

캔 및 병 오렌지쥬스의 저장중 중금속과 비타민 C 함량의 변화

이남경·윤재영*·이서래

이화여자대학교 식품영양학과, *인산전문대학 식품영양과

Changes in Heavy Metals and Vitamin C Content during the Storage of Canned and Bottled Orange Juices

Nam-Kyung Lee, Jae-Young Yoon* and Su-Rae Lee

Department of Food and Nutrition, Ewha Woman's University, Seoul

*Department of Foods and Nutrition, Insan Junior College, Ansan

Abstract

The effect of storage temperature and period on the contents of tin, iron, lead and vitamin C, browning index and pH was studied for canned and bottled orange juices currently sold in Korean market, which were stored for 24 weeks at 20, 30, 40 and 50°C and analyzed at 4 week intervals. The change of metal content in bottled juices was negligible but metal release in canned juices was remarkably affected by storage temperature. Tin content after 16 weeks increased by 2.7~13.1 times, iron content after 24 weeks increased by 4.3~5.2 times and lead content after 24 weeks increased by 1.1~2.9 times. Retention of total ascorbic acid in canned juices after 24 weeks at 30~50°C decreased to 13~76%, while that in bottled juices decreased to 4~80%. Browning index in canned juices after 24 weeks below 40°C increased slightly with serious discoloration at 50°C while that in bottled juices increased a little rapid. pH change in canned and bottled juices during storage below 40°C was not observed regardless of container type but a great change of pH was accompanied with swelling of container ends in the case of canned juices after 24 weeks at 50°C.

Key words: canned orange juice, heavy metals, vitamin C, in storage

서 론

과실음료는 그 원료가 다양하고 성분배합 기준이 다르며 포장용기도 다양하다. 최근 국내에서는 사과쥬스 소비가 두드러지게 증가하고 있고 파인애플쥬스, 포도쥬스등도 시판되고 있으나 오렌지쥬스는 국내외에서 가장 많이 소비되고 있다. 과실음료의 포장용기로는 금속캔, 유리병, 종이팩, 플라스틱용기 등이 있다. 이들중 금속캔은 유통과정 중 저장성이 우수하고 취급과 휴대가 간편하여 오래전부터 많이 사용되어 왔고, 유리병은 가격은 비싸나 위생적인 면과 내용물을 확인할 수 있다는 장점이 있다.

유통, 소비단계에서 가공식품의 품질은 산소, 저장온도, 광선, 내용물의 성분 등의 요인에 의해 변화되어 영양가의 손실, 관능적 특성의 변화, 위생문제 등을 야기할 수 있다. 과실음료에서 저장 중 일어날 수 있는 변질로는 주요 영양소인 비타민 C의 손실과 색이나 향미의 변화가 대표적이며 특히 캔쥬스는 유해중금속이 내용물 중으로

용출될 수 있어 식품의 안전성 측면에서 문제가 된다^(1,2). 캔쥬스에서는 점차적인 내부부식으로 Sn, Fe와 같은 중금속 함량이 저장기간이 경과함에 따라 증가하는데 밀봉 및 저장조건에 따라 그 진행속도가 달라진다. 그리고 캔쥬스 중의 Pb는 과실 자체의 천연물 뿐만 아니라 주석판의 불순물로부터 유래될 수 있으며 Sb, As, Cu 등의 용출 가능성도 배제할 수 없다^(3,4). Sn은 일반적으로 무해한 중금속으로 보고 있으나 그의 독성에 관한 상반된 많은 보고가 있고^(5,6), Pb는 급성-만성 독성을 유발할 가능성이 높아 유해 중금속으로 알려져 있다⁽⁷⁾.

