

방사선 조사, 가열 및 마이크로웨이브처리에 따른 Ascorbic Acid의 함량변화

- 연구노트 -

변명우[†] · 이인숙 · 이경행 · 육홍선 · 강근옥*

한국원자력연구소 방사선식품공학연구소실

*한경대학교 생활관리학과

Changes of Ascorbic Acid Contents Induced from Gamma Irradiation, Heating and Microwave Treatments

Myung-Woo Byun[†], In-Sook Lee, Kyong-Haeng Lee, Hong-Sun Yook and Kun-Og Kang*

Dept. of Food Irradiation, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-353, Korea

*Dept. of Home Management, National Hankyung University, Anseong 456-749, Korea

Abstract

The changes in L-ascorbic acid content by processing treatments; gamma irradiation, heating and microwave were investigated using high performance liquid chromatography. The content of L-ascorbic acid in standard solutions and citrus fruits decreased from 27.4 to 44.9% and from 6.9 to 21.9%, respectively, by gamma irradiation doses in the range of 1 to 10 kGy. By heating treatments, L-ascorbic acids in standard solutions and citrus fruits were destroyed 22.5 to 36.8% and 4.5 to 18.1%, respectively. By microwave treatment, L-ascorbic acid content also decreased from 23.1 to 47.4% and from 6.5 to 22.6%, respectively.

Key words: L-ascorbic acid, gamma irradiation, heating, microwave

서 론

Ascorbic acid는 과채류에 많이 존재하며 생체 내에서 괴혈병, 산화 및 발암을 억제 또는 예방하는 물질로써(1,2) 식품 산업에서는 과채류의 가공 저장시 갈변화 억제와 맥주, 와인, 식용유지, 우유 및 유제품 등의 산화억제, 육색소의 고정, dough의 품질향상 등에 광범위하게 사용되고 있다(3). Ascorbic acid는 효소적 및 비효소적 반응에 의해 쉽게 파괴되나 ascorbic acid oxidase, cytochrome oxidase 및 peroxidase 등의 효소에 의한 파괴보다는 비효소적 반응에 의해 더 쉽게 파괴된다(3,4). Ascorbic acid 파괴에 영향을 미치는 인자로는 pH, 온도, 산소나 금속이온의 유무, 자외선이나 가시광선에의 노출 및 방사선 조사 등을 들 수 있으며 이들이 복합적으로 작용시 ascorbic acid의 파괴는 더 크게 증가한다(5).

특히 ascorbic acid의 방사선 조사에 의한 파괴는 식품의 유형, 식품의 가공·저장 과정에 따라 다르며 다른 비타민들에 비해 비교적 불안정한 것으로 알려져 있다(6). 이와 같이 ascorbic acid는 식품 가공·조리 및 저장 중 크게 영향을 받기 때문에 식품의 질을 평가하는데 지표로

도 이용된다(7).

따라서 본 연구에서는 식품 가공시 파괴되는 ascorbic acid의 파괴정도를 파악하고, 보다 나은 식품 가공처리를 모색하고자 순수 ascorbic acid용액과 식품 중 ascorbic acid의 함량이 높은 귤을 대상으로 방사선 조사, 가열 및 마이크로웨이브 처리를 하여 ascorbic acid의 함량변화를 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

순수 ascorbic acid 수용액은 L-ascorbic acid(Sigma Co., USA)를 phosphate buffer(pH 4.6)에 용해하여 10 mg% 용액으로 제조하였으며 귤은 1998년 12월 초순경 제주도산 조생종을 구입하여 가공처리용 시료로 사용하였다.

처리방법

시료의 방사선 조사는 선원 100,000 Ci, Co-60 감마선 조사시설을 이용하여 시간당 2 kGy의 선량율로 1, 3, 5,

[†]To whom all correspondence should be addressed

7 및 10 kGy의 흡수선량을 얻도록 하였으며 흡수선량의 확인은 ceric cerous dosimeter(USA)를 사용하였고 흡수선량 오차는 ± 0.1 kGy였다. 가열처리 조건은 water bath상에서 63°C의 온도하에서 30분(LTLT: low temperature-long time), 72°C에서 15초(HTST: high temperature-short time) 및 15 lb, 121°C에서 15분간 처리하였다. Microwave처리는 전자레인지(Microchef RE-778BR, Samsung, Korea)를 이용하여 출력은 강에서 조리 시간별로 각각 1분, 2분, 3분간 실시하였다.

