

## 참다래 주스의 이화학적 특성에 미치는 살균 및 저장온도의 영향

이진원 · 김인환<sup>1</sup> · 이광원\* · 이 철  
 고려대학교 식품과학부, <sup>1</sup>고려대학교 병설 보건대학교

### Effects of Pasteurization and Storage Temperatures on the Physicochemical Characteristics of Kiwi Juice

Jin-Won Lee, In-Whan Kim<sup>1</sup>, Kwang-Won Lee\* and Chul Rhee

Division of Food Science, Korea University  
<sup>1</sup>College of Health Sciences, Korea University

To investigate the effects of storage and pasteurization temperature on the quality of kiwi juice (13.5°Brix), the Kiwi juice was pasteurized at 65, 75 and 85°C for 15 sec. The microbial, physicochemical measurements and sensory evaluations were conducted at the same condition during storage at 4 and 25°C for 30 days. Most of the vegetative bacteria cells in kiwi juice were destroyed by heat treatment over 65°C, and they did not actively grow in kiwi juice after pasteurization. The D values of bacteria in kiwi juice by tubular type of heating exchange were 4.17, 1.47 and 0.81 sec at 65, 75 and 85°C, respectively. The growth of microorganisms during storage were not detected in the most samples. The amounts of vitamin C decreased as the pasteurization-storage-temperature and storage time increased. While reducing sugar increased as the pasteurization-storage temperature-storage time increased, it decreased rapidly after 20 days of storage. Hunter's color values L, a and b of stored kiwi juice were decreased at all storage conditions, browning reaction rate increased as the pasteurization-storage-temperature was decreased.

**Key words:** pasteurization, vitamin C, reducing sugars, physicochemical characteristics

## 서 론

참다래(*Actinidia chinensis* Planch. Cv. Hayward)는 다래나무과(*Actinidiaceae*) 다래나무속에 속하는 온대성 낙엽과수로서<sup>(1)</sup> 원산지는 중국이나, 그 야생종자가 1960년대 후반 뉴질랜드로 유입되고 재배되기 시작한 후, 오늘날 뉴질랜드의 대표적인 생산물로 자리를 굳히고 있다. 또한, 참다래의 종류에는 5가지 정도의 품종이 있는데<sup>(1)</sup>, 현재 우리나라와 뉴질랜드에서 주로 재배되고 있는 품종은 Hayward 품종으로서 과실의 크기가 크고 저장성이 뛰어나며 맛과 향기가 다른 품종들에 비해서 우수하다<sup>(1)</sup>. 이러한 참다래는 vitamin C 함량이 다른 과실류 보다 비교적 높고<sup>(2)</sup>, 무기질(K, P, Ca, Mg 등)의 함량도 사과와 포도류 보다 2~3배 높으며<sup>(3)</sup> 과육의 색이 매우 독특한 특성을 지니고 있다. 또한, 섬유소 함량과 열매 자체 당도와 유기산 함량이 높아 단맛과 신맛의 조

화가 이루어져 과실의 가공식품 중 하나인 과즙음료로서도 가치를 주목 받고 있다<sup>(3)</sup>. 한편, 참다래는 펙틴 분해 효소인 pectinesterase가 존재하여 육류의 연육 작용에도 영향을 미치는데, 이는 과실자체에서 추출된 물질로서 식품첨가물로도 안전하고 이용 가치가 높다<sup>(4)</sup>. 그러나 참다래 등 과실을 이용한 과즙음료를 제조하여 장기간 저장할 경우 풍미의 변화<sup>(5)</sup>가 쉽게 일어난다고 알려져 있으며, Dinsmore<sup>(6)</sup> 등과 Rymal<sup>(7)</sup> 등은 살균온도 및 저장온도에 따른 과실 주스의 풍미 변화를 보고하였고, Isu 등<sup>(8)</sup>과 Tatum 등<sup>(9)</sup>은 과실주스 즉, vitamin C 함량이 많은 과일일수록 vitamin C가 분해되는 양이 많아 이미와 이취의 원인물질을 생성한다고 보고하였다<sup>(10)</sup>. 또한, 일반적으로 과즙음료의 제조시 저장성 향상을 위하여 가열살균공정이 이루어지는데, 이는 미생물을 사멸시켜 안정성은 부여하지만 열처리에 의한 영양성분의 파괴와 갈변 현상과 같은 색의 변화 및 물성의 변화 등으로 살균제품의 기호도를 현저히 감소시키는 단점이 있다. 따라서, ascorbic acid와 citric acid 같은 유기산 첨가로 갈변 반응을 억제시키거나<sup>(11)</sup>, ascorbic acid 손실의 원인이 되는 열처리와 산소와의 결합에 의한 문제점 해결을 위하여 열에 대한 저항성을 파악하고 이들의 손실을 최소화하는 연구가 필요한 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 살균제품의

\*Corresponding author : Kwang-Won Lee, Division of Food Science, College of Life and Environmental Sciences, Korea University, Anam-dong, Sung-buk-gu, Seoul 136-701, Korea  
 Tel: 82-2-3290-3027  
 Fax: 82-2-925-1970  
 E-mail: kwangwon@korea.ac.kr

저장에 있어서 관능적 품질과 저장성을 검토하고, 참다래를 이용한 가공식품인 참다래 주스를 시료로 살균을 한 경우, 풍미 변화 및 살균온도와 저장온도에 따른 이화학적 특성에 미치는 영향을 알아보려 한다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험의 재료는 '99년 제주도에서 수확한 참다래를 가락동 농수산시장으로부터 구입하여 사용하였으며, 참다래 주스 제조시 첨가되는 올리고당은 프락토 올리고당(제일제당(주))을 사용하였다. 또한, 그 외 시험에 사용한 시약은 특급시약 또는 일급시약을 사용하였다.

