KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 32, No. 2, pp. 335~340(2000)

연시(軟柿) 및 감 퓨레의 냉동저장 중 이화학적 특성변화

양형석 · 이영춘
중앙대학교 식품공학과

Changes in Physico-chemical Properties of Soft Persimmon and Puree during Frozen Storage.

Hyoung-Suk Yang and Young-Chun Lee
Department of Food Science & Technology, Chung-Ang University

Abstract

The objectives of this research were to investigate changes in characteristics of whole frozen soft persimmon during storage, and to evaluate effects of blanching and addition of ascorbic acid on the quality of frozen soft persimmon puree. Reducing sugar, soluble solids and carotenoids contents in frozen soft persimmon did not change significantly during storage, while ascorbic acid of whole frozen soft persimmon and puree was continuously decreased during 8 months of storage. Whole frozen soft persimmon thawed at low temperature or by microwave oven did not show remarkable quality differences, whereas thawing puree resulted in a drastic decrease in consistency. Addition of ascorbic acid to puree reduced browning discoloration, but blanching puree caused significant loss of color and increase of consistency.

Key words: persimmon, puree, ascorbic acid, physico-chemical properties.

서 론

감(*Diospyros kaki, L.*)은 포도당, 과당 등의 당류와 비타민 A, C가 풍부한 알칼리성 식품이며, 장의 수축과 장내 분비액의 분비를 촉진하고 지혈작용 및 기침을 멎게 하는 등의 효능을 가져 전통적으로 애용되어 왔으며 사과, 포도등과 더불어 우리 나라의 3대 과실 중의 하나이다[1].

우리 나라의 감 재배면적은 약 28,812 ha 정도로 이 중 떫은감이 6,249 ha 정도를 차지하며, 특히 경북지방이 2,782 ha로 44.5%를 차지하고 있다. 이중 경북 상주와 청도 지방의 재배면적이 1,786 ha로 연간 생산량은 15,560 M/T에 달해 경북지방 떫은감 생산량의 28.6%를 점유하고 있다[2].

떫은감은 현재 주로 곶감 및 침시(浸柿)로 이용되고 있으나 최근 농가의 심각한 노동력 부족 등으로 인해 수확하지 않고 방치되는 사례가 점차 늘고있는 실정이다. 또한, 최근 연시에 관한 소비자들의 선호도가 증가하고 있음에도 불구하고 저장 및 유통과정 중 쉽게 변색[3]되거나 연화[4]되어 급격한 품질저하를 초래함으로서 소비자에게 신선한 과실을 제공하기 어려울 뿐만 아니라 커다란 경제적 손실을 유발하고 있어 연시(軟柿)의 저장과 이용성에 관한 연구가 시급한 실정이다. 최근 연시의 저장 및 이용에 관한 연구로서 온도변화에 따른 감의 물성과 세포벽다당류의 변화[5], 연시를 이용한 감주스, 감잼 및 감엿의 개발[6]과 냉동감의 생산[7]에 관한 연구가 일부 제한적으로 수행된바 있으나 아직 뚜렷한 방안을 제시하지 못하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 떫은감 연시의 저장성을 높이기 위하여 -20°C의 냉동고에 청도반시(whole frozen soft persimmon)를 저장한 후 8개월간 해동방법에 따른 청도반시의 이화학적 품질 변화를 조사하였고, 효과적인 연시 이용방법을 강구하고자 연시 과육 음료의 원료인 퓨레(puree)를 제조한 후 저장중 갈변현상을 억제할 수 있는 방법을 모색하고자 하였다.

Corresponding : Young-chun Lee, Professor, Dept. food Sci. & Tech. Chung-Ang Univ., Naeri san 40-1, Daeduk-myun, Ansung, Kyungki-do 456-756, Korea
Tel : 82-334-676-2451
Fax : 82-334-675-4853
E-mail : leeyc@post.cau.ac.kr

