

초임계 이산화탄소 처리가 감귤주스 품질에 미치는 영향

좌미경 · 임상빈 · 양영택* · 고정삼*
제주대학교 식품공학과, *농화학과

Effect of Supercritical Carbon Dioxide Treatment on Quality of Citrus Juice

Mi-Kyung Jwa, Sangbin Lim, Young-Tack Yang* and Jeong-Sam Koh*
Department of Food Science and Technology, Cheju National University
*Department of Agricultural Chemistry, Cheju National University

Abstract

Citrus juice was treated with supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) and the effect of temperature and pressure on quality of citrus juice was determined. Pectinesterase (PE) was inactivated by SC-CO₂ below temperatures necessary for thermal inactivation. There was no significant change in the pH, Brix and total acidity of citrus juice before and after SC-CO₂ treatment, but brightness was improved. More ascorbic acid was retained during SC-CO₂ treatment of citrus juice than thermal treatment (93°C/0.66 min). During storage of supercritically treated citrus juice at 4°C, activity of PE was reversible. Sensory evaluation showed that color, flavor, taste and overall acceptance of SC-CO₂ treated juice were not significantly different from untreated juice. This method offers potentially beneficial processing avenues for citrus juice and other juices, especially in the area of minimally processed products.

Key words: supercritical carbon dioxide, citrus juice, quality improvement

서 론

감귤주스 제조과정 중 과즙은 살균기에서 고온단시간 살균법에 의하여 88~93°C에서 40초간 처리되는데 감귤주스를 열처리하는 목적은 현탁도 소실을 일으키는 pectinesterase (PE)를 불활성시키며, 혼입된 미생물의 살균과 농축공정을 쉽게 하기 위한 예비가열 효과를 얻는데 있다^(1,2). 그런데 이와 같은 가열처리는 감귤주스의 색깔, 향기의 손실 및 변화, 아스코르브산 등 유효성분 파괴로 인한 품질의 저하를 초래하게 되므로 이를 방지하기 위하여 효소처리^(3,4), 현탁제⁽⁵⁾, oligogalacturonic acids⁽⁶⁾, 환외여과⁽⁶⁾ 및 pH 저하⁽⁷⁾ 등이 이용되어 왔으나 제품의 형태 및 기호성의 변화 등을 일으키는 문제점을 수반하고 있다.

초임계유체 처리기술은 식품산업분야에서 관심을 모으고 있는 신기술의 하나이다. 초임계유체란 기체 고유의 임계점 이상의 압력과 온도에서 기체상과 유

사한 확산계수, 점도 등의 전달물성을 가지고, 액체와 비슷한 밀도를 가지는 양면성 상태하의 유체를 말한다. 초임계유체로서 식품공업에서는 이산화탄소를 많이 사용하는데 임계온도는 31°C이며, 임계압력은 73 bar이다. 초임계 이산화탄소에 의한 식품의 가공은 통상 상온부근에서 이루어질 수 있기 때문에 식품과 같이 열에 민감한 물질의 처리에 적합하다. 또한 이산화탄소는 무독성 물질이기 때문에 최종제품에는 인체에 해로운 불순물이 없고, 이산화탄소의 회수와 저장이용이하며 값싸게 구입할 수 있는 등 많은 장점을 지니고 있다⁽⁸⁾.

감귤주스를 초임계 이산화탄소로 처리하면 고압의 이산화탄소가 주스에 용해되어 일시적으로 pH를 떨어뜨림으로써 PE가 불활성화될 것으로 기대되며, 주스를 고압의 이산화탄소로 처리한 후 감압시키면 이산화탄소는 주스로부터 기체상으로 분리되어 주스의 pH는 원래상태로 돌아오게 된다. 또한 초임계 이산화탄소에 의한 효소의 불활성화는 고압효과와 더불어 압력을 감소시킬 때(depressurization) 감귤주스에 생기는 전단응력의 복합적인 효과 때문이다⁽⁹⁾. 이와 같은

Corresponding author: Sangbin Lim, Department of Food Science and Technology, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

방법은 고압자체에 의한 효소의 불활성화와는 다른데, Suzuki와 Taniguchi⁽¹⁰⁾는 압력만으로 효소를 완전히 불활성화시키려면 1,010 bar 이상의 정수압이 필요한데, 이는 펌타이드의 3차구조를 이루는 수소결합을 파괴하기 위해서는 매우 높은 압력이 요구된다고 보고하였다. 그러나 초임계 이산화탄소로 감귤주스를 처리하면 기존의 감귤주스 제조방법에서 높은 온도 처리에 의하여 유발되는 품질저하 등의 문제점을 해결할 수 있으리라 기대된다.

