J. Fd Hyg. Safety 14(1), 115 - 121(1999)

캔 파인애플 쥬스 및 슬라이스의 개봉 후 저장조건에 따른 금속(Pb, Sn and Fe), Vitamin C, 색도 및 pH 변화

이숙경† · 손종성*
*단국대학교 식품공학과, *경기도 환경보건연구원*

Changes in Metals (Pb, Sn and Fe), Vitamin C Contents, Color and pH of Canned Pineapple Juice and Slice during Open Storage

Sook Kyung Lee† and Jong Sung Sohn*
Department of Food Engineering, Dankook University, Chonan 330-714, Korea
**Kyunggi-Do provincial Goverment Institude of Health and Enviroment, Suwon 440-290, Korea*

ABSTRACT — The effect of storage temperature and time on the contents of metal (Pb, Sn and Fe), vitamin C, color and pH was studied for canned pineapple juice (PJ) and pineapple slice (PS) which were stored for 120 hours at 5 and 20°C and analyzed at 24 hours intervals. The results are as follows; 1. The metal contents of PJ and PS were in the rank of 24<48<72<96<120 hours by storage time at 5 and 20°C. These contents were increased to 44.1%/24 hrs of Pb, 18.0%/24 hrs of Sn, 34.6%/24 hrs of Fe but decreased to 6.0%/24 hrs of vitamin C in PJ and PS during 120 hrs. Storage times were correlation to contents of metal and pH but was not correlation to vitamin C contents. These were increased to 37.7%/24 hrs of Pb, 18.8%/24 hrs of Sn, 34.6%/24 hrs of Fe, but decreased to 6.0%/24 hrs of vitamin C. 2. These were increased to 10.6% of Pb, 3.7% of Sn, 11.3% of Fe in PJ and to 33.7% of pb, 4.8% of Sn, 37.6% of Fe in PS at 20°C than 5°C but vitamin C contents were decreased to 8.2% in PJ and 2.7% in PS at 20°C than 5°C. This fact suggests that more attention be paid in handling canned PJ and PS after opening in order to avoid the decreasing vitamin C and the hazard from Pb, Sn, Fe. 3. Changing factors in Pb, Sn, Fe and vitamin C content were in the rank of storage temperature<storage time<material. 4. Browning reation in all samples were not noticeable during storage at 5 and 20°C.

Key words □ Pineapple juice, Pineapple slice, Pb, Sn, Fe, Vitamin C, Color, pH, Open storage

최근에 급속한 국제화와 개방화로 과실음료의 원료와 성분배합이 다양해짐에 따라 계절에 관계없이 소비가 증가하고 있다. 이러한 과실음료의 포장용기는 금속 캔, 유리병, 합성수지, 도자기 및 종이 팩 등이 있으나 이들 중 금속 캔은 유통과정 중 저장성이 우수하고 취급, 휴대하기 간편하여 오래 전부터 가장 많이 애용되어 왔으나 내용물을 확인할 수 없다는 단점이 있다.[1,2] 캔 용기는 저장온도와 내용물의 성분, 산소 및 광선에 따라 철 냄새가 나고[3] 향미와 색이 변화되어 기호에 영향을 주기도 하며 Vitamin C 함량이 감소되어 영양의 손실이 우려된다.[4]

더욱이 캔 용기는 강철판에 주석으로 도금을 하고 side seaming에 납땜을 하므로 과실음료의 저장기간이 길어짐에 따라 캔 용기에서 Pb(납), Sn(주석) 및 Fe(철)이 내용물로 용출되어 급 · 만성의 독성을 유발할 가능성이 높아 안전성에 문제가 있다.[5-12]

Pb는 인체에 축적되는 성질이 있어 SH-효소와 ATP-ase의 작용을 방해하여 빈혈, 두통, 식욕감퇴와 같은 부작용이 있으며,[13] Sn은 통조림 식품의 맛이나 향미에 영향을 주기도하며, 인체의 위액과 장액에서는 불용성이므로 소화가 되지 않아 구토와 위장장애를 일으킨다.[14]

FAO/WHO 식품첨가물 전문가 공동위원회에서는 일주일간의 Pb 섭취량을 성인 체중 50 μg/kg 이하, 어린이는 25 μg/kg 이하로 권고하고 있으며,[15] 우리나라 식품위생법에서는 과실음료중 중금속의 허용기준으로 Pb는 0.3 mg/kg,

† Author to whom correspondence should be addressed.