#### 참다래 주스에서 미생물의 열적 특성

살균지표균으로 사용된 *L. brevis*의 초기 균수를  $10^7$  cfu/mL으로 조절하고 tubular type 열 교환기를 이용하여 65, 75 및 85°C에서 각각 5, 10, 15 및 20초 동안 가열 살균하여 미생물의 사멸특성을 조사하였다. 즉, 온도조절이 가능한 circulator에 연결된 tubular type의 열교환기를 이용하여 각각 65, 75 및 85°C 온도로 유지되어 있는 4개로 연결된 관( $\phi 4$  mm)에 참다래 주스를 통과시켰다(Fig. 1). Circulator에 의하여 시료가 통과하는 관 주위의 온도를 heating material로 water를 이용하여 살균온도를 맞추어 놓고 참다래 주스의 살균조건에 온도가 도달하였을 때, 살균온도(T)의 T-2에 도달하였을 때를 0시간으로 잡고 그때까지 걸린 시간을 도달시간(CUT, come up time)으로 하였으며, 이때부터 경과한 시간을 살균시간으로 하였다. 살균종료 후, 냉각시켜 clean bench에서 살균된 시료를 취하여 시료에 따른 세균 측정용 시료를 표준한천 배지(plate count agar)에 분주하여 30°C의 항온기에서 48시간 배양한 후, 세균의 집락수를 측정하여 세균의 집락수에 따른 D-value를 구하고 이것으로부터 Z-value를 구하였다.

#### 참다래 주스 제조 및 저장

참다래 과육과 생수를 40:60(w/w)의 비율로 waring blender를 사용하여 20,000 rpm에서 2분간 혼합하고 올리고당을 첨가하여 참다래 주스 당도를 13.5°Brix로 조절한 후, 동일 rpm에서 1분간 더 혼합하여 자체 제작한 tubular type 열 교환기를 이용하여 가열 살균한 후, 시료로 사용하였다. 또한, 열처리 후, 참다래 주스의 미생물 사멸특성을 조사한 뒤, 65, 75 및 85°C에서 15초 동안 가열 살균한 시료를 밀봉이 가능한 멸균된 유리병에 60 mL씩 분주한 후, 밀봉하여 4와 25°C로 유지되는 항온기에서 1개월 동안 저장하여 4일 간격으로 무작위적으로 선택하여 20°C 동일온도로 유지시킨 후, 10회 이상 흔들여 사용한 경우, 시료의 일부분에서 잡균이 검출은 되었으나, 동일조건으로 살균 처리된 다른 시료에서는 검출되지 않았으므로 용기의 불량으로 판단된다. 따라서 참다래 주스를 살균한 직후부터 저장실험이 완료될 때까지 효모, 곰팡이, 및 잡균에 대하여 음성이었음을 확인하였다. 이와 같은 결과는 시료의 살균이 적절하였으며 모든 실험이 무균적으로 행하여졌음을 알 수 있었다.

#### Vitamin C 함량측정

시료 중 vitamin C(total ascorbic acid)의 함량은 Hydrazine비색법<sup>(12,13)</sup>을 이용하였다. 즉, 참다래 주스 1 mL에 metaphosphoric acid 용액 49 mL를 넣어 50배 희석한 후, 이를 원심분리(7,500×g, 20 min)하여 상등액 중 2 mL을 취하여 5% HPO<sub>3</sub>(metaphosphoric acid) 용액과 DCP(2,6-dichlorophenolindophenol sodium)용액을 1 mL씩 가한 후, thiourea-HPO<sub>3</sub>용액을 2 mL 및 DNP(2,4-dinitrophenylhydrazin)용액 1 mL을 가하였다. 그리고 37°C 항온수조에서 3시간 방치한 후, 85% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액 5 mL와 DNP용액 1 mL을 빙수 중에서 조작한 뒤, 실온에서 30분간 방치하고, 520 nm의 파장에서 분광광도계로 흡광도를 측정하고, 이를 표준 검량식에 적용하여, 시료 중 vitamin C함량을 구하였다.

#### 환원당 함량측정

환원당 함량은 DNS(dinitrosalicylic acid)방법을 이용하였다. 즉, 참다래 주스 1 mL에 증류수 49 mL를 첨가하여 50배 희석한 후, 이를 원심분리(7,500×g, 20 min)하여 상등액 중 0.5 mL을 취하여 DNS시약(1,000 mL 증류수 + 7.5 g dinitrosalicylic acid + 14 g NaOH + 216 g Rochelle salt + 5.4 mL phenol 및 5.9 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 1.5 mL를 가한 후, 잘 혼합하여 100°C에서 5분간 가열하고 빙수에서 10분간 냉각한 뒤, 3,5-dinitrosalicylic acid 즉, DNS가 환원되어 생성된 3-amino-5-nitrosalicylic acid를 640 nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하고, 이를 glucose를 이용한 표준 검량식에 적용하여 시료 중 환원당 함량을 구하였다.

#### 색도측정

색은 시료를 25±1°C 일정한 온도에서 색차계(CR 300 Chroma Meter, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 Hunter L, a 및 b값으로부터 초기 시료와의 색차(total color difference, E)를 구하였다.