Ascorbic acid의 정량

Wilnalasiri 등의 방법(8)에 따라 ascorbic acid 수용액은 각 가공처리방법에 따라 처리한 후 즉시 0.45 μ m membrane filter로 여과하였다. 무처리구 및 각 가공처리방법별로 처리된 과일 10g을 5% metaphosphoric acid를 첨가하여 균질화한 후 100ml로 정용하였다. 정용한 액은 원심분리(4000 \times g, 15 min) 후 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Waters 2690 separation module, M996 Photodiode Array Detector)로 분석하였다. 이때의 HPLC 분석조건은 Albrecht와 Schafer의 방법(10)에 따라 칼럼은 Nova-pak C₁₈(3.9 \times 150mm, Waters, USA), 이동상은 5 mM KH₂PO₄(pH 4.6) : Acetonitrile(30 : 70, v/v)로 하여 265nm에서 분석하여 표준물질과 비교하여 분석하였다.

통계분석

실험결과의 통계분석은 Statistical Analysis System (Version 5 edition)(11)을 사용하였다.

결과 및 고찰

가공방법에 따른 ascorbic acid 수용액의 함량변화

감마선 조사, 가열처리 및 마이크로웨이브에 의한 ascorbic acid 수용액의 함량변화는 Fig. 1과 같다. 감마선 조사

시 선량이 증가함에 따라 ascorbic acid의 파괴는 증가하였다. 즉 10mg%의 ascorbic acid 수용액이 1 kGy의 감마선 조사에 의해 7.26mg%로 27.4%가 파괴되었고 선량이 증가함에 따라 6.88~5.51mg%로 31.2~44.9%정도로 현저하게 증가하여 ascorbic acid가 감마선의 조사에 의해 쉽게 파괴됨을 알 수 있었다. 가열 처리의 경우 LTLT는 6.37mg%로 36.3%, HTST는 7.75mg%로 22.5%, 멸균조건에서는 6.32mg%로 36.8%가 파괴되어 HTST처리시 ascorbic acid의 파괴가 가장 적은 것으로 나타났다. 마이크로웨이브 처리는 처리시간에 비례하여 각각 23.1, 37.4 및 47.4%가 파괴되었다. Ascorbic acid의 파괴는 2분 이상의 마이크로웨이브 처리와 5 kGy 이상의 감마선 조사의 경우, LTLT 처리시보다 심하였으나 그 이하에서는 가열처리와 비슷한 수준이었다. 감마선 조사나 마이크로웨이브 처리시 ascorbic acid의 파괴는 물분자의 homolytic cleavage의 결과로 형성되는 매우 강력한 활성 radical인 hydroxy radical을 포함한 여러 종류의 활성 라디칼들이 형성되어 많은 연쇄 반응들이 일시에 일어나 파괴되는 것으로 생각된다(9).

가공방법에 따른 과일의 ascorbic acid 함량변화

감마선 조사, 가열처리 및 마이크로웨이브처리에 의한 과일의 ascorbic acid 함량변화는 Fig. 2와 같다. 무처리 과일의 ascorbic acid의 함량은 37.8mg%이었으나 감마선 조사한 과일의 ascorbic acid의 함량은 1 kGy에서는 35.2mg%로 6.9%의 낮은 파괴율을 나타내었으나 조사선량이 증가함에 따라 증가하여 15.7~21.9%가 파괴되었고 3~10 kGy의 선량범위에서의 파괴율은 그 차이가 적었다. Fesus 등(12)은 0.4, 0.6 또는 0.8 kGy로 처리된 오렌지는 감마선 조사 후 1~2일간 ascorbic acid가 농축되어 함량 변화가 없었다고 하였으며, Nagai 등(13)은 1984년에 FDA에서 승인한 0.3, 0.5, 0.75 그리고 1 kGy까지로 조사시킨 후