Sn은 150 mg/kg으로 설정하고 있다.[16]

국내에서 캔 과실음료는 이[17,18]의 오렌지 쥬스의 개봉 저장 중 중금속의 Vitamin C 변화와 서[19]의 시판 통조림, 이[20]의 가공식품중 중금속에 관한 보고들이 있었으나 수입량이 매년 증가하고 있는 캔 파인애플 쥬스와 슬라이스의 저장 중 중금속의 용출량, Vitamin C함량, 색도 및 pH의 변화와 이들의 상관관계에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 캔 파인애플을 내용물의 종류에 따라 쥬스(PJ)와 슬라이스(PS)로 구분, 이를 개봉 후 캔 그대로 저장온도를 달리하여 시간경과에 따라 중금속(Pb, Sn and Fe)과 Vitamin 함량, 색도와 pH의 변화를 조사하여, 이들의 관계를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 시료는 1998년 8월에 생산된 주석캔(Tin Can)파인애플 쥬스(PJ;1000 gm, 희석용 45% 산성과즙음료)와 파인애플 슬라이스(PS; 835 gm, 고형량 500 gm, 파인애플 60%)로 1998년 12월에 구입하여 실험에 사용하였다.

사용기기

실험에 사용된 기기는 Atomic Absorption Spectrophotometer(Model: Varian Spectr AA 800, Australia)와 HPLC이며 측정조건은 Table 1, 2와 같다.

Table. 1. Instrument and operating condition of atomic absorption spectrophotometer

Classification \ Metals	Pb	Sn	Fe
Wave length (nm)	Furnace	Furnace	324.7
Lamp current (mA)	2283.3	286.3	248.3
Slit Width (nm)	D_2	Zeeman	Zeeman
Position of Burner (cm)	5.0	7.0	5.0
Air flow rate (1/min)	–	–	Air/Acetylene
C2H2 flow rate (1/min)	2100	2600	–

Table. 2. Instrument and operating condition of HPLC

Model	Waters TM 486 (U.S.A)
Pump	Waters 610
Detector	254 nm (UV)
Mobile phase	0.05 M $K_{H2}PO4$
Flow rate	0.7 ml/min
Column	μ-Bondapak C18(3.9×300 mm)
Injection volume	25 μl

측정방법

시료의 전처리—파인애플 쥬스(PJ)와 파인애플 슬라이스(PS)를 캔 용기의 윗부분을 완전 개봉하여 5°C(냉장)와 20°C(실온)에 120시간 보관하면서 시료로 하였으며 개봉직 후를 대조구로 사용하였다.

중금속 함량—시료의 분해와 중금속 정량은 시료 2.0 g을 취하여 건식분해 시킨 후 추출과정을 거쳐 원자흡광 분광광도계(AA)로 식품공전,[21] 식품첨가물공전[22] 및 AOAC법[23]에 따라 실험하였다.

중금속(Pb, Sn, 및 Fe)의 표준용액(日本, 昭和化學 주식회사 제품)을 이용하여 검량선을 작성한 후 이를 이용 시료용액 중의 농도를 구하였으며 모든 분석은 3회 반복 실시하여 그의 평균값으로 표현하였다.

Vitamin C 함량—총 vitamin C 함량은 HPLC로 AOAC 법[24]에 따라 실험하였다.

색도의 측정—시료 20 mg을 refrigerated tabletop centrifuge를 사용하여 5000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 1 ml를 취하고 증류수를 가하여 10 ml로 희석하여 시료로 하였다.

PJ와 PS의 개봉 즉시 (대조구)바탕용액으로 하여 UV Spectrophotometer(Model: 160A, Shimazu co., Japan)로 측정하였다.

pH의 측정—pH meter(Model: 420A, Orion co., U.S.A)를 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

Pb 함량변화

캔 과실음료의 안전성 결정은 중금속 함량으로 결정 되는데 이의 척도는 Pb와 Sn이 주로 이용되고 있다. 개봉 후 저장기간 중 대조구와 각 시료구의 Pb 함량변화는 Fig. 1과 같다.

대조구(개봉즉시)의 Pb 함량은 PJ 0.20 mg/kg, PS 0.22 mg/kg으로 나타나 식품규격 기준인 0.3 mg/kg의 66.7~73.3% 수준이었다.

저장기간에 따른 PJ의 Pb 함량은 대조구에 비해 24시간 후 15.0~25.0%<48시간 후 35.0~70.0%<72시간 후 45.0~140.0%<96시간 후 70.0~170.0%<120시간 후 90.0~240.0%의 순으로 증가, 평균증가율은 37.7%/24 hrs로 저장 후 24시간마다 평균 0.07 mg/kg씩 증가하였다.

PS는 대조구에 비해 24시간 후 40.9~45.5%<48시간 후 72.2~102.7%<72시간 후 90.9~186.40%<96시간 후 127.3~259.1%<120시간 후 168.2~330.4%의 순으로 증가, 평균증가율은 50.5%/24 hrs로 저장 후 24시간마다 평균 0.1 mg/kg씩 증가하였다.