#### 갈색도 측정

참다래 주스 25 mL을 원심분리(3,000×g, 20 min)하여 상등액 1 mL을 취하고 9 mL의 증류수를 가하여 10배 희석한다. 증류수를 공시험용 시료로 하여 분광광도계를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 통계적 분석

SAS(Statistical Analysis System) 통계 package<sup>(15)</sup>를 사용하여 분산 분석 및 Duncan 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 열 침투곡선

살균조건에 따른 tubular type의 살균장치내에서 온도분포를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었으며, 이로부터 각각의 살균온도에 따른 CUT(come up time)와 F<sub>0</sub>를 구하였다. 그 결과 CUT는, 살균온도와 관계없이 약 15초 내외로 나타났으며, F<sub>0</sub>는 65, 75 및 85°C에서 각각 0.44, 1.25 및 2.06초의

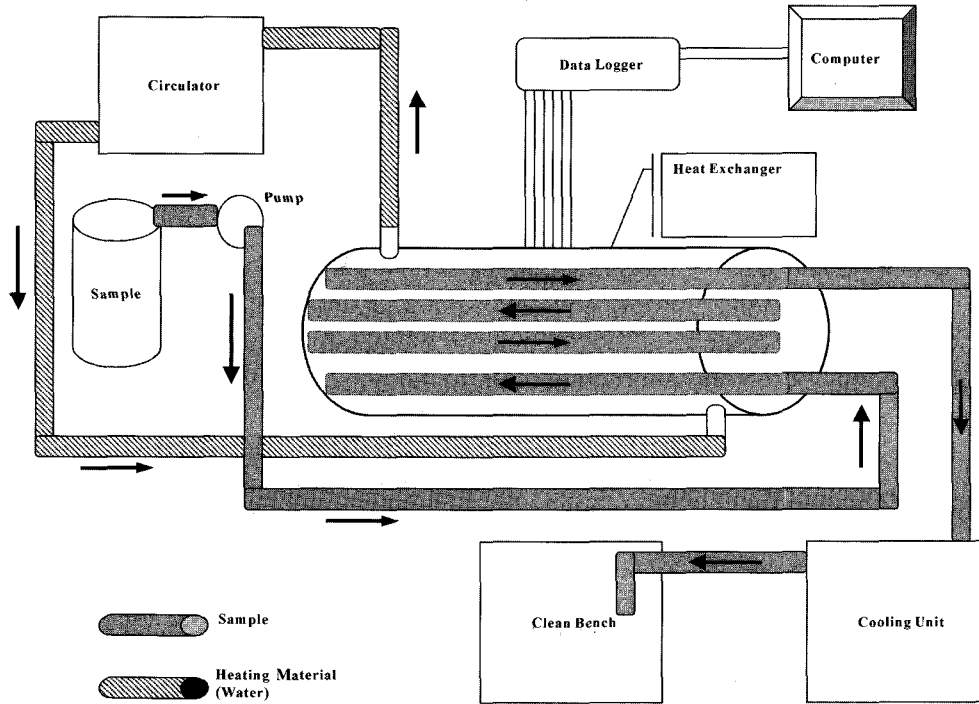


Fig. 1. Schematic diagram on pasteurization system of kiwi juice.

$F_0$ 값을 나타내었다. 이러한 결과 본 실험에서 사용한 열 교환기에서의 온도별 살균효과 즉, lethal rate는 65°C를 기준으로 할 때, 75°C와 85°C에 대하여 2.8 및 4.7로 증가하였음을 의미한다.

**Tubular type의 살균장치에 의한 참다래 주스 내 미생물의 열 저항성**

참다래 주스의 살균지표균으로 사용한 *L. brevis*의 열에 대한 저항성을 알기 위하여 tubular type의 살균장치를 이용하여 65, 75, 85°C 각각의 살균온도에서 각기 다른 시간(5, 10,

15, 20초)동안 가열한 후, 생산 균수의 변화를 반대수좌표에 표시한 결과, 직선적 사멸곡선을 얻었다. 즉, 살균조건에 대하여 지수적 감소추세를 나타내었으며, 이로부터 구한 D값은 Table 1과 같다. 살균지표균으로 사용한 *L. brevis*의 D값은 65, 75 및 85°C에서 각각 4.17, 1.47 및 0.81초를 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때, 65°C에서 75°C로 온도 상승시 D값의 감소가 75°C에서 85°C로 온도 상승에 따른 감소정도보다 큰 것을 알 수 있었으며, 이는 세가지 살균온도에서의 살균효과 및 영양성분의 파괴 정도를 고려할 때, 75°C가 비교적 적합한 살균 온도인 것으로 생각된다. 또한, 이들 값을 log D값과 온도의 좌표에 그려본 결과 대략적인 직선관계를 나타내었으며 이로부터 구한 살균지표균인 *L. brevis*의 Z값은 28.1이었다(Table 1). 이러한 결과는 정치형 살균시스템을 적용하는 경우(14)보다 매우 작은 값으로 나타났으며, 이는 동일온도에서 정치형 살균시스템보다 살균효과가 매우 뛰어나고 연속식 살균방법이 합리적임을 의미한다.

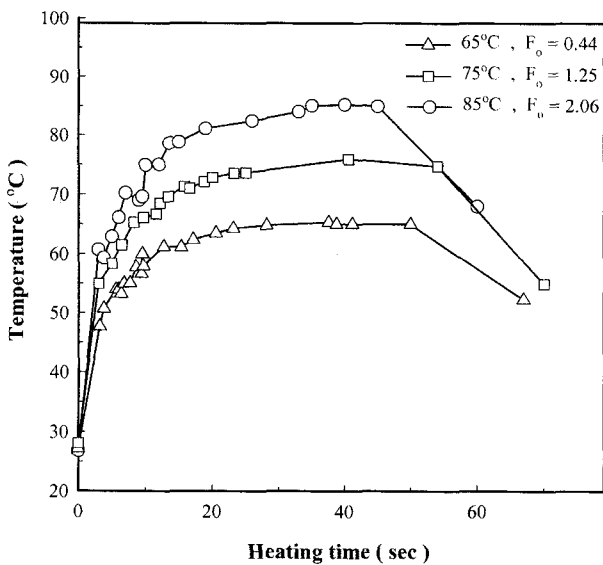


Fig. 2. Temperature profiles of kiwi juice in tubular type heat exchanger for 15 second at the three different temperatures.

