KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 28, No. 1, pp. 8~14(1996)

오렌지 쥬스의 살균온도 및 저장온도가 품질에 미치는 영향

장경원* · 허재관 · 김상교 · 백영진
*한국식품위생연구원, 한국야쿠르트중앙연구소

Effects of Pasteurization and Storage Temperatures on the Quality of Orange Juice

Kyung-Won Jang*, Jae-Kwan Hur, Sang-Kyo Kim and Young-Jin Baek
**Korea Institute of Food Hygiene, Hanguk Yakult Institute*

Abstract

The effects of temperature variations during storage, pasteurization on the quality of orange juices were investigated. To evaluate the quality of orange juices pasteurized at 75, 85 and 95°C for 15 sec, microbial and physicochemical measurements and sensory evaluations were conducted during storage at 10, 20 and 30°C for 32days. Color(lightness) and contents of vitamin C and sucrose were not changed at 10°C, but decreased at 20°C and 30°C as the storage time was increased. The pasteurization temperature had a little effect on the color and the contents of vitamin C and sucrose. Furfural contents were apparently increased as the storage period extended, but the samples stored at 10°C had less amounts than the others. On the other hand, the pasteurization temperature did not affect furfural accumulation. Furfural was produced as a result of the degradation of vitamin C and deterioration of the color. The pH values were not changed during the entire storage period, and microorganisms were not detected in most of the samples. The result of sensory evaluation indicated no taste difference between the control and the sample stored at 10°C, but the taste changes were recognized when the samples were stored over 24 and 20 days at 20°C and 30°C, respectively. Therefore, the storage temperature affected the quality of orange juices more markedly than the pasteurization temperature, and the storage at lower temperature appears to reduce the deterioration of orange juices.

Key words: orange juice, pasteurization, storage

서 론

전 세계인이 즐겨 마시는 대표적인 음료중의 하나가 오렌지 쥬스이다. 오렌지 쥬스는 원과 당도가 12° Brix이며 유기산 함량이 높아 단맛과 신맛의 조화로 탄산음료와 대별되는 천연과즙음료로서, 최근 vitamin C의 함량이 높아 영양적인 가치도 주목되고 있다. 국내에서도 최근 몇년간 100% 천연과즙음료 시장 확대와 더불어 오렌지 쥬스의 소비량이 급격히 증가하고 있고, 천연물 소재식품을 선호하는 경향에 따라 시장규모는 꾸준한 성장이 예상되고 있다[1].

오렌지 쥬스에 대한 소비자의 기호는 당도가 높고 (premium or select), 향과 맛이 원과에 가까운 쥬스를 선호하고 있다. 그러나 상업적으로 가공된 오렌지 쥬스는 장기간 저장시 풍미의 변화가 쉽게 일어난다고 알려져 있다. Dinsmore 등[2]과 Rymal 등[3]은 저장온도에 따른 오렌지 쥬스의 풍미의 변화를 보고 하였고, Isu 등[4]과 Tatum 등[5]은 오렌지 쥬스 저장시 Vitamin C, 즉 ascorbic acid가 분해되어 이미(異味)와 이취(異臭)의 원인물질을 생성한다고 보고하였다. 한편 Miller 등[6]은 저장온도에 따른 furfural 생성량이 풍미 변화의 지표로서 작용한다고 보고하였다. 이와같이 국외에서 수행된 오렌지 쥬스에 대한 연구는 대부분 저장온도에 따른 품질변화에 대한 것이고, 국내 연구보고는 거의 없었다[7]. 최근 국내에서는 고온 살균하여 캔이나 병에 담은 오렌지 쥬스와 영양성분(vitamin C)과 신선한 맛과 향의 보존을 위한 저온살균, 저온유통 오렌지 쥬스가 출시되어 오렌지 쥬스의 품질에 미치는 살균온도와 저장온도의 영향에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 연구에서는 오렌지 쥬스의 살균온도 및 저장온도가 저장시 품질에 미치는 영향을 알아 보

