

저장온도 및 Blanching 처리가 유자의 저장성에 미치는 영향

김현구 · 박무현 · 이영철 · 김홍만 · 장학길*

한국식품개발연구원, *경원대학교 식품가공학과

Effects of Storage Temperature and Blanching Treatment on the Storage Stability of Citron (*Citrus junos*)

Hyun-Ku Kim, Moo-Hyun Park, Young-Chul Lee, Heung-Man Kim and Hak-Gil Chang*

Korea Food Research Institute

*Department of Food Technology, Kyungwon University

Abstract

Experiments were conducted to investigate the effects of storage temperature and blanching treatment on the storage stability in order to extend the shelf life of *Citrus junos*. Chilling injury of *Citrus junos* was not observed at the temperature range of 0°C~5°C. Respiration rate of *Citrus junos* classified into climacteric characteristics as storage time goes by increase of respiration rate. The Q_{10} value of *Citrus junos* during storage appeared to have a narrow range of 2.3~2.4. The decaying rate increased drastically at 20°C ranging from 71.4% to 86.5%. It was not much influenced by the pretreatments but by the storage temperature. There was no difference in weight loss between the control and blanching treatment. The weight loss of *Citrus junos* at 20°C appeared to be high during the 12 weeks period, and consequently the overall quality of *Citrus junos* was rapidly decreased. The ratio of brix to acid showed a slow increase for *Citrus junos* stored at 3°C. At 20°C, however, it increased rapidly and then decreased. This phenomenon was mainly due to the relatively high increase of brix, compared to the increase in acid content. Development of browning color in *Citrus junos* was mainly associated with *Citrus junos* peel, rather than with *Citrus junos* pulp.

Key words: *Citrus junos*, storage stability, blanching

서 론

우리나라 남부지방에서 재배되고 있는 유자(*Citrus junos*)는 11월부터 12월에 걸쳐 수확되고 있다. 수확되는 유자의 대부분이 씨가 들어있는 유희과이나 씨가 없는 무핵과도 소량 생산되고 있다. 유자의 생산현황을 살펴보면 1984년 약 930톤을 생산하였고 1987년 약 3,600톤, 1991년 약 7,000톤 그리고 1993년 약 12,000톤을 생산함으로써 지난 10년간 무려 13배나 증산이 이루어졌고 앞으로도 유자와 생산량은 크게 증가할 것으로 예측하고 있다⁽¹⁾.

유자는 생체이기 때문에 수확후 저장중에도 생명유지를 위해서 호흡등 대사작용을 계속함에 따라 수확전에 축적한 양분을 분해하거나 소모하면서 열, 수분 및 CO₂ 가스를 발생하게 되고 이에따라 저장된 유자의 품질이 나빠지게 된다. 또한 저장된 유자의 표면으로부터 증산작용에 의해서 수분이 공기중으로 증발하게 되어 중량이 감소하고 외관이 불량해지며 게다가 미생물에 대한 저

항성이 낮아져 미생물의 번식에 의한 부패가 발생하기 쉽다. 이상과 같이 유자는 저장중 생리적 대사작용, 증산작용 및 미생물의 번식에 의해서 그 품질이 저하하고 중량이 감소하게 되는 바, 이들 작용에 영향을 미치는 주요요소로서는 저장고내의 온도, 습도 및 환경가스의 조성으로 알려져 있으므로 저장을 잘 하기 위해서는 이들을 적정수준에 유지시키는 것이 중요하다. 그러나 생체 유자를 이용한 저장성 시험에 관한 보문은 찾아보기 힘들다. 단지 유자착즙액의 저장기술⁽²⁾, 유자착즙액의 갈변에 미치는 인자^(3, 5), 유자착즙액의 carotenoid 조성⁽⁶⁾, 유자착즙액의 향기성분⁽⁷⁾ 및 유자착즙액의 아미노산 조성⁽⁸⁾ 등이 연구되고 있을 뿐 유자의 생체저장성 성분변화 등 저장성에 관한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 생체유자 저장중 저장온도 및 blanching 처리 방법이 유자의 저장성에 미치는 영향을 시험하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 유자는 1993년 11월 전라남도 고

Corresponding author: Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do, 463-420, Republic of Korea

홍지에서 수확한 것을 현지 구입하여 실험실에 옮긴 후 저장시험에 사용하였다. 본 실험에 사용한 유자의 개체 평균중량은 80~100g 정도로서 신선한 것을 사용하였다.