**Vitamin C 함량측정**

세 가지 온도에서 살균된 참다래 주스의 저장 중 일어나는 vitamin C의 변화 결과는 Fig. 3과 같다. 참다래 주스의 중요한 품질 지표인 vitamin C의 함량은 65, 75 및 85°C에

Table 1. Thermal property of *L. brevis* in Kiwi juice measured by continuous tubular type heating system

| D value (sec) | <i>L. brevis</i> |
|---------------|------------------|
| D65           | 4.17             |
| D75           | 1.47             |
| D85           | 0.81             |
| Z value (°C)  | 28.1             |

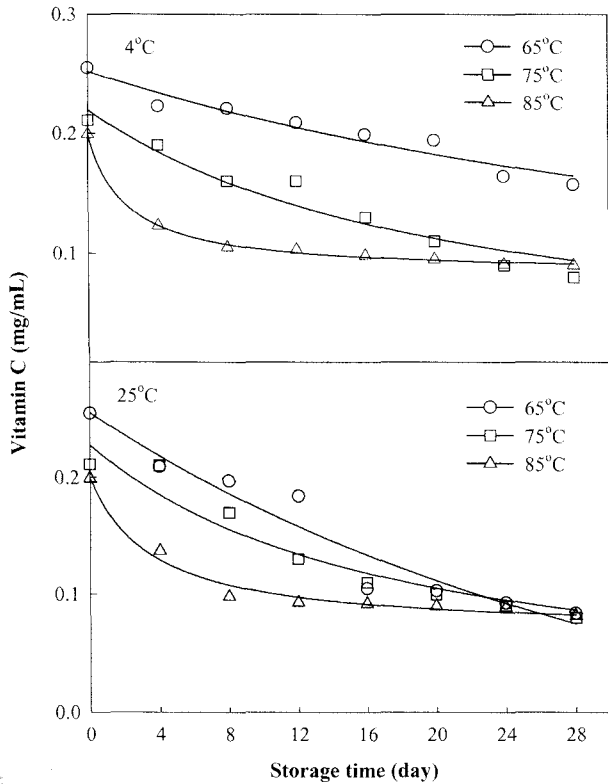


Fig. 3. Change of vitamin C in kiwi juice during storage at two temperatures with different pasteurization condition.

서 15초 동안 살균 후, 각각의 조건에 대하여 0.26, 0.21 및 0.20 mg/mL로 차이를 나타내었다. 이러한 초기값을 볼 때, 65°C에 비하여 75°C 및 85°C에서 살균할 경우, 작은 값을 보여, 65°C 이상으로 열 처리시 그 감소 정도가 크다는 것을 알 수 있었다. 그리고 저장온도와 저장기간이 증가함에 따라서 전체적으로 저장초기보다 vitamin C함량은 감소하는 경향을 보였으며, 특히 85°C로 살균한 경우 저장온도에 관계없이 초기에 급격히 감소하였다. 또한, 참다래 주스를 4°C에 저장한 경우 20일째 vitamin C함량이 살균 및 저장조건에 따라서 각각 0.13, 0.11 및 0.08 mg/mL로 초기값에 비하여 50%, 47% 및 60%의 감소를 나타내어, 85에서 살균한 시료가 가장 큰 폭으로 감소한 것으로 나타났으며 또한, 25°C에서 20일째 저장한 경우에 각각 0.12, 0.11 및 0.07 mg/mL로 4°C 저장한 시료와 비슷한 수준으로 vitamin C의 손실량이 증가하였으나, 큰 차이는 보이지 않았다. 이러한 두 온도에서의 저장에 따른 vitamin C의 손실량을 볼 때, 살균조건에 대한 안정성은 75°C에서 비교적 우수한 것으로 나타났으며, 또한, 참다래 주스와 같이 vitamin C함량이 높은 과실 주스의 ascorbic acid 손실에 영향을 주는 요인으로는 살균온도에 따른 변화가 저장온도에 비하여 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다. 이와 같이 살균온도 및 저장온도가 증가할수록 vitamin C함량이 감소하는 경향은 Smooth 등<sup>(15)</sup>이 오렌지 주스의 ascorbic acid 손실이 살균온도와 저장온도가 증가할수록 증가된다는 보고와 일치하는데, 이는 ascorbic acid가 가열살균에 의해 산화반응이 나타나기 때문이다.

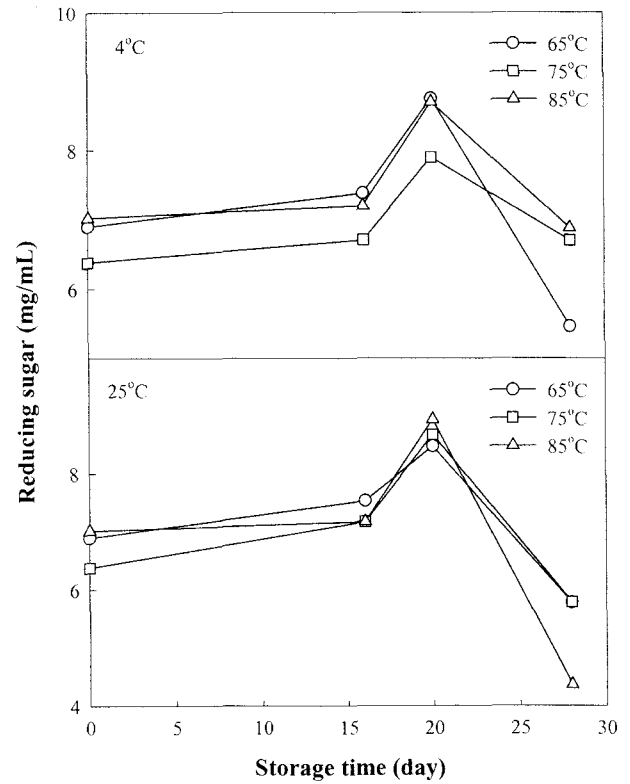


Fig. 4. Change of reducing sugar in kiwi juice during storage at two temperatures with different pasteurization conditions.