현재 우리나라의 식품위생법에서 과채류음료의 중금속 허용기준을 보면 Sn은 150 mg/kg 이하, Pb는 0.3 mg/kg 이하로 규정하고 있고, 보존 및 유통기준에는 "적사광선을 받지 아니하는 서늘한 곳"에 보존하도록 막연하게 제시하고 있으며 권장 유통기한은 캔포장제품의 경우 24개월, 병포장제품의 경우 12개월로 규정하고 있다⁽⁸⁾. 본 연구에서는 국내에서 생산되고 있는 과실음료 중 가장 많이 소비되고 있는 오렌지쥬스 제품 중 하나를 선택하여 여러 온도에서 저장하면서 중금속 용출량과 함께 주요 영양소인 비타민 C 손실률, 기호적 특성인 갈색도, pH의 변화를 측정하였다.

Corresponding author: Su-Rae Lee, Department of Food and Nutrition, Ewha Woman's University, Seodaemun-gu, Seoul 120-750, Korea

재료 및 방법

쥬스 시료의 구입 및 저장

시료는 국내에서 시장 점유율이 높은 X음료회사의 무가당 오렌지쥬스 제품(100% 천연과즙)으로 1인당 1회 음용을 위한 주석캔(전기용접)에 들어있는 것(내용물 190g)과 유리병에 들어있는 것(내용물 180g)을 선택하였다. 이들 시료는 제조일자(1994년 1월)가 동일하면서 2주일이 경과된 것으로 각각 90개씩 서울의 대형 슈퍼마켓에서 실온보관된 것을 구입하였다.

캔쥬스와 병쥬스 각각 2개는 구입한 다음날 개봉하여 즉시 분석하였고, 20개씩은 개봉하지 않고 20, 30, 40, 50°C의 항온기에 24주 동안 저장하였다. 저장 후 4주가 경과할 때마다 쥬스시료를 각각 2개씩 꺼내서 혼든 다음 개봉하여 분석하였다.

중금속의 분석방법

시료의 분해와 중금속의 정량은 식품공전 및 AOAC 법에 따라 전보⁽⁹⁾에서와 같이 실시하였다. 즉 오렌지쥬스 100ml를 취하여 황산-질산으로 습식분해를 시킨 후 추출과정을 거쳐 원자흡광 분광광도계(Model 2380, Perkin-Elmer Co., U.S.A.)로 Sn, Fe, Pb의 농도를 각각 측정하였다.

비타민 C의 정량법

쥬스중의 비타민 C 함량은 2,4-dinitrophenylhydrazine 비색법⁽¹⁰⁾에 의해 측정된 다음 총 비타민 C(total ascorbic acid), 환원형 비타민 C(ascorbic acid), 산화형 비타민 C(dehydroascorbic acid)의 함량으로 계산하였다.

갈색도의 측정

오렌지쥬스 25ml를 refrigerated tabletop centrifuge를 사용하여 3000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 1ml를 취하고 여기에 증류수 9ml를 가하여 10배로 희석하였다. 증류수를 바탕용액으로 하여 분광광도계(Spectronic 21)를 사용하여 시료용액의 흡광도를 420 nm에서 측정하였다.

pH의 측정

오렌지쥬스의 pH는 pH meter(Model 220, Corning, England)로 측정하였다.

결과 및 고찰

주석 함량의 변화

캔 및 병 오렌지쥬스를 20, 30, 40, 50°C 항온기에 24주 동안 저장하면서 4주 간격으로 Sn농도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 병쥬스의 Sn농도범위는 11.8~26.0 mg/kg으로 24주 동안 큰 변화가 없었고, 평균치인 19.2 mg/kg은 식품공전에 규정된 과채류음료 중 Sn의 허용

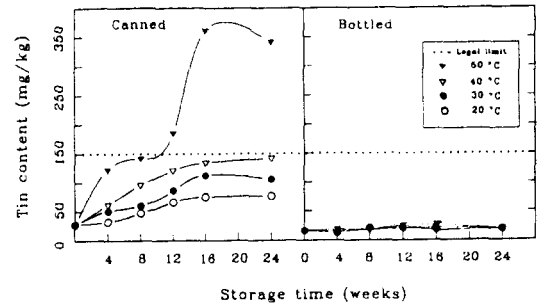


Fig. 1. Changes of tin content in canned and bottled orange juices during storage at various temperatures

기준인 150 mg/kg의 13% 수준이었다. 유리용기에서의 Sn용출은 기대할 수 없으므로 병쥬스에서 Sn이 미량만 검출되었음은 당연한 일이라 생각된다.