전처리 및 저장시험구

처리구 A는 실온에서 8일간 예진한 다음 50°C의 수조에서 5분간 침지후 10°C, 7.5°C 및 5°C에서 각각 1주간 저장한 다음 본저장(3°C, 20°C)을 실시하였다. 처리구 B는 처리구 A와 같은 처리를 하였으나 수조온도를 35°C로 달리하였다. 대조구는 아무런 처리없이 본 저장을 하였다.

저온장해 조사

유자의 저온장해 유무를 조사하기 위하여 0°C, 3°C 및 5°C에 저장하면서 각각 3일 및 6일 저장후에 저온장해 유무를 육안으로 확인하였다.

생리화학적 특성 및 품질의 측정

중량변화는 초기중량에 대한 감소중량을 백분율로, 부패율은 초기유자의 갯수에 대한 부패유자의 갯수를 백분율로 표시하였으며, 호흡량은 杉山 등⁽⁹⁾의 방법을 사용하여 KOH에 흡수된 CO₂량을 측정하였다. 압착에 의하여 얻은 유자착즙액의 pH는 pH meter를 이용하여 측정하였고 가용성고형분은 refractometer로, 산도는 착즙액을 20배 희석하여 20 ml를 취하여 0.1 N NaOH로 적정하여 구연산 함량으로 계산하였다. 갈변도⁽¹⁰⁾는 유자 10g을 2 mm 이하로 자른다음 이를 삼각 플라스크에 담고 증류수 200 ml를 가하여 35°C 항온기에서 2시간 방치후 여과하였다. 이와같이 얻은 여과액의 흡광도를 420 nm에서 측정하였다.

결과 및 고찰

저온장해 조사

유자의 저온장해 유무를 조사하기 위하여 0°C, 3°C 및 5°C에 저장하면서 각각 3일 및 6일 저장후에 저온장해 유무를 조사한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 즉, 유자의 저온장해 유무를 조사한 결과 3°C, 5°C 및 0°C에서도 저장 6일까지 저온장해가 나타나지 않았다. 오랜지의 적정 저장온도가 3~7°C이므로⁽¹¹⁾ 유자의 경우 오랜지보다 낮은 온도에서 저장하여도 저온장해가 일어나지 않음을 확인하였다. 청과물 중에는 동결점보다도 훨씬 높은 온도에서 생리적인 장해를 일으키는데 이를 저온장해(chilling injury)라 부르고 있다.

호흡량의 변화

청과물은 수확후에도 생명유지에 필요한 원동력으로서 에너지를 필요로 하며 이러한 에너지를 호흡을 통해서 얻게 된다. 보통 호흡작용이라는 현상은 생물이 효소를

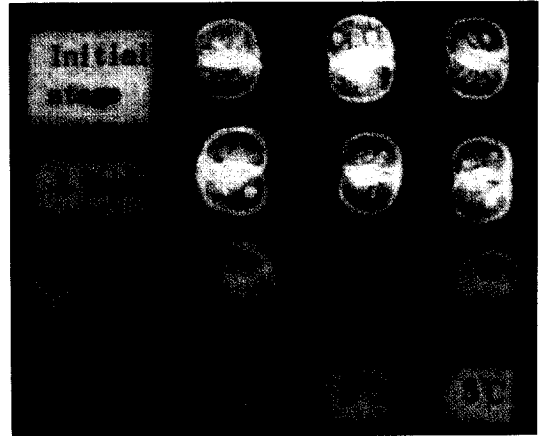


Fig. 1. Visual appearance of fresh *Citrus junos* after 6 days of storage at various temperatures

Table 1. Respiration rate and Q₁₀ value of fresh *Citrus junos* at various temperatures

Temperature (°C)	Respiration (mg CO ₂ /hr/kg)	Q ₁₀ value
0	12.36~14.32	
10	28.27~32.41	2.3(0~10°C)
20	67.36~77.32	2.4(10~20°C)

취하여 체내에서 효소적 산화를 통해 저장성분을 분해하여 에너지를 유리시키고 체외에 CO₂와 물을 배출시키는 반응이다. 호흡량은 온도의 영향을 받는데 그 정도를 온도계수(thermal coefficient)를 이용하여 나타내는데 온도가 10°C 변화하였을 때 그 정도가 몇 배 또는 몇 분의 일로 되는가로 나타내며 Q₁₀이란 기호가 사용된다. 유자를 0°C, 10°C 및 20°C에 저장하였을 경우 그 호흡량 및 Q₁₀값을 Table 1에 나타내었다.