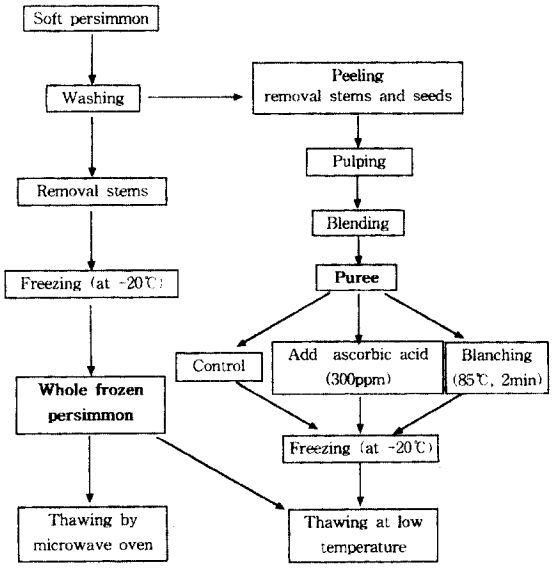

Fig. 1. processing procedure of soft persimmon and puree.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 재료는 1998년 10월경 수확 후 1주일 경과된 경북 청도산 청도반시와 대봉시를 구입한 후 상온에서 2주일간 방치하여 양호한 품질의 연시가 된 즉시 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 무핵 품종인 청도반시는 꼭지를 제거한 후 냉동 저장하였다. 유핵 품종인 대봉시는 puree를 제조한 후 3등분하여 저장 중 갈변 억제를 위해 ascorbic acid 첨가 및 데치기 하였으며 각각 polyethylene film을 사용하여 500 g씩 소포장한 후 -20°C의 냉동고에 저장하여 1개월마다 저온(4°C) 및 microwave oven에 의한 해동을 실시하여 이화학적 품질특성의 변화를 조사하였다. 그리고 모든 실험은 3회 반복 측정하였다.

총 Carotenoid 함량

연시 및 감 퓨레의 총 carotenoid 함량은 Chandler의 방법[8]을 사용하여 측정하였다. 시료 10 g에 methanol 60 mL를 가한 후 교반하여 추출한 다음 Whatman No. 1 여과지로 여과하였으며, 잔사는 acetone-*n*-hexane(1 : 1, v/v) 70 mL의 용매로 잔사의 색이 없어질 때까지 추출하여 얻어진 두 여과액을 합한 후 rotary vacuum evaporator를 사용하여 40°C에서 감압농축하였다. 농축물은 *n*-hexane 70 mL로 용해하여 분액 깔때기에 넣은 후 증류수 100 mL로 3회 세척하였다. 분리된 상징액은 과포화 KOH/methanol용액을 사용하여 30분간 검화한 후 증류수 100 mL로 3회 세척하였다. 그후 무수 Na_2SO_4로 탈수하여 얻어진 carotenoid용액을 100 mL로 정용하였다. 최종 색소액은 분광광도계(UV-visible spectrophotometer, GBC, 914, Australia)를 사용하여 450 nm에서 흡광도가 0.2~0.6의 범위에 들도록 *n*-hexan으로 희석한 다음 흡광도를 측정하여 β-carotene함량으로 환산하였다. 검량곡선은 β-carotene(Sigma Co, USA) 10 mg을 *n*-hexane 100 mL에 용해한 후 희석하여 작성하였다.

환원당 정량

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid)법[9]으로 정량분석하였다. 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 저어준 다음 감압 여과하여 얻은 여액 1 mL와 DNS용액 3 mL를 혼합하여 끓는 물에서 5분간 중탕가열 한 후 찬물에서 5분간 냉각한 뒤 증류수로 희석하여 분광광도계를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, glucose 검량곡선에 의하여 환원당량을 산출하였다.

Ascorbic Acid 함량

Ascorbic Acid 함량은 연시 및 puree 10 g을 취하여 같은 양의 메타인산-초산용액을 가하여 마쇄한 후 일정량을 취하여 묽은 메타인산-초산용액으로 100 mL로 정용하였다. 이것을 3000 rpm에서 15분간 원심분리(VS-6000 CF centrifuge, Vision Scientific Co., Ltd, Korea)하여 얻은 상등액을 다시 Whatman No. 1 여과지로 여과하여 얻은 침출액을 2.4-dinitrophenyl hydrazine 정량법[10]을 사용하여 L-ascorbic acid의 함량을 측정하였다.

표면색깔의 측정

색도는 색차계(Color difference meter, Hunter lab., CQ-1200x, USA)를 사용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 측정하였다. 전반적인 색차(ΔE)는 $\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$ 값으로 나타내었고, standard plate의 L, a, b값은 각각 94.81, -0.96, 0.43 이었다.

