

냉동 저장중 농축 딸기 펄프의 품질 변화

이 상 현 · 이 영 춘*

장안전문대학 식품영양과, *중앙대학교 식품가공학과

Quality Changes of Concentrated Strawberry Pulp during Frozen Storage

Sang-Hyun Lee, Young-Chun Lee*

Dept. of Food and Nutrition, Changan Junior College, Whasung 445-756, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Chungang University, Ansung 456-756, Korea

Abstract

Strawberry pulp was separated into serum and insoluble pulp by centrifugation and the serum was concentrated in vacuo to five folds at 55~58°C and 30~60mmHg. Concentrated strawberry pulp was prepared by mixing of concentrated serum and insoluble pulp. To evaluate the quality changes of strawberry pulp, color, physicochemical and sensory properties were analyzed after concentration and during 18 weeks storage at -18°C. The results obtained from the study were as follows; during 18 weeks storage at -18°C, soluble solid, browning, reducing sugar content were increased and total anthocyanin, vitamin C, apparent viscosity were decreased. The result of sensory evaluation indicated that texture of concentrated pulp was inferior to that of control but flavor, color intensity and overall acceptance were not different from each other.

Key words : Concentrated strawberry pulp

서 론

일정한 시기에 대량으로 수확되는 과실을 연중 사용하기 위해서는 이를 가공하여 가능한 품질 변화를 최소화 하며 장기 저장하는 것이 필수적이다. 과실쥬스, 퓨레 등의 제조는 저장 가공기술의 하나로 볼 수 있다. 특히 농축 제품의 제조는 포장, 수송, 저장의 비용을 절감하고 취급을 간편하게 하기 위해 시도되고 있다¹⁾.

증발농축법²⁻⁵⁾은 오래 전부터 액체식품을 농축하는데 널리 이용되어 온 방법으로 장치가 간단하고 운영비용이 저렴하다. 그러나 이 방법의 단점은 농축과정중 필연적으로 나타나는 휘발성 향기 성분의 손실과 가열취의 발생 그리고 갈변색소의 생성을 지적할 수 있다. 이들 문제점을 보완하기 위하여 비교적 낮은 온도에서 증발시키는 감압농축과 향기성분의 개선을 위한 방향 성분 회수방식 등이 제시되어 있다.

과실 농축제품을 제조할 때 증발농축법에서 발생하는 fouling 현상²⁾ 등의 문제점을 개선하기 위하여 과실쥬스 등의 수용성 부분인 serum과 불용성 펄프로 분리하고 serum만을 여러 수단으로 농축한 뒤 불용성 펄프를 혼합하는 이른바 serum-pulp 방법⁶⁻⁸⁾이 Pimazzoni에 의해 개발되어 라임⁶⁾, 망고^{1,6,7)}, 오렌지⁸⁾ 등의 농축에 응용한 연구보고가 있다.

본 연구에서는 갈수록 커지는 과실가공의 추세를 감안하여 통상적인 농축방법을 적용하기 어려운 펄프함량이 높거나, 펄프성분을 함유하는 제품으로 이용되는 과실 중에서 딸기를 시료로 하여 펄프를 serum-pulp 방식으로 serum과 불용성 펄프로 분리하고 serum을 방향 성분 회수, 55~58°C에서 감압농축한 뒤 다시 혼합하여 농축 딸기 펄프를 조제하고, -18°C에서 18주간 냉동저장하며 품질변화의 추이를 살펴보았다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 딸기는 1990년 5월 전라북도 남원군 금지면 용진리에서 생산된 보교(寶交) 품종으로서, 충분히 익은 상태였으며 꼭지를 제거하고 세척한 뒤 1kg용 PET용기에 분할 포장하여 -18°C 의 냉동기에 보관하여 실험에 사용하였다.