0°C 저장의 경우 호흡량은 12.36~14.32 mg CO₂/hr/kg이었고 10°C 및 20°C에서 각각 28.27~32.41 mg CO₂/hr/kg, 67.36~77.32 mg CO₂/hr/kg으로서 저장초기의 유자 호흡량의 Q₁₀값은 저장온도에 따라서 2.3~2.4배의 범위였다. 이와같은 결과는 van't Hoff의 법칙과 같이 Q₁₀값이 약 2~3이었으며 Burton⁽¹¹⁾이 보고한 호흡량의 Q₁₀값과 일치하는 경향을 나타냈다.

한편, 유자 저장중 호흡량의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 3°C 저장의 경우 저장초기 호흡량은 15.60 mg CO₂/hr/kg에서 저장 12주후 23.51 mg CO₂/hr/kg으로 완만한 상승을 나타내었으나 20°C 저장의 경우 저장초기 67.36 mg CO₂/hr/kg에서 저장 12주후 138.20 mg CO₂/hr/kg으로 급격한 상승을 나타내었다. 이와같은 유자의 호흡은 저장시간에 따라 호흡이 증가하는 climacteric 특성으로 분류될 수 있었고, 후지 품종의 사과에 대한 호흡경향⁽¹²⁾과는 유사한 결과를 나타내었다.

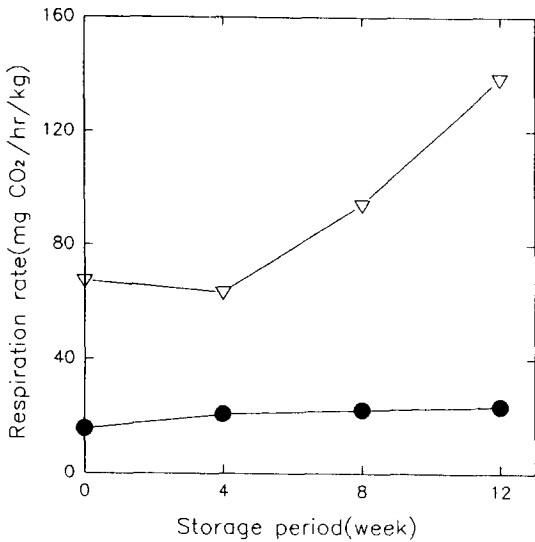


Fig. 2. Changes of respiration rate for fresh *Citrus junos* during storage at various temperatures
●—●, 3°C; ▽—▽, 20°C

부패율 및 증량감소율의 변화

유자 저장중 부패율의 변화는 Table 2에 나타내었다. 즉, 저장 12주 동안 3°C 저장의 경우 발생하는 부패율을 경시적으로 보면 대조구는 저장 4주후 4.7%, 저장 8주후 7.3% 및 저장 12주후 12.5%로서 완만하게 증가하였으나 전처리 A와 전처리 B는 저장 12주후 각각 28.6% 및 19.8%로서 대조구보다 부패율이 약 2배 높게 나타났다. 20°C 저장의 경우 발생하는 부패율을 경시적으로 보면 대조구는 저장 4주까지 부패율의 완만한 증가를 보이다가 저장 4주를 기점으로하여 저장 12주까지 지속적인 부패율의 증가추세를 나타내었는데, 저장 12주후에 부패율은 72.3%에 이르렀다. 그러나 전처리 A와 전처리 B는 저장 4주후에 각각 부패율이 68.4% 및 54.7%로서 대조구에 비하여 부패율이 급격히 증가하였고 저장 12주후에 부패율은 각각 86.5% 및 71.4%로서 대조구 12주 저장후의 부패율과 비슷하였다. 이와같은 결과는 유자 저장에 있어서 부패를 줄이는 요인은 온도의 영향이 가장 크게 나타나고 있음을 보여주었고, 저장성 향상을 위하여 예견한 다음 blanching 처리하여 10°C에서 5°C까지 서서히 온도를 낮추어 본 저장에 들어간 전처리 A와 전처리 B는 저장성 증진에 효과가 없음이 확인되었다.