따라서 본 연구는 종래의 가열처리 방법에서 일어나는 감귤주스의 향기 및 성분파괴 등 품질저하를 방지할 목적으로 감귤주스를 고온에서 가열하는 대신 초임계 이산화탄소로 처리하여 감귤주스의 품질에 해당하는 pH, °Brix (가용성고형분), 총산도, 아스코르브산, 색도, PE 활성도, 관능적 성질 등에 미치는 영향을 측정하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

재료

제주도에서 생산된 1995년산 감귤류 중 대표적인 품종인 궁천조생(*Citrus unshiu* Marc. var. *okitsu*)을 녹즙기[(주)태훈]로 분쇄, 착즙한 후 40 mesh 체를 통과한 주스를 시료로 사용하였다.

초임계유체 처리

실험에 사용한 초임계유체 처리장치는 본 실험실에서 제작하여 사용하였는데 개략도는 Fig. 1과 같다. 먼저 300 ml의 고압용기(HPV)를 일정한 온도까지 올린 후 100 ml 감귤주스를 주입하였다. 이산화탄소는 실린더(TK)로부터 check valve (CV)를 거쳐 고압용기에 가한 후 고압 피스톤 펌프(HPP)에 의하여 가압되었다. 이 때 이산화탄소 주입부의 공동화 현상을 방지하기 위하여 -20°C의 냉각조를 설치하여 이산화탄소의 기화를 방지하였다. 압력은 압력계(P)에 의하여 측정되고, 고압용기의 온도는 비례형 온도조절기에 의하여 조절(±1°C)되며, 고압용기 중앙에 설치된 열전쌍온도계(T)에 의하여 측정되었다. 이와 같이 일정 압력과 온도에서 감귤주스를 일정시간 동안 초임계 이산화탄소로 처리한 후 고압용기 하단의 밸브를 통하여 시료를 취하여 감귤주스의 품질에 해당하는 pH, °Brix(가용성고형분), 총산도, 아스코르브산, 색도, 관능적 성질 및 4°C 저장중 PE 활성도 변화를 측정하였다.

실험의 세 가지 변수는 압력, 온도 및 시간으로서 압력은 0, 138, 276 bar, 온도는 40, 50, 60, 93°C, 시간

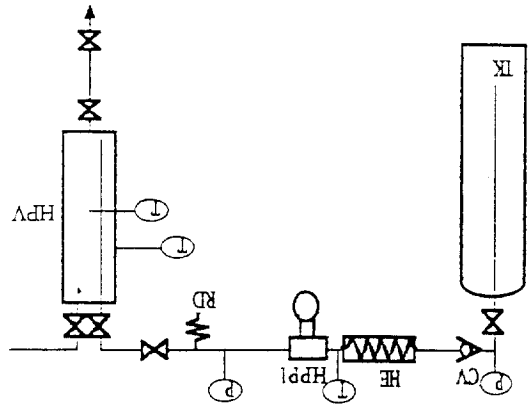


Fig. 1. Schematic diagram of supercritical fluid extraction system CV: check valve, HE: heat exchanger, HPP: high pressure pump, HPV: high pressure vessel, P: pressure gauge, RD: rupture disk, T: temperature indicator, TK: carbon dioxide tank

은 압력과 온도에 따라 0.66, 30, 60, 130분으로 달리 하였다. 모든 실험은 2회 반복 시행하여 평균치로 나타내었다.

pH

pH는 pH meter (model 220, Corning, USA)로 상온에서 세번 반복 측정하였다.

°Brix

가용성고형분(soluble solid, °Brix)은 당도계(Hand refractometer, model N1, range: 0~32%, Atago, Japan)를 이용하여 상온에서 측정하였다. 구연산의 굴절율은 당의 굴절율과 다르므로 총산 함량으로부터 가용성고형분을 보정하였다⁽¹¹⁾.