2. 농축 딸기 펄프의 제조

농축 딸기 펄프의 제조는 진보⁹⁾와 같이 농축한 뒤, 각 방향 획분을 serum량의 5%·10% 및 15%가 되도록 방향 성분 회수량을 조절하고, 원심분리하여 따로 4°C 에서 냉장 보관한 불용성 펄프와 농축 serum을 혼합하여 전체적으로 농축전 딸기 펄프에 비하여 2배 농축이 되도록 조절하였으며, 각 시료의 방향 성분 첨가에 따른 부피의 차이는 증류수를 가하여 같도록 조정하였다.

3. 표면 색깔

표면 색깔의 측정은 농축하지 않은 시료는 그대로, 농축한 시료는 증류수를 가하여 본래 농도로 복원시켜, Hunter color difference meter(Hunter Lab, Model CQ-1200X U.S.A.)를 사용하여, 규벳에 시료를 담아 white standard plate($L=95.28$, $a=-0.97$, $b=0.28$)를 표준으로 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다.

4. 총 안토시아닌과 갈변도

총 안토시아닌 함량은 Fuleki등¹⁰⁾의 방법에 따랐으며, 갈변도는 Sandhu 등^{4,5)}의 방법에 따라 행하였다.

5. 가용성 고형분과 휘발성 유기산

가용성 고형분은 굴절 당도계(Atago Co., Japan)를 사용하여 측정된 뒤 보정표¹¹⁾에 의해 온도의 영향을 보정하고 °Brix를 나타내었고, 휘발성 유기산은 수증기 증류¹²⁾ 후 적정하여 함량을 계산하였다.

6. 총당과 환원당

총당은 페놀-황산법¹³⁾을 사용하여 470nm 에서 흡광도를 측정하여 검량곡선에 의하였으며, 환원당은 Somogyi-Nelson법¹⁴⁾을 이용하여 520nm 에서 흡광도를 측정하고 검량곡선에 의하여 포도당 함량으로 표시하였다.

7. pH와 적정 산도

pH는 pH meter로 측정하였으며 적정 산도는 N/10 NaOH 용액으로 직접 중화 적정하였으며, 시트르산의 함량으로 표시하였다.

8. 총 비타민 C와 아미노태 질소

비타민C 함량의 측정은 2,4-dinitrophenylhydrazine 방법¹⁵⁾을 이용하였고, 아미노태 질소의 측정은 일본 농림규격 시험법¹¹⁾에 따라 측정하였다.

9. 겔보기 점도

시료 100g을 100ml들이 비이커에 취하여 25°C 로 온도 평형화 시킨 뒤 viscometer (Brookfield Engineering Lab., Model LVT, U.S.A.)를 이용하여 spindle No. 1 및 1.5rpm의 조건으로 측정하였다.

10. 관능 평가

신선한 딸기 펄프와 농축 후 복원시킨 딸기 펄프의 관능적 품질의 평가는 7단계의 품질 척도에 의하여, 향미·이취·색의 강도·조직 그리고 전체적인 선호도를 측정하였다. 결과의 통계분석¹³⁾은 분산분석에 의해 유의성 여부를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 농축 과정에서의 성분 변화

딸기 펄프를 원심 분리하여 불용성 펄프와 serum으로 분리하고 serum을 방향성분을 회수하여 감압 농축한 뒤 다시 불용성 펄프를 혼합함으로써 제조한 딸기 펄프와 신선한 딸기 펄프의 물리·화학적 특성을 비교한 결과는 Table 1과 같다. 가용성 고형분, pH와 적정산도 등은 거의 변화가 없었으나 표면 색깔은 lightness와 yellowness가 증가하였고 redness는 감소하였다.

이 변화는 갈변도의 증가가 미미하므로 주로 딸기 색소의 변화 때문으로 생각할 수 있는데 딸기와 색소¹⁴⁾는 안토시아닌계인 pelagonidin-3-monoglucoside가 주이며 열에 약하여 파괴되기 쉽다고 알려져 있다. 그리고 serum보다는 불용성 펄프부분에 많이 존재하여, Wrosted 등¹⁵⁾의 보고에 의하면 Benton종의 딸기에는 65%, Totem중에는 66.1% 함유되어 있다고 한다.

