

## 혼합과채주스의 가공방법에 따른 저장 중 품질특성 변화에 관한 연구

이준호 · 석은주  
대구대학교 식품공학과

### Studies on the Quality Changes of Mixed Fruit and Vegetable Juices as Influenced by Processing Conditions during Storage

Jun Ho Lee, Eun Ju Seog-Lee  
*Department of Food Science & Engineering, Taegu University*

#### Abstract

Physicochemical properties and microbiological quality changes were investigated on mixed fruit and vegetable juices (apple, carrot and cucumber) stored at 4°C without pasteurization(NT), with light pasteurization (LP; 66°C, 10 sec) and with full pasteurization(FP; 90°C, 60 sec). Effects of ultrafiltration (UF) on the changes during storage were also examined. pH, viscosity, a-value and b-value remained relatively constant and all samples revealed Newtonian characteristics. Total acidity and turbidity tended to increase slightly; however, total vitamin C content and L-value slowly decreased during storage up to about 2 months. During the first 4 weeks storage, soluble solids content slowly increased and then decreased. Mold and Yeast and Bacteria were not detected in LP, FP and UF treated samples during storage studied; however, E. coli were detected after 24 days storage. No distinctive storage effects were found among samples prepared; however, ultrafiltration had a considerable effect on the color and soluble solids content of mixed fruit and vegetable juice.

**Key words** : mixed fruit and vegetable juice, pasteurization, storage, ultrafiltration

#### 서 론

우리 나라의 음료시장은 최근 급격히 다양해지면서 과거 음료시장의 주종을 이루던 사이다와 콜라 등 탄산음료의 성장은 점차 둔화 또는 감소되는 경향을 보이고 있는 반면, 건강 지향적·기능성 음료인 스포츠 음료나 과일이나 채소를 함유한 음료 또는 특정 영양성분을 강화한 음료시장은 눈에 띄게 성장하고 있다. 최근 분리공정의 첨단기술로 등장한 막분리기술(membrane separation technology)은 종래의 가열농축이나 가열살균을 할 때 발생하는 과일이나 채소특유의

가열취를 막을 수 있고 영양성분이 파괴되는 단점을 상당부분 보완할 수 있다(1,2). 또한 이 기술은 농축, 분획, 또는 순수분리를 동시에 이룰 수 있고 더욱이 상변화 없이 물을 제거할 수 있으므로 에너지 효율 면에서도 우수하고, 사용되는 막의 종류에 따라서는 가열 없이 가열살균과 같은 효과를 얻을 수 있다(3).

식품가공산업에 있어서 열을 이용한 증발농축법에 의한 농축공정은 열변성의 문제점을 안고 있으나 역삼투압(reverse osmosis, RO)을 응용하여 농축공정을 행하면 보다 효과적으로 제품의 품질향상을 기대할 수 있다. 최근에 역삼투막 공정을 이용한 사과주스의 효율적인 농축공정에 관한 연구(4)와 역삼투막 농축 동치미를 이용한 이온음료 개발에 관한 연구(5)가 국내에서 보고되었으며 막투과법이 농축음료의 카드름

Corresponding author : Jun Ho Lee, Dept. of Food Science & Engineering, Taegu Univ., Kyungsan 712-714, Korea.

및 납 제거에도 효과가 있음이 보고(6)된 바 있다. 한편 한외여과 (ultrafiltration, UF) 처리된 농축우유가 gouda 치즈 proteolysis에 미치는 영향과 숙성중 치즈의 관능적 특성변화에 대한 연구(7)도 진행되었다. 또한 이들 막분리 기술은 오이와 무 등의 채소음료의 제조에 응용되어 무의 경우 가열시 발생하는 유헴화 합물냄새의 제거에 이용되었으며 오이주스 제조의 경우 열에 불안정한 오이특유의 향기보존에 효과를 나타내었다(3).