Corresponding author: Kyung-Won Jang, Korea Institute of Food Hygiene, 57-1 Noryangjin-dong, dongjak-gu, Seoul 156-050, Korea

고, 저장중 구성성분의 변화와 관능검사와의 상관관계를 탐색하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

농축 오렌지 쥬스(65°Brix, 17.4 Brix/Acid)를 Frutesp LCD社(Brazil)로 부터 구입하여 희석한 12°Brix의 100% 오렌지 쥬스를 살균하여 시료로 사용하였다. 시료를 75, 85, 95°C에서 각각 15초 살균(살균기; STS-100, 금복스토크社)하여 70 m*l*의 멸균된 screw-capped glass tubes에 60 m*l*씩 분주한 후 밀봉하여 10, 20, 30°C의 항온기에 저장하였다. 저장된 시료는 4일 간격으로 무작위 선택하여 27°C의 water bath에서 10분간 방치한 뒤 동일온도를 유지시켜 10회 이상 흔들어 사용하였다. 또한 저장중 발생되는 휘발성 물질의 측정을 위해 동일시료를 20 m*l* headspace vial에 10 m*l*를 담아 capping한 뒤 동일조건으로 저장하였다. 모든 실험은 3회 반복실험으로 수행되었다.

관능검사

관능검사는 9명의 숙련된 연구원이 대조군과 임의로 선택된 두개의 시료를 비교하는 삼점 검사법[8]을 사용하였다. 측정방법은 차이가 없다(3점)-비슷하다(2점)-차이가 있다(1점)의 3단계로 측정하였다. 차이가 생겼다는 판정은 시료와 대조군을 비교한 관능검사원의 70%가 정확히 차이를 구별할 수 있을 때이며(high quality life; HQL), 대조군은 시험기간중 4°C이하에 보관하여 최초의 품질을 유지하였다.

Vitamin C 함량

시료중 vitamin C (total ascorbic acid)의 함량은 효소를 이용하여 정량하는 Boehringer Mannheim社(Germany)의 L-ascorbic acid reagent (cat. no. 409677)를 가한 뒤 578 nm의 파장에서 UV/VIS spectrophotometer (DU650, Beckmann, U.S.A.)로 측정하였다[9].

색과 pH 측정

색은 시료를 27±1°C로 가온한 뒤 Minolta Chroma Meter II (CT210, Minolta Camera Company, Japan)로 L, a, b값을 측정하여 L값을 지표로 하였다[10].

시료의 pH는 pH/Ion meter(PHM95, Copenhagen, Denmark)로 측정하였다.

Sucrose 함량

Sucrose의 함량은 HPLC (Model 510, Waters, U.S.A.)로 분리정량 하였다. 이때 컬럼은 carbohydrate column (3.9 mm × 300 mm, Waters, U.S.A.)을 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile-water (78 : 22, v/v)이었고, 속도는 2.0 m*l*/min으로 하여 refractive index detector (Waters, U.S.A.)로 검출하였다. 시료처리는 단백질 및 색소 제거를 위해 시료 1 m*l*에 ethanol (HPLC용, Baxter) 9 m*l*를 가한 뒤 0.45 μm filter로 여과하여 기기에 주입하였다. 시료중 각 당질의 함량은 Sigma社(MO, U.S.A.)에서 구입한 표준당질인 sucrose의 머무름 시간과 비교하여 동정하였고, 정량은 기기에 연결된 컴퓨터(chromatography workstation)에 의해 산출하였다.

