ml)의 양으로 환산하여 퍼센트(%) 농도로 나타내었다. pH는 pH meter(DP 880, 동우메디칼시스템, Korea)을 이용하여 측정하였다.

### 5. 색 및 알콜가용성 색깔(Alcohol soluble color, ASC)

사과주스 농축품의 색은 Color and color difference

meter(ColorQUEST II, Hunter Lab, USA)을 이용하여 L, a, b 값을 측정하여 나타내었으며 ASC는 Meydavi 등<sup>9)</sup>의 방법에 따라 농축품 시료에 동량의 에탄올을 첨가하여 잘 섞어 준 다음 여과지(Whatman No 2, USA)로 여과하고, 여액의 흡광도를 420nm에서 측정하여 ASC값으로 나타내었다.

### 6. 비타민 C 함량

증류수를 이용하여 12.5° Bx로 희석한 사과주스 농축품을 다시 5% metaphosphoric acid 용액으로 약 50 배 정도 희석한 후 2,4-DNP hydrazine 비색법으로<sup>10)</sup> 측정하였으며 비타민 C 표준곡선으로 부터 시료중에 함유된 비타민 C 함량을 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 미생물 시험

저장온도별로 사과주스 농축품의 저장기간에 따른 미생물 변화를 살펴본 결과는 Table 1과 같았다. 혼탁농축품의 경우, 호기성 일반 세균수는 4°C에 저장시 초기부터 6주 저장시까지 10<sup>3</sup> CFU/ml이하로 거의 검출되지 않았으나 8주 저장시에 2.4×10<sup>3</sup> CFU/ml 까지 증가하였고 이후 급격한 증가를 보여 12주 저장한 이후에는 1×10<sup>6</sup> CFU/ml 이상으로 증가하였다. 반면 -3°C와 -15°C에 저장시에는 저장 16주 이후까지 미생물이 검출되지 않았다. 효모와 곰팡이류의 경우에도 4°C에서 저장시 초기부터 6주 저장시까지는 6.5~14×10<sup>2</sup> CFU/ml 정도로 검출되던 것이 이 후 급격히 증가하여 저장 10주 이후에서 1×10<sup>6</sup> CFU/ml 이상으로 크게 증가하였다. 반면 -3°C와 -15°C에 저장시에는 저장 16주 까지 오히려 다소 감소하는 경향을 나타내어 저장 16주에는 2.0×10<sup>2</sup> CFU/ml 정도로 거의 무시할 수 있는 수준이었다. 72° Bx 청징 사과주스 농축품의 경우에는 모든 저장온도에서 16주 저장시까지 호기성 일반세균류 및 효모와 곰팡이류 모두 전혀 검출되지 않았다.

과즙중에 존재하는 세균의 경우 대개 낮은 pH에서도 생육이 가능한 유산균과 초산균이 대부분인 것으로 보고되어 있으며 효모의 경우 *S. cerevisiae*, *S. pastorianus*, *Hanseniaspora*, *Mycoderma cerevisiae* 및 *Rhodotorula* 등이 발견되는 것으로 보고되어 있고 특히 *Rhodotorula* 등은 농축과즙에서도 발견되어지는 것으로 보고되어 있다<sup>8,11)</sup>. 따라서 일부 내산성 및 내삼투압성을 가진 세균 및 효모류들이 비교적 농축도가 낮고 저장온도가 4°C로 비교적 높은 저장군에서 생

**Table 1. Changes in viable counts of microorganisms of apple juice concentrates during storage at different temperature ( $\times 10^2$  CFU/ml)**