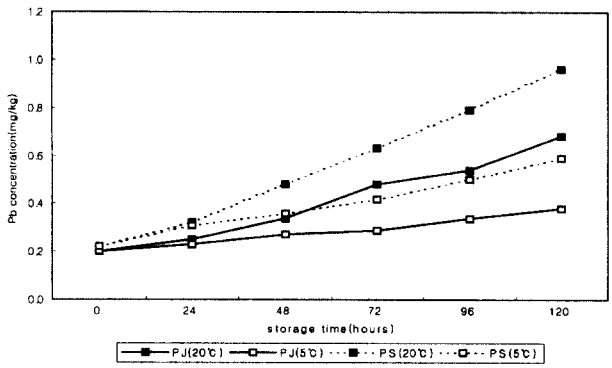

Fig. 1. Changes of Pb content in canned PJ and PS during open storage.

1975년 이[20]는 개봉 후 캔 오렌지 쥬스의 Pb 농도 0.55 mg/kg(당시 Pb허용기준은 10 mg/kg 이었음), 1993년 이[17]는 0.414~0.181 mg/kg의 보고로 보아 20년이 지난 후 Pb 함량이 60% 감소되었다. 본 실험결과와 비교하면 PJ는 개봉 120시간 후 대조구에 비해 5°C 저장시 90.0%, 20°C 저장시 240.0%, PS는 5°C 저장시 약 168.2%, 20°C 저장시 약 336.4% 증가하여 모든 시료에서 저장기간이 경과함에 따라 평균 44.1%/24 hrs 증가하는 것으로 나타나 이[18]의 캔 오렌지쥬스의 저장기간의 길어짐에 따라 Pb량이 증가되었다는 보고와 비슷하였으며 이와같이 캔의 부식을 촉진시켜 Pb의 용출을 증가시키는데는 산소와의 접촉이 큰 영향을 주었으리라 생각된다.

저장온도에 따른 PJ의 Pb 함량은 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시보다 24시간 후 10.0%<48시간 후 35.0%<72시간 후 95.0%<96시간 후 100.0%<120시간 후 150.0%로 증가, 평균증가율은 20°C에서 48.0%/24 hrs, 5°C 에서 27.4%/24 hrs로 나타났다.

PS는 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시 보다 24시간 후 4.6%, 48시간 후 30.0%, 72시간 후 95.5%, 96시간 후 131.8%, 120시간 후 168.2%로 증가, 평균증가율은 20°C에서 67.8%/24 hrs, 5°C에서 33.6%/24 hrs로 나타났다.

이로서 모든 시료는 20°C의 저장시 5°C에 비해 27.2% 증가하여 저온에서 내용물에 미치는 영향이 고온에서 보다 적다는 Braddock[25]의 보고와 유사하였다. 개봉 후 저장은 냉장저장시 보다 안전성을 기대할 수 있으나 20°C 저장시 PJ는 48시간 후, PS는 24시간 후에 5°C 저장시 PJ는 96시간 후, PS는 24시간 후에 0.3 mg/kg을 초과하여 이용시 각별한 주의가 요망된다.

내용물에 따른 Pb 함량은 대조구에 비해 PS는 PJ보다 5°C 저장 24시간 후 25.9%<48시간 후 37.2%<72시간 후 45.9%<96시간 후 57.3%<120시간 후 78.2% 증가, 평균증가율은 49.0%/24 hrs로 나타났다.

20°C저장 24시간 후 20.5%<48시간 후 32.7%<72시간 후 46.4%<96시간 후 89.1%<120시간 후 96.4%로 증가, 평균증가율은 57.0%/24 hrs로 5°C와 20°C 저장시 PS가 PJ보다 53.0%/24 hrs 증가되어 캔 용기의 내용물에 따라 Pb 함량변화에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

본 실험에서 시료의 Pb 함량증가는 저장기간이 길어질수록 평균 44.1%/24 hrs 증가, 저장온도에 따른 영향은 20°C는 5°C에 비해서 평균 27.2%/24 hrs 증가, 내용물에 따른 영향은 PS가 PJ보다 평균 53.0%/24 hrs 증가된 것으로 나타나 고체통조림의 경우 Pb의 용출량이 많아진다는 내용[18]과 서[19]의 통조림 내용물이 Pb의 용출량에 미치는 영향이 클 것으로 보고한 내용과 일치하였으나, Pb 함량 변화에 영향을 주는 요인으로는 저장온도<저장기간<내용물의 순으로 나타났다.

Sn의 함량변화

개봉 후 저장기간 중 대조구와 각 시료구의 Sn 함량변화는 Fig. 2와 같다.

대조구의 Sn 함량은 PJ 42.9 mg/kg, PS 72.5 mg/kg로 나타나 식품규격 기준인 150 mg/kg의 28.6~48.3% 수준이었다.

저장기간에 따른 PJ의 Sn 함량은 대조구에 비해 24시간 후 0.7~10.3%<48시간 후 2.8~15.2%<72시간 후 5.1~21.9%<96시간 후 10.0~28.2%<120시간 후 26.3~44.8 %의 순으로 증가, 평균증가율은 7.2%/24 hrs로 저장 후 24시간마다 평균 3.1 mg/kg씩 증가하였다.