점도 및 가용성 고형분 함량

점도는 puree를 해동한 후 Brookfield Viscometer를 사용하여 20±2°C에서 LV spindle No. 2 및 3을 사용하여 측정하였다. 가용성 고형분 함량은 refractometer (Atago hand refractometer, Atago Co, Japan)로 20±2°C에서 측정하였다.

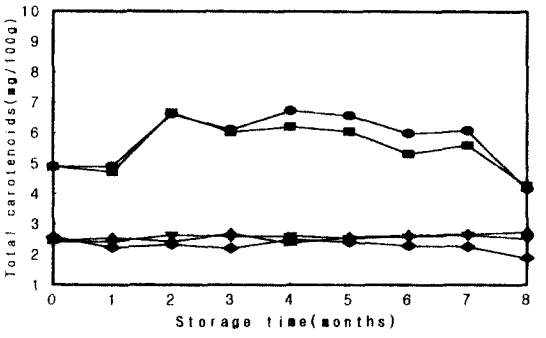

Fig. 2. Changes in total carotenoids contents of soft persimmon and puree during storage at -20°C.
■-■ : whole frozen soft persimmon(thawed by microwave oven), ● - ● : whole frozen soft persimmon(thawed at low temperature), ▲ -▲ : puree (control), ▼ -▼ : puree(add ascorbic acid), ◆ -◆ : puree(blanching).

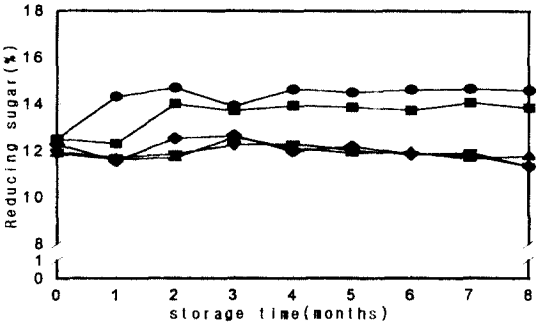

Fig. 3. Changes in reducing sugar contents of soft persimmon and puree during storage at -20°C.
■-■ : whole frozen soft persimmon(thawed by microwave oven), ● - ● : whole frozen soft persimmon(thawed at low temperature), ▲ -▲ : puree (control), ▼ -▼ : puree(add ascorbic acid), ◆ -◆ : puree(blanching).

유의성 검증

SAS system을 사용하였으며, 조건은 Duncan's multiple range test for variable, alpha = 0.05이었다.

결과 및 고찰

총 Carotenoid 함량의 변화

숙성한 과실의 색깔은 소비자들에게 구매욕구를 유발시키는 가장 중요한 요소로 진한 색은 맛과 더불어 과실의 중요한 품질요소이다. 감의 색은 carotenoid계 색소로 β-carotene, lycopene, β-cryptoxanthin, zeaxanthin등 26종 색소의 혼합물로 구성되어 있다[15]. 저장초기 청도반시의 총 carotenoid 함량은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 4.887 mg/100 g이었으며 puree의 경우는 대조구, ascorbic acid첨가 시료 및 데치기 한 시료에서 각각 2.437, 2.433, 2.571 mg/100 g이었다. 청도반시(whole frozen persimmon)의 경우 저장 중 저온 및 microwave oven에 의한 해동을 실시한 두 시료 모두 저장 2개월 뒤 6.7 mg/100 g으로 다소 증가하였고 저장 8개월 뒤 4.157 mg/100 g과 4.254 mg/100 g으로 감소하는 경향을 보였으며, 저장 중 해동방법에 따른 색소함량의 차이는 보이지 않았다. Puree의 경우 데치기 한 시료만이 저장 7개월 뒤 다소 감소하였을 뿐 대조구 및 ascorbic acid첨가 시료에선 별다른 변화를 보이지 않았다.

양[11]은 부유단감을 저온 및 CA저장하였을 때 carotenoid 함량이 저장 전 75.4 μg/g에서 저장 중 100.3 μg/g으로 증가하였으나 저장 4개월 뒤 다시 73.8 μg/g으로 감소하였음을 보고하였는데, 이는 본 실험의 결과와 매우 유사하였다. 또한, 그는 저장 기간 중 총 carotenoid 함량의 증가에도 불구하고 β-carotene 및 lutein은 크게 감소하였고, zeaxanthin, mutatochrome, mutatoxanthin, antheraxanthin은 완전히 소멸되었다고 보고하였으며, 이러한 색소의 내부함량 전이 속도는 저장 온도와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단하였다.