총산도

총산도는 시료 1 ml를 9 ml 증류수와 혼합한 후 1% phenolphthalein (in 50% isopropyl alcohol) 용액 3방울을 가한 후 0.1 N NaOH로 적정하여 다음 식에 의하여 구연산으로 환산하여 나타내었다.

$$\text{Total acidity (wt/vol \%)} = (\text{ml NaOH})(\text{Normality of NaOH})(0.064)(100)$$

Ascorbic acid

아스코르브산 함량은 감귤주스 2 ml를 취하여 5% metaphosphoric acid로 추출한 후 6,000 rpm에서 원심분리한 상등액을 분석시료로 사용하였으며, hy-

drazine 비색법⁽¹²⁾에 준하여 분석하였다.

Pectinesterase activity

PE 활성은 Kimball⁽¹¹⁾ 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 2 ml의 시료를 100 ml의 비이커에 가하고 여기에 25 ml의 0.15 M sodium chloride와 1 mM sodium azaide에 용해한 1% 펙틴 기질용액을 가하였다. 이것을 교반하면서 0.2 N NaOH로 pH 7.5까지 맞추었다. 여기에 0.005 N NaOH를 0.5 ml 가한 후 pH가 7.5까지 되돌아오는데 걸리는 시간을 측정하여 PE 활성을 계산하였다. 효소활성 단위는 측정조건에서 매분당 1 μ mole의 carboxyl groups을 유리하는 효소량으로 나타내었다.

PE units/ml

$$= \frac{(ml \text{ NaOH})(Normality \text{ of NaOH})(1000)}{(time)(ml \text{ sample})}$$

색도 측정

감귤주스의 색도는 색차계(color and color difference meter, model TC-1, Tokyo Denshoku Co., LTD, Japan)로 측정하여 L(명도), a(적색도), b(황청도) 값으로 나타내었다.

저장성 실험

93°C/40초 처리구, 50°C/138 bar/20분 처리구를 4°C에서 저장하면서 일주일 간격으로 PE 활성도를 측정하였다.

관능검사

무처리한 감귤주스 원액을 대조구로 하여 93°C/40초 처리구, 50°C/138 bar/20분 처리구를 4°C에서 하룻동안 보관한 후 관능검사요원 25명을 선정하여 주스를 무작위로 제공하여 검사하였다. 관능검사는 순위기호법⁽¹³⁾으로 평가하였으며, 검사항목은 색, 향, 맛, 종합적선호도로 하였다.

결과 및 고찰

초임계 이산화탄소에 의한 감귤주스 PE의 불활성화

Table 1은 감귤주스를 온도와 압력을 달리하여 초임계 이산화탄소로 처리하였을 때의 PE 활성도를 나타내었다. 40°C에서 130분 동안 초임계 이산화탄소로 감귤주스를 처리하였을 때 138 bar에서는 초기 PE의 82.3%가 불활성화되었고 압력을 276 bar로 2배 증가

Table 1. Effects of SC-CO₂ on PE activity of citrus juice

Temperature (°C)	Pressure (bar)	Time (min)	PE activity (units/ml)		
			Orig.	Treated ¹⁾	% PE reduction
40	138	130	1.510	0.268	82.3
40	276	130	1.552	0.288	85.4
50	138	60	1.601	0.220	86.3
60	138	30	1.497	0.208	86.2
93	--	0.66	1.297	0.163	87.5

¹⁾Treated by temperature or/and pressure

시켰을 때는 불활성도가 85.4%로 다소 증가하였지만 압력증가에 따른 불활성화 효과가 적어 압력을 138 bar로 유지하는 것이 바람직하였다. 압력을 138 bar로 일정하게 유지하고 온도를 증가시켜 PE 활성도를 측정한 결과 초기 PE의 약 86%를 불활성화시키기 위해서는 50°C와 60°C에서 각각 60분과 30분이 소요된 것으로 보아 PE 불활성화는 낮은 온도에서는 긴 처리시간이, 높은 온도에서는 짧은 처리시간이 요구되었다. 현행 감귤주스 제조 공정인 93°C/40초로 감귤주스를 처리한 결과 PE는 87.5%가 불활성화되었다. 따라서 초임계 이산화탄소로 감귤주스를 처리하면 93°C보다 훨씬 낮은 온도인 50°C에서도 거의 동일한 PE 불활성화 효과를 얻을 수 있었다.