Furfural 함량

시료중 furfural 함량은 gas chromatography (Hewlettpackard 5890, U.S.A.)로 headspace내의 furfural양을 측정하였다. 컬럼은 polyethylene glycol이 충전된 innerwax capillary column (0.32 mm × 30 m, Hewlett Packard, U.S.A.)을 사용하였으며, 조건은 oven 온도를 60°C에서 120°C까지 3°C/min로 승온하였고, 주입구 온도는 230°C, FID (flame ionization detector) 검출구 온도는 250°C, 이동상인 N_2의 속도는 EPC (electronic pressure control) constant flow 1 m*l*/min이었다. 시료주입은 autosampler (Hewlett Packard 19395A)를 사용하였으며, furfural 동정은 Sigma社에서 구입한 표준 furfural로 2, 5, 10 μg/m*l*의 표준면적을 구한뒤, 머무름 시간(retention time)과 비교하여 동정후 표준물질 면적과 비교 환산하였다.

미생물 시험

미생물 시험을 위한 시료는 다른 분석에 앞서 무균적으로 채취하였고, 시료를 멸균 생리식염수로 희석하여 중복해서 petri dish에 분주하였다. 효모와 곰팡이는 10% sterile tartaric acid로 산성화(pH 3.5)시킨 potato dextrose agar (Difco, U.S.A.)에 시료를 1 m*l*씩 취해 30°C에서 3일간 배양하였고, 일반세균은 orange serum agar (Difco, U.S.A.)를 사용하여 37°C에서 3일간 배양한 뒤 균수를 측정하였다[11].

결과 및 고찰

관능검사

저장중인 시료의 관능검사 결과는 Table 1과 같다. 즉, 4°C이하에 보관한 오렌지 쥬스 대조군과 시료의 비교 관능검사 결과 10°C에 저장된 시료는 저장 32일

Table 1. Sensory evaluation of orange juice during storage

Time (day)	Storage temperature (°C)	Taste		
		75°C[1)]	85°C	95°C
0	10	3	3	3
	20	3	3	3
	30	3	3	3
4	10	3	3	3
	20	3	3	3
	30	3	3	3
8	10	3	3	3
	20	3	3	3
	30	3	3	3
12	10	3	3	3
	20	3	3	3
	30	3	2.67	2.67
16	10	3	3	3
	20	2.67	2.67	2.33
	30	2.67	2.33	2.33
20	10	3	3	3
	20	2.33	2.0	2.0
	30	1.67	1.67	1.67
24	10	3	3	2.67
	20	2.0	1.67	1.67
	30	1.33	1	1
28	10	3	3	3
	20	1.67	1.33	1
	30	-	-	-
32	10	3	3	2.67
	20	-	-	-
	30	-	-	-

[1)]Pasteurization temperature

까지 대조군과 차이를 나타내지 않았다. 반면 20°C에 저장한 시료는 저장 24일에 대조군과 차이를 나타내었고, 30°C에 저장한 시료는 저장 20일만에 대조군과 차이를 나타내었다. 반면, 동일온도 저장시 살균온도에 따른 관능검사의 차이는 나타나지 않았다.

pH의 변화

오렌지 쥬스의 저장중 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 즉, 저장 초기에 오렌지 쥬스의 pH는 모두 3.91이었고, 32일간의 저장기간 동안 비교적 일정한 pH를 유지하였다. 따라서 vitamin C (ascorbic acid)의 감소가 오렌지 쥬스의 pH에 영향을 미치지 못함을 알 수 있었다. 이와같은 결과는 citrus juice의 저장기간중 pH의 변화가