캔쥬스의 Sn농도는 저장 전(구입 직후) 27.5 mg/kg으로 허용기준의 18% 수준이었으나 저장시간이 경과함에 따라 계속 증가하여 16주 후 20, 30, 40°C에서 각각 저장 전의 2.7, 4.1, 4.9배로 증가하였으나 허용기준을 초과하지 않았고 16주 이후에는 큰 변화가 없었다. 한편 50°C의 경우에는 4주 후 이미 저장 전의 4.4배로 증가하였고 10주 이후부터는 허용기준인 150 mg/kg을 초과하기 시작하였다. 특히 12~16주 사이에 급격히 증가하여 저장 전의 13배로 증가하였고 허용기준의 2.4배에 이르렀다. 각 저장온도에서 지속적인 증가를 보였던 16주까지 Sn의 주당 평균 용출량은 20, 30, 40, 50°C에서 각각 3.0, 5.3, 6.7, 20.9 mg/kg으로 저장온도에 따라 다르게 나타났다.

Nagy 등⁽¹¹⁾의 실험에서 저장 전 캔 오렌지쥬스의 Sn농도는 11~31 mg/kg이었으나 12주 후 21~49°C에서 Sn의 주당 평균 용출량은 0.4~12.5 mg/kg으로 저장 전의 Sn농도는 본 실험과 큰 차이가 없었으나 저장 중 Sn 용출량은 본 실험에서 보다 낮게 나타났다. 이것은 캔 재료인 주석판의 재질차이때문으로 보이며 국내산 주석판이 외국산보다 Sn용출이 더 용이한 것이 아닌가 생각된다.

쥬스를 주석캔에 포장할 경우 Sn이 황산화제로 작용하여 비타민 C나 카로티노이드와 같은 불안정한 성분의 변화를 최소화할 수 있으나^(12,13) 이러한 효과도 Sn이 어느 정도 녹아 나올 때까지만 있을 뿐, Sn 용출량이 증가하여 어느 한계에 도달하면 금속취가 난다는 보고도 있다⁽¹²⁾. 본 실험에서도 캔쥬스는 병쥬스와 비교할 때 저장 중 Sn이 용출되어 비타민 C 손실률, 갈색도 증가률이 더 낮았고, Sn의 보호역할은 극한 조건인 50°C에서 Sn 용출이 많아지면서 상실되었다.

철 함량의 변화

쥬스를 24주 동안 저장하면서 Fe농도를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 병쥬스의 Fe 농도범위는 1.3~2.1 mg/kg

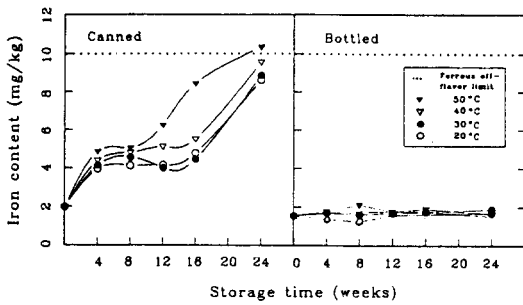


Fig. 2. Changes of iron content in canned and bottled orange juices during storage at various temperatures

으로 Sn과 마찬가지로 24주 동안 거의 변화가 없었고, 평균치는 1.7 mg/kg이었다.

캔쥬스의 Fe농도는 저장 전 2.0 mg/kg이었으나 4주 저장 후 약 2배로 증가하였고 그후에도 계속 증가하여 20, 30, 40°C에서는 16주 후, 50°C에서는 8주 후부터 크게 증가하여 24주 후에는 저장 전의 4~5배로 증가하였다. 저장개시 24주까지 Fe의 주당 평균 용출량은 20, 30, 40, 50°C에서 각각 0.23, 0.26, 0.28, 0.37 mg/kg으로 점차 증가하였다.