Balaban 등⁽¹⁴⁾도 발렌시아 오렌지주스를 40, 55, 60°C에서 310 bar의 초임계 이산화탄소로 처리하여 PE 활성도를 측정하였는데 처리온도와 압력이 높을수록, 처리시간이 길수록 PE 불활성도가 높았으며 이는 본 연구결과와 동일한 경향을 보였으나 PE가 불활성화되는 압력은 높았다.

초임계 이산화탄소 처리가 감귤주스의 pH와 Brix에 미치는 영향

Table 2는 감귤주스를 온도를 달리하여 처리하였을 때와 온도 및 초임계 이산화탄소에 의한 압력을 달리하여 처리하였을 때의 pH와 Brix 변화를 나타내었다. 감귤주스의 pH는 처리온도와 압력에 관계없이 처리 전과 후에 거의 유사하였다. 이는 감귤주스를 초임계 이산화탄소로 처리하면 주스의 pH는 이산화탄소에 의하여 탄산이 형성되므로 일시적으로 감소하지만 감압시켰을 때는 주스로부터 이산화탄소가 기체상으로 분리되어 주스의 원래 pH로 되돌아오기 때문이다. Balaban 등⁽¹⁴⁾은 pH가 3.6인 오렌지주스를 35°C/310 bar로 처리하였을 때 pH가 2.96까지 감소하였고, pH가 3.8인 주스를 40°C/270 bar로 처리하였을 때 pH가 3.1까지 감소하였지만 감압후 원래 pH로 되돌아 왔다

Table 2. Effects of SC-CO₂ treatment on pH and Brix of citrus juice

Temperature (°C)	Pressure (bar)	Time (min)	pH		°Brix	
			Orig.	Treated ¹⁾	Orig.	Treated ¹⁾
40	--	130	3.40	3.43	13.56	13.56
40	138	130	3.42	3.41	13.46	13.57
40	276	130	3.38	3.42	13.46	13.57
50	--	60	3.41	3.44	13.46	13.41
50	138	60	3.41	3.45	13.46	13.46
60	--	60	3.40	3.42	13.57	13.35
60	276	30	3.40	3.42	13.57	13.57
93	--	0.66	3.33	3.41	13.96	14.17

¹⁾Treated by temperature or/and pressure

고 보고하였다. 한편 93°C/40초 처리한 감귤즙의 pH는 3.33에서 3.41로 0.08 단위가 증가하였다.

°Brix도 모든 조건에서 처리 전과 후에 거의 유사하였는데 이는 현행 감귤즙의 제조공정인 93°C/40초 처리구와 비교하여 볼 때 초임계 이산화탄소에 의한 처리공정은 감귤즙의 pH와 °Brix에 영향을 미치지 않았다. Arreola 등⁽⁹⁾도 발렌시아 오렌지즙을 35~60°C에서 69~344 bar로 처리하여 pH와 °Brix를 측정 한 결과 처리 전과 거의 동일하였다고 보고하였다.

초임계 이산화탄소 처리가 감귤즙의 총산과 아스코르브산에 미치는 영향

Table 3은 감귤즙을 온도를 달리하여 처리하였을 때와 온도 및 초임계 이산화탄소에 의한 압력을 달리하여 처리하였을 때의 총산과 아스코르브산의 변화를 나타내었다. 총산은 처리조건에 따라 다소 증가하거나 감소하는 경향을 보였지만 뚜렷한 차이는 볼 수 없었다. Kimball⁽¹⁵⁾은 네비플 오렌지즙으로부터 쓴맛 성분인 limonin을 제거하기 위하여 30~60°C에서 207~414 bar로 처리하였을 때의 총산 함량을 측정한 결과 처리 전과 후에 거의 변화가 없었다고 보고하였다. Arreola 등⁽¹⁰⁾도 파인애플 오렌지즙을 35°C/58 bar/30분과 40°C/58 bar/60분에서 처리하였을 때 총산함량에 있어서 거의 변화가 없었다고 보고하였다. Kimball⁽¹⁵⁾은 오렌지즙을 높은 온도에서 가열할 때에 존재하는 유기산의 촉매작용으로 pectin의 가수분해를 촉진시키므로써 pectic acid의 형성에 의하여 총산함량이 다소 증가할 수 있다고 보고하였다.