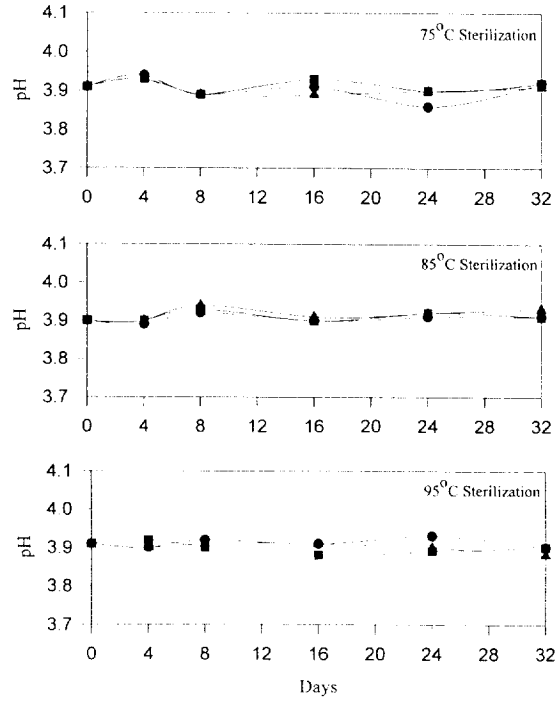

Fig. 1. Changes in pH of orange juices during the storage periods ●, 10°C Storage; ■, 20°C Storage; ▲, 30°C Storage

없음을 보고한 Nagy 등[12]과 오렌지 쥬스의 저장중 성분함량의 변화를 보고한 이 등[7]의 결과와 일치하였다.

Vitamin C의 변화

세가지 온도에서 살균된 오렌지 쥬스의 저장시 일어나는 vitamin C의 변화는 Fig. 2와 같다. 오렌지 쥬스의 중요한 품질지표인 vitamin C의 함량은 시료를 75°C, 85°C, 95°C에서 15초 살균 후 0.33 g/*l*로 모두 일정하였다. 또한, 저장기간과 저장온도가 증가함에 따라 vitamin C의 함량은 감소하였다. 반면, 살균온도 증가에 따른 vitamin C 함량의 변화는 75°C 살균이 약간 우수하였으나 그 크기는 미약하였다. 즉, 오렌지 쥬스를 10°C에 저장한 경우 32일째 vitamin C함량이 살균온도에 따라 75°C; 0.18 g/*l*, 85°C; 0.15 g/*l*, 95°C; 0.14 g/*l*로 약 50%의 감소를 나타내었으나, 20°C는 75°C; 0.03 g/*l*, 85°C; 0.02 g/*l*, 95°C; 0.03 g/*l*였고, 30°C는 75°C; 0.04 g/*l*, 85°C; 0.04 g/*l*, 95°C; 0.01 g/*l*로 95%이상의 vitamin C 감소를 나타내었다. 한편, 95°C에서 살균하여 10°C에 저장한 시료가 75°C에서 살균하여 30°C에 저장한 시료보다 vitamin C 안정성이 우수하게 나타났다. 이와같은 결과는 Smooth 등[13]의 오렌지 쥬스의

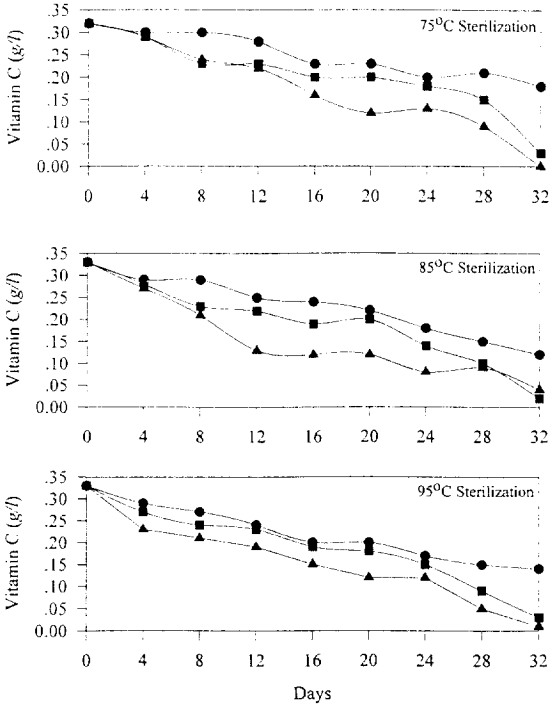

Fig. 2. Changes in vitamin C of orange juices during the storage periods ●, 10°C Storage; ■, 20°C Storage; ▲, 30°C Storage