환원당의 변화

저장 중 환원당의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 청도반시의 경우 저장전 12.5%에서 저온해동 및 microwave oven에 의한 해동을 실시한 시료 모두 저장초기에 다소 증가한 뒤 저장 중 별다른 변화를 보이지 않았다. 반면 해동 후 환원당 함량은 microwave oven에 의한 해동을 실시한 시료보다 4°C의 저온 하에서 해동을 실시한 시료에서 전반적으로 다소 높게 조사되었다. 이러한 차이는 해동시 발생하는 drip량에 따른 영향으로 판단되었다. 한편, puree의 경우는 모든 시료에서 저장 기간 중 별다른 변화를 보이지 않았다.

신 등[12]은 연시의 세포벽을 구성하는 비섬유성 단당류를 분리, 정량한 결과로서 arabinose, galactose, rhamnose, fucose, xylose, mannose, glucose등의 급격한 감소를 보고하였다. 이와 같은 감소현상에 대하여 Knee 등[13]은 polygalacturonase와 β-galactosidase에 의해 galactan과 pectin질의 효소적 분해 때문으로 설명하였다. 한편, Huber[14]는 토마토 과실의 연화 중 세포벽구성 hemicellulose의 현저한 저분자 현상을 관찰하였고, 전 등[15]은 감 주스에 viscozyme 및 celluclast의 처리시 환원당의 함량이 반응시간에 비례하여 증가함

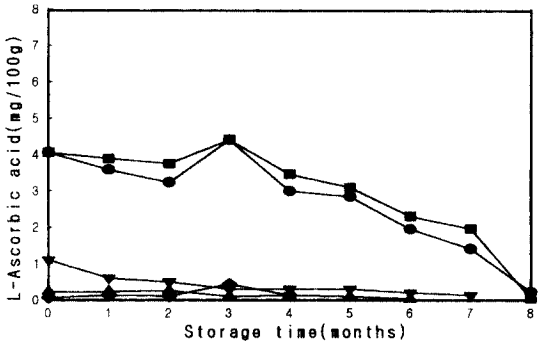

Fig. 4. Changes in L-ascorbic acid contents of soft persimmon and puree during storage at-20°C.
■-■ : whole frozen soft persimmon(thawed by microwave oven), ● - ● : whole frozen soft persimmon(thawed at low temperature), ▲ -▲ : puree (control), ▼ -▼ : puree(add ascorbic acid), ◆ -◆ : puree(blanching)

을 보고하였다. 그러나 본 실험에선 저장 중 환원당의 변화를 볼 수 없었는데 이는 냉동저장시 이들 효소의 활성이 낮아져 감의 연화시 급격히 증가하는 hemicellulose와 pectin질의 저분자화 현상이 정지되었음을 의미하는 것으로 생각되었다.

Ascorbic acid 함량의 변화

대부분의 과실은 ascorbic acid의 함량이 높으며 품질이 저하됨에 따라 감소하는 것으로 알려져 있다. 따라서 ascorbic acid의 함량은 냉동과실의 품질 지표로 사용되어 왔다. 저장초기 청도반시(whole frozen persimmon)의 총 ascorbic acid 및 ascorbic acid함량은 각각 8.13 mg/100 g, 4.06 mg/100 g으로 식품 성분분석표[16]상의 30 mg/100 g에 비해 낮게 조사되었다. 이는 떫은감이 수확된 후 추숙 및 연화과정 중 많은 량의 ascorbic acid가 분해되거나 산화된 것으로 판단된다. 한편, Fig. 4에 나타낸 것과 같이 ascorbic acid는 저장 3개월 뒤부터 서서히 감소하기 시작하여 8개월 뒤 저온 및 microwave oven에 의한 해동을 실시한 두 시료군의 ascorbic acid 함량은 각각 0.224 mg/100 g과 0.051 mg/100 g으로 감소하였으나 해동방법에 따른 차이는 경미하였다.