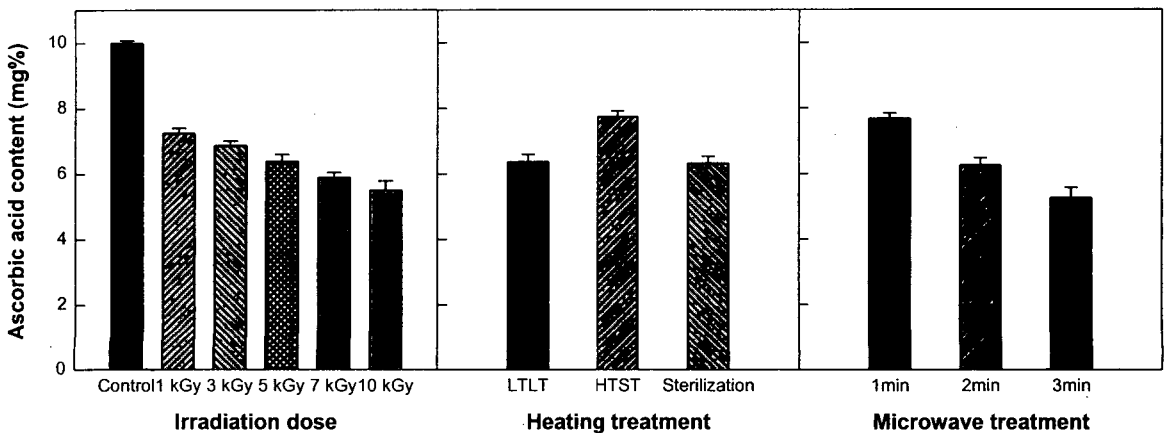


Fig. 1. Ascorbic acid content in ascorbic acid solution after gamma irradiation, heating and microwave treatment.

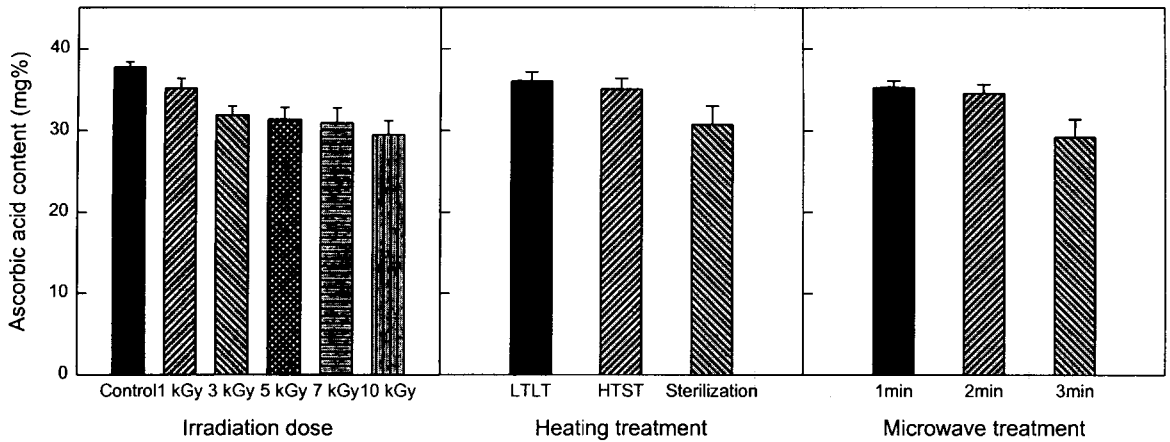


Fig. 2. Ascorbic acid content in citrus fruit after gamma irradiation, heating and microwave treatment.

7°C에서 7주간 보관된 오렌지를 조사되지 않은 것과 비교하였을 때 ascorbic acid 함량에서는 큰 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다. 또한 Jaddou 등(14)은 대추 야자열매를 0.5~1.5 kGy로 감마선 조사시 ascorbic acid의 함량변화는 비조사구에 비해 0.5 kGy에서는 1%미만의 파괴율을 보이며 조사 허용치인 1.5 kGy에서는 10~20%의 파괴율을 보여 현저한 차이는 없다고 하였다. Beyers 등(15)은 숙성시킨 망고와 딸기를 각각 0.75, 2 kGy로 감마선을 조사시켰을 때 ascorbic acid의 파괴는 망고가 0~1.8%, 딸기가 4.2~8.8%로 나타나 영양적으로는 큰 변화가 없다고 보고하여 본 결과와 유사하였다.

한편, 가열처리의 경우는 LTLT와 HTST는 35.1mg% 이상으로 7.1%이하의 낮은 ascorbic acid 파괴율을 나타냈으나 멸균조건에서는 18.1%의 파괴로 다른 가열처리에 비해 파괴가 심하였다. Rosetta(16)는 채소를 증기 혹은 끓는물에서 데치기했을 때 16~58% 정도의 ascorbic acid의 함량 손실과 canning시에는 33~90%의 손실을 보고하였다. 마이크로웨이브 처리에 의한 궤의 ascorbic acid 파괴는 2분 처리시까지는 34.6mg%로 8.4%의 낮은 파괴율을 나타냈으나 그 이상의 처리는 22.6%로 상당량 파괴되었다.

