

유기산 추출에 의한 녹차의 갈변 억제

목철균

경원대학교 식품생물공학과

Suppression of Browning of Green Tea by Extraction with Organic Acids

Chulkyoon Mok

Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University

Abstract

The suppression effects of ascorbic acid and citric acid against the browning reaction in green tea extract (GTE) were compared in order to maintain the green color of GTE during its processing and distribution. GTE were prepared by the extraction of green tea leaves with hot ascorbic acid or citric acid solutions. The changes in pH, acidity, color (L, a, b values), brownness, greenness of GTE were monitored during heat treatment and storage. The GTE extracted with water showed a great decrease in L value and rapid increase in a and b values and brownness during the storage and the heat treatment. The changes in color of GTE were remarkably retarded when extracted with organic acids. Citric acid suppressed the browning, but furthermore weakened the green color of GTE. Ascorbic acid showed a mild suppression effect against the browning of GTE with no detrimental side effects on its color. GTE extracted with ascorbic acid possessed superior sensory quality to those with either citric acid or water. The optimum concentration of ascorbic acid solution for the extraction of GTE was 25 ppm.

Key words: green tea, color, browning, ascorbic acid, citric acid

서 론

우리나라에서는 식물의 열매나 곡식 또는 뿌리를 가공하여 물을 부어서 마시는 것을 모두 차라고 부르고 있지만 엄격한 의미의 차(茶)란 차나무의 어린 잎을 따서 가공하여 만든 것을 말한다. 옛부터 차는 인류가 가장 즐기는 건강 기호음료인 동시에 질병을 치료하거나 예방하는 목적으로 또는 조상의 제례나 신에 대한 의식용으로 사용되어 왔다. 차의 원산지는 중국으로 알려져 있으며 신라시대인 9세기경 우리나라에 전래되어 고려시대에 불교문화의 일환으로 차 문화가 매우 번성하다가 조선시대에 들어와서는 불교의 쇠퇴와 함께와 차 문화도 쇠락

하였다(김종태, 1995).

그러나 최근 소득수준의 증가와 함께 차의 다양한 생리적 기능이 밝혀짐에 따라 건강음료로서 차에 대한 관심이 고조되고 있으며, 녹차의 기능성 성분 및 생리적 효과에 대한 다양한 연구가 진행되어 항산화 작용(박춘옥 등, 1996; 류병호와 박춘옥, 1997), 항균 작용(여생규 등, 1995b; Oguni와 Yamada, 1997), 항돌연변이 작용(여생규 등, 1995a), 항암 작용(Dud와 Wang, 1997; Oguni와 Yamada, 1997) 등 녹차의 기능성이 밝혀짐에 따라 녹차의 소비가 급속히 증가하고 있는 추세이다.

녹차를 조제하는 방법은 전통적인 다도에 따라 준비하여 마시는 것이 최상이지만 자주 마시기에는 절차가 까다로운 번거로움이 있다. 이러한 번거로움을 부분적으로 해결하기 위하여 티백제품이 생산되어 현재 녹차 소비방법의 주종을 이루고 있다. 이와 함께 음용의 편의성을 위하여 물로 추출한 녹차 음료를 캔 또는 PET병에 담은 음료제품이 생산되

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, San 65 Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Seongnam, Kyunggi-do, 461-701, Korea
Phone: +82-31-750-5403, Fax: +82-31-750-5273
E-mail: mokck@kyungwon.ac.kr

고 있는데, 이들 제품의 저장성을 확보하기 위하여 가열처리가 필수적이다.

일반적으로 가열살균 조건은 식품의 특성, 특히 식품의 pH에 따라 열처리조건이 달라진다(김병목, 1999). 저산성 식품에서는 *Cl. botulinum* 등 내열성 식중독균, P.A. 3679 등의 혐기성 중온균, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans* 등 고온성균 등이 주로 발현하므로(Jay, 1992) 통상 100°C 이상의 온도에서 고온살균을 해야한다. 반면에 산성 식품에서는 *Bac. polymyxa*, *Bac. macerans*, *Cl. pasteurianum*, 젖산균 등 열저항성이 낮은 미생물이 주로 생육하므로(Jay, 1992) 100°C이하의 온도에서 저온살균 한다(변유량, 1998). 산성 식품에서 생육하는 미생물 중 비포자성 세균은 88°C 이상 또는 64.5°C에서 10분간 열처리하면 모두 사멸하고, 효모는 66°C에서 5분이상, 효모 포자는 80°C 5분이면 사멸하는 것으로 알려져 있다(Kyzlink, 1990).