아스코르브산 함량은 처리 전에 비하여 초임계 이산화탄소로 처리한 후 거의 변화가 없었으나 93°C/40초 처리한 경우는 12%의 손실이 있었는데, 이는 초임계 이산화탄소로 감귤즙을 처리한 경우는 이산화탄소에 의하여 즙 중 용해되어 있는 산소가 치환

Table 3. Effects of SC-CO₂ treatment on total acidity and ascorbic acid of citrus juice

Temperature (°C)	Pressure (bar)	Time (min)	Total acidity (wt/vol %)		Ascorbic acid (mg/100 g)	
			Orig.	Treated ¹⁾	Orig.	Treated ¹⁾
40	--	130	1.31	1.32	42.1	41.6
40	138	130	1.32	1.34	42.1	41.3
40	276	130	1.31	1.33	42.2	42.2
50	--	60	1.32	1.32	42.7	41.8
50	138	60	1.32	1.32	42.7	41.0
60	--	60	1.38	1.30	43.1	40.5
60	276	30	1.38	1.35	43.1	42.0
93	--	0.66	1.32	1.37	44.1	38.8

¹⁾Treated by temperature or/and pressure

되었고, 또한 40~60°C의 비교적 낮은 온도로 처리한 결과인 반면 93°C와 같이 높은 온도에서는 용존산소에 의한 아스코르브산의 산화에 의한 손실이거나⁽¹⁷⁾ 또는 Table 2에서와 같이 감귤즙을 초임계 이산화탄소로 처리하였을 때와는 달리 93°C/40초로 처리하였을 때는 pH가 3.33에서 3.41로 0.08 단위가 증가한 것으로 보아 보다 산성용액에서는 용액 중에 존재하는 수소이온들이 아스코르브산의 파괴를 촉진시키기 때문인 것으로 추정된다⁽¹⁸⁾. Arreola 등⁽¹⁰⁾도 발렌시아 오렌지즙을 초임계 이산화탄소로 처리하였을 때 초기치의 98%까지 아스코르브산이 유지되었다고 보고하였다. 따라서 초임계 이산화탄소로 감귤즙을 처리하면 높은 온도에서 처리한 경우에 비하여 아스코르브산의 손실을 방지할 수 있었다.

초임계 이산화탄소 처리가 감귤즙의 색도에 미치는 영향

Table 4는 감귤즙을 온도를 달리하여 처리하였을 때와 온도 및 초임계 이산화탄소에 의한 압력을 달리하여 처리하였을 때의 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값을 나타내었다. 모든 조건에서 처리 전 보다 처리 후에 감귤즙의 L과 b값은 증가하였지만 a값은 감소하였다. 초임계 이산화탄소로 처리하였을 때는 온도만으로 처리했을 때 보다 감귤즙의 L과 b값이 증가하였고 a값은 감소하였는데, 이는 감귤즙이 초임계 이산화탄소의 처리에 의하여 색도가 더 밝아졌음을 의미한다. Arreola 등⁽¹⁰⁾은 발렌시아 오렌지즙을 초임계 이산화탄소로 처리하였을 때 처리 전에 비하여 L값은 증가하였고 a값은 감소하였지만 b값의 변화는 적었으며, 파인애플 오렌지즙을 초임계 이산화탄소로 처리하였을 때도 동일한 경향을 보고하였다.

Table 4. Effects of SC-CO₂ treatment on color of citrus juice

Temperature (°C)	Pressure (bar)	Time (min)	Orig.			Treated ¹⁾		
			L	a	b	L	a	b
40	--	130	41.59	10.67	24.31	41.40	9.67	24.07
40	138	130	40.80	9.51	23.73	41.74	8.69	24.86
40	276	130	40.97	9.37	23.89	41.55	8.42	24.82
50	--	60	41.06	9.49	23.83	41.54	9.38	24.14
50	138	60	41.06	9.49	23.83	41.62	7.92	24.79
60	--	30	41.18	9.62	23.82	41.55	9.40	23.98
60	138	30	41.18	9.62	23.82	42.07	8.27	25.09
93	--	0.66	42.34	10.32	24.92	43.16	9.72	25.15

¹⁾Treated by temperature or/and pressure

Table 5. Changes in PE activity of supercritically treated citrus juice during storage at 4°C