유자 저장중 증량의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 즉, 저장 12주 동안 3°C 저장의 경우 경시적 증량감소율을 보면 대조구는 저장 4주후 3.4%에서 저장 8주후 7.0% 및 저장 12주후 11.5%로서 증량이 완만하게 감소하였으며 전처리 A와 전처리 B도 대조구와 유사한 증량감소의 경향을 나타냈다. 20°C 저장의 경우 경시적 증량감소율을 보면 대조구는 저장 4주후 19.6%에서 저장 8

Table 2. Changes of decaying rate for fresh *Citrus junos* during storage (Unit: %)

	Temperature	Storage period(week)			
		Initial	4	8	12
Control	3°C	0.0	4.7	7.3	12.5
	20°C	0.0	12.8	32.4	72.3
Pretreatment A	3°C	0.0	7.2	12.6	28.6
	20°C	0.0	68.4	76.7	86.5
Pretreatment B	3°C	0.0	6.4	9.8	19.8
	20°C	0.0	54.7	59.4	71.4

주후 44.2% 및 저장 12주후 64.5%로서 저장 4주째부터 증량감소가 급격히 증가하였다. 전처리 A와 전처리 B의 경우도 저장 12주후의 증량감소율은 비슷하였으나 저장 초기에 증량감소가 크게 나타난 것이 특징이었다. 이와 같은 결과는 저장온도가 높으면 증량감소가 크게 일어나고 있으며, 신선도 및 광택이 떨어지고 위조현상이 일어나는 등 단순히 수분이 없어지는 것 외에 품질의 저하가 현저하게 나타나고 있었다.

화학적 품질특성의 변화

유자 저장중 pH의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 즉, 저장 12주 동안 3°C 저장의 경우 경시적 pH의 변화를 보면 대조구는 저장초기 2.46에서 저장 12주후 2.63으로 완만한 증가 경향을 나타냈고 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 2.55 및 2.48에서 저장 12주후 2.65 및 2.67로서 완만하게 pH가 증가하는 것은 대조구와 유사하나 전처리 A와 전처리 B는 대조구에 비하여 pH가 비교적 높게 나타난 것이 특징이었다. 20°C 저장의 경우 경시적 pH의 변화를 보면 대조구는 저장초기 2.46에서 저장 12주후 2.50으로 경시적으로 약간의 변화는 있으나 pH변화는 크지 않았다. 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 2.55 및 2.48에서 저장 12주후 2.54 및 2.57로서 대조구와 유사한 경향을 나타냈다. 이와같은 결과는 저장초기 pH의 경우 Sawamura 등⁽⁶⁾이 보고한 결과와 대체로 일치하는 경향이었으나 이 등⁽⁷⁾의 보고보다는 낮게 나타났다.

유자 저장중 산도의 변화를 Table 3에 나타내었다. 즉, 저장 12주 동안 3°C 저장의 경우 경시적 산도의 변화를 보면 대조구는 저장초기 7.77%에서 저장 12주후 6.13%로서 경시적으로 약간 감소하였으나 산도의 변화는 크지 않았다. 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 6.70% 및 7.82%에서 저장 12주후 6.92% 및 6.58%로서 대조구와 유사한 경향을 나타냈다. 그러나 20°C 저장의 경우는 경시적 산도의 변화를 보면 대조구는 저장초기 7.77%에서 저장 12주후 10.53%로 완만하게 계속 증가하는 경향을 보였다. 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 6.70% 및 7.82%에서 저장 12주후 9.21% 및 10.24%로서 대조구와 유사한 경향을 나타내는 것이 특징이었다. 이