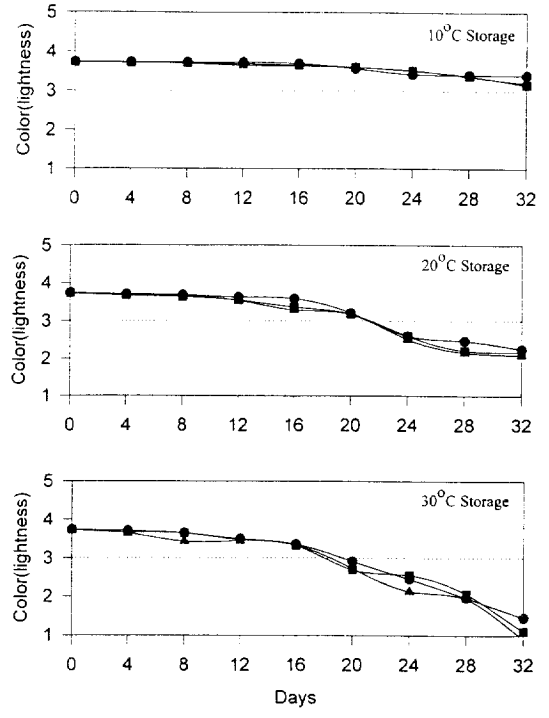

Fig. 3. Changes in color of orange juices during the storage periods ●, 75°C Sterilization; ■, 85°C Sterilization; ▲, 95°C Sterilization

ascorbic acid 손실은 저장온도가 상승할수록 증가된다는 보고와 일치하였다. 따라서 오렌지 쥬스의 살균 및 저장중 vitamin C 함량변화에 살균온도보다 저장온도가 더 큰 영향을 미침을 알 수 있었고, 저온저장(10°C)시 vitamin C 산화 안정성이 우수함을 확인하였다.

색의 변화

오렌지 쥬스의 저장중 색의 변화는 Fig. 3과 같다. 즉, 10°C 저장시 색의 변화는 거의 없었고, 20°C는 저장 20일 후 , 30°C는 16일 후부터 급격한 색의 저하가 시작되었다. 또한 동일온도 저장시 저장 8일 후부터 약간의 살균온도에 따른 색의 저하의 차이가 나타났으나, 그 크기는 미약하였다. 색의 저하는 관능검사와 긴밀한 관련이 있는 요소로서 Table 1에 나타난 관능검사 결과 30°C 저장시료는 20일, 20°C 저장시료는 24일에 상미기간이 종료되어 L값이 3이하로 감소되면 상미기간이 종료됨을 알 수 있었다. 한편, Moore 등[14]은 오렌지 쥬스에서 저장중 vitamin C의 손실은 영양소의 손실 뿐만 아니라 오렌지 쥬스의 flavor와 색의 변화에 원인이 된다고 보고하였다. 따라서 vitamin C의 변화를 나타낸 Fig. 2와 동일한 경향을 나타낸 색의 변화는, vitamin C의 손실과 색의 변화가 밀접한 관련이 있음을 의미한다[12].

Furfural의 변화

오렌지 쥬스의 저장중에 생성되는 furfural 함량의 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 세가지 온도에서 살균한 직후 생성된 furfural의 양은 7 μg/*l*였으나, 저장 4일째 30°C에 저장한 오렌지 쥬스의 furfural 생성량은 40 μg/*l*이었다. 반면 10°C에 저장한 오렌지 쥬스의 경우 24일째에 41~45 μg/*l*의 furfural이 생성되었다. 저장 32일에 10°C 저장한 오렌지 쥬스의 경우 67~78 μg/*l*였고 20°C 저장 orange juice는 141~145 *mg*/*l*였으며, 30°C의 경우 300~315 mg/*l*였다. 즉, 저장 32일에 30°C 저장한 오렌지 쥬스에 생성된 frufural 양이 10°C에 저장한 오렌지 쥬스에서 보다 5배가 많이 생성되었다. 반면, 살균온도에 따른 furfural 생성량 차이는 거의 없었다. 따라서 저장기간이 증가하고 온도가 상승할수록 furfural 생성량이 증가됨을 알 수 있었다. 이와 같은 결과로 저장중 오렌지 쥬스에서 furfural 생성은 vitamin C의 함량 감소, color의 저하와 반비례 관계임을 알 수 있었다. 이것은 vitamin C의 함량이 손실됨에