본 실험에서는 농축 과정 중 총 안토시아닌 함량이 13.3mg/100g에서 12.8mg/100g으로 감소하였는데 만약 불용성 펄프와 serum을 분리하여 농축하지 않았다면 총 안토시아닌은 현저하게 감소하였을 것으로 추정되었다.

당류조성은 Table 1의 결과에서 보는 바와 같이 뚜렷하게 변화하였는데, 포도당과 과당이 함량은 증가하였고 설탕함량이 감소하였다.

이 결과는 Akazawa 등⁶⁾에 의한 보고와 같이 딸기 중에 invertase(E.C. 3.2.1.26)가 존재하여 농축 과정 중 전화가 일어난 것으로 생각되었다. 이러한 결과는 Sandhu 등⁵⁾의 오렌지·파인애플·구아바 등의 농축 과정 연구에서는 볼 수 있었다. 또한 비타민 C도 농축 과정 중에서 약간 감소하였고, 겔보기 점도는 현저하게 감소하였는데 9000×g에서 불용성 펄프를 분리한 뒤 농축 후 다시 Waring blender를 이용하여 혼합하는 등

기계적인 처리 효과 때문에 대조구보다 감소한 것으로 생각되었다.

2. 농축 딸기의 펄프의 색깔 변화

농축 딸기 펄프 및 대조구를 -18℃에서 18주 저장하면서 색깔의 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같았다. 표면 색깔은 대조구 및 농축 펄프 모두 변화하였는데 lightness 및 yellowness는 점차 증가하였고 redness는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 총 안토시아닌도 점차 감소하여 농축 펄프는 12.8mg/100g에서 11.5mg/100g으로 약 10% 감소하였고 대조구는 13.3mg/100g에서 11.0mg/100g으로 17.3% 감소하여 대조구의 경우가 안토시아닌의 감소 속도가 빠른 것으로 나타났다. 한편 갈변도는 변화를 나타내지 않았다.

Langston 등¹⁷⁾이 보고한 바와 같이 딸기 저장중 비타민 C와 안토시아닌의 감소외에 갈변도와 L값이 증가

Table 1. Comparison of physicochemical properties of strawberry pulps after concentration

Component	Control	Reconstituted	Component	Control	Reconstituted
Soluble solid (° Brix)	7.6	7.6	Total anthocyanin(mg/100g)	13.3	12.8
pH	3.34	3.39	Browning (O.D/5g)	0.07	0.07
Titrateable acidity(%)	0.65	0.65	Sugar (%)		
Surface color			Glucose	2.16	2.48
L	8.21	10.07	Fructose	2.17	2.46
a	29.32	28.02	Sucrose	0.71	0.08
b	15.22	17.03	Vitamin C(mg/100g)	86.2	83.1
Formol index(mg/100g)	18.3	17.8	Apparent viscosity (cps)	6700	4250

Table 2. Changes in surface color, total anthocyanin, and browning of strawberry pulp during 18 weeks storage at -18°C

Storage time (weeks)	Control			Total* anthocyanin	Brown-ing (O,D)	Reconstituted			Total anthocyanin	Brown-ing (O,D)
	Surface color					Surface color				
	L	a	b			L	a	b		
0	8.21	29.32	15.22	13.3	0.07	10.07	28.02	19.03	12.8	0.07
3	8.80	28.88	15.20	13.3	0.07	10.25	28.14	19.37	12.3	0.07
6	8.67	28.83	15.77	12.8	0.07	10.88	27.96	19.89	12.0	0.08
9	8.81	28.49	15.83	12.5	0.07	11.22	28.00	20.21	12.1	0.08
12	9.15	28.40	16.27	11.9	0.08	11.52	27.90	20.38	11.9	0.08
15	9.09	28.01	16.34	11.0	0.08	11.50	27.94	20.40	11.7	0.08
18	9.32	28.11	16.89	11.0	0.08	12.09	27.69	20.78	11.5	0.08

* : (mg/100ml)

하였는데, 이는 비타민 C가 분해되어 안토시아닌의 분해를 촉진시키기 때문이라고 보고하였다. 한편, 이 등¹⁸⁾의 연구 보고에서도 이러한 경향을 나타내었는데, 이것은 딸기 펄프의 표면 색깔의 변화가 주로 안토시아닌의 분해 때문에 생긴 것으로 생각되었다.