녹차의 품질을 결정짓는 인자로는 향, 맛, 색 등이 있는데 이 중 상품적 가치에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 색깔이다. 녹차의 색은 이름이 의미하는 바와 같이 엽록소에 의한 밝은 녹색이 가장 바람직하다. 녹차는 통상 다엽을 건열로 160~170°C에서 5분 정도 가열(뒤움)하거나 스팀으로 30~40 초간 쪄(蒸製) 후 55~60°C에서 단계적으로 수분을 건조하여 제조한다(김종태, 1995). 이렇게 가열처리에 의하여 녹차에 함유된 대부분의 폴리페놀 산화효소를 불활성화시킴으로써 녹차 추출액의 색을 밝은 황녹색으로 유지하도록 한다. 그러나 다엽을 뒤거나 증제하더라도 폴리페놀 산화효소를 완전히 실패시키는 것은 어려우며 따라서 잔존 활성을 갖는 효소의 작용으로 제조 또는 저장 중 시간이 경과함에 따라 추출액의 갈변반응이 진행된다. 즉, 녹차를 물로 추출할 때 카테킨등 폴리페놀화합물이 엽록소와 함께 추출되며 이를 기질로 하여 잔존하는 폴리페놀 산화효소의 작용으로 갈색화 반응이 진행되어 황갈색을 띠게 되므로 상품성이 저하된다.

폴리페놀 산화효소는 카테콜 또는 카테콜 유도체 등이 산소에 의해서 키는 또는 키는 유도체들로 산화되는 반응을 촉진하는 것으로 알려져 있다. 따라서 녹차의 갈변을 억제하기 위해서는 폴리페놀 산화효소에 의한 갈색화 반응을 차단해야 하는데 폴리페놀 산화효소에 의한 갈변을 억제하는 방법으로는 유기산 등을 사용하여 pH를 낮춤으로써 이 효소의 적정 pH를 벗어나게 하거나, 산소를 제거하는

방법 등이 있다(김동훈, 1998).

본 연구에서는 녹차 음료의 갈변을 억제함으로써 색을 유지하고, pH를 낮춤으로써 가열살균 적성을 향상시키기 위한 첨가제로서 citric acid와 ascorbic acid의 효과를 비교하였고, 상품성있는 녹차음료를 제조하기 위하여 녹차의 맛에는 영향을 미치지 않으면서 녹차의 pH를 낮출 수 있는 적정 유기산과 그 첨가량을 결정함으로써 살균이 용이한 녹차음료를 제조하는 방법을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 녹차는 (주)태평양의 제품 중 만수(萬壽)를 구입하여 사용하였으며, citric acid와 ascorbic acid는 특급시약을 사용하였다.

실험방법

녹차 추출

녹차의 추출은 건조 다엽 1.4 g을 추출용기에 넣고 80°C 열수 또는 농도를 달리한 유기산 용액 80 mL를 가하여 1분간 추출한 후 20 메쉬 stainless steel 체에 걸러 녹차추출액(green tea extract, GTE)을 제조하였다.