UR타결이후 농산물의 부가가치 향상을 위한 노력이 다각도로 진행되고 있다. 그러나 아직 이를 위한 농산물의 제품화는 활성화되지 못하고 있는 실정이다. 해외시장이나 국내에서의 국제경쟁력을 갖추기 위해서는 기능성을 부여하거나 고차가공을 통한 고품질의 새로운 가공식품의 개발이 시급하다. 우리나라 과일생산량의 가장 큰 비율을 차지하는 사과와 감의 경우를 예를 들어보면 그 가공율이 전생산량의 2.4%에 불과하며 이는 미국의 42.7%, 일본의 20%와 비교해 볼 때 실로 미흡한 실정이다(8).

이와 같이 사과, 당근 등의 우리 농산물을 이용한 혼합과채주스의 개발은 미흡하고 더욱이 이에 대한

막분리기술의 응용에 관한 보고 역시 많지 않다. 이 기술의 이용으로 새로운 식품소재개발, 공정개선, 비용절감 및 품질개선등의 효과를 기대할 수 있고 또한 이들 식품의 장시간 저장중 일어나는 품질변화에 대한 연구 역시 적절한 shelf-life를 선정하고 안전한 고품질의 시제품 개발에 필수적인 단계임에 틀림이 없다. 따라서 본 연구에서는 사과, 당근 및 오이 주스를 마쇄/착즙/원심분리 또는 첨단 막분리기술을 이용하여 제조하고 저온살균 및 막분리조건이 이들 주스의 저장중 품질에 미치는 영향을 검토하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료 및 과채주스의 제조

본 실험에 사용된 과일 및 채소(사과, 당근 및 오이)는 시중으로부터 신선한 것을 구입하여 녹즙기로 파쇄한 후 사용하였다. 각 원료를 착즙하고 원심분리한 다음 여과(Filtration) 및 한외여과(Ultrafiltration)하여 과채주스를 제조하였다. 구체적인 실험순서는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 각각의 과일·채소를 수세 정선한 다음 녹즙기로 마쇄·착즙하였다. 마쇄전 당근

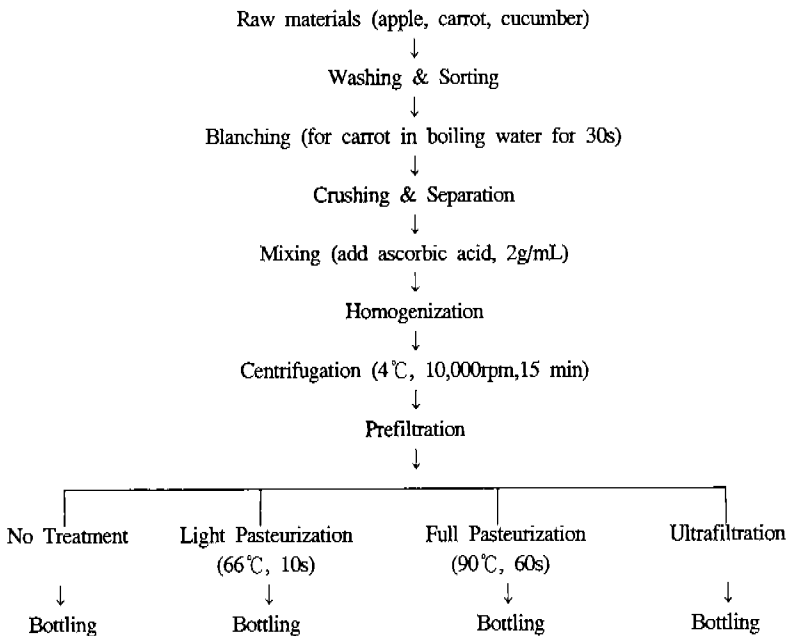


Fig. 1. Experimental procedure for preparation of fruit and vegetable juices.

인 경우 끓는 물에서 30초간 데치기(Blanching)하고 각 과실과 채소는 착즙주식 항산화제(ascorbic acid)를 2g/ml의 비율로 첨가하여 변색을 방지하였다. 착즙된 각각의 과채주스는 냉장원심분리(4℃, 10,000rpm, 15min)하여 고형분을 제거하고 상등액을 다시 여과(AP25 Filter)하여 시료로 사용하였다.