Storage temp.(°C)	Microorganisms	Storage time (weeks)										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16		
45° Bx Cloudy	4	Areobic bacteria	N <sup>1)</sup>	6.0	1.0	N	23.5	200	>10 <sup>6</sup>	>10 <sup>6</sup>	-	
		Yeasts and fungi		11.0	6.5	8.5	64.0	>10 <sup>6</sup>	>10 <sup>6</sup>	>10 <sup>6</sup>	-	
	-3	Areobic bacteria		N	N	N	N	N	1.0	N	N	
		Yeasts and fungi		14	6.0	4.0	2.0	1.0	5.5	4.0	N	2.0
	-15	Areobic bacteria		N	N	1.0	N	N	N	N	N	N
		Yeasts and fungi		13.5	7.5	17.5	12.0	4.0	18	16	2.0	
72° Bx Clear	4	Areobic bacteria	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
		Yeasts and fungi		N	N	N	N	N	N	N	N	
	-3	Areobic bacteria		N	N	N	N	N	N	N	N	
		Yeasts and fungi		N	N	N	N	N	N	N	N	
	-15	Areobic bacteria		N	N	N	N	N	N	N	N	
		Yeasts and fungi		N	N	N	N	N	N	N	N	

<sup>1)</sup> Not detected at the level of  $\times 10^2$  dilution

육하는 반면 농축도가 72° Bx 로 비교적 높고 -3°C 이하의 낮은 온도에서 저장시에는 생육하지 못하는 것으로 판단되었다.

## 2. 적정산도와 pH

적정산도의 경우, 45° Bx 혼탁 사과주스 농축품을 4°C에서 저장시 초기 0.37%에서 6주 저장시까지 0.38%로 거의 변화가 없었으나 이후 다소 증가하는 경향을 나타내어 저장 14주 이후에는 0.42%까지 증가하였다. 이러한 결과는 8주 저장 후부터 미생물수가 급격히 증가하면서 당류가 미생물에 의해 발효되어 생성된 유기산의 증가에 기인하는 것으로 생각되었다. 반면 -3°C와 -15°C에 저장한 시료의 경우에는 16주의 저장기간에 걸쳐 0.37~0.39% 정도로 거의 변화가 없었다. 72° Bx 청정 사과주스 농축품의 경우에는 모든 저장온도에서 저장기간에 무관하게 0.41~0.44% 정도로 뚜렷한 증감 양상을 나타내지 않았다. 혼탁 사과주스 농축품의 pH는 적정산도와 달리 저장온도 및 저장기간에 무관하게 3.7 정도로 거의 변화가 없었으며 72° Bx clear 농축품의 경우에도 3.6 정도로 거의 변화가 없었다.

## 3. 색과 ASC

저장온도를 달리하여 저장한 사과주스 농축품의 저장기간에 따른 색 및 ASC의 변화를 살펴본 결과는 Table 2와 Fig. 1과 같았다.

색의 변화를 살펴보면 45° Bx 혼탁 농축품의 경우, 4°C와 -3°C에 저장시에는 저장기간이 길어짐에 따라 L값은 초기 13.08에서 14주 저장시에는 각각 9.84, 12.28 로 다소 낮아지는 경향을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값은 초기 1.38에서 14주 저장시에 각각 2.68과 1.70으로 높아졌으며 b값 역시 a값과 유사한 경향을 나타내어 초기 5.06에서 저장 14주 이후에는 각각 5.56과 5.53의 값을 나타내었다. 반면 -15°C의 경우에는 큰 변화를 나타내지 않아 저장 16주 이후에도 초기치와 거의 유사한 값을 나타내었다. 72° Bx 청정 사과주스 농축품의 경우에도 혼탁 농축품과 거의 유사한 경향을 나타내었는데 특히 a값의 경우에 초기 -1.26이던 것이 4°C에서 저장 14주 저장시에 10.56으로, -3°C와 -15°C에서 16주 저장시에는 각각 6.6, 0.98로 크게 높아지는 경향이였다. 전반적으로 저장온도가 높아짐에 따라 색의 변화 정도도 크게 나타나는 경향이였으며 비록 농축도의 차이는 있지만 청정 농축품이 혼탁 농축품에 비해 a값의 변화가 큰 것으로 보아 갈변반응이 더 빠르게 진행되는 것으로 생각되었다.