3. 농축 딸기 펄프의 물리 화학적 특성의 변화

농축 딸기 펄프 및 대조구의 -18°C 에서 18주간 저장하면서 물리 화학적 특성의 변화를 조사한 결과는 Table 3 및 Table 4와 같다.

비타민 C는 딸기 저장중 대조구 및 농축 딸기 펄프 모두 시간 경과에 따라서 감소하는 경향을 나타내는데,

저장 직후에는 펄프 대조구의 함량보다 낮았으나 저장중 파괴 속도는 오히려 늦어져서 18주 저장 후에는 함량이 거의 비슷해지는 경향을 나타내었다.

한편 아미노태 질소(formol index)는 큰 변화는 없지만 대조구와 농축 펄프 모두 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다. 사과즙¹⁹⁾과 농축 망고즙¹⁵⁾의 경우에서도 같은 결과를 나타내었다.

환원당의 함량은 저장중 증가하는 추세를 보였으나 총당은 큰 변화가 없었다. 이러한 경향은 농축 망고즙⁶⁾과 농축 라임즙²⁰⁾의 연구 결과와 일치하는 것이었다.

저장중 적정 산도 및 pH는 대조구 및 농축 펄프 모두

Table 3. Changes in total vitamin C, reducing sugar, total sugar, and formol index of strawberry pulp during 18weeks storage at -18°C

Storage time (weeks)	Control				Reconstituted			
	Total* vitamin C	Reducing** sugar	Total** sugar	Formol* index	Total vitamin C	Reducing sugar	Total sugar	Formol index
0	86.2	4.34	5.05	18.3	83.1	4.98	5.06	18.8
3	87.6	4.36	5.05	18.3	82.7	5.01	5.08	18.7
6	86.4	4.37	5.07	18.3	82.8	5.04	5.07	18.7
9	85.5	4.41	5.05	18.3	81.0	5.02	5.07	18.6
12	82.5	4.44	5.08	18.3	80.1	5.04	5.09	18.6
15	81.2	4.43	5.07	18.2	78.8	5.07	5.10	18.6
18	78.7	4.46	5.09	18.2	77.4	5.08	5.09	18.5

* : (mg /100g) ** : (%)

Table 4. Changes in apparent viscosity, soluble solid, pH and titratable acidity of concentrated pulp during 18weeks storage at -18°C

Storage time (weeks)	Control				Reconstituted			
	Apparent viscosity (cps)	Soluble solid ($^{\circ}\text{Brix}$)	pH	Titratable* acidity (%)	Apparent viscosity (cps)	Soluble solid ($^{\circ}\text{Brix}$)	pH	Titratable* acidity (%)
0	6700	7.6	3.34	0.65	4250	7.6	3.39	0.65
3	6650	7.6	3.36	0.65	4100	7.6	3.40	0.64
6	6400	7.8	3.35	0.66	3950	7.7	3.38	0.65
9	6350	7.9	3.37	0.66	3800	7.7	3.40	0.65
12	6300	7.9	3.37	0.67	3700	7.8	3.41	0.66
15	6100	8.0	3.38	0.67	3450	7.9	3.41	0.66
18	5850	8.0	3.37	0.67	3250	8.0	3.42	0.66

* : Expressed as citric acid

약간 증가하였고, 가용성 고형분도 증가하는 등 일반적인 경향^{6,19,20)}을 나타내었다.