환원당 함량 변화

저장기간 동안 참다래 주스에서 환원당 함량의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4를 보면, 65, 75 및 85°C의 살균온도에서 참다래 주스의 초기 환원당 함량은 각각 6.9, 6.38 및 7.02 mg/mL로 나타났으며, 살균조건과 저장온도에 관계없이 모든 조건에서 저장 15일까지는 점진적으로 증가현상을 보이다가 이후, 급격히 증가하여 저장 20일째에 4°C에서는 최고 함량인 8.75, 7.90 및 8.70 mg/mL의 값을 나타내었으며, 그 이후 다시 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 또한, 25°C 저장 경우에는 9.01, 8.67 및 8.93 mg/mL의 수치를 나타내었다. 특히, 최고값 (저장 20일)을 나타낸 이후, 급격히 감소하는 현상은 4°C보다 25°C에서 저장한 경우 두드러지게 나타났다. 이와 같이 참다래 주스의 저장 중 환원당 함량의 변화는 모든 조건에서 저장초기에 서서히 증가하다가 일정시점 (20일 저장)에서 최대값을 나타낸 후, 다시 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 형성된 환원당이 참다래 주스 내의 갈색화 물질 형성 등에 이용되는 속도가 크기 때문에 일정시점 이후 감소된 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 과실 주스인 오렌지 주스의 저장 중 미생물, 효소, 화학적 변화에 의하여 환원당 함량의 변화가 크다고 말한 Jones<sup>(16)</sup>와 Sadler 등<sup>(18)</sup>의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 한편, Spark 등<sup>(17)</sup>은 오렌지 주스에서 다량의 당질이 존재하면서 비효소적 갈색화 반응에 의한 색 저하가 일어난다고 보고하였으며, 이러한 결과는 환원당 함량이 증가할수록 색 저하와 갈색화 변화가 증가한다는 사실을 의미한다.

**Table 2. Changes of brownness of kiwi juice during storage as a function of pasteurization content at two temperatures**

| P.T. <sup>1)</sup> | S.T. <sup>2)</sup> | Storage temperature           |                           |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------|
|                    |                    | 4°C                           | 25°C                      |
| 65                 | 0                  | 1.51 ± 0.02 <sup>def,3)</sup> | 1.51 ± 0.02 <sup>d</sup>  |
|                    | 4                  | 1.26 ± 0.08 <sup>b</sup>      | 1.41 ± 0.01 <sup>ef</sup> |
|                    | 16                 | 1.44 ± 0.02 <sup>f</sup>      | 1.53 ± 0.05 <sup>d</sup>  |
|                    | 24                 | 1.51 ± 0.02 <sup>def</sup>    | 1.54 ± 0.05 <sup>d</sup>  |
|                    | 28                 | 1.26 ± 0.07 <sup>b</sup>      | 1.27 ± 0.02 <sup>g</sup>  |
| 75                 | 0                  | 1.58 ± 0.03 <sup>cd</sup>     | 1.58 ± 0.03 <sup>cd</sup> |
|                    | 4                  | 1.35 ± 0.04 <sup>g</sup>      | 1.42 ± 0.08 <sup>e</sup>  |
|                    | 16                 | 1.54 ± 0.04 <sup>cd</sup>     | 1.64 ± 0.03 <sup>bc</sup> |
|                    | 24                 | 1.45 ± 0.02 <sup>f</sup>      | 1.54 ± 0.03 <sup>d</sup>  |
|                    | 28                 | 1.27 ± 0.02 <sup>b</sup>      | 1.37 ± 0.04 <sup>ef</sup> |
| 85                 | 0                  | 1.75 ± 0.02 <sup>a</sup>      | 1.75 ± 0.02 <sup>a</sup>  |
|                    | 4                  | 1.49 ± 0.05 <sup>ef</sup>     | 1.54 ± 0.11 <sup>d</sup>  |
|                    | 16                 | 1.67 ± 0.01 <sup>b</sup>      | 1.67 ± 0.01 <sup>ab</sup> |
|                    | 24                 | 1.61 ± 0.06 <sup>bc</sup>     | 1.53 ± 0.01 <sup>d</sup>  |
|                    | 28                 | 1.45 ± 0.05 <sup>f</sup>      | 1.34 ± 0.02 <sup>g</sup>  |

<sup>a-g</sup>Superscriptive letters in a column indicate significant difference at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison.

<sup>1)</sup>Pasteurization temperature (°C).

<sup>2)</sup>Storage time (day).

<sup>3)</sup>Mean ± standard deviation (n=3).

### 갈색도 변화

저장 중 시료의 갈색도 변화는 Table 2와 같았다. 즉, 65, 75 및 85°C에서 살균한 참다래 주스를 4, 25°C에서 저장한 경우, 전반적으로 모든 살균온도에서 저장 16일까지 불안정한 변화를 나타내다가 이후, 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 또한, 저장온도간의 경향을 볼 때, 65°C와 75°C에서의 살균한 시료의 경우, 동일 저장 시점에서 4°C보다 25°C에서