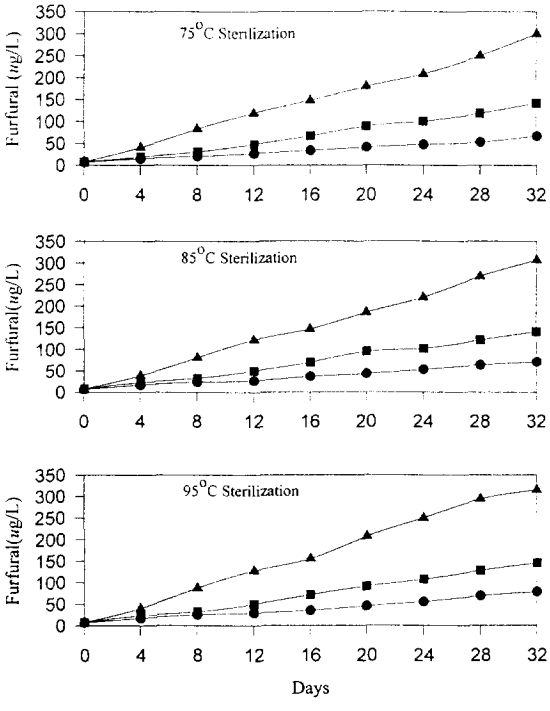

Fig. 4. Furfural accumulation in orange juices during the storage periods ●, 10°C Storage; ■, 20°C Storage; ▲, 30°C Storage

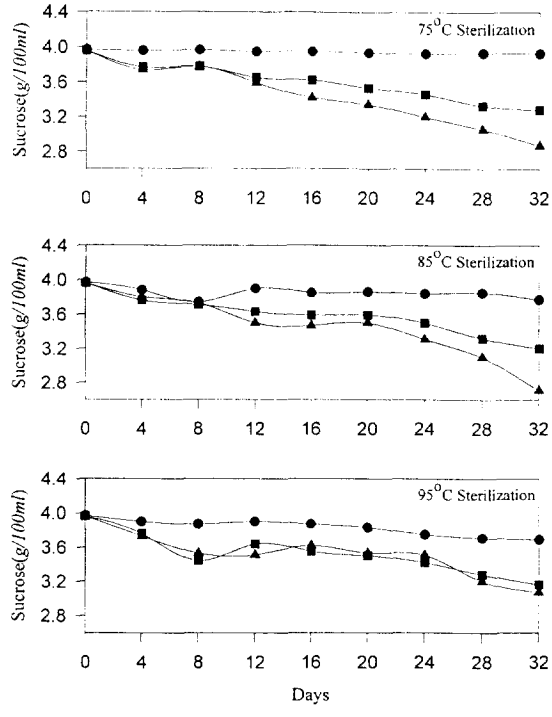

Fig. 5. Changes in sucrose of orange juices during the storage periods ●, 10°C Storage; ■, 20°C Storage; ▲, 30°C Storage

따라 furfural 생성량이 증가되고 색의 L값이 감소됨을 의미한다. Tatum 등[15]과 Huelin[16]은 furfural이 ascorbic acid의 분해산물이며, 오렌지 쥬스의 저장중 off-flavor와 darkening의 원인물질이라 보고하였다. 한편, Nagy 등[17]은 furfural이 ascorbic acid의 분해산물로서 맛과 향에 큰 영향을 미치지는 않으나, 오렌지 쥬스 품질변화의 indicator라고 보고하였다.