원심분리 및 여과된 시료는 UF membrane (10,000 NMWL low binding regenerated cellulose)을 사용하여 한외여과하였다. 한외여과장치는 Minitan™ Ultrafiltration System을 사용하였으며 먼저 착즙여과된 혼합주스는 펌프를 지나 UF모듈을 통과하여 투과액과 배제액으로 나누어지고 배제액은 feed tank로 환류 되어진다. 각 공정이 끝나면 0.5N NaOH용액으로 시스템전체를 세척한 후 20 - 30분간 다시 증류수로 세척하여 초기의 투과유속과의 변화를 최소화하였다.

**과채주스의 살균 및 저장**

가공공정에 따라 4개구 즉, 여과 및 원심분리하되 살균공정을 거치지 않은 시료(무처리구), 66℃에서 10초간 저온살균한 시료(LP구), 90℃에서 60초간 저온살균한 시료(FP구), 한외여과한 시료(UF구)로 구분하였다. 여과된 각각의 과채주스를 1:1:1로 혼합한 혼합주스 시료(60ml)는 80ml test tube에 주입하고 66℃에서 10초간 저온살균(Light Pasteurization; LP) 또는 90℃에서 60초간 저온살균(Full Pasteurization; FP)한 후 parafilm, plastic wrap 및 aluminum foil로 밀봉한 후 4℃에서 약 2개월간 저장하였다. 각 4개구의 시료는 주기적으로 적당한 양(40 - 50ml)의 시료를 취해 성분변화를 분석하였다.

**수소이온농도 (pH) 및 적정산도**

시료 10ml를 pH meter(Mettler Delta 340)로 수소이온농도를 측정하고, 적정산도는 여액 10ml를 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 pH 8.3이 될 때까지의 100g 당 0.1N NaOH용액 소비량(mL)으로 나타내었다(9).

**비타민 C 함량**

각시료의 비타민 C의 함량은 2,4-Dinitrophenylhydrazine 방법(9,10)에 의해 측정된 다음 총 비타민 C 함량으로 계산하였다.

**색도 및 탁도**

색도는 색차계(Chromameter, Minolta Co., CR200, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 각각 3회 이상 반복측정하고 평균값을 산출하였다. 탁도는 시료 25ml를 냉장원심분리(4℃, 3000rpm,

20min)한 후 상층 1ml를 취하고 여기에 증류수 9ml를 가하여 희석한 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다(11).

**가용성 고형분**

굴절당도계(Atago Hand Refractometer, N1, Japan)를 이용하여 측정하였고 °Brix로 표시한다.

**점도**

과채주스의 점도는 Brookfield viscometer(model LVDV-II+, Brookfield Engineering Labs., U.S.A.)를 사용하여 25℃에서 3반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

**미생물 검사**

일반세균은 Petrifilm 배지(3M Co., U.S.A.)에 1ml를 접종하여 32℃에서 2일간 배양한 후 colony 수를 계수하였고, Yeast와 Mold는 25℃에서 5일간, E. coli는 32℃에서 2일간 배양한 후 세균과 동일한 방법으로 계수하여 나타냈다. 미생물 수는 CFU(colony forming unit)/ml의 단위로 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**최적 막분리조건**

평균 막투과 압력(average transmembrane pressure; ATP)을 일정 간격으로 증가시키면서 배제액의 유량속도를 측정하여 압력회유곡선 (pressure excursion curve)으로부터 막이 분극 (polarize) 하기전 최대압력의 75 내지 90%의 압력으로 각 시료의 최적 한외여과 조건을 결정하였다. 사과의 경우 최적 ATP는 78.87 kPa이었고 오이의 최적 ATP는 76.28 kPa로 나타났다. 당근의 최적 ATP가 81.67 kPa로 가장 높은 것으로 나타났다 (Table 1).