PS는 대조구에 비해 24시간 후 39.6~67.9%<48시간 후 77.5~83.2%<72시간 후 107.6~114.5%<96시간 후 108.6~153.7%<120시간 후 131.4~155.4%의 순으로 증가, 저장 후 24시간마다 평균 20.8 mg/kg씩 증가하였다.

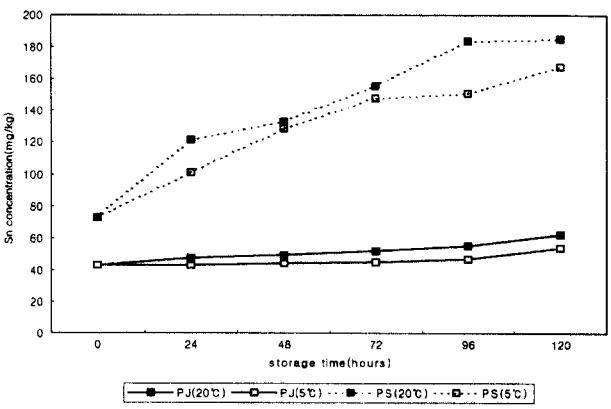

Fig. 2. Changes of Sn content in canned PJ and PS during open storage.

PJ는 개봉 120시간 후 실온 저장시 44.8%, 냉장 저장시 26.3%, PS는 개봉 120시간 후 실온 저장시 155.4%, 냉장 저장시 131.4% 증가하여 개봉 7일 후 Sn함량이 2.3~4.2배 증가하였다는 이[17]의 보고와 비교하면 증가율은 감소되었다.

저장기간이 경과함에 따라 Sn 함량이 Pb 함량에 비해 많은 이유는 Pb가 용기의 옆면 이음새 부분에만 사용되었을 뿐 Sn은 금속캔 용기의 주성분으로 내용물과의 접촉면이 많기때문인 것으로 생각된다.

이[17]는 개봉 72시간 후 허용기준인 150 mg/kg으로 나타났으나 본 실험결과 PJ는 20°C 저장시 개봉 120시간 후, 5°C는 120시간 후, PS는 20°C 저장시 개봉 72시간 후, 5°C는 96시간 후에 기준치를 초과하여 이[17]의 개봉 72시간 후 허용기준인 150 mg/kg에 이르렀다는 보고와 PS는 비슷하였으나 PJ와는 일치하지 않은 것은 원료의 성분과 저장온도의 차이의 의한 것으로 생각된다.

저장온도에 따른 PJ의 Sn함량은 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시 보다 24시간 후 9.6%<48시간 후 12.4%<72시간 후 16.8%<96시간 후 18.2%<120시간 후 24.5%의 순으로 증가, 평균증가율은 20°C에서 9.0%/24 hrs, 5°C에서 5.3%/24 hrs로 저장기간이 길어질수록 온도에 의한 차이가 더욱 증가하였다.

PS는 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시 보다 24시간 후 28.3%, 48시간 후 5.7%, 72시간 후 6.9%, 96시간 후 45.1%, 120시간 후 24.0%로, 평균 증가율은 20°C에서 31.1%/24 hrs, 5°C에서 26.3%/24 hrs로 나타났다.

이로서 모든 시료는 20°C 저장시 5°C에 비해 4.3%증가하여 개봉 후 저장은 냉장저장시 보다 안전성을 기대할 수 있을 것이다.

내용물에 따른 Sn 함량은 대조구에 비해 PS는 PJ 보다 5°C 저장 24시간 후 38.9%, 48시간 후 74.7%, 72시간 후 102.5%, 96시간 후 98.6%, 120시간 후 105.4%로 평균증가율은 90.9 %/24 hrs로 나타났다.

20°C 저장 24시간 후 57.6%<48시간 후 68.0%<72시간 후 약 92.6%<96시간 후 125.5%, 120시간 후 110.6%의 순으로 증가, 평균증가율은 91.8%/24 hrs로 PS가 PJ 보다 91.4%/24 hrs 증가되어 캔 용기의 내용물에 따라 Sn 함량변화에 미치는 영향이 컸으며 이는 Pb의 함량변화와 동일한 결과를 나타냈다.

본 실험에서 시료의 Sn 함량증가는 저장기간이 길어질수록 평균 18.0%/24 hrs 증가, 저장온도에 따른 영향은 20°C는 5°C에 비해 평균 4.3%/24 hrs 증가, 내용물에 따른 영향은 PS가 PJ보다 평균 91.4%/24 hrs 증가된 것으로 나타났다. 캔 오렌지 쥬스 brand A는 4.2배, brand B는 2.3배 증가하였다는 이[17]의 결과에서와 같이 내용물이 Sn 용출량에 미치는 영향이 큰 것으로 보고한 내용과 일치하였으나, Sn 함량 변화에 영향을 주는 요인으로는 저장온도<저장기간<내용물의 순으로 나타났다.