쥬스의 Fe농도는 식품공전에 규정되어 있지 않지만 10 mg/kg을 초과하면 일반적으로 금속성의 맛과 냄새를 느낄 수 있다는 보고가 있는데⁽¹³⁾ 50°C에 저장 후 24주부터는 이 수준을 초과하기 시작하였다. 캔쥬스에서 Fe용출이 저장초기부터 심했던 것은 캔 내부표면에서 뚜렷하게 관찰되는 Fe노출선 때문으로 생각된다. 이 Fe노출선은 주석캔의 제관시 생긴 흠집이거나 headspace 하부 내용물과의 경계면에서 잔존산소의 작용으로 부식이 심하게 일어난 것으로 보인다⁽¹³⁾.

저장 16주 이후 Sn농도는 거의 변화가 없었던 반면 Fe농도는 계속 증가하였다. 이것은 각 저장온도별로 어느 한도 까지는 주로 캔 headspace 하부 내용물과의 경계선에서 심한 주석부식으로 노출된 Fe와 주석도금의 불순물로 포함된 Fe⁽⁴⁾가 함께 녹아나오나 그 이후에는 지철의 일부가 노출되면서 많은 양의 Fe가 계속적으로 녹아나오기 때문으로 보인다. 캔 내부표면으로부터 Sn이 용출될 때는 캔내의 산소나 산화성 물질이 소비될 뿐만 아니라 용해생성된 주석이온이 회생 양극으로 작용하여 주석판의 지철로부터 Fe가 용해되는 것을 효과적으로 억제하여 캔 내부부식을 지연시키지만⁽³⁾ 석판부식의 진행으로 Sn이 계속적으로 용출되고 지철의 노출면적이 커지면 Sn과 함께 Fe가 빠르게 용출된다고 한다⁽¹⁴⁾.

이 등⁽¹⁵⁾에 의하면 복숭아통조림의 저장 중 Fe농도는 Sn용출량이 증가함에 따라 비례적으로 증가하였다고 한다. 또한 Nagy 등⁽¹¹⁾은 캔 포도쥬스의 Fe는 통조림제조 초기에는 지철로부터의 용해가 적으나 제조 후 저장하는 동안 서서히 녹아 나온다고 하였고, Fe의 저장온도별

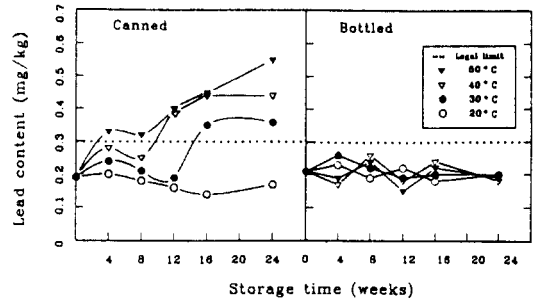


Fig. 3. Changes of lead content in canned and bottled orange juices during storage at various temperatures

주당 평균 용출량은 10~50°C에서 각각 0.004~0.18 mg/kg으로 본 실험에서의 결과보다 낮았다.

납 함량의 변화

쥬스를 24주 동안 저장하면서 Pb농도를 측정 한 결과는 Fig. 3과 같다. 병쥬스의 Pb농도범위는 0.15~0.26 mg/kg으로 Sn, Fe와 마찬가지로 24주 동안 거의 변화가 없었고, 평균치는 0.21 mg/kg으로 식품공전에 규정된 과채류음료 중 Pb의 허용기준인 0.3 mg/kg의 70% 수준이었다. 서⁽¹³⁾는 캔 오렌지쥬스를 개봉 즉시 유리용기에 옮겨담아 실온(부엌)에서 5일 방치한 후 Pb농도를 분석한 결과 개봉 즉시 분석한 것과 같았다고 하였다. 이와같이 유리용기는 Pb의 용출을 걱정할 필요가 없을 것으로 판단된다.