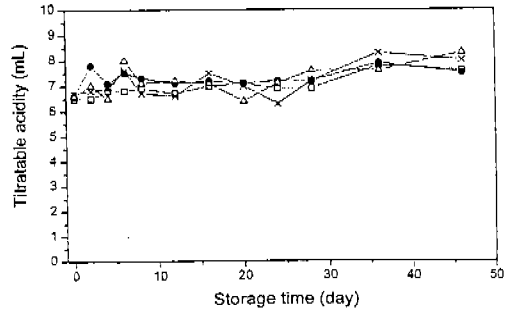
**Table 1. Optimal conditions selected from pressure excursion curve**

	Pressure (kPa)			Flow rate (ml/min)
	Inlet	Outlet	ATP*	
Apple	56.54	101.21	78.87	11.0
Carrot	113.77	48.86	81.67	11.5
Cucumber	120.06	31.41	76.28	16.0

\* average transmembrane pressure

**pH 및 적정산도의 변화**

혼합과채주스의 저온살균 및 한외여과에 따른 저장중 pH의 변화는 Fig. 2와 같다. 무처리구를 포함한 네가지 시료의 저장기간동안 pH의 변화는 3.61에서 3.83으로 45일간의 저장기간동안 비교적 일정한 pH를 유지하였다. 이와 같은 결과는 오렌지 주스의 저장중 성분변화를 보고한 이 동(12)과 장 등(13)의 결과와 같은 경향을 나타내었고, 저장기간중 citrus 주스의 pH의 변화가 없음을 보고한 Nagy 등(14)의 결과와 일치하였다. 적정산도의 경우 네가지 시료간의 특이한 차이는 발견되지 않았고 저장기간동안 다소 증가하는 경향을 나타내었으나 그 변화는 미미하였다(Fig. 3).

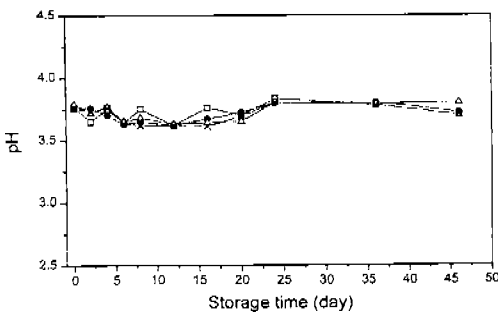


**Fig. 3. Changes in titratable acidity of mixed fruit and vegetable juices during 4°C storage.**  
 -x-: NT, -□-: LP, ●: FP, -△-: UF.

**Table 2. Changes in number of microorganisms of mixed fruit and vegetable juices during storage at 4°C**

Micro-organisms	Treatment	Storage (days)										
		0	2	4	6	8	12	16	20	24	28	36
Mold and Yeast	NT	5	6	10	14	18	21	22	25	27	30	37
	UF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	LP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacteria	NT	-	-	-	-	-	-	-	7	52	121	227
	UF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	LP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. coli	NT	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	8
	UF	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	4
	LP	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	6
	FP	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4

(CFU/ml)



**Fig. 2. Changes in pH of mixed fruit and vegetable juices during 4°C storage.**  
 -x-: NT, -□-: LP, ●: FP, -△-: UF.

**비타민 C의 변화**

무처리구를 포함한 저온살균 및 한외여과에 따른 혼합과채주스의 저장시 일어나는 비타민 C의 변화는 Fig. 4와 같다. 무처리구를 포함한 네가지 시료의 총 비타민 C 함량은 초기에는 예측한 바와 같이 UF구의 총 비타민 C 함량이 가장 높았으며 LP구와 NT구는 유사한 값을, 그리고 FP구는 가장 낮은 값을 나타내었다. FP구에서의 낮은 값은 열처리에 의한 비타민의 손실로 생각되어진다. 저장기간이 증가함에 따라 서서히 비타민 C의 감소를 보였으며, 처리방법 간에 약간의 차이를 보였다. 그리고 저장기간이 40일이 경과하면서 FP구를 제외한 나머지 시험구는 거의 유사한 값을 나타내어 저온저장 중 오렌지주스의 비타민 C 파괴가 거의 발생하지 않는다는 보고(15,16)들과 동일한 결과를 나타내었다.