한편, puree의 경우 가공 중 대부분의 ascorbic acid가 산화 및 파괴되어 대조구, ascorbic acid 첨가 시료 및 데치기 한 시료에서 저장초기 각각 0.232, 1.103, 0.07 mg/100 g이 검출되었다. 저장기간에 따른 ascorbic acid의 변화는 데치기 한 시료는 저장 4개월, 대조구는 저장 6개월, ascorbic acid첨가 시료는 저장 7개월 뒤 ascorbic acid가 검출되지 않았다. 또한 ascorbic acid의 함량이 감소함에 따라 모든 시료 군에서 hunter L 값과 b 값이 저하되는 경향을 보였는데 이는 저장 중 갈변 현상의 발생을 의미한다. 김 등[17]은 2~4°C의 저온하에 온주밀감을 저장하였을 때 저장 49일 이후부터 ascorbic acid가 감소하였음을 보고하였다. 최 등[18]은 연시 과육음료에 ascorbic acid를 30, 60, 90 mg/100cc첨가 한 후 18~20°C에 저장하였을 때 ascorbic acid의 첨가 농도가 증가함에 따라 갈변방지 효과가 높았으나 ascorbic acid를 90 mg/100 cc첨가한 시료의 경우 관능검사를 실시한 결과 신맛이 강하게 느껴져 오히려 관능적 품질이 저하되었다고 보고하였다.

저장 중 색의 변화

저장 중 청도반시(whole frozen persimmon)와 puree의 Hunter L, a, b값의 변화를 Table 1과 2에 나타내었다. 전반적으로 각각의 시료에서 저장기간이 경과함에 따라 L, a, b값 모두 감소하는 경향을 보였으며, 청도반시의 경우 검붉은 색으로 변하였고 puree는 모든 시료에서 갈변되는 경향을 보였다. 한편, 저장 기간 중

Table 1. Changes in Hunter values as affected by thawing method of whole frozen persimmon

Storage time (months)	Whole frozen persimmon(thawed at 4°C, 12hr)				Whole frozen persimmon(thawed by microwave oven)			
	L	a	b	ΔE[b]	L	a	b	ΔE
0	37.41	6.71	6.52	0	37.41	6.71	6.52	0
1	36.58	5.70	5.61	1.6	37	5.87	6.42	0.94
2	36.91	6.85	5.90	0.94	36.41	6.65	5.46	1.46
3	36.72	6.50	6.04	0.86	35.10	5.90	5.30	2.74
4	36.55	7.50	6.41	1.17	35.84	6.49	5.65	1.81
5	36.47	6.40	5.65	1.31	35.41	6.32	5.51	2.27
6	35.87	5.89	5.42	2.06	34.95	5.04	5.37	3.19
7	35.50	5.98	6.25	2.06	34.57	4.87	5.40	3.56
8	34.60	5.58	6.04	3.07	34.13	4.65	5.39	4.03

[a]Standard : L=94.81, a=0.96, b=0.43.

[b]$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$

Table 2. Changes in Hunter values of puree after thawing at low temperature (4°C)

Storage time(months)	Control				Added ascorbic acid(300ppm)				Blanching			
	L	a	b	ΔE[b)]	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	37.53	4.25	6.25	0	36.9	4.46	6.17	0	37.99	3.52	6.09	0
1	35.89	3.70	5.62	2.34	36.30	4.04	6.08	0.74	37.65	4.03	6.10	0.61
2	35.12	3.26	4.17	3.33	36.41	4.23	5.45	0.90	36.89	3.53	5.34	1.33
3	34.90	3.24	4.87	3.14	35.77	3.90	5.77	1.32	35.67	3.23	4.56	2.79
4	34.98	3.29	4.37	3.31	36.00	4.16	5.35	1.25	36.33	4.05	5.63	1.80
5	34.77	2.43	4.11	3.94	35.59	3.23	5.14	2.07	36.11	3.53	5.55	1.95
6	34.40	3.33	4.65	3.63	35.41	4.36	5.94	1.51	35.62	3.87	5.45	2.48
7	34.39	3.01	4.45	3.83	35.15	4.05	5.90	1.82	35.45	3.65	5.40	2.64
8	34.49	2.02	4.20	4.29	34.47	3.54	5.61	2.66	35.04	3.45	5.71	2.98

[a)]Standard : L = 94.81, a = 0.96, b = 0.43.