캔쥬스의 Pb농도는 과즙원료의 천연함유량과 캔 내부표면으로부터 용출되는 양을 구별하여야 한다. 쥬스캔 몸체의 이음새는 오래전부터 납땀이 아닌 전기용접으로 처리된다고 하는데도 캔쥬스의 Pb농도는 저장 전 0.19 mg/kg으로 허용기준의 63% 수준이었으나 20°C보다 높은 저장온도에서는 시간이 경과함에 따라 Pb농도가 계속 증가하여 24주 후 30°C 이상에서 저장 전의 2~3배로 증가하였다. 20°C에서는 24주 후에도 허용기준을 초과하지 않았으나 30, 40, 50°C에서는 각각 15, 9, 3주 이후부터 허용기준을 초과하기 시작하였다. 20°C를 제외한 각 저장온도에서 24주까지 Pb의 주당 평균 용출량은 30, 40, 50°C에서 각각 0.011, 0.014, 0.016 mg/kg이었다.

Pb는 주석판의 주석도금이나 지철 불순물 중의 하나로 서⁽⁴⁾ 20°C에서는 Pb용출이 거의 일어나지 않았고, 30, 40°C에서는 Sn의 일정 용출한도까지 주로 주석도금의 불순물로 포함된 Pb가 녹아나오고 그 이후에는 큰 변화가 없었으나 50°C에서는 24주까지 계속적인 증가를 보였다. 이것은 50°C와 같이 높은 온도에서는 지철의 상당부분이 노출되면서 지철의 불순물로 포함될 수 있는 Pb가 Fe와 함께 계속 녹아나오기 때문으로 보인다.

Rouseff 등⁽¹⁶⁾은 캔 포도쥬스의 Pb농도 증가에 가장 큰 영향을 주는 것은 캔 내부에 노출된 납땀의 표면적

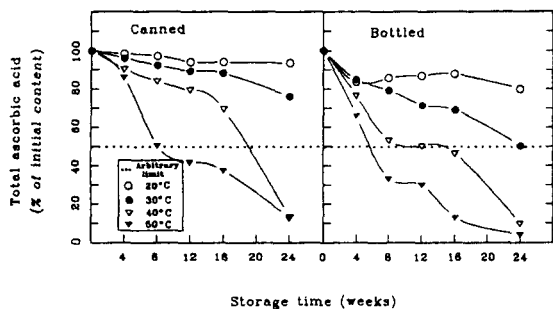


Fig. 4. Changes of total ascorbic acid content in canned and bottled orange juices during storage at various temperatures

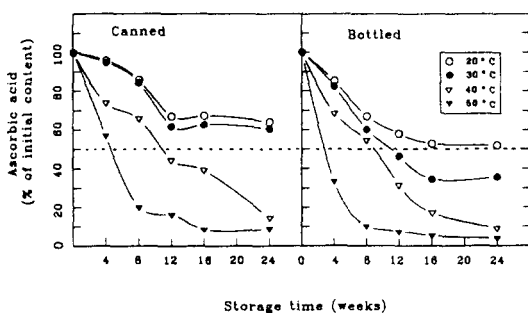


Fig. 5. Changes of ascorbic acid content in canned and bottled orange juices during storage at various temperatures

이고 저장온도는 초기 Pb용출속도와 Pb가 최대 농도에 도달하는 시간에 영향을 줄 뿐이고 그 이후에는 거의 영향을 미치지 않는다고 하였다. 또한 이 등⁽¹⁷⁾의 실험에서는 유통 과일통조림의 Sn농도는 저장 중 증가하였으나 Pb농도는 큰 변화가 없어 본 실험과는 다른 결과를 나타내었다.

비타민 C 함량의 변화

주스를 24주 동안 저장하면서 total ascorbic acid (TAA), reduced ascorbic acid(AA), dehydroascorbic acid (DHA) 함량을 분석하였고, 저장전 함량을 100으로 하여 이에 대한 일정기간 저장 후의 TAA 및 AA 잔존율을 계산하였다.