**색도 및 탁도의 변화**

혼합과채주스의 저장중 색특성 변화는 Table 3에 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness) 값으로 요약하였다. 명도를 나타내는 L값의 경우, 한외여과처리된 UF구의 값이 다른 시료와 비교하여 현저하게 높아 밝게 나타났다. 또한 FP구의 L값이 LP 및 NT구에 비해 다소 높은 값을 나타내었으나 그 차이는 미미하였다. 대체적으로 저장기간동안 네 시료의 명도는 서서히 감소하는 경향을 보였으며 그 감소의 정도는 UF구의 경우 뚜렷하게 나타났다. 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값의 경우, UF구의 값이 다른 시료들과 비교하여 현저하게 낮았으며 저장기간동안 이들 값들의 변화는 미미한 것으로 나타났다. 이같은 현상은 UF구의 한외여과과정을 통한 색소제거에 그 원인을 찾을 수 있으며 4°C저장조건이 네가지 시료 모두에 효과적으로 색특성을 보존하는데 적

절하였음을 의미한다. 한편 420nm에서 흡광도로 측정한 혼합과채주스의 탁도의 값은 저장초기에 UF, FP, NT, LP구 순으로 낮았고 저장기간이 경과함에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 5).

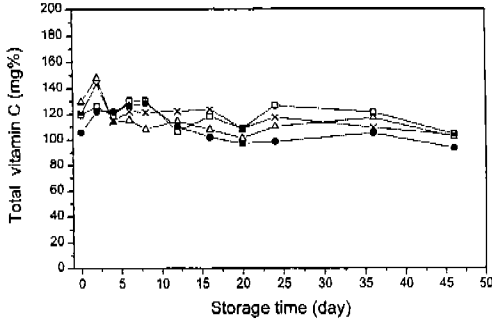


Fig. 4. Changes in total vitamin C of mixed fruit and vegetable juices during 4°C storage. -x-: NT, -□-: LP, -●-: FP, -△-: UF.

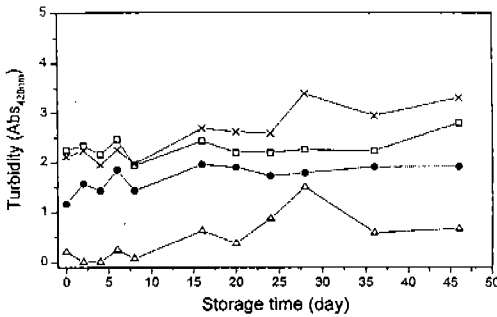


Fig. 5. Changes in turbidity of mixed fruit and vegetable juices during 4°C storage. -x-: NT, -□-: LP, -●-: FP, -△-: UF.

가용성 고형분 및 점도의 변화

혼합과채주스의 저장중 가용성 고형분 및 점도의 변화는 Fig. 6과 7에 각각 주어져 있다. 저장초기에 UF구의 당도가 다른 시료구에 비해 가장 낮은 값을 나타내었으며 이는 막분리에 기인한 것으로 추정되며 저장기간의 경과에 따른 변화는 미약하나마 저장 4주째까지 서서히 증가하다가 다소 감소하는 경향을 보였다. 나머지 LP, FP, NT구의 경우도 유사한 결과를 나타내었다. 또한 저장초기 UF구 시료의 점도가 약간 낮았으나 다른 시료와의 차이는 거의 발견할 수 없었고, 주스의 유동특성을 전단속도와 전단응력과의 관계로 비교검토한 결과 모두 직선의 관계를 나타내어 네가지 시료 모두 뉴우턴유체임을 알 수 있었다. 무저리구를 포함한 네가지 시료 모두 저장기간의 경과에 따른 점도변화의 범위는 1.35 cP에서 1.66 cP로 비교적 일정하게 유지되었다.

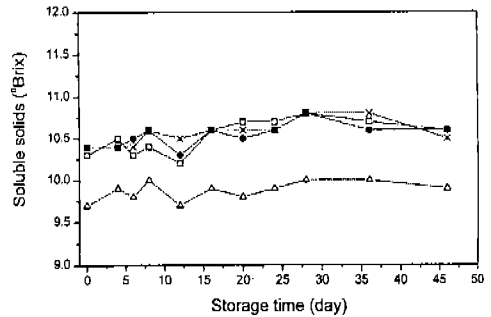


Fig. 6. Changes in soluble solids of mixed fruit and vegetable juices during 4°C storage. -x-: NT, -□-: LP, -●-: FP, -△-: UF.