ASC의 경우, 45° Bx 청정 사과주스 농축품의 경우 초기 0.047로 매우 낮은 값을 나타내었으나 4°C에서 14주 저장시에 0.287로, -3°C와 -15°C에서 16주 저장시에는 각각 0.207과 0.071로 ASC 값이 높아지는 경향을 나타내었다. a값의 경우와 마찬가지로 저장온도가 높아짐에 따라 그 ASC 값의 증가정도도 커지는

Table 2. Changes in color of apple juice concentrates during storage at different temperature

Storage temp.(°C)	Hunter's values	Storage time (weeks)									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
45° Bx Cloudy	4	L		12.81	12.77	12.11	11.78	11.13	10.77	9.84	
		a		1.36	1.63	1.76	2.22	2.58	2.60	2.48	-
		b		5.18	5.47	5.56	5.78	5.81	5.71	5.36	
	-3	L	13.08	13.22	13.16	12.90	12.90	12.63	12.58	12.28	12.08
		a	1.38	1.40	1.35	1.33	1.53	1.64	1.63	1.70	1.98
		b	5.06	5.18	5.18	5.25	5.40	5.50	5.50	5.53	5.73
	-15	L		13.25	13.35	13.08	13.30	13.10	13.08	13.05	13.00
		a		1.41	1.37	1.42	1.34	1.33	1.35	1.32	1.41
		b		5.18	5.17	5.18	5.21	5.17	5.18	5.15	5.22
72° Bx Clear	4	L		80.76	76.50	75.45	72.50	71.38	71.41	71.01	70.44
		a		2.05	5.12	5.81	8.33	9.42	9.23	9.65	10.56
		b		30.69	33.59	34.16	35.78	36.39	36.56	37.11	37.63
	-3	L	85.74	83.07	80.56	80.64	77.89	76.41	77.06	75.59	74.93
		a	-1.26	0.79	2.07	2.07	3.99	5.30	4.84	5.70	6.60
		b	28.66	28.40	30.90	30.48	32.82	33.43	32.97	34.13	34.77
	-15	L		84.91	83.41	84.46	82.72	82.05	83.49	82.99	82.65
		a		-0.33	0.14	-0.46	0.43	1.46	0.39	0.54	0.98
		b		26.63	28.94	27.49	28.71	29.69	28.45	28.83	29.42

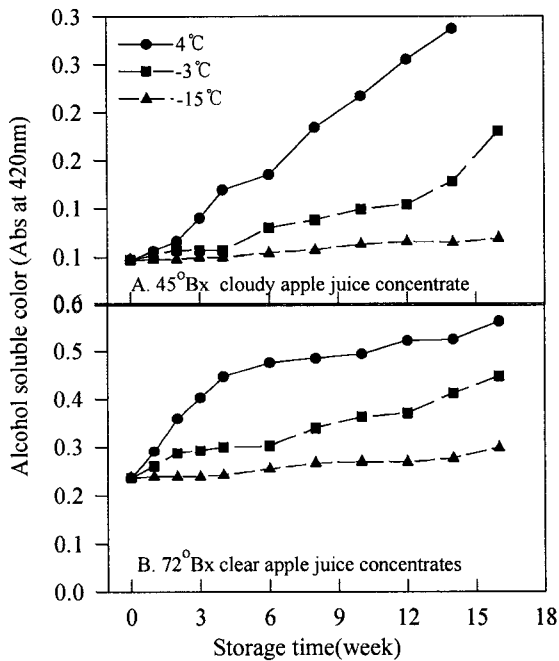


Fig. 1. Changes in ASC of apple juice concentrate during storage at different storage temperature.

경향을 나타내었다. 72° Bx 청징 사과주스 농축품도 거의 유사한 경향을 나타내어 초기 0.287 이던 것이 4°C에서 16주 저장 후에 0.561로 2배 정도 높아졌으며, -3°C와 -15°C에서 저장시에는 0.448과 0.299로 크게 높아졌다. 단지 4°C에서 저장한 경우 6주 저장시까지는 급격한 증가를 나타내다가 이 후 다소 완만한 증가를 나타낸 것이 45° Bx 혼탁 사과주스 농축품과 다소 다른 양상이었다.

4. 비타민 C의 함량

저장온도를 달리하여 저장한 사과주스 농축품의 저장기간에 따른 비타민 C의 함량변화를 살펴본 결과는 Fig 2와 같았다.