이와같이 가공방법에 따른 ascorbic acid의 손실은 식품자체 즉 궤의 경우가 ascorbic acid 수용액 상태(Fig. 1)에서보다 현저하게 낮았는데 이는 식품성분간 상호 보호작용에 기인한다는 Diehl 등(9)의 결과와 유사하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 수용액 상태에서보다 식품 자체내에서 ascorbic acid가 안정하였고, 3 kGy 이하의 선량으로 감마선 조사 혹은 2분 이하의 마이크로웨이브 처리시 가열처리(LTLT 및 HTST)와 비슷한 경향으로 많은 ascorbic acid 함량 손실은 나타나지 않았다.

요 약

식품 가공방법에 따른 ascorbic acid의 손실정도를 알

아보기 위해 순수 ascorbic acid 수용액과 식품 중 ascorbic acid의 함량이 높은 궤를 감마선 조사처리(1, 3, 5, 7 및 10 kGy)와, LTLT(63°C · 30분), HTST(72°C · 15초) 및 멸균(121°C · 15분, 15 lb)조건의 가열처리 및 마이크로웨이브 처리 후 ascorbic acid의 함량변화를 살펴보았다. 1~10 kGy의 선량으로 감마선 조사한 ascorbic acid 수용액 및 궤에서의 ascorbic acid 함량은 각각 27.4~44.9% 및 6.9~21.9%, 가열처리는 22.5~36.8% 및 4.5~18.1%, 1~3분 동안 마이크로웨이브 처리시에는 23.1~47.4% 및 6.5~22.6%의 손실율을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Steven, R. T., Vernon, R. Y. and Micheal, C. A.: Vitamins and minerals. In "Food chemistry" 7th ed., Fennema, O. R.(ed.), Marcel Dekker, New York, pp.477-544(1985)
2. Liao, M. L. and Seib, P. A.: Selected reaction of L-ascorbic acid related to foods. *Food Technol.*, **41**, 104-107(1987)
3. Kurata, T. and Fujimaki, M.: Formation of 3-keto-4-deoxypentose and 3-hydroxy-2-pyrone by the degradation of dehydro-L-ascorbic acid. *Agric. Biol. Chem.*, **31**, 170-176(1967)
4. Kurata, T., Fujimaki, M. and Sakurai, Y.: Red pigment produced by the reaction of dehydro-L-ascorbic acid with α -amino acid. *Agric. Biol. Chem.*, **40**, 1287-1291 (1976)
5. Kim, S. K.: Photooxidation of ascorbic acid and aspartame. *Ph. D. Dissertation*, Chungnam University, Taejeon, Korea(1993)
6. Karel, M.: Prediction of nutrient losses and optimization of processing conditions. In "Nutritional and

- safety aspects of food processing*" Tannebaum, S. R. (ed.), Marcel Dekker, New York, pp.233-263(1979)
7. Jung, M. Y., Kim, S. K. and Kim, S. Y. : Riboflavin-sensitized photodynamic UV spectrophotometry for ascorbic acid assay in beverages. *J. Food Sci.*, **60**, 360-364(1995)
 8. Wimalasiri, P. and Wills, R. B. H. : Simultaneous analysis of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in fruit and vegetable by high performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, **256**, 368-372(1983)
 9. Diehl, J. F. : Radiolytic effects in foods. In "*Preservation of food ionizing radiation*" 1st ed., Edward, S. J. and Martin, S. P.(eds.), CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp.280-357(1982)
 10. Albrecht, J. A. and Schafer, H. W. : Comparison of two methods of ascorbic acid determination in vegetables. *J. Liquid Chromatogr.*, **13**, 2633-2641(1990)
 11. Statistical Analysis System : User's Guide: Statistics. Version 5 edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (1985)
 12. Fesus, I., Kadas, L. and Kalman, B. : Protection of organs by gamma radiation against ceratitis cepita wied. *Acta Alimentaria*, **10**, 293-299(1981)
 13. Nagai, N. Y. and Moy, J. H. : Quality of gamma irradiated california valencia oranges. *J. Food Sci.*, **50**, 215-219(1985)
 14. Jaddou, H., Nhaisen, M. T. and AL-Hakim, M. : Effect of gamma-irradiation on ascorbic acid content of iraqi dates. *Radiat. Phys. Chem.*, **35**, 288-291(1990)
 15. Beyers, M., Austin, C. T. and Adrian, J. V. T. : γ - Irradiation of subtropical fruits. 1. compositional tables of mango, papaya, strawberry and litchi fruits at the edible-ripe stage. *J. Agric. Food Chem.*, **27**, 37-41 (1979)
 16. Rosetta, L. N. : Effects of food processing on nutritive values. *Food Technol.*, **40**, 109-116(1986)

(1999년 2월 27일 접수)