Sucrose 분해

저장기간동안 오렌지 쥬스에서 sucrose의 변화는 Fig. 5에 나타내었다. 즉, 저장기간이 증가할수록 sucrose는 지속적인 감소를 보였다. 10°C에 저장시킨 오렌지 쥬스는 초기 sucrose 함량이 3.97 g/100 ml였고, 저장 32일에는 75°C 살균한 시료에서 3.93 g/100 ml, 85°C가 3.77 g/100 ml, 95°C는 3.69 g/100 ml였다. 반면 20°C 저장시료의 sucrose 함량은 3.28~3.16 g/100 ml였고, 30°C는 2.87~2.63 g/100 ml였다. 이와같이 오렌지 쥬스의 살균 및 저장시 sucrose 함량은 살균온도가 증가할수록, 또 저장온도가 증가할수록 감소되는 경향을 나타내었다. 그러나, 살균온도에 따른 sucrose 함량 차이는 미약하였고, 저장온도에 따른 sucrose 함량이 뚜렷한 차이를 나타내었다. 이와같은 결과는 저장중 sucrose 함량의 변화를 보고한 Sadler 등[18]의 오렌지 쥬스의 저장중 미생물, 효소, 화학적 변화에 대한 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 한편, Spark 등[19]은 오렌지 쥬스에는 다량의 아미노산과 당질이 존재하여 비효소적 갈색화 반응에 의한 색저하가 일어난다고 보고하였다. 그러나, 비효소적 갈색화 반응은 중성에서 잘 일어나지만[20] 오렌지 쥬스의 pH는 3.91로 산성이었으며, Fig. 1의 결과와 같이 상미기간내의 pH 변화는 거의 없었다. 따라서 장기간 저장시 유기산의 감소로[21] pH가 상승되면서 비효소적 갈색화 반응이 일어난다고 추측되었다. 그러나 본 실험에서는 오렌지 쥬스의 상미기간내의 변화를 탐색하고자 하였으므로, 색변화는 비효소적 갈색화 반응에 의한 색저하 보다는 ascorbic acid의 산화에 의한 색저하가 원인임을 알 수 있었다.

미생물 검사

75, 85, 95°C에서 살균하여 저장된 시료의 미생물 검사 결과는 Table 2와 같다. 몇개의 시료에서 효모와 잡균이 검출되었으나, 동일조건으로 살균처리된 다른

Table 2. Changes in microbial counts of orange juice during storage (cfu/ml)

Sterilization temp.	Storage temp.	Days																	
		Initial		4		8		12		16		20		24		28		32	
		Yeast	Bac.	Yeast	Bac.	Yeast	Bac.	Yeast	Bac.	Yeast	Bac.	Yeast	Bac.	Yeast	Bac.	Yeast	Bac.	Yeast	Bac.
75°C	10°C	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-
	30°C	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
85°C	10°C	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	20°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	30°C	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95°C	10°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
	20°C	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

시료에서는 검출되지 않았으므로 용기(screw cap tube) 의 불량으로 판명되었다. 따라서, orange juice를 살균한 직후부터 저장실험이 완료될 때까지 시료에서 효모, 곰팡이, 잡균이 음성이었음을 확인하였다. 이와 같은 결과는 시료의 살균이 적절하였으며, 모든 실험 과정이 무균적으로 수행되었음을 의미한다. 따라서 오렌지 쥬스의 살균온도가 75, 85, 95°C에서 15초 살균이 유용함을 알 수 있었다. 단, 본 실험에 사용된 살균시설은 실험실 규모이므로, 공장규모의 살균에 따른 제반조건은 앞으로 계속 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