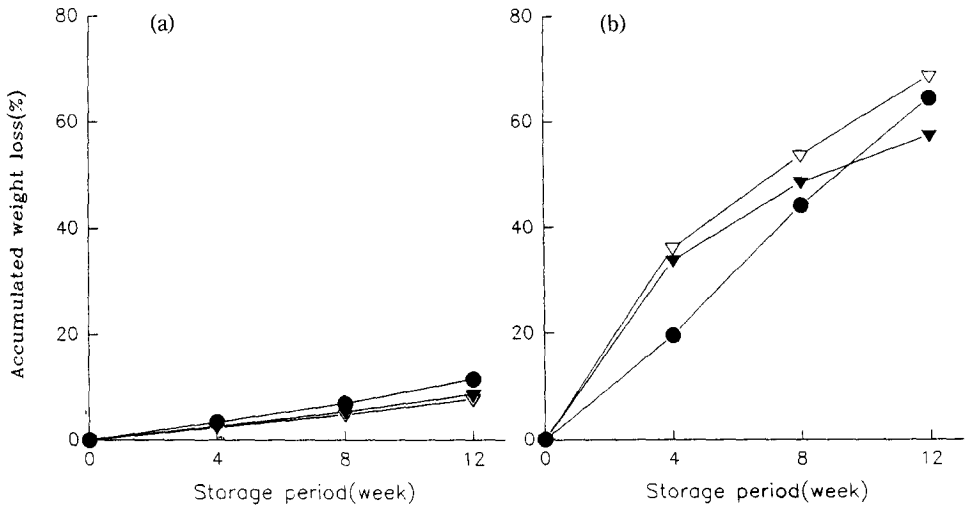


Fig. 3. Changes of accumulated weight loss for fresh *Citrus junos* during storage
a) 3°C, b) 20°C. ●—●, Control; ▽—▽, Pretreatment A; ▼—▼, Pretreatment B.

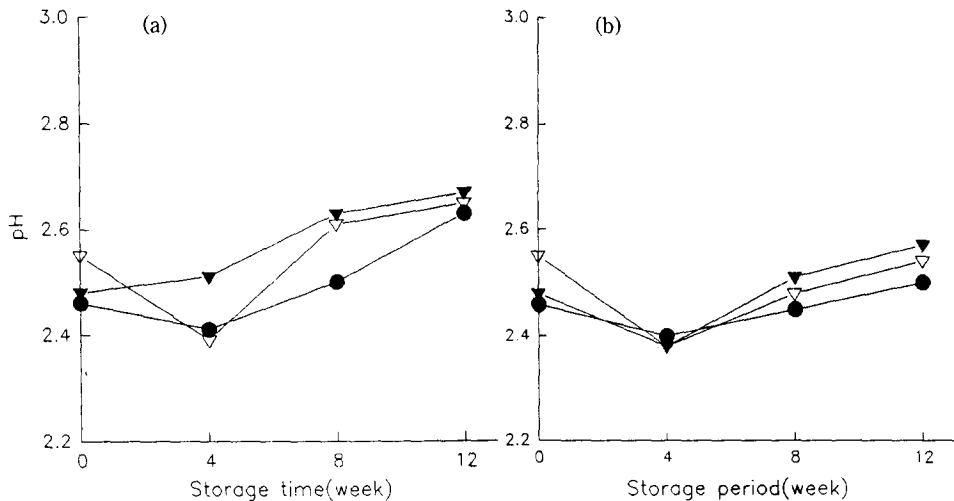


Fig. 4. Changes of pH for fresh *Citrus junos* during storage
a) 3°C, b) 20°C Symbols are same as Fig. 3

와같은 결과는 저장초기의 산도는 Sawamura 등⁽³⁾이 보고한 것보다 비교적 높게 나타났으며 20°C 저장일 경우 저장기간이 경과함에 따라 pH증가와 더불어 산도가 증가하는 것이 특징이었다.

과실의 품질에 중요한 요소중의 하나인 가용성고형분 (soluble solid) 함량의 변화를 Table 4에 나타내었다. 즉, 저장 12주 동안 3°C 저장의 경우 경시적 가용성고형분 함량의 변화를 보면 대조구는 저장초기 9.6°brix에서 저장 12주후 8.7°brix로서 경시적으로 약간의 변화는 있으나 가용성고형분 함량의 변화는 크지 않았다. 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 8.4°brix 및 9.7°brix에서

저장 12주후 9.6°brix 및 8.8°brix로서 대조구와 대체로 유사한 경향을 보였다. 그러나 20°C 저장의 경우 경시적 가용성고형분 함량의 변화를 보면 대조구는 저장초기 9.6°brix에서 저장 12주후 12.7°brix로서 계속적인 증가경향을 나타냈다. 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 8.4°brix 및 9.7°brix에서 저장 12주후 13.5°brix 및 13.6°brix로서 대조구와 유사한 경향을 나타냈다. 이와같은 결과는 유자저장중 저온에서는 가용성고형분 함량의 변화가 크지 않고 상온에서는 저장중 그 함량이 증가하였다는 이 등⁽⁷⁾의 보고와 대체로 일치하는 경향이었고, 유자 저장중 저온에서는 가용성고형분 함량의 변화가