녹차추출액(GTE)의 이화학적 특성

GTE의 색은 분광광도계(UV-1201, Shimadzu Corp., Japan)를 사용하여 최대 흡수파장인 675 nm에서의 흡광도로 녹색을, 420 nm에서의 흡광도로 갈색을 측정하였다. 색깔은 직경 5 cm 폴리프로필렌 페트리접시에 담아 백지(Type 6000, Sindo Ricoh Co.)위에 올려놓고 색차계(CR-200, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였다. 가용성 고형분 함량은 추출액을 105°C에서 건조하여 잔류물의 양으로부터 계산하였다(주현규 등, 1995). 녹차의 pH는 pH meter (Istek 740P, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 산도는 시료 10 mL에 대하여 페놀프탈레인을 지시약으로 사용하여 0.1 N NaOH로 적정하였으며 다음 식에 따라 산도를 계산하였다(Sadler, 1994).

$$\text{산도}(\%) = \frac{\text{염기농도}(\text{mEq/mL}) \times \text{적정량}(\text{mL}) \times \text{산의당량}(\text{mg/mEq})}{\text{시료량}(\text{mg})} \times 100$$

관능검사

GTE의 색, 향, 맛, 입안에서의 느낌, 종합적 기호도에 대하여 관능검사를 실시하였다. 관능요원은 본교 식품생물공학과 학생 중 녹차의 맛에 익숙한 학생 10명을 선발하였으며, 관능검사는 9점 채점법(김광욱과 이영춘, 1991)으로 실시하였다. 관능검사 결과는 SAS (SAS Institute Inc., 1990)를 이용하여 분산분석을 실시하고, 시료간 차이의 유의성은 Duncan의 중범위검정을 통하여 확인하였다.

결과 및 고찰

물 또는 유기산 용액을 용매로 사용하여 추출한 녹차의 pH는 Fig. 1과 같다. 물을 사용하여 추출한 대조구의 경우의 pH는 6.84로 중성에 가까웠으며, 유기산의 농도가 증가함에 따라 pH는 낮은 값을 보였다. 유기산 종류별 pH를 비교하면, citric acid를 사용한 경우의 pH가 ascorbic acid를 사용하여 추출한 경우에 비하여 낮은 pH값을 보였다. 즉 25 ppm citric acid 및 ascorbic acid를 사용하여 추출한 경우 각각 6.10과 6.50을 보였고, 50 ppm인 경우는 각각 5.45와 6.26을 나타내었다. Citric acid와 ascorbic acid의 분자량은 각각 192.12와 176.12로 큰 차이를 보이지 않지만 citric acid의 경우 pK1, pK2 및 pK3가 각각 3.13, 4.76, 6.40으로서(Budavari, 1989), 본 실험에서 조절한 pH 값인 5.0~7.0 사이의 유효 해리상수는 4.0×10^{-7} 이다. 반면에 ascorbic acid의 경우 pK1과 pK2는 각각 4.17과 11.57로서 본 실험에

사용한 pH에서의 유효 해리상수는 2.69×10^{-12} 로서 citric acid의 해리상수에 비하여 훨씬 낮으므로, 동일 농도로 추출한 GTE의 pH는 citric acid를 사용한 경우가 ascorbic acid의 경우 보다 낮은 값을 보인 것으로 추정된다.

GTE의 산도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 물로 추출한 경우의 산도는 0.0096%였고, 유기산의 농도가 증가함에 따라 산도가 높아졌으며, 동일한 농도에서는 ascorbic acid로 추출한 GTE의 산도가 citric acid로 추출한 경우에 비하여 높은 값을 보였다.

물 및 유기산 용액을 용매로 사용하여 추출한 GTE의 상온 저장 중 색택(L, a, b값) 변화는 각각

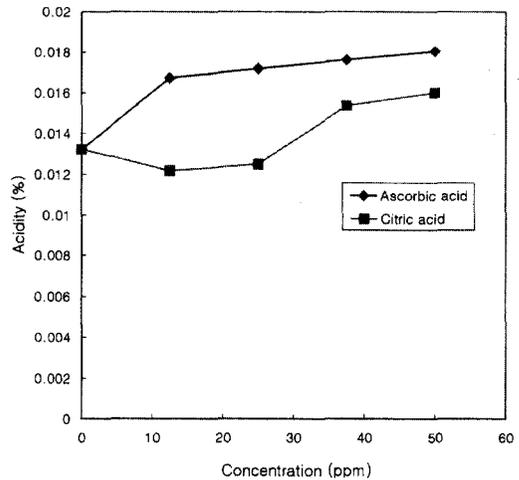


Fig. 2. Acidity of green tea extracted with organic acid solutions.