TAA 잔존율을 보면 Fig. 4에서와 같이 캔주스의 경우 20°C에서는 24주 후에도 TAA 잔존율이 크게 변화하지 않았으나 30°C에서는 계속 완만하게 감소하여 24주 후 76%로 감소하였다. 40, 50°C의 경우에는 각각 16주, 4주 이후부터 급격히 감소하여 24주 후에는 13%로까지 감소하였다. 한편 병주스는 캔주스보다 각 저장온도에서 TAA함량의 감소율이 시간이 경과함에 따라 더 크게 감소하여 24주 후에는 20, 30, 40, 50°C에서 각각 초기

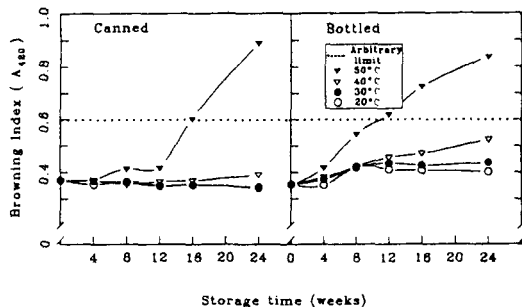


Fig. 6. Changes of browning index in canned and bottled orange juices during storage at various temperatures

함량의 80, 50, 10, 4%로 감소하였다.

AA 잔존율을 보면 Fig. 5에서와 같이 TAA 함량의 감소율과 마찬가지로 저장온도가 높을수록 컸고, 캔주스보다는 병주스가 더 컸다. 캔주스의 경우 24주 후 AA 잔존율이 20, 30, 40, 50°C에서 각각 초기의 64, 60, 14, 9%로 감소하였고, 병주스의 경우는 각각 52, 36, 9, 4%로 감소하였다. 위에서 살펴본 바와 같이 비타민 C 함량의 변화에는 저장온도 뿐만 아니라 포장용기의 종류도 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 각 저장온도에서 캔주스가 병주스보다 TAA와 AA 잔존율이 더 컸던 것은 캔 내부로부터 Sn이 용출됨에 따라 비타민 C의 손실을 어느 정도 지연시키는 역할을 하였기 때문으로 보인다.

Smoot 등⁽¹⁸⁾은 캔 포도주스를 여러 온도에서 저장하면서 TAA함량을 측정하였는데 12주 후 10°C에서의 TAA파괴율은 3%이었으나 50°C에서는 68%로 본 실험에서 50°C 조건에서의 12주 후 TAA 파괴율인 58%와 큰 차이가 없었다. Bissett 등⁽¹⁹⁾은 저장초기 캔주스의 비타민 C 보유량이 병주스보다 많은 것은 주석판의 Sn과 AA가 headspace의 산소에 대해 경쟁적으로 작용하여 Sn이 AA보다 더 빠르게 산화되기 때문이라고 하였다.

오렌지주스에서 비타민 C 손실의 주요 원인은 비효소적 반응으로 저장초기에는 주스내에 용해되어 있거나 headspace에 잔존되어 있는 소량의 산소에 의해 비타민 C가 빠르게 산화되고, 산소가 고갈된 이후에는 혐기적으로 분해된다⁽²⁰⁾. 수용액에서의 비타민 C 파괴에는 호기적 및 혐기적 반응경로가 알려져 있다. TAA는 AA와 DHA를 합친 것이며 AA는 DHA로 쉽게 가역적으로 산화되나 DHA는 불안정하여 생리적으로 활성이 없는 diketogulonic acid로 비가역적으로 가수분해된다. 또한 AA는 혐기적 조건하에서 분해되어 furfural, CO₂, 2,5-dihydro-2-furoic acid 등을 생성하게 된다⁽²¹⁾. 이러한 호기적 및 혐기적 조건하에서의 분해는 비타민 C의 영양적 손실과 함께 갈변반응을 촉진한다.