Fe 함량변화

개봉 후 저장기간 중 대조구와 각 시료구의 Fe 함량변화는 Fig. 3 과 같다.

대조구의 Fe 함량은 PJ 1.62 mg/kg, PS 2.38 mg/kg으로 나타났다.

Fe농도는 식품공전에 기준이 규정되어 있지 않으나 금속성 맛과 냄새에 관계[26]가 있어 조사하였다.

저장기간에 따른 PJ의 Fe 함량은 대조구에 비해 24시간 후 24.1~59.3%<48시간 후 38.2~67.9%<72시간 후 48.1~75.9%<96시간 후 49.4~79.6%<120시간 후 54.3~111.1%의 순으로 증가, 저장 후 24시간마다 평균 0.27 mg/kg 씩 증가하였다.

PS는 대조구에 비해 24시간 후 3.4~28.2%<48시간 후 4.6~111.3%<72시간 후 28.6~249.6%<96시간 후 61.8~290.8%<120시간 후 168.5~356.7%의 순으로 증가, 저장 후 24시간마다 평균 1.25 mg/kg씩 증가하였다.

저장온도에 따른 PJ의 Fe 함량은 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시 보다 24시간 후 35.2%, 48시간 후 29.7%, 72시간 후 27.8%, 96시간 후 30.2%, 120시간 후 56.8%로 증가, 평균증가율은 20°C에서 22.2%/24 hrs, 5°C에서 10.9%/24 hrs로 나타났다.

PS는 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시 보다 24시간 후 24.8%, 48시간 후 106.7%, 72시간 후 221.0%, 96시간 후 229.0%, 120시간 후 188.2%로, 평균증가율은 20°C에서 71.3%/24 hrs 5°C에서 33.7%/24hrs 로 나타냈다. 이로서 모든 시료는 20°C 저장시 5°C에 비해 Fe 용출량이약 2배 증가하

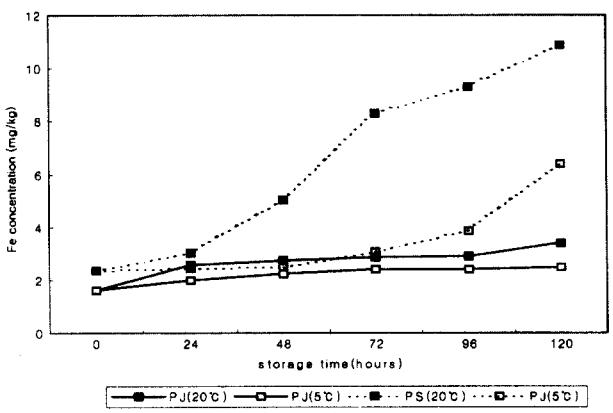

Fig. 3. Changes of Fe content in canned PJ and PS during open storage.

여 개봉 후 저장은 냉장저장이 보다 안전성을 기대할 수 있을 것이다.

내용물에 따른 Fe 함량은 대조구에 비해 PS는 PJ보다 5°C 저장 24시간 후 -20.7%, 48시간 후 -33.6%, 72시간 후 -19.5%, 96시간 후 12.4%, 120시간 111.4%로 평균가율은 33.9%/24 hrs로 나타나 저장 72시간 까지는 PJ가 PS 보다 용출량이 증가하였으나 72시간 후 부터는 PS가 PJ보다 급격한 증가를 나타냈다. 이는 내용물이 Fe 용출량에 커다란 영향을 주는 것으로 보아 내용물에 따라 금속 캔 포장시 Fe 함량에 대한 규격기준이 설정되어져야 할 것으로 생각된다.

20°C 저장 24시간 후 -31.1%<48시간 후 43.4<72시간 후 173.7<96시간 후 211.2<120시간 후 245.6%의 순으로 증가, 평균증가율은 128.6%/24 hrs로 PS가 PJ보다 81.3%/24 hrs 증가되며 캔 용기의 내용물에 따라 Fe 함량변화에 미치는 영향이 큰 것으로 보아 Pb와 Sn의 함량변화에 영향을 주는 결과와 동일하였다.

본 실험에서 시료의 Fe 함량증가는 저장기간이 길어질수록 평균 34.6%/24hrs 증가. 저장온도에 따른 영향은 20°C는 5°C에 비해 평균 24.5%/24 hrs 증가, 내용물에 따른 영향은 PS가 PJ보다 평균 81.3%/24 hrs 증가된 것으로 나타나 Fe 함량변화에 영향을 주는 요인으로는 저장온도<저장기간<내용물의 순으로 나타났다.

모든 시료 중 PS만이 20°C 저장시 120시간 후, 10 mg/kg을 초과하였으며 이때 금속성 맛과 냄새를 나타내어 서[19]의 보고와 일치하였다.