Storage (days)	PE activity (units/ml)	
	94°C/40 sec	50°C/138 bar/20 min
Initial	1.297	1.297
After treatment	0.163	0.134
7	0.102	0.141
14	0.103	0.146
21	0.049	0.134
28	0.044	0.184

초임계 이산화탄소로 처리한 감귤주스의 4°C 저장중 PE 활성도 변화

Table 5는 93°C/40초와 초임계 이산화탄소로 50°C/138 bar에서 20분 처리한 감귤주스를 4°C에서 저장하는 동안 PE 활성도 변화를 나타내었다. 93°C/40초와 50°C/138bar/20분 처리한 감귤주스는 원액에 비하여 처리한 후 PE 활성도가 각각 12.5%와 10.3%만이 잔존하였다. 4°C에서 저장 중 93°C/40초 처리한 감귤주스의 PE 활성도는 서서히 감소하였다. 반면 초임계 이산화탄소로 처리한 감귤주스의 PE 활성도는 약간 증가하였다가 감소하였다가 증가하는 가역적인 변화를 보였다⁽¹⁴⁾.

Arreola 등⁽⁹⁾도 발렌시아 오렌지주스를 45°C/290 bar/2 hr와 50°C/290 bar/4 hr에서 초임계 이산화탄소로 처리하여 4.4°C에서 저장 중 PE 활성도를 측정한 결과 저장기간에 따라 가역적인 변화를 보였지만 현탁도는 안정되었다. 따라서 오렌지주스의 현탁안정도는 PE 불활성도 뿐만 아니라 초임계 이산화탄소에 의한 처리공정 중 고압에서 저압으로 감압시 생기는 전단응력에 의한 pectin의 변성에 의하여 안정화된다고 보고하였다.

관능검사

Table 6은 감귤주스 원액, 93°C/40초, 50°C/138 bar/

Table 6. Sensory rank evaluation¹⁾: total scores on quality attributes

Treatment	Color	Flavor	Taste	Overall acceptance
Original	43	46	47	48
93°C/40 sec	55	52	54	52
50°C/138 bar/20 min	52	52	49	50

¹⁾Lower scores indicate more preference

20분 처리한 주스에 대한 관능검사 결과이다. 관능검사요원 25명을 대상으로 순위기호검사법으로 색, 향, 맛, 종합적 선호도에 대하여 관능검사를 실시한 결과 통계적으로 유의적 차이가 없었다. 따라서 초임계 이산화탄소로 처리한 감귤주스는 관능적 품질에 있어서 감귤주스 원액과 유사하여 초임계 이산화탄소 처리가 감귤주스의 관능적 성질에 나쁜 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

이와 같은 결과를 종합하여 볼 때 고온 가열처리 대신 저온에서 초임계 이산화탄소로 감귤주스를 처리하여 현탁도 소실의 원인이 되는 PE를 불활성화시키므로써, 열처리에 의하여 발생하는 감귤주스의 색깔, 향기의 손실 및 변화, 아스코르브산 파괴 등 품질저하를 방지하여 감귤주스가 가지고 있는 본래 고유의 맛과 영양가를 유지하는 감귤주스의 제조가 가능하다. 이렇게 감귤주스의 품질을 향상시키므로써 국내산 감귤류의 소비증대와 더불어 외국산 오렌지주스 수입에 대체할 수 있는 길을 모색할 수 있을 것이다.

요 약

종래의 가열처리 방법에서 발생하는 감귤주스의 향기 및 성분 파괴 등 품질저하를 방지할 목적으로 감귤주스를 고온에서 가열하는 대신 초임계 이산화탄소로 처리하여 감귤주스의 품질에 해당하는 pH, °Brix (가용성고형분), 총산도, 아스코르브산, 색도, PE 활성도,

관능적 성질 등을 측정하였다. 초임계 이산화탄소로 138 bar에서 감귤주스를 처리하면 93°C보다 훨씬 낮은 온도인 50°C에서도 거의 동일하게 PE가 불활성화되었다. 감귤주스의 pH, °Brix, 총산도는 초임계 이산화탄소 처리온도와 압력에 관계없이 처리 전과 후에 거의 유사하였다. 아스코르브산 함량은 초임계 이산화탄소 처리 전과 후에 거의 변화가 없었으나 93°C/40초 처리한 경우는 12%가 감소되었다. 감귤주스의 색도는 초임계 이산화탄소로 처리하였을 때가 온도만으로 처리했을 때보다 L과 b값이 증가하였고 a값은 감소하였다. 4°C에서 저장 중 93°C/40초 처리한 감귤주스의 PE 활성도는 서서히 감소한 반면 초임계 이산화탄소로 처리한 감귤주스의 PE 활성도는 가역적이었다. 순위기호검사법으로 색, 향, 맛, 종합적 선호도에 대하여 관능검사를 실시한 결과 초임계 이산화탄소 처리가 감귤주스의 관능적 성질에 나쁜 영향을 미치지 않았다.