한편 겉보기 점도는 대부분의 과실 주스, 펄프의 저장에서 감소하는 것으로 보고되었는데 본 실험에서도 대조구·농축 펄프 모두 현저한 감소를 나타내었으며 감소의 경향은 농축 펄프쪽이 더 심하였다. 이 원인은 저장중 불용성 펄프 성분, 특히 펙틴·섬유질 성분의 변화에 의한 것으로 추정되며 가용성 고형분의 증가와 관련이 있는 것으로 사료된다.

4. 관능적 품질의 변화

대조구 및 농축 딸기 펄프를 -18°C 에서 18주간 냉동 저장하면서 각 항목에 대하여 관능 평가를 한 결과는 Table 5와 같다.

향미는 매 저장 기간마다 대조구와 농축 시료간에 통계적으로 5% 유의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났으며, 다소 대조구가 높은 평균 값을 나타내었지만 두 시료의 평균에서는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 결과는 소비자 선호도의 면에서 방향 성분을 회수한 효과가 냉동 저장 중에도 감지할 수 있는 효과가 있다는 사실과, 관능적으로도 대조구에 비하여 향미가 큰 차이가 없음을 알 수 있었다.

이취와 색깔의 강도는 각 기간에서 대조구의 농축 펄프 사이에서는 통계적으로 유의적 차이가 없었으며 평균 값에서도 차이가 없었다. 조직에서는 두 시료간에 유

의적 차이가 뚜렷하였다. 이 결과는 앞서 Table 4의 겉보기 점도의 변화 결과와 일치하는 것이었고 전체적인 선호도는 대조구와 농축 펄프간에 유의적인 차이가 없었다.

이상의 결과를 종합해 보면 방향 성분을 회수하여 제조한 농축 딸기는 이 효과가 제조 직후 뿐 아니라 장기간 저장 후에도 그 효과가 지속됨을 알 수 있었고 조직감의 면에서만 점도 감소의 문제점이 있고 나머지 향미, 색깔 기타 성분은 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 저장중 조직감의 감소를 방지할 수는 없었지만 변화를 느낄 수 없도록 소량의 펙틴을 첨가하여서 조직감을 살려 준다면 이 공정에 의해 우수한 품질의 농축 펄프를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

딸기 펄프를 serum과 불용성 펄프로 분리하고 serum 만을 방향성분을 회수하여 $55\sim 58^{\circ}\text{C}$, $30\sim 60\text{ mmHg}$ 의 조건에서 감압증축후 재조합하는 방식으로 농축 딸기 펄프를 조제하였다. 대조구와 농축 딸기 펄프를 -18°C 에서 18주 동안 저장하였을 때 두 시료 모두 가용성 고형분과 환원당이 증가하는 경향을 나타내었으며, 관능평가에서 조직감은 농축딸기 펄프가 낮은 품질을 나타내었으나 향미·색의 강도·전체적인 선호도에서는 품질 차이가 없었다.

Table 5. Changes in sensory properties of strawberry pulp during 18 weeks storage at -18°C

Storage time (weeks)	Flavor		Off-flavor		Color intensity		Texture		Overall acceptance	
	Control	Rec.	Control	Rec.	Control	Rec.	Control	Rec.	Control	Rec.
0	4.35	4.23	5.98	6.14	4.25	4.12	4.88	4.35	3.75	3.67
3	4.30	4.18	5.94	6.23	4.30	4.18	4.72	4.40	3.93	3.81
6	4.32	4.25	5.80	6.02	4.10	4.08	4.36	3.83	3.72	3.78
9	4.26	4.27	5.28	6.09	4.23	4.17	4.27	4.14	3.67	3.46
12	4.24	4.12	4.93	5.86	4.15	3.88	4.16	3.66	3.74	3.43
15	4.21	4.20	5.05	5.74	4.05	4.26	4.26	3.74	3.53	3.67
18	4.20	4.14	4.42	5.05	3.93	4.23	4.23	3.62	3.81	3.72
\bar{X}	4.26a	4.19a	5.34b	5.87b	4.14c	4.05c	4.41d	3.96e	3.73f	3.63f

* : Rec : Reconstituted

Note : Numbers with the same letters of the two \bar{X} are not significantly different of 5% level each other.