[b)]$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$

Table 3. Changes in viscosity of puree during storage at -20°C

Storage time(months)	Control	Added ascorbic acid	Blanching
0	*4566.0[a] ± 76.4	4500.0[a] ± 100.0	9233.3[a] ± 57.7
1	2077.3[b] ± 40.3	2226.6[b] ± 44.1	833.3[b] ± 41.6
2	1898.7[c] ± 18.0	1993.3[c] ± 16.7	800.0[b] ± 40.0
3	1826.7[c] ± 30.6	1953.3[c] ± 41.6	786.7[b] ± 30.6
4	1833.3[c] ± 64.3	1940.0[c] ± 52.9	573.3[c] ± 130.1
5	1860.0[c] ± 52.9	1893.3[c] ± 11.6	214.3[d] ± 5.1
6	1886.7[c] ± 41.6	1994.0[c] ± 8.5	222.7[d] ± 21.4
7	1870.0[c] ± 42.2	1933.3[c] ± 57.3	230.0[d] ± 7.1
8	1895.0[c] ± 63.6	1935.0[c] ± 92.0	202.5[d] ± 10.6

*Mean ± S.D.

대부분의 시료에서 a, b값이 감소하는 경향을 보였는데 이는 양[11]이 보고한 바와 같이 저장 중 β-carotene 및 lutein의 급격한 감소와 zeaxanthin, mutatochrome, mutatoxanthin, antheraxanthin의 완전 소멸 등 색소의 내부함량 전이현상이 주된 원인인 것으로 생각되었다. 색차 ΔE 값은 대조구에서 4.29, 데치기 한 시료에서 2.98, ascorbic acid첨가 시료에선 2.66으로 저장 중 대조구 시료에서 가장 커다란 변화를 보였다.

한[19]은 ΔE값과 감각과의 관계에서 ΔE값이 1.5~3.0은 noticeable(느끼는 정도), ΔE값이 3.0~6.0은 appreciable(눈에 띄는 정도), ΔE값이 6.0~12.0은 much(많이)라고 하였다. 따라서 모든 시료에서 감각적인 색깔의 차이가 인정되었다. 한편, 데치기 한 시료는 가열 직후 갈변되는 경향을 보여 갈변 억제수단으로 부적합한 것으로 판단된다.

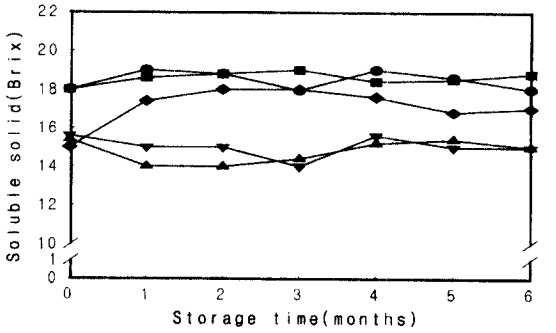

Fig. 5. Changes in soluble solid contents during storage at -20°C.

■-■ : whole frozen soft persimmon(thawed by microwave oven), ● - ● : whole frozen soft persimmon(thawed at low temperature), ▲ -▲ : puree (control), ▼ -▼ : puree(add ascorbic acid), ◆ -◆ : puree(blanching)

점도 및 가용성고형분 함량의 변화

저장 중 puree의 점도변화를 Table 3에 나타내었다. 모든 시료에서 저장초기 해동 후 점도가 급격히 낮아지는 경향을 보였으며 저장 중 대조구 및 ascorbic acid 첨가 시료는 점도가 일정한 반면 데치기한 시료는 지속적으로 감소하는 경향을 보였으며, 이는 해동에 따른 drip loss의 발생이 주된 원인으로 판단된다. 한편 데치기한 시료는 가열 후 타 시료에 비해 급격한 점도 상승을 나타내었는데, 이는 열처리를 함으로서 pectin 질이 gel화되어 나타나는 현상으로 판단하였다. 임

등[7]은 연시 과육음료를 가열 살균하였을 때 온도가 상승함에 따라 점도가 증가하는 경향을 보여 연시 과육음료의 경우 가열살균이 부적합한 것으로 판단하였다. 한편, 가용성 고형분 함량의 변화는 Fig. 5와 같으며, 데치기한 시료만이 저장 1개월 뒤 15°Brix에서 17.4°Brix로 증가하였을 뿐 대부분의 시료에서 저장 중 변화를 보이지 않았다.

요 약

연시 및 puree의 냉동저장중 품질변화와 puree의 갈변방지를 위한 ascorbic acid첨가 및 데치기 처리효과에 관한 결과는 다음과 같았다.