감사의 글

이 논문은 1995년도 한국과학재단 연구비지원(과제 번호: 951-0603-033-1)에 의한 결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문헌

1. 고정삼, 강영주 : 제주농업과 감귤가공산업. 광일문화사, p.159 (1994)
2. Varsel, C.: Citrus juice processing as related to quality and nutrition. In *Citrus Nutrition and Quality*, Nagy, S. and Attaway, J.A. (Ed.), ACS Symp. series 143, ACS, Washington, D.C. (1980)
3. Baker, R.A. and Bruemmer, J.H.: Pectinase stabilization of orange juice cloud. *J. Agric. Food. Chem.*, **20**, 1169 (1972)
4. Termote, F., Rombouts, F.M. and Pilnik, W.: Stabilization of cloud in pectinesterase active orange juice by pectic acid hydrolysates. *J. Food Biochem.*, **1**, 15

- (1977)
5. Crandall, P.G., Matthews, R.F. and Baker, R.A.: Citrus beverage clouding agents-review and status. *Food Technol.*, **37**(12), 106 (1983)
6. Dziezak, I.D.: New process concentrates juices, preserving "fresh notes". *Food Technol.*, **43**(10), 148 (1989)
7. Owusu-Yaw, J., Marshall, M.R., Koburger, J.A. and Wei, C.I.: Low pH inactivation of pectinesterase in single strength juice. *J. Food Sci.*, **53**(2), 504 (1988)
8. Lim, S.: Performance characteristics of a continuous supercritical carbon dioxide separation system coupled with adsorption. *Ph. D. thesis*, Cornell Univ., Ithaca, New York (1992)
9. Arreola, A.G., Balaban, M.O., Marshall, M.R., Peplow, A.J., Wei, C.I. and Cornell, J.A.: Supercritical carbon dioxide effects on some quality attributes of single strength orange juice. *J. Food Sci.*, **56**, 1030 (1991)
10. Suzuki, K. and Taniguchi, Y.: Effect of pressure on biopolymers and model systems. In *The Effects of Pressure on Organisms*, Society for Exp. Biology (Ed.), Academic Press Inc. Publishers, New York (1972)
11. Kimball, D.: *Citrus Processing*. AVI, New York, p.117 (1991)
12. 주현규 : 식품분석법. 유림문화사, p.355 (1989)
13. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사, p.241 (1991)
14. Balaban, M.O., Arreola, A.G., Marshall, M.R., Peplow, A.J., Wei, C.I. and Cornell, J.A.: Inactivation of PE in orange juice by SC-CO₂. *J. Food Sci.*, **56**, 743 (1991)
15. Kimball, D.A.: Debitting of citrus juices using supercritical CO₂. *J. Food Sci.*, **52**, 481 (1987)
16. Arreola, A.G., Balaban, M.O., Marshall, M.R., Wei, C.I., Peplow, A.J. and Cornell, J.A.: Supercritical carbon dioxide processing of orange juice: effects on PE, microbiology and quality attributes. In *Supercritical Fluid Processing of Food and Biomaterials*, Rizvi, S.S.H. (Ed.), Chapman & Hall, New York, p.133 (1994)
17. Trammell, D.J., Dalsis, D.E. and Malone, C.T.: Effects of oxygen on taste, ascorbic acid loss and browning for HTST-pasteurized, single strength orange juice. *J. Food Sci.*, **51**, 1021 (1986)
18. Huelin, F.E., Coggiola, I.M., Sidhu, G.S. and Kennet, B. H.: The anaerobic decomposition of ascorbic acid in the pH range of foods and in more acid solutions. *J. Sci. Food Agric.*, **22**, 540 (1971)

(1996년 5월 10일 접수)