참고문헌

1. Askar, A., El-Samashy, M.M., El-Baki, A. and El-Fadeel, M.G.: Concentration of mango juice. I. Evaluation of four method of mango juice concentration. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.*, 7, 70(1981)
2. Thijssen, H.A.C.: Concentration process for liquid foods containing volatile flavors and aromas. *J. Food Technol.*, 5, 211(1970)
3. Bomben, J., Bruin, S. and Thijssen, H.A.C.: Aroma recovery and retention in concentration and drying of food. *Adv. Food Res.*, 20, 1(1973)
4. Sandhu, K.S., Bhatia, B.S. and Shukla, F.C.: Physicochemical changes during storage of kinnow mandarin orange and pineapple juice concentrates. *J. Food Sci. & Technol.*, 25(5), 342(1984)
5. Sandhu, K.S., Bhatia, B.S. and Shukla, F.C.: Physicochemical changes during preparation of fruit juice concentrate. *J. Food Sci. & Technol.*, 22(3), 202(1985)
6. Askar, A., El-Samahy, M.M., El-Baki, A. and El-Fadeel, M.G.: Concentration of mango juice. II. Aroma deterioration during the concentration. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.*, 7, 102(1982)
7. Askar, A., El-Samaby, M.M., El-Baki, A. and El-Fadeel, M.G.: Concentration of mango juice. III. Quality changes of mango juice concentrates during storages. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.*, 7, 107(1982)
8. Peleg, M. and Mannbeim, H.C.: Production of frozen orange juice concentrate from centrifugally separated serum and pulp. *J. Food Sci.*, 35, 649(1970)
9. Lee, S.H. and Lee, Y.C.: Flavor quality of concentrated strawberry pulp with aroma recovery. *J. Food Quality*, 15(5), 321(1992)
10. Fuleki, T. and Francis, F.J.: Quantitative method of for anthocyanin. *J. Food Sci.*, 33, 78(1968)
11. 日本果汁協會: 果實飲料의 日本農林規格検査法. 果汁果實飲料事典. 朝倉書店, 東京, p.12, p.446(1978)
12. 日本食品工業學會 食品分析法編輯委員會: 食品分析法. 光琳, 東京, p.170, p.189(1982)
13. 이영춘, 김광옥: 식품의 관능검사. p.12, p.255, 학연사(1989)
14. 日本果汁協會: 果汁果實飲料事典. 朝倉書店, 東京, p.318(1978). [芥田, 伊福: 醱酵工學誌 39, 6(1961)]
15. Wrolstad, R.E., Pilando, L.S. and Heatherbell, D.A.: Influence of fruit composition, maturity and mold contamination of the color and appearance of strawberry wine. *J. Food Sci.*, 50, 1121(1985)
16. Akazawa, T. and Okamoto, K.: Biosynthesis and metabolism of sucrose. In *The Biochemistry of Plants*. Vol. 3. p.119, Academic Press, New York(1980)
17. Langston, M.S. and Wrolstad, R.E.: Color degradation in an ascorbic acid-anthocyanin-flavonol model system. *J. Food Sci.*, 46, 1218(1981)
18. 이현유, 오상룡, 남영중: 딸기즙스 및 사과 당과 제조실험. 농개공 식품연구사업보고, No. 11, p.65(1982)
19. Babsky, N.E., Toribio, J.L. and Lozano, J.E.: Influence of storage on the composition of clarified apple juice concentrate. *J. Food Sci.*, 51, 564(1986)
20. Askar, A., El-Samahy, M.M., El-Baki, A. and El-Fadeel, M.G.: Production of lime juice concentrates using serum-pulp method. *Lebensmittel. Technologie*, 20(5), 121(1981)

(1993년 3월 5일 수리)