저장한 경우 다소 높은 갈색도를 나타내었으나, 85°C에서 살균한 시료의 경우에는 두 저장온도간에 별다른 경향을 보이지 않았다. 이와 같은 갈색도 변화의 결과는 pH, 환원당 함량의 변화 및 색소물질의 하나인 안토시아닌(anthocyanins)의 변화에 대하여 비교분석 할 수 있다. 즉, 참다래 주스의 저장 중 pH변화의 범위가 3.0~4.0 사이로 일정한 상태로 유지하였으나, 살균에 의한 가열반응과 강산성 식품인 참다래 주스 내 당 물질이 반응하여 당 함량에 따라 민감한 반응을 나타내는 갈색도는 환원되는 당의 함량이 감소됨에 따라서 갈색도 역시 감소되는 현상과 유사하게 나타났다. 또한, 참다래 주스를 가열 살균하면서 안토시아닌이 열과 반응하여 갈색화 물질을 형성하며, 가열살균에 의해 분리된 참다래 주스 내 vitamin C 분자들과 안토시아닌 색소 물질이 결합하여 갈변 현상을 일으키기 때문으로 사료된다. 즉, 안토시아닌은 vitamin C함량이 많을수록 결합되는 정도가 증가하여 갈변 현상을 많이 일으키게 되는데 본 실험에서 사용한 참다래 주스는 가열 살균하여 저장되면서 주스 내 존재한 vitamin C가 파괴되어 저장 기간이 증가될수록 그 함량이 감소하여 그만큼 안토시아닌과 반응할 수 있는 vitamin C함량 또한 감소하여 1개월 저장 후, 갈변 현상이 감소되는 것으로 사료된다. 한편, 4°C와 25°C에 저장한 경우 변화의 차이를 보았을 때, 살균온도가 높아질수록 살균조건에 따른 초기값이 1.51, 1.58 및 1.75로 증가하였으나, 4°C 저장 경우 저장초기에 비하여 저장 1개월 후에는 전반적으로 각각 16.6%, 19.6%, 17.1%로서 75°C에서 살균 후 저장한 경우 상대적으로 큰 감소폭을 보였다. 그러나, 25°C에 저장한 시료의 경우에는 85°C에서 살균한 시료가 가장 큰 감소폭(23.4%)을 보여, 저장온도 및 살균온도 사이에 일정한 경향은 보이지 않았다. 이러한 결과로 볼 때, 갈색화의 진행 정도는 온도 및 내용물의 성분(환원당, vitamin C) 등의 요인에 의하여 일어나는 것으로 사료된다.

**Table 3. Color change of kiwi juice pasteurized at various temperatures during storage at 4°C**

| P.T. <sup>1)</sup> | S.T. <sup>2)</sup> | L                            | a                           | b                          | ΔE                         |
|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 65                 | 0                  | 41.48 ± 1.24 <sup>a,3)</sup> | -0.37 ± 0.07 <sup>ab</sup>  | 9.69 ± 0.35 <sup>a</sup>   | 17.71 ± 1.16 <sup>a</sup>  |
|                    | 4                  | 35.99 ± 1.55 <sup>bc</sup>   | -1.10 ± 0.07 <sup>fg</sup>  | 6.71 ± 1.11 <sup>bc</sup>  | 11.48 ± 1.86 <sup>b</sup>  |
|                    | 16                 | 36.05 ± 1.21 <sup>b</sup>    | -1.04 ± 0.19 <sup>efg</sup> | 6.85 ± 0.93 <sup>b</sup>   | 11.60 ± 1.40 <sup>b</sup>  |
|                    | 20                 | 35.59 ± 0.55 <sup>bc</sup>   | -0.72 ± 0.18 <sup>cd</sup>  | 6.71 ± 0.31 <sup>bc</sup>  | 11.11 ± 0.49 <sup>b</sup>  |
|                    | 28                 | 32.13 ± 0.74 <sup>e</sup>    | -0.94 ± 0.15 <sup>def</sup> | 4.55 ± 0.26 <sup>e</sup>   | 7.07 ± 0.74 <sup>ef</sup>  |
| 75                 | 0                  | 40.08 ± 1.84 <sup>a</sup>    | -0.57 ± 0.08 <sup>a</sup>   | 9.40 ± 0.40 <sup>a</sup>   | 16.34 ± 1.72 <sup>a</sup>  |
|                    | 4                  | 34.49 ± 0.77 <sup>bcd</sup>  | -0.95 ± 0.29 <sup>cde</sup> | 5.94 ± 0.86 <sup>bcd</sup> | 9.79 ± 1.06 <sup>bcd</sup> |
|                    | 16                 | 34.61 ± 0.56 <sup>bcd</sup>  | -1.20 ± 0.11 <sup>fg</sup>  | 5.57 ± 0.21 <sup>d</sup>   | 9.76 ± 0.59 <sup>bcd</sup> |
|                    | 20                 | 34.61 ± 0.66 <sup>bcd</sup>  | -1.30 ± 0.14 <sup>g</sup>   | 5.66 ± 0.15 <sup>d</sup>   | 5.66 ± 0.15 <sup>f</sup>   |
|                    | 28                 | 33.14 ± 0.64 <sup>de</sup>   | -1.25 ± 0.03 <sup>g</sup>   | 3.91 ± 0.27 <sup>ef</sup>  | 7.82 ± 0.93 <sup>de</sup>  |
| 85                 | 0                  | 41.73 ± 1.08 <sup>a</sup>    | -0.28 ± 0.15 <sup>bc</sup>  | 9.31 ± 0.32 <sup>a</sup>   | 17.76 ± 1.11 <sup>a</sup>  |
|                    | 4                  | 35.10 ± 1.29 <sup>bcd</sup>  | -0.78 ± 0.08 <sup>def</sup> | 5.79 ± 0.84 <sup>cd</sup>  | 10.28 ± 1.50 <sup>bc</sup> |
|                    | 16                 | 33.96 ± 0.99 <sup>bcd</sup>  | -1.17 ± 0.19 <sup>fg</sup>  | 4.57 ± 0.60 <sup>e</sup>   | 8.80 ± 1.11 <sup>cde</sup> |
|                    | 20                 | 35.61 ± 0.73 <sup>bcd</sup>  | -1.32 ± 0.03 <sup>g</sup>   | 5.02 ± 0.43 <sup>d</sup>   | 10.51 ± 0.81 <sup>f</sup>  |
|                    | 28                 | 33.85 ± 0.14 <sup>cde</sup>  | -1.28 ± 0.16 <sup>g</sup>   | 3.40 ± 0.28 <sup>f</sup>   | 8.39 ± 0.17 <sup>cde</sup> |

<sup>a-g</sup>Superscriptive letters in a column indicate significant difference at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison.