Table 3. Changes in color characteristics of mixed fruit and vegetable juices during storage at 4°C

Color Characteristics	Treatment <sup>1)</sup>	Storage (days)										
		0	2	4	6	8	12	16	20	24	36	46
L	NT	57.14	54.51	55.41	56.35	54.41	53.42	51.87	58.25	49.78	48.69	50.41
	LP	57.87	53.76	53.77	53.73	53.63	53.22	52.81	50.58	52.33	51.74	46.10
	FP	61.17	59.51	59.26	60.18	57.42	57.95	57.70	55.26	55.67	53.94	53.41
	UF	97.17	97.14	96.82	96.28	93.71	92.00	90.82	88.69	80.56	85.39	83.44
a	NT	5.13	5.76	5.59	5.29	5.83	5.65	5.02	3.88	5.36	4.74	4.81
	LP	4.82	5.90	5.57	5.66	5.76	5.24	5.81	6.21	5.68	5.80	4.87
	FP	3.48	3.79	3.66	3.61	4.28	4.00	4.08	4.55	4.42	4.68	4.74
	UF	-8.47	-8.48	-8.42	-8.39	-8.11	-7.99	-7.78	-7.51	-6.83	-7.58	-7.44
b	NT	35.36	35.04	34.78	34.57	34.96	34.66	33.05	33.47	32.91	32.05	33.19
	LP	34.71	35.03	34.91	35.17	35.07	34.71	34.55	35.20	34.67	34.75	31.68
	FP	33.72	33.70	33.41	33.37	33.94	33.53	33.38	33.57	33.67	34.14	33.94
	UF	13.06	12.81	12.73	13.03	13.01	13.08	13.39	13.78	14.81	15.09	14.94

<sup>1)</sup> NT : no treatment, LP : light pasteurization (66°C, 10s), FP : full pasteurization (90°C, 60s), UF : ultrafiltration

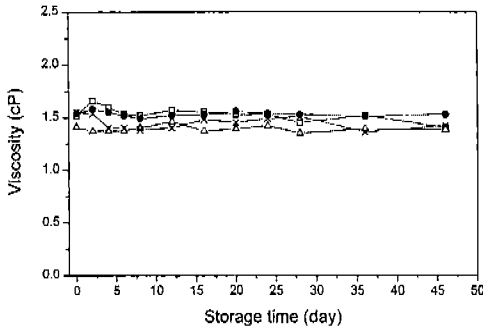


Fig. 7. Changes in viscosity of mixed fruit and vegetable juices during 4°C storage.  
-○-: NT, -□-: LP, -●-: FP, -△-: UF.

### 저장중 미생물의 변화

무처리구와 UF, LP, FP처리하여 저장된 시료의 미생물 검사 결과는 Table 2와 같다. 세균과 대장균은 모든 초기시료에서 검출되지 않았으나, 곰팡이와 효모는 무처리구에서 나타난 반면, UF, LP 및 FP구에서는 검출되지 않았다. 무처리구에서는 곰팡이와 효모가 초기시료에서부터 계속 증가하고 있으며, 세균과 대장균은 저장 20일, 24일 경과된 시료에서부터 검출되었다. UF, LP, FP구에서는 곰팡이와 효모, 세균은 저장 36일까지 검출되지 않았으며, 대장균은 24일 경과된 시료에서부터 검출되기 시작했다. 본 연구에서 곰팡이와 효모, 세균에서는 고온순간살균과 저온살균, 한외여과가 모두 훌륭한 저장성을 보이고 있으나 대장균의 경우에는 무처리, UF, FP, LP 처리가 모두 비슷한 결과를 나타내었다.