총 carotenoid, 환원당 및 가용성 고형분 함량은 저장 중 별다른 변화를 보이지 않았으나, ascorbic acid 함량은 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 감소하였다. 청도반시의 경우 저장 중 저온 및 microwave oven을 사용해 해동할 경우, 해동 방법에 따른 품질특성의 차이를 보이지 않았다. 한편, puree의 점도는 해동 후 급격히 저하되는 경향을 보였으며, Hunter L, a, b값은 지속적으로 감소하여 모든 시료에서 갈변되는 경향을 보였으나, ascorbic acid를 첨가함으로써 갈변현상이 지연되었다. 반면, puree를 데치기 하였을 때 변색과 gel화에 따른 급격한 점도의 증가를 유발함에 따라 갈변 억제 수단으로써 실용성이 없는 것으로 판단된다.

문 헌

1. Yu, T.J. Food carte, pp. 129-132. PakMyoung Publishing Co., Seoul, Korea (1976)
2. Jang, S.H. An experiment on the storage and circulation of persimmon. pp. 867-872 In: 1997 Annual Research Report of Sangju Persimmon Experiment Station, Kyongbuk ARES (1998)
3. Hamachi, F., Tsuneto, M. and Morita, A. Causes and control of black stain on the fruit skin of Japanese persimmon II . Agr. and Hort. 49: 653-655 (1974)
4. Bartley, I.M. and Knee, M. The chemistry of textural changes in fruit during storage. Food Chem. 9: 47-59 (1982)
5. Kim, S.D. and Park B.Y. Changes in texture and cell wall polysaccharides of persimmon by temperature changes. Korean J. Food sci. Technol. 20: 95-99 (1988)
6. Sung, J.J., Roh, Y.K., Cho, D.H., Park, S.H., Song, I.K. and Byun, H.S. Analysis of cultivation(Dispyros kaki L.) in Kyoungbuk region. RDA. J. Horti. Sci. 40: 17-23 (1998)
7. Lim, B.S., Kim, Y.B., Lee, C.S. and Choi, S.T. Studies on the storage and utilization of astringent persimmon(Diopyros kaki, L.). RDA. J. Agri. Sci. 138: 849-853 (1996)
8. Chandler, L.A. and Schwartz, S.J. HPLC speraration of cis-trans carotene isomers in fresh and processed friuts and vegetables. J. Food Sci. 52: 669-672 (1987)
9. Miller, G.L., Blum, R., Grennon, W.E. and Burton, A.L. Measurement of carboxymethylcellulase activity. Anal. Biochem. 2: 127-132 (1960)
10. Korea Food and Drug Administration. Food code pp. 867-869. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (1995)
11. Yang, Y.J. Characteristics and distribution of carotenoid pigments in peel of "Fuyu" sweet persimmon fruit during cold and CA Storage. J. Kor. Hort. Sci. 37: 787-790 (1996)
12. Shin, S.R., Kim, J.N., Kim, S.D. and Kim, K.S. Changes in the cell components of persimmon fruits during maturation and postharvest. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 738-742 (1990)
13. Knee, M. Polysaccharide changes in cell walls of ripening apples. Phytochemistry 22: 1137-1142 (1983)
14. Huber, D.J. Polyuronide degradation and hemicellulose modification in ripening tomato fruit. Plant & Cell Physiol. 20: 311-316 (1979)
15. Chun, Y.K., Choi, H.S., Cha, B.S., Oh, H.I. and Kim, W.J. Effect of enzymatic hydrolysis on the physicochemacal properties of persimmon juice. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 198-203 (1997)
16. Rural Development Administration. Food Composition Table, p. 42. Suwon, Kyunggido (1986)
17. Kim, S.H. and Koh, J.S. Storage life of Satsuma Mandarin as affected by storage temperatures and seal packaging films. J. of Food Engineering 2: 42-48 (1998)
18. Choi, S.J., Kim, Y.B., Hong, Y.P. and Lim, B.S. Studies on the softening and storage of astringent persimmon. pp. 60-98 In: '94 Annual Research Report of National Horticulture Research Institute, Rural Development Administration (1995)
19. Han, O. The principle of numerical expression of food color(II)-(L, a, b). Bulletin of Food Technology 4: 41-45 (1991)

(1999년 10월 8일 접수)