Vitamin C 함량변화

캔 과실음료의 영양파괴의 결정은 vitamin C 함량변화가 관건이 되므로 개봉 후 저장기간 중 저장온도에 따라 대조구와 각 시료구의 vitamin C 함량변화는 Fig. 4와 같다.

대조구의 vitamin C 함량은 PJ 2.61 mg/100 g, PS 11.61 mg/100 g으로 하루의 권장량 50.0~100.0 mg 기준[27-29]으로 볼 때 미미한 양이었다.

저장기간에 따른 PJ의 vitamin C 함량은 대조구에 비해 24시간 후 6.1~27.7%<48시간 후 12.1~32.1%<72시간 후 21.7~36.5%<96시간 후 30.7~39.0%<120시간 후 41.3~56.1%의 순으로 감소, 평균감소율은 7.1%/24 hrs로 저장 후 24시간마다 평균 0.25 mg/100 g이 감소하였다.

PS는 대조구에 비해 24시간 후 5.0~9.9%<48시간 후 5.7~17.9%<72시간 후 13.0~27.6%<96시간 후 15.4~27.7%<120시간 후 17.5~30.8%의 순으로 감소, 평균감소율은 4.9%/24 hrs로 저장 후 24시간마다 평균 0.56 mg/100 g 감소하였다.

저장기간 중 감소하는 양상은 PJ와 PS 비슷하여 저장

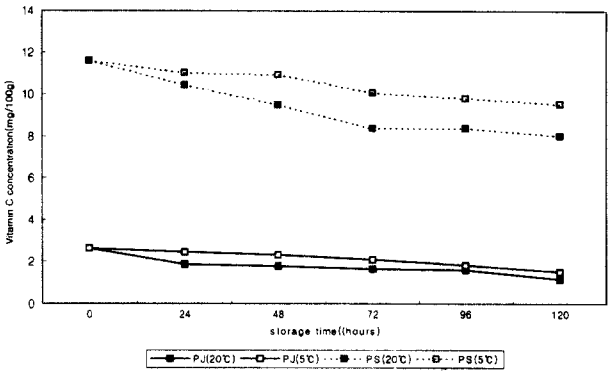

Fig. 4. Changes of vitamin C content in canned PJ and PS during open storage.

후 72시간까지는 감소율이 컸으나 함량변화로 볼 때 캔 PJ와 PS 모두 개봉 후 즉시 섭취하는게 바람직 한 것으로 생각된다.

저장온도에 따른 PJ의 vitamin C 함량은 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시보다 24시간 후 21.6%, 48시간 후 20.0%, 72시간 후 14.8%, 96시간 후 8.3%, 120시간 후 14.8% 감소, 평균감소율은 20°C에서 48.0%/24 hrs, 5°C에서 약 27.4%/24 hrs로 나타났다.

PS는 대조구에 비해 20°C는 5°C 저장시 보다 24시간 후 4.9%, 48시간 후 12.4%, 72시간 후 14.61%, 96시간 후 약 12.30%, 120시간 후 약 13.23%로 감소율이 증가하였으며 평균감소율은 20°C에서 6.20%/24hrs, 5°C에서 3.50%/24 hrs로 나타났다.

이로서 모든 시료는 20°C 저장시 5°C에 비해 5.5% 감소하여 개봉 후 저장은 냉장저장시 보다 안전성을 기대할 수 있을 것이다. 개봉전 저장시에도 저장온도가 높을수록 vitamin C 감소율이 크게 증가하였다는 이[18]의 보고와 비슷한 결과를 나타내어 vitamin C 함유 캔 음료와 통조림은 개봉하기 전이나 후에도 냉장 저장하여야 영양성을 유지할 수 있을 것으로 생각된다.

내용물에 따른 vitamin C 함량은 대조구에 비해 PJ는 PS보다 5°C 저장 24시간후 1.1%<48시간 후 6.4%<72시간 후 8.7%<96시간 후 15.3%<120시간 후 23.8%의 순으로 감소율이 증가, 평균감소율은 11.1%/24 hrs로 나타났다.

20°C 저장 24시간 후 17.8%, 48시간 후 14.2%., 72시간 후 8.9%, 96시간 후 11.3%, 120시간 후 25.3% 감소, 평균감소율은 15.5%/24 hrs로 PJ가 PS보다 13.3%/24 hrs 더 감소되었다.

저장기간이 길어질수록 평균 6.0%/24 hrs 감소하여, 저장온도에 따른 영향은 20°C는 5°C에 비해 평균 5.5% 감소, 내용물에 따른 영향은 PJ가 PS보다 평균 13.3%/24 hrs 감

소된 것으로 나타나 공기 중 산소나 금속, 온도 및 광선에 의한 영향[30]과 일치하였으며 vitamin C 함량변화에 영향을 주는 요인으로는 저장온도<저장기간<내용물의 순으로 나타났다.