### 요 약

사과, 당근 및 오이 주스를 마쇄/착즙/원심분리 또는 첨단 막분리기술을 이용하여 제조하고 저온살균 및 막분리조건이 이들 주스의 저장중 품질에 미치는 영향을 검토하고자 가공공정에 따라 4개구 즉, 여과 및 원심분리하되 살균공정을 거치지 않은 시료(무처리구), 66°C에서 10초간 저온살균한 시료(LP구), 90°C에서 60초간 저온살균한 시료(FP구), 한외여과처리된 시료(UF구)로 구분하여 parafilm, plastic wrap 및 aluminum foil로 밀봉한 후 4°C에서 약 2개월간 저장하면서 품질변화를 분석하였다. 저장기간동안 pH, 점도, 적색도를 나타내는 a값 및 황색도를 나타내는 b값은 비교적 일정하게 유지되었고 네가지 시료 모두 뉴우틴유체의 특성을 나타내었다. 적정산도 및 탁도

의 경우 네가지 시료간의 특이한 차이는 발견되지 않았고 저장기간동안 다소 증가하는 경향을 나타내었고 총비타민 C의 함량 및 명도를 나타내는 L값은 시간이 경과함에 따라 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 저장기간의 경과에 따른 당도의 변화는 미약하나 저장 4주째까지 서서히 증가하다가 다소 감소하였다. LP, FP 및 UF구에 대한 미생물 검사결과 일반세균과 효모, 곰팡이의 검출결과는 고찰된 저장기간중 음성으로 나타났으나 E. coli는 저장 24일이 경과된 후 검출되었다. 전반적으로 저장기간에 따른 네가지 시료간 품질변화의 차이는 발견되지 않았고 따라서 4°C 저장조건이 LP, FP 및 UF 가공조건에 따른 시료의 품질지표를 유지하는데 적절하였음을 알 수 있었고 단, 한외여과처리가 혼합과채주스의 색도 및 당도에 현저한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 동일문화장학재단의 '97 학술연구비 지원사업에 의하여 수행된 연구결과로서 연구비지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

- MacBean, R. D. and Smith, B. R.(1977) Reverse osmosis in food processing. *Food Technol. in Australia*, January, p.247.
- Sourirajan, S.(1985) Reverse Osmosis/Ultrafiltration Process Principles. National Research Council of Canada, p.472.
- 한대석(1993) 채소류를 이용한 음료개발 연구 현황. *식품기술*, 6(2), 28.
- 허상선, 최용희(1993) 역삼투막 공정을 이용한 사과주스의 효율적인 농축공정에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 25, 321.
- 고은정, 허상선, 최용희(1994) 역삼투막 농축에 의한 동치미를 이용한 이온음료 개발에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 26, 573.
- 최성인, 이정희, 이서래(1994) 막투과법에 의한 농차음료의 카드뮴 및 납 제거효과. *한국식품과학회지*, 26, 740.
- Kim, M. S. and Olson, M. F.(1994) Effect of ultrafiltration on gouda cheese proteolysis and composition. *Food and Biotechnol.*, 3, 238.
- 영남대학교 부설 자원문제 연구소(1991) 경상북도

- 농수산물 가공산업 육성을 위한 조사 연구.
9. A.O.A.C.(1990) Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists.
  10. 주현규, 조현기, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 (1992) 식품분석법. 유림문화사, p.183-187.
  11. 이남경, 윤재영, 이서래(1995) 캔 및 병 오렌지주스의 저장중 중금속과 비타민 C 함량의 변화. 한국식품과학회지, 27, 742.
  12. 이서래, 유재영, 이만경(1995) 캔 및 병 오렌지주스의 저장중 중금속과 비타민 C 함량의 변화. 한국식품과학회지, 27, 742.
  13. 장경원, 허재관, 김상교, 백영진(1996) 오렌지 주스의 살균온도 및 저장온도가 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 28(1), 8.
  14. Nagy, S. and Lee, H.S.(1988) Quality changes and nonenzymic browning intermediates in grapefruit juice during storage. *J. Food Sci.*, 53, 168.
  15. Bissett, O.W., Veldhuis, M.K. and Rushing, N.B. (1953) Effect of heat treatment temperature on the storage life of valencia orange concentrates. *Food Technol.*, 7(6), 258.
  16. 윤혜숙, 박석준, 박지용(1997) 초고압과 Carbonation의 병합처리가 오렌지주스의 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 29(5), 974.

---

(1998년 3월 5일 접수)