Table 3. Changes of acidity for fresh *Citrus junos* during storage
(Unit: %)

	Storage temperature	Storage period(week)			
		Initial	4	8	12
Control	3°C	7.77	7.09	7.12	6.13
	20°C	7.77	7.95	8.92	10.53
Pretreatment A	3°C	6.70	7.47	6.45	6.92
	20°C	6.70	8.30	7.51	9.21
Pretreatment B	3°C	7.82	6.42	6.47	6.58
	20°C	7.82	8.95	9.12	10.24

Table 4. Change of soluble solid content for fresh *Citrus junos* during storage
(Unit: °Brix)

	Storage temperature	Storage period(week)			
		Initial	4	8	12
Control	3°C	9.6	9.1	9.5	8.7
	20°C	9.6	9.9	11.4	12.7
Pretreatment A	3°C	8.4	9.7	9.3	9.6
	20°C	8.4	10.5	11.7	13.5
Pretreatment B	3°C	9.7	9.5	9.4	8.8
	20°C	9.7	11.0	12.3	13.6

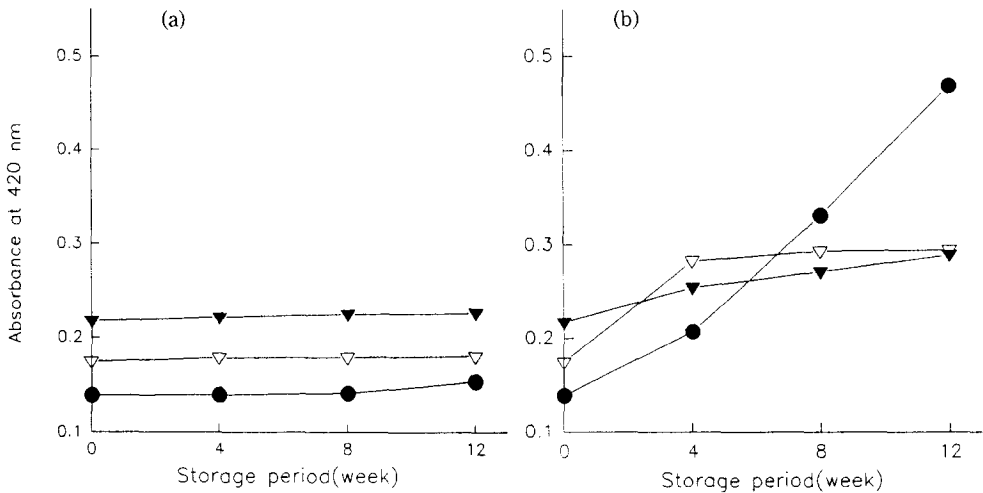


Fig. 5. Changes of browning color development for fresh *Citrus junos* during storage

a) 3°C, b) 20°C Symbols are same as Fig. 3

크지 않고 저장온도가 높을수록 저장중 가용성고형분의 함량이 증가함을 확인할 수 있었다.

과실의 맛을 결정하는 당도와 산도의 비율 즉 당산비 (brix and acid ratio)의 변화는 저온에서는 완만하게 증가하고 실온에서 급격히 증가하다 감소하는 것으로 분석되었는데 이 원인은 산함량의 증가보다는 당도의 증가에 의한 영향이 큰 것으로 판단되었으며, 저장초 당산비의 경우 Sawamura 등⁽³⁾이 보고한 결과와 대체로 일치하는 경향이었으나 이 등⁽⁷⁾의 보고보다는 낮게 나타났다.

갈변도의 변화

과실의 갈변은 온도나 기간에 따라서 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다⁽¹³⁾. 온도 및 전처리 방법에 따른 유자껍질 부분의 갈변도를 측정된 결과를 Fig.5에 나타내었다. 즉, 저장 12주 동안 3°C 저장의 경우 경시적 갈변도의 변화를 보면 대조구는 저장초기 흡광도가 0.1387에서 저장 12주후 0.1534로서 경시적으로 큰 변화가 없었다. 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 흡광도가

0.1744 및 0.2173에서 저장 12주후 0.1802 및 0.2262로서 대조구와 대체로 유사한 경향을 보였다. 그러나 20°C 저장의 경우 경시적 갈변도의 변화를 보면 대조구는 저장초기 흡광도가 0.1387에서 저장 12주후 0.4690로서 급격히 증가하는 경향을 보였다. 전처리 A와 전처리 B도 저장초기 각각 흡광도가 0.1744 및 0.2173에서 저장 12주후 0.2945 및 0.2894로서 증가하였으나 대조구에 비하여 갈변의 정도가 낮게 일어났는데, 이는 전처리시 효소의 불활성화에 기인한 것으로 판단되었다.