내용물이 PJ와 PS의 Pb, Sn, Fe 및 vitamin C 함량변화에 영향을 가장 크게 미치므로 금속캔 쥬스의 권장 유통기간을 일률적으로 24개월로 하는 것보다는 내용물에 따라 차별화가 이루어져야 할 것을 생각되며 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길수록 Pb, Sn 및 Fe 함량은 증가하였으나 vitamin C함량은 감소하였다.

색도의 변화

쥬스의 비효소적 반응에 의한 갈색화 반응은 Amino acid의 분해로 인한 갈색색소의 형성으로 알려졌다.[31]

개봉저장 중 대조구와 각 시료구의 색도 변화는 Fig. 5와 같다.

PS를 실온에서 96시간 저장시의 감소를 제외하고 모든 시료에서 거의 변화가 없는 것으로 나타나 육안으로 보기에는 색도의 변화는 없었다.

오렌지 쥬스를 20°C~30°C 저장시 갈색도의 변화가 거의 없었다는 이[18]의 보고와도 일치하였으며 본 실험에서 저장기간이나 저장온도(5와 20°C), 내용물의 종류 및 pH가 색도의 변화에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.

pH의 변화

대조구의 pH는 PJ 2.29, PS 3.50으로 내용물에 따라 상당한 차이가 있었으며 개봉저장 중 대조구와 각 시료구의 pH변화는 Fig. 6과 같다.

저장 96시간의 시료에서는 완만하게 증가한후 감소한 것으로 나타나 Pb, Sn 및 Fe의 용출량의 변화와 유사하게 나타났다. 이로서 pH를 측정하므로서 중금속의 함량변화를 유추할 수 있어 의미있는 결과라고 생각된다.

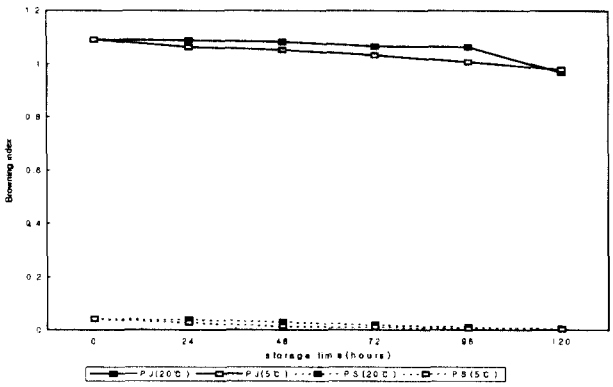

Fig. 5. Changes of browning index in canned PJ and PS during open storage.

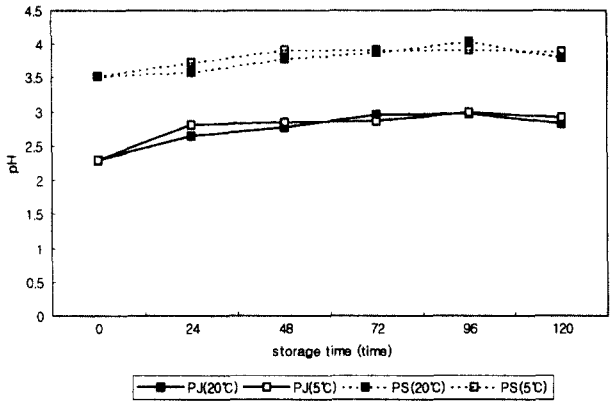

Fig. 6. Changes of pH in canned PJ and PS during open storage.

국문요약

파인애플을 이용한 캔 음료의 품질을 향상시키고 안전하게 섭취하기 위하여 파인애플 쥬스(PJ)와 슬라이스(PS)를 개봉 후 120시간 동안 저장온도를 달리하여 중금속(Pb, Sn 및 Fe)과 vitamin C의 함량, 색도 및 pH의 변화와 이들의 상관관계에 대하여 연구하였다. 1. 저장기간이 중금속 함량에 미치는 영향은 5와 20℃ 저장시 모든 시료에서 24<48<72<96<120시간의 순으로 증가하였으며 24시간 동안 평균 Pb 44.1%, Sn 18.0%, Fe 34.6% 증가, vitamin C는 6.0% 감소하였다. 저장기간에 따른 변화로 중금속 함량과 pH는 증가, vitamin C 함량은 감소, 색도는 모든 시료에서 변화가 거의 없었다. 이로서 중금속 용출량은 pH와 비례, vitamin C 함량과는 반비례, 색도와는 관계가 없는 것으로 나타났다. 2. 저장온도가 중금속 함량에 미치는 영향은 20°C는 5°C에 비해 PJ의 Pb 10.6%, Sn 3.7%, Fe 11.3% 증가, vitamin C는 8.2%감소하였으며, PS의 Pb 33.7%, Sn 4.8%, Fe 37.6% 증가, vitamin C는 2.7%감소, 색도는 모든 시료에서 변화가 거의 없었다. 이로서 냉장보관이 실온보관 보다는 안전성

을 기대할 수 있는 것으로 나타났다. 3. Pb, Sn, Fe 및 vitamin C 함량변화에 영향을 주는 요인으로는 저장온도<저장기간<내용물의 순으로 나타났다. 4. 모든 시료는 5와 20°C에서 120시간 동안 저장시 색도의 변화가 거의 나타나지 않았다.