다양한 온도에서 살균과 저장이 오렌지 쥬스의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 orange juice (12°Brix)를 75, 85, 95°C에서 각각 15초간 살균한 뒤 10, 20, 30°C의 incubator에서 32일간 저장하며 미생물, 이화학적 및 관능검사를 실시하였다. Vitamin C와 sucrose함량, 그리고 색은 10°C 저장시에 안정성이 우수하였으나, 20°C, 30°C에 저장하였을 때 저장기간이 증가함에 따라 현저한 감소를 나타내었다. 반면, 살균온도에 따른 손실량의 차이는 미약하였다. Furfural은 저장기간이 증가함에 따라 생성량의 급격한 증가를 나타내었으며 10°C 저장시 생성량이 가장 적었다. 또한 살균온도에 따른 생성량 차이는 미약하였다. Furfural은 vitamin C가 분해되어 생성되며 색을 어둡게 만들었다. 저장기간동안 오렌지 쥬스의 pH는 일정하게 유지되었으며, 일반세균과 효모, 곰팡이의 검출결과는 음성으로 나타났다. 관능검사 결과 10°C 저장시료는 저장 32일까지 대조군과 차이가 없었고, 20°C와 30°C 저장시료는 24일과 20일만에 각각 대조군과 차이를 나타내었다. 따라서 오렌지 쥬스의 품질은 살균온도보다 저장온도에 의하여 더 큰 영향을 받으며, 저온저장이 품질변화의 억제에 효과적임을 알 수 있었다.

문 헌

1. 농수축산신문 : 94韓國食品年鑑. p.310 (1994)
2. 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 (1974)
3. 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 (1968)
4. 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 (1987)
5. Tatum, J. H., Shaw, P. E. and Berry, R. E.: Some compounds formed during nonenzymic browning of orange powder. *J. Agr. Food Chem.*, **15**, 773 (1967)
6. Miller, J. M. and Kirchner, J. G.: Volatile water-soluble and oil constituents of valencia orange juice. *J. Agr. Food Chem.*, **5**, 283 (1957)
7. 이서래, 유재영, 이남경 : 캔 및 병 오렌지쥬스의 저장중 중금속과 비타민 C 함량의 변화. 한국식품과학회지, **27**, 742 (1995)
8. 이영춘, 김광옥 : 식품의 관능검사. 학연사, p.166 (1989)
9. Hughes, R. E., Hurley, R. J. and Jones, P. R.: Vitamin C activity of D-araboascorbic acid. *Nutrition Reports Int-*

ernational, **4**, 177 (1971)
10. Hendrix, D. L.: *Quality Cntrol Manual for Citrus Processing Plants*. Volume 1, INTETCIT, N.Y., p.22 (1986)
11. Cappuccino, J. G. and Sherman, N.: *Microbiology-A Laboratory Manual*. Addison-Wesley Publishing Co., pp. 63-84 (1983)
12. Nagy, S. and Lee, H. S.: Quality changes and nonenzymic browning intermediates in grapefruit juice during storage. *J. Food Sci.*, **53**, 168 (1988)
13. 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 (1977)
14. Moore, E. L., Esselen, W. F. and Fellers, C. R.: Causes of darkening of packaged orange juice. *The Canner*, **95**, 13 (1942)
15. Tatum, J. H., Shaw, P. E. and Berry, R. E.: Degradation products from ascorbic acid. *J. Agric. Food Chem.*, **17**, 38 (1969)
16. Huelin, F. E.: Studies on the anaerobic decomposition of ascorbic acid. *Food Res.*, **18**, 633 (1953)
17. Nagy, S. and Randall, V.: Use of furfural content as an index of storage temperature abuse in commercially processed orange juice. *J. Agric. Food Chem.*, **21**, 272 (1973)
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 (1992)
19. Spark, A. A.: Role of amino acids in non-enzymatic browning. *J. Sci. Food Agric.*, **20**, 308 (1969)
20. 김 동 훈 : 식품화학. 탐구당, p.404 (1994)
21. Kimball, D. : *Citrus Processing*. AVI, N.Y., p.37 (1991)

(1995년 12월 20일 접수)