<sup>1)</sup>Pasteurization temperature (°C).

<sup>2)</sup>Storage time (day).

<sup>3)</sup>Mean ± standard deviation (n=3).

**Table 4. Color change of Kiwi juice pasteurized at various temperatures during storage at 25°C**

| P.T. <sup>1)</sup> | S.T. <sup>2)</sup> | L                            | a                             | b                          | ΔE                           |
|--------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 65                 | 0                  | 41.48 ± 1.24 <sup>a,3)</sup> | -0.37 ± 0.70 <sup>ab</sup>    | 9.69 ± 0.35 <sup>a</sup>   | 17.71 ± 1.16 <sup>ab</sup>   |
|                    | 4                  | 35.99 ± 0.60 <sup>bc</sup>   | -1.10 ± 0.30 <sup>efg</sup>   | 6.71 ± 0.40 <sup>bcd</sup> | 11.48 ± 0.69 <sup>bcd</sup>  |
|                    | 16                 | 36.05 ± 0.88 <sup>b</sup>    | -1.04 ± 0.26 <sup>cdef</sup>  | 6.85 ± 0.53 <sup>b</sup>   | 11.60 ± 1.02 <sup>ab</sup>   |
|                    | 20                 | 35.59 ± 0.88 <sup>bc</sup>   | -0.72 ± 0.11 <sup>cdef</sup>  | 6.71 ± 0.58 <sup>bc</sup>  | 11.11 ± 1.04 <sup>abcd</sup> |
|                    | 28                 | 32.13 ± 0.17 <sup>bc</sup>   | -0.94 ± 0.11 <sup>cdefg</sup> | 4.55 ± 0.07 <sup>bcd</sup> | 7.07 ± 0.14 <sup>bcd</sup>   |
| 75                 | 0                  | 40.08 ± 1.84 <sup>a</sup>    | -0.57 ± 0.08 <sup>abc</sup>   | 9.40 ± 0.40 <sup>a</sup>   | 16.34 ± 1.72 <sup>a</sup>    |
|                    | 4                  | 34.49 ± 0.85 <sup>bc</sup>   | -0.95 ± 0.23 <sup>gh</sup>    | 5.94 ± 0.50 <sup>de</sup>  | 9.79 ± 0.97 <sup>bcd</sup>   |
|                    | 16                 | 34.61 ± 1.12 <sup>bc</sup>   | -1.20 ± 0.19 <sup>cdefg</sup> | 5.57 ± 0.73 <sup>b</sup>   | 9.76 ± 1.32 <sup>ab</sup>    |
|                    | 20                 | 34.61 ± 0.31 <sup>bc</sup>   | -1.30 ± 0.09 <sup>efg</sup>   | 5.66 ± 0.16 <sup>bcd</sup> | 5.66 ± 0.30 <sup>ab</sup>    |
|                    | 28                 | 33.14 ± 1.48 <sup>c</sup>    | -1.25 ± 0.06 <sup>efg</sup>   | 3.91 ± 0.10 <sup>cde</sup> | 7.82 ± 1.73 <sup>cd</sup>    |
| 85                 | 0                  | 41.73 ± 1.08 <sup>a</sup>    | -0.28 ± 0.15 <sup>a</sup>     | 9.31 ± 0.32 <sup>a</sup>   | 17.76 ± 1.11 <sup>abc</sup>  |
|                    | 4                  | 35.10 ± 0.41 <sup>bc</sup>   | -0.78 ± 0.06 <sup>fg</sup>    | 5.79 ± 0.30 <sup>e</sup>   | 10.28 ± 0.48 <sup>bcd</sup>  |
|                    | 16                 | 33.96 ± 1.06 <sup>bc</sup>   | -1.17 ± 0.35 <sup>abcd</sup>  | 4.57 ± 0.77 <sup>bcd</sup> | 8.80 ± 1.27 <sup>bcd</sup>   |
|                    | 20                 | 35.67 ± 3.28 <sup>bc</sup>   | -0.54 ± 0.41 <sup>ab</sup>    | 6.15 ± 2.12 <sup>bcd</sup> | 9.15 ± 1.27 <sup>b</sup>     |
|                    | 28                 | 35.61 ± 3.28 <sup>b</sup>    | -1.32 ± 0.41 <sup>a</sup>     | 5.02 ± 2.12 <sup>bcd</sup> | 10.51 ± 3.84 <sup>ab</sup>   |

<sup>a-g</sup>Superscriptive letters in a column indicate significant difference at p<0.05 by Duncan's multiple comparison.

<sup>1)</sup>Pasteurization temperature (°C).

<sup>2)</sup>Storage time (day).

<sup>3)</sup>Mean ± standard deviation (n=3).

**색도의 변화**

참다래 주스의 색 변화는 Table 3, 4와 같다. 명도 (L값)의 변화는 65, 75 및 85°C에서 15초 동안 살균하여 4°C와 25°C에 저장한 모든 시료가 저장기간이 길어질수록 유의적 (P<0.05)으로 감소하는 경향을 나타내었다. 즉, 4°C에 저장한 경우 각각의 살균조건에서 초기 41.48, 40.08 및 41.73의 수치를 보였으나, 1개월 저장 후에는 32.13, 33.14 및 33.85로 감소하였으며, 25°C에 저장한 경우에도 초기보다 감소한 값인 33.44, 32.54 및 32.50을 나타내었다. 또한, 적색도(a값)의 경우 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 85°C에서 살균하여 4°C에서 저장한 참다래 주스가 저장초기 a = -0.28에서 저장 1개월 후, a = -1.28의 값을 나타내면서 가장 큰 감소추세를 나타내었다. 한편, 황색도 (b값)의 경우 65, 75 및 85°C 살균조건에서 4, 25°C에서 저장한 경우 저장기간이 길어질수록 황색도인 b값은 감소현상을 나타내었다. 또한, 85°C에서 살균하여 4°C에 저장한 시료가 65, 75°C에서 살균하여 25°C에서 저장한 시료보다 황색도에 대하여 안정한 결과를 나타내었다. 이러한 결과들은 종합적으로 볼 때, 모든 조건에서 L, a값은 저장초기 급격히 감소한 후, 저장기간이 길어질수록 그 정도가 둔화되는 경향을 보였으나, 황색도(b값)는 저장기간에 따라서 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 저장 중 시료의 색 변화를 앞에서 살펴보았듯이 vitamin C 손실량이 많고 저장기간이 길어질수록 갈변에 대한 안정성이 떨어지는 결과에 기인한 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 Spark<sup>(17)</sup>와 Sadler<sup>(18)</sup> 및 Lodge 등<sup>(19)</sup>의 보고에서처럼 살균 저장한 오렌지 주스와 같은 과실 주스의 경우 vitamin C 함량의 손실은 flavor와 색 변화의 원인이 된다는 보고와 일치함을 알 수 있었으며<sup>(20)</sup>, 살균된 과실 주스의 저장 중 색도의 변화가 품질저하 인자로서 중요한 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