참고문헌

1. 박무현, 이동선, 이광호: 식품포장학. 형설출판사, 서울, p. 352 (1995).
2. 오우영: 주석도금액 속에 존재하는 불순물 분석에 관한 연구. 인하대학교 대학원.석사학위논문(1993).
3. Rouseff, R.L. and Ting, S.V.: Effects of pH, storage time and temperature on the tin content of single strength canned grapefruit juice. *J. Food Sci.*, **50**, 333-339 (1985).
4. Paine, F.A. and Paine, H.Y.: A Hand Book of Food Packaging. Leonard hill, glasgow, England, pp.87-132 (1983).
5. 千葉白子, 鈴木和夫: 健康と 原素. 南江堂, 東京, pp.16-271 (1996).
6. 渡忍正雄: 新 Mineral 營養. 健康産業新聞社, 東京, pp. 127-180 (1996).
7. 이숙경, 박동기, 주현규: 영양화학. 유림문화사, 서울, pp. 100-101 (1996).
8. 이숙경, 전세열: 공중보건학. 계축문화사, 서울, pp. 210-215(1989).
9. 이숙경, 전세열: 피부영양학. 정담, 서울, pp.119-134 (1998).
10. Paine, F.A.: The Packaging Users Hand Book. Blackie, glasgow, England, pp.76-147 (1991).
11. Theodore,P.L.: Food and Your well-being. West pub.co., New York, pp.267-292 (1977).
12. John, D., Curt., D.K. and Mary, O.A: Toxicology 4th. Macmillan pub.co.,New York, pp.56-246 (1990).
13. Fredrick, J.S and Margaret, M.: Living Nutrition. John Wiley & Sons, New York, p. 229 (1977).
14. 숭정자: 극미량 원소의 영양. 민음사, 서울, pp.315-333 (1994).
15. FAO/WHO Expert Committe on Food Additives: Toxicological Evaluation of Certain Food additives. pp.43-47 (1995).
16. 보건복지부: 식품공전(12-1. 과실채소류 음료).한국식품공업협회,서울, pp.337-340 (1994).
17. 이혜선, 이서래: 캔 오렌지쥬스의 중금속 함량 및 개봉 저장 중의 변화. 한국식품과학회지, **25**, 165-170 (1993).
18. 이남경, 윤재영, 이서래: 캔 및 병 오렌지쥬스의 저장중 중금속과 비타민 C 함량의 변화. 한국식품과학회지, **27**(5), 742-747 (1995).
19. 서순희: 시판 통조림 제품의 중금속 함량의 경시적 변화. 경북대학교 대학원(1983).
20. 이덕행: 식품중의 미량금속에 관한 조사 연구. 서울특별시 보건연구소보, pp.181-188 (1975).
21. 보건복지부: 식품공전, (일반시험법). 한국식품공업협회, 서울, pp.705-711 (1994).
22. 보건복지부: 식품첨가물 공전. 식품의약품안전청, 서울, pp.998-999 (1998).
23. AOAC: Official Method of Analysis, 16th ed.. Association of Official Analytical Chemists, Washington. D.C., ch.9, pp.17-18 and 29-30, ch. 26, p. 8 (1998).
24. AOAC: Official Method of Analysis, 13th ed.. Association of Official Analytical Chemists, Washington. D.C., ch. 45, pp.16-18 (1998).
25. Braddock, R.J and Marcy, J.E.: Freeze concentration of pineapple juice. *J. Food Sci.*, **50**, 1636-1640 (1985).
26. Morton, I.D. and Macleod, A.J.: Food Flavours(The Flavour of Fruits). Elesvier, London, pp.195-215 (1990).
27. 한국영양권장량개정위원회: 영양권장량 제6차 개정. 한국영양학회(1995).
28. Elizabeth, A.: Power Foods. Rodale Press, Pennsylvania, pp.162-169 (1991).
29. Maurice, E.S. *et al.*: Modern Nutrition in Health & Disease, 8th ed.. *Lea & Fesbiger, Philadelpia,* **1**, 432-448 (1994).
30. Lawrence, J.M. *et.al.*: Handbook of vitamins. Marcel dekker, inc., New York. pp.208-211 (1990).
31. Hur Yun Haeng: Food Science. Moon Woon Dang pub. co., Seoul, pp.156-163 (1993).