비타민 C 함량 역시 전반적으로 ASC 변화와 유사한 경향을 나타내어 45° Bx 혼탁 농축품의 경우 초기 171.9mg% 이던 것이 4°C에서 14주 저장 이후에는 95.1mg%로, -3°C와 -15°C에서 16주 저장시에는 각각 120mg%, 134.7mg%로 감소하였다. 72° Bx 청징 농축품의 경우에도 초기 107.4mg% 이었으나 4°C, -3°C와 -15°C에서 16주 저장시에 각각 55.6mg%, 69.8mg%와 80.9mg%로 감소하였다. 저장 온도에 따른 차이를 비교해 보면 다른 분석항목에서와 마찬가지로

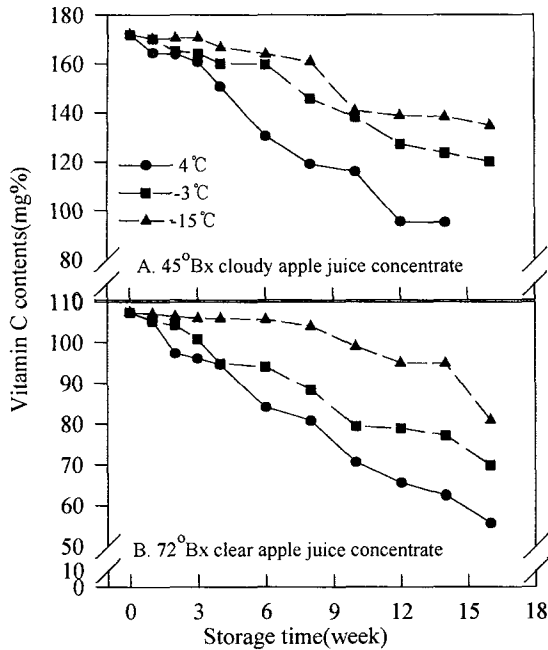


Fig. 2. Changes in vitamin C contents of apple juice concentrate during storage at different storage temperature.

저장온도가 높을수록 그 변화 폭에 매우 크게 나타나 저장시의 비타민 C 함량 변화 역시 저장온도와 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 저장 14주를 기준으로 농축도가 낮은 혼탁 사과주스 농축품이 청징 사과주스 농축품에 비해 다소 높은 비타민 C 함

Table 3. Correlation of a values with ASC and vitamin C contents of apple juice concentrates during storage

	Color (a value)	Vitamin C contents
45° Bx Cloudy	Color (a value)	
	Vitamin C contents	-0.904***
	ASC	0.962***
72° Bx Clear	Color (a value)	
	Vitamin C contents	-0.932***
	ASC	0.957***

\*\*\* : p < 0.001

량 감소를 나타내었으나 큰 차이는 아니었다.

### 5. 이화학적 특성간의 상관관계

저장 온도 및 저장기간에 따른 사과주스 농축품의 색, ASC 및 비타민 C 함량 측정치간의 상관 관계를 조사해본 결과는 Table 3과 같다.

사과주스 농축액의 색 중에서 적색도를 나타내는 a 값을 기준으로 보면 ASC와 높은 상관 관계를 나타내어 혼탁과 청징 농축품이 각각 0.962와 0.957의 상관계수 값을 나타내었다. 비타민 C 함량의 경우에도 -0.936 ~ -0.864의 상관계수 값을 나타내어 비교적 높은 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 사과주스의 전체적인 품질에 갈변이 미치는 영향이 큰 점을 고려해 볼 때 a값, ASC와 비타민 C 함량 등은 모두 갈변과 밀접한 관계가 있는 이화학적 특성들로서 사과주스의 전체적인 품질 변화를 측정하는 중요한 요인이 될 수 있을 것으로 생각되었으며 특히 ASC의 경우 그 측정 방법이 매우 간단하고, 단시간에 측정 가능한 항목으로 갈변의 진행 정도를 측정하는 매우 유용한 수단이 될 수 있을 것으로 생각되었다.