**요 약**

본 실험은 다양한 온도에서 살균 및 저장함에 따라 참다래 주스의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 참다래 주스(13.5°Brix)를 65, 75 및 85°C에서 각각 15초간 살균한 뒤 4, 25°C의 incubator에서 30일간 저장하며, 미생물, 이화학적 특성을 조사한 결과, 대부분의 참다래 주스 내 세균은 65°C의 가열에서 파괴되었고 저장기간 중 모든 시료에 대하여 세균 증식은 나타나지 않았다. Tubular type 가열 살균기에서 살균한 참다래 주스 중 세균에 대한 D value는 65°C에서 4.17초, 75°C에서 1.47초, 85°C에서는 0.81초로 감소하였다. Vitamin C 함량의 변화는 살균온도와 저장온도 및 저장기간이 증가할수록 감소되었으며, 환원당 함량은 모든 살균조건에서 저장 20일째 최대값을 보인 후, 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 색도의 경우에는 모든 살균 및 저장조건에서 L, a 및 b값은 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 갈색도 변화는 저장기간이 길어질수록 지속적인 감소현상을 나타내었다.

**문 헌**

1. Lee, S.E., Kim, D.M., Kim, K.H. and Rhee, C. Several physico-chemical characteristics of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch) depended on cultivars and ripening stages. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 863-868 (1989)
2. Cano, M.P. and Marin, M.A. Pigment composition and color of frozen and canned kiwi fruit slices. *J. Agric. Food Chem.* 40: 2141-2146 (1992)
3. Ferguson, T.B. Movement of mineral nutrient into the developing fruit of the kiwifruit. *J. Agric. Res.* 23: 349-352 (1980)
4. Lee, S.H. and Labuz, T.P. Destruction of ascorbic acid as a function of water activity. *J. Food Sci.* 40: 370-373 (1975)
5. Jerry, N.C. and Charles, R. S. Influence of stems, petioles and

- leaves on the phenolic content of concord and aurora blanc juice and wine. *J. Food Sci.* 53: 173-175 (1988)
6. Dinsmore, H.L. and Nagy, S. Relationship of furfural to temperature abuse and flavor change in commercially canned single-strength orange juice. *J. Food Sci.* 39: 1116-1120 (1974)
  7. Rymal, K.S. and Wolford, R.W. Changes in volatile flavor constituents of canned single-strength orange juice as influenced by storage temperature. *Food Technol.* 22: 1592-1601 (1968)
  8. Isu, N.R. and Obafemi, A. Comparative evaluation of polyphosphates acids and process treatment combinations for tropical preservation of orange juice. *Food Chem.* 25: 305-312 (1987)
  9. Hendel, C.E., Bailey, G.F. and Taylor, D.H. Measurement of non-enzymatic browning of dehydrated vegetables during storage. *J. Agric. Food Chem.* 12: 344-347 (1950)
  10. Miller, J.M. and Kirchner, J.G. Volatile water-soluble and oil constituents of valencia orange juice. *J. Agric. Food Chem.* 5: 283-291 (1957)
  11. Gerald, M. and Miller, S.L. Heated ascorbic acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes. *J. Food Sci.* 60: 763-776 (1995)
  12. Lee, N.K., Yoon, J.Y. and Lee, S.R. Changes in heavy metals and vitamin C content during the storage of canned and bottled orange juices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 742-747 (1995)
  13. Hughes, R.E., Hurley, R.J. and Jones, P.R. Vitamin C activity of D-araboascorbic acid. *Nutr. Reports Int.* 4: 177-185 (1971)
  14. Lee, C.H., Tae, W.T., Kim, G.M. and Lee, H.D. Studies on the pasteurization conditions of takju. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 44-51 (1991)
  15. Smooth, J.H. and Nagy, S. Temperature and storage effects on percent retention and percent U. S. recommended dietary allowance of vitamin C in canned single-strength orange juice. *J. Agric. Food Chem.* 25: 135-141 (1942)
  16. Jones, P.R. Fresh and processed orange juice. *J. Food Sci.* 57: 1194-1201 (1992)
  17. Spark, A.A. Role of amino acid in non-enzymatic browning. *J. Sci. Food Agric.* 20: 308-315 (1969)
  18. Sadler, G.D., Parish, M.E. and Wicker, L. Microbial, enzymatic and chemical changes during storage of fresh and processed orange juice. *J. Food Sci.* 57: 1187-1193 (1992)
  19. Lodge, N. Two novel processed products. *Food Technol.* 16: 34-40 (1981)
  20. Nagy, S. and Lee, H.S. Quality changes and nonenzymic browning intermediation in grapefruit juice during storage. *J. Food Sci.* 53: 168-172 (1998)

---

(2003년 3월 19일 접수; 2003년 6월 9일 채택)