저장온도 및 전처리 방법에 따른 유자과육 부분의 갈변도를 측정된 결과 저장 12주 동안 변화가 거의 없으므로, 유자저장중 갈변은 유자과육보다는 유자껍질 부분의 갈변정도에 따라서 유자전체의 갈변에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 따라서 유자의 갈변도를 측정하고자 할 때는 껍질부분이 갈변의 지표가 됨을 확인할 수 있었다.

요 약

저장온도 및 blanching 처리가 유자의 저장성에 미치는

영향을 밝혀 유자의 적정 저장조건을 설정함으로써 유자의 저장성을 향상시키고자 하였다. 유자의 저온장해 현상은 0℃~5℃ 범위에서 나타나지 않았고, 유자의 호흡은 저장시간에 따라 증가하는 climacteric 특성으로 분류될 수 있었고 유자 호흡량의 Q₁₀ 값은 2.3~2.4의 범위였다. 유자의 부패율은 blanching 처리보다는 저장 온도가 유자의 저장성에 영향이 컸다. 유자의 중량감소율은 처리구에 따라서 중량감소율의 변화는 크지 않았으나 온도에 따라서는 그 영향이 지대하였다. 유자 저장중 과실의 맛을 결정하는 당산비는 3℃에서 완만하게 증가하고 20℃에서 급격히 증가하다 감소하였는데, 이는 산함량의 증가보다는 당도의 증가에 의한 영향이 큰 것으로 판단되었다. 유자저장중 갈변도는 과육보다 껍질부분의 갈변정도에 따라서 유자전체의 갈변에 크게 영향을 미치고 있으므로 껍질부분이 갈변의 지표가 됨을 확인할 수 있었다.

문 헌

1. 농림수산부 행정조사 자료 (1994)
2. 中西正昭, 久武陸夫: Yuzu의 利用に 關する研究. 高知工試報告, 5, 97 (1974)
3. Sawamura, M., Li, Z.F., Takemono, K. and Kusunose, H.: Oxygen and temperature dependence on the browning of yuzu juice. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 65, 45 (1991)
4. Li, Z.F., Sawamura, M., Yano, H. and Kusunose, H.:

Synergistic effect of several components related to the browning of yuzu juice. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 37, 978 (1990)

5. Li, Z.F., Sawamura, M. and Kusunose, H.: Role of furfural and 5-hydroxyfurfural in browning of yuzu juice. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36, 127 (1989)
6. Kon, M. and Shimba, R.: Seasonal changes in color and carotenoid composition of yuzu and lisbon lemon peel. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 34, 28 (1987)
7. 이현유, 김영명, 신동화, 선봉규: 한국산 유자의 향기성분. 한국식품과학회지, 19, 361 (1987)
8. 정지훈: 유자의 amino acids에 관한 연구. 한국농화학회지, 15, 175 (1972)
9. 杉山直儀, 岩田正利, 高橋和彦, 崎山亮三, 高田崎雄: 冷蔵および追熟中の成熟過程ならびに呼吸量, 日本園藝學會雜誌, 34, 19 (1965)
10. Hendel, C.E., Bailer, G.F. and Tayler, D.H.: Measurement of nonenzymatic browning of dehydrated vegetables during storage. *Food Technol.*, 4, 344 (1950)
11. Burton, W.G.: Post-harvest Physiology of Food Crops. Longman Pub. Co. Limited, Burnt Mill, Essex, UK. p.97, p.236 (1982)
12. 신동화, 고하영, 김현구, 박무현: 사과와 품종별 적정 저장조건 구명시험, 비축농수산물 저장시험 사업보고, 농어촌개발공사 식품연구소 p.143 (1984)
13. Morton, I.D. and Macleod, A.J.: *Food Flavours*, Part A, Introduction, Elsevier Scientific Pub., Amsterdam-Oxford-New York, p.399 (1982)

(1995년 1월 4일 접수)