갈색도의 변화

오렌지주스의 갈색화 현상은 비효소적 반응에 의한

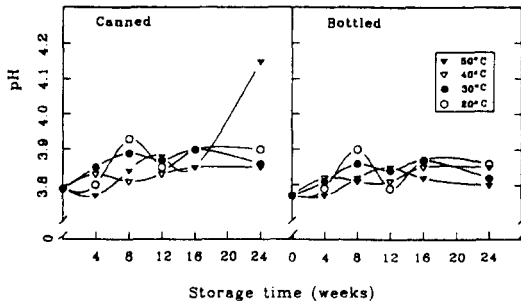


Fig. 7. Changes of pH in canned and bottled orange juices during storage at various temperatures

것으로 주스성분 중 유기산과 당의 반응도 어느 정도 역할을 하겠지만 더 중요한 원인은 AA의 호기적 및 혐기적 분해로 인한 갈색색소의 생성으로 알려져 있다⁽²²⁾. 주스를 24주 동안 저장하면서 갈색도를 측정 한 결과는 Fig. 6과 같다.

캔주스의 경우 20, 30°C에서는 24주 후에도 거의 변화가 없었고, 40°C에서는 12주까지는 거의 변화가 없다가 그 이후부터 아주 완만하게 증가하여 24주 후에는 눈으로 보아 약간 갈변되었음을 확인할 수 있었다. 50°C에서는 12주까지는 완만하게 증가하다가 그후 급격히 증가하여 16주 이후부터는 눈으로 보아도 갈변을 확실히 인정할 수 있었는데 이때부터는 오렌지주스라고 볼 수 없을 정도로 진한 갈색으로 변색되었다.

병주스의 경우 20, 30, 40°C에서는 12주까지 완만하게 증가하다가 그 이후 20, 30°C에서는 거의 변화가 없었으나 40°C에서는 계속 증가하였다. 50°C에 저장하였을 때 갈색도는 시간이 경과함에 따라 계속 급격하게 증가하였는데 12주 이후부터 완전히 변색되었다.

일반적으로 캔주스의 갈색도는 각 저장온도에서 병주스보다 더 낮았다. 그 이유는 캔주스의 경우 캔 내부로부터 용출된 Sn이 비타민 C의 파괴를 저해하여 갈변반응도 억제하기 때문으로 보인다⁽²¹⁾.

pH의 변화

주스의 pH는 Fig. 7에서와 같이 저장온도, 포장용기에 상관없이 시간경과에 따른 변화가 거의 없이 3.8~3.9 범위를 유지하였다. 다만 50°C에 24주 동안 저장한 캔주스의 경우에는 급격한 pH증가를 관측할 수 있었으며 캔용기의 윗면과 아랫면이 팽창되고 개봉할 때 내부에 차있던 gas와 함께 약간의 내용물이 분출되었다.

주스내에 용해되어 있거나 headspace에 잔존되어 있는 산소에 의하여 금속성 Sn은 주석이온으로 빠르게 산화되고, 산소가 고갈되면 수소이온이 수소가스로 환원되는데 캔 내부부식이 진행되면서 진공도가 감소하여 캔용기가 팽창되기도 한다⁽²⁾. 캔 내부부식에 pH가 영향을 주기는 하겠지만 본 실험에서는 시료들간의 pH가 비스

하여 상관성을 맺을 수가 없었다.

요 약

현재 국내에서 유통되고 있는 캔 및 병 오렌지주스를 20, 30, 40, 50°C에서 24주 동안 저장하면서 4주 간격으로 개봉하여 중금속(Sn, Fe, Pb) 함량, 비타민 C 함량, 갈색도와 pH의 변화를 조사하였다.

병주스에서는 Sn, Fe, Pb 모두 저장 중 그 함량 변화가 거의 일어나지 않았으나 캔주스는 중금속 용출에 대한 온도의 영향이 두드러지게 나타났다. 즉, Sn농도는 16주 후 저장 전의 2.7~13.1배로 증가하였고, Fe농도는 24주 후 4.3~5.2배로 증가하였으며 Pb농도는 24주 후 1.1~2.9배로 증가하였다. 캔주스의 총 비타민 C 잔존율은 24주 후 20°C에서는 큰 변화가 없었으나 30~50°C에서는 13~76%로 감소하였고, 병주스의 경우는 4~80%로 감소하였다. 캔주스의 갈색도는 24주 후 40°C 이하에서는 조금 증가하였으나 50°C에서는 완전히 변색되었으며 병주스의 경우는 모든 온도에서 캔주스보다 좀 더 변색되었다. 오렌지주스의 pH는 40°C 이하에서 포장용기에 상관없이 저장 중 거의 변화가 없었으나 50°C에서는 24주 후 캔용기의 팽창과 함께 pH의 급격한 증가를 나타냈다. 국내에서 유통되고 있는 캔주스의 품질유지를 위한 유통기한을 재검토해야 될 것이다.