### 요 약

사과주스 농축품의 저장온도에 따른 저장 중 품질 변화를 살펴보기 위하여 45° Bx 혼탁과 72° Bx 청징 사과주스 농축품을 4°C, -3°C 및 -15°C에서 16주 동안 저장하면서 미생물, pH와 산도, 색, alcohol soluble color 및 비타민 C 함량의 변화를 살펴보았으며, 이들 이화학적 특성간의 상관관계를 살펴보았다. 혼탁사과주스 농축품을 4°C에서 저장한 경우에만 저장기간이 길어짐에 따라 호기성 일반세균 및 효모류의 수가 크게 증가하였으나 -3°C와 -15°C에서 저장한 경우와 청징 농축품의 모든 저장온도에서는 미생물이 검출되지 않았다. 적정산도 역시 4°C에 저장한 혼탁사과주스 농축품에서 다소 증가하였으나 pH의 경우에는 3.6 ~ 3.8로 큰 변화가 없었다. 색의 경우 혼탁과 청징 농축품 모두 저장기간이 길어지거나 저장온도가 높을 경우에 a값이 크게 증가하였으며 ASC 역시 이와 유사한 경향이였다. 비타민 C의 함량은 저장기간이 길어짐에 따라 감소하였으며 저장온도가 높을수록 감소경향이 크게 나타났다. 적색도를 나타내는 a값과 ASC 간에는 0.957~0.967의 높은 상관계수값을 나타내었으며 비타민 함량도 역시 -0.864~0.936의 상관계수 값을 나타내었다.

### 감사의 글

본 연구는 농림수산특정연구과제인 “국내산 사과주스 제품의 수출증대를 위한 고품질화 및 다양화 연구”에 관한 연구의 일부이며, 연구비를 지원하여 준 농림수산기술관리센터에 깊이 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 장경원, 허재관, 김상교, 백영진 : 오렌지 쥬스의 살균온도 및 저장온도가 품질에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 28(1), 8~14 (1996).
2. 이남경, 윤재영, 이서래 : 캔 및 병 오렌지 쥬스의 저장온도에 따른  $Q_{10}$ 값 및 품질수명의 산정, *한국식품과학회지*, 27(5), 748~752 (1995).
3. 이남경, 윤재영, 이서래 : 캔 및 병 오렌지 쥬스의 저장 중 중금소과 비타민 C 함량의 변화, *한국식품과학회지*, 27(5), 742~747 (1995).
4. 정기택, 서승교, 안정익 : 홍옥 polyphenol oxidase의 일 반적 특성 및 활성 band의 열안정성, *한국식품영양학회지*, 13(4), 397~402 (1984).
5. Janovitz-Klapp, A. H., Richard, F. C., Goupy, P. M., and Nicolas, J. J. : Kinetics studies on apple polyphenol and oxidase, *J. of Agric. and Food Chem.*, 38(7), 1437~1441 (1990).
6. Toribio, J. L. and Lozano, J. E. : Nonenzymatic browning in apple juice concentrate during storage, *J. of Food Sci.*, 49, 889~892 (1984).
7. 홍희도, 김성수, 김경탁, 최희돈 : 국내산 사과주스 농축 품의 장기저장 중 품질 변화, *한국농화학회지*, 42(3), 235~239 (1999).
8. Kobatake, M., Kurata, H. and Komagata, K. : Microbiological studies on fruit juice ( I ) Microorganisms found in commercial orange and apple juice, *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 19, 449~456 (1978).
9. Meydav, S., Saguy, I. and Kopelman, I. J. : Browning determination in citrus products, *J. Agric. Food Chem.*, 25(3), 602~604 (1977).
10. Meydav, S., Saguy, I. and Kopelman, I. J. : Browning determination in citrus products, *J. Agric. Food Chem.*, 25(3), 602~604 (1977).
11. 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 : 식품 분석법(1), 유림문화사, 서울, p. 356~359 (1993).
12. Kobatake, M., Kurata, H. and Komagata, K. : Microbiological studies on fruit juice ( II ) Determination of yeasts isolated from commercial orange, *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 19, 457~461 (1978).

(2001년 1월 10일 접수)