감사의 글

본 연구의 일부는 1994년도 한국학술진흥재단의 연구비 지원(윤재영)으로 이루어진 연구결과이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Nagy, S., Rouseff, R. and Ting, S.V.: Effect of temperature and storage on the iron and tin contents of commercially canned single-strength orange juice. *J. Agric. Food Chem.*, 28, 1166 (1980)
2. 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 (1985)
3. 이택성: 주석도금 강판(석판)에 관하여. *한국식품과학회지*, 5, 136 (1973)
4. 오우영: 주석 도금액 속에 존재하는 불순물 분석에 관한 연구. 인하대학교 대학원 석사학위논문 (1993)
5. Yamaguchi, M., Saito, R. and Okada, S.: Dose-effect of inorganic tin on biochemical indices in rats. *Toxicology*, 16, 267 (1980)
6. Johnson, M.A. and Greger, J.L.: Effect of dietary tin on tin and calcium metabolism of adult males. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35, 655 (1982)
7. Schaffner, R.M.: Lead in canned foods. *Food Technol.*, 35, 60 (1981)

8. 보건사회부 : 식품공전(12-1. 과실채소류 음료). p.337 (1994)
9. 이혜진, 이서래 : 캔 오렌지주스의 중금속 함량 및 개봉 저장 중의 변화. 한국식품과학회지, 25, 165 (1993)
10. 주현규, 조현기, 박충관, 조규성, 채수규, 마상조 : 식품 분석법. 유림문화사, p.183-187 (1992)
11. Nagy, S. and Nikdel, S.: Tin, iron and aluminum contents of commercially canned single-strength grapefruit juice stored at varying temperatures. *J. Agric. Food Chem.*, 34, 588 (1986)
12. Szarski, P.: The determination of trace elements in food by atomic absorption. *Food Technol. Austral.*, 23, 216 (1971)
13. 서순희 : 시판 통조림 제품의 중금속량의 경시적 변화. 경북대학교 대학원 석사학위논문 (1983)
14. Saguy, I., Mannheim, C.H. and Passy, N.: The role of sulphur dioxide and nitrate on detinning of canned grapefruit juice. *Food Technol.*, 27, 147 (1973)
15. 이상건, 윤정의, 허윤행 : 복숭아 통조림의 저장기간중 중금속의 함량변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 7, 1 (1975)
16. Rouseff, R.L. and Ting, S.V.: Lead uptake of grapefruit juices stored in cans as determined by flameless atomic absorption spectroscopy. *J. Food Sci.*, 45, 965 (1980)
17. 이재관, 권우창, 원경풍, 박인신, 김화현, 김오환, 송철 : 가공식품중에 함유된 미량금속 분포에 관한 연구. 국립보건연구원보, 15, 421 (1978)
18. Smoot, J.M. and Nagy, S.: Effect of storage temperature and duration on total vitamin C content of canned single-strength grapefruit juice. *J. Agric. Food Chem.*, 28, 417 (1980)
19. Bissett, O.W. and Berry, R.E.: Ascorbic acid retention in orange juice as related to container type. *J. Food Sci.*, 40, 178 (1975)
20. Riemer, J. and Karel, M.: On the anaerobic degradation of ascorbic acid in dehydrated tomato juice. *J. Agric. Food Chem.*, 26, 350 (1978)
21. Nagy, S. and Dinsmore, H.L.: Relationship of furfural to temperature abuse and flavor change in commercially canned single-strength orange juice. *J. Food Sci.*, 39, 1116 (1974)
22. Reynolds, T.M.: Chemistry of nonenzymic browning II. *Adv. Food Res.*, 14, 168 (1965)

(1995년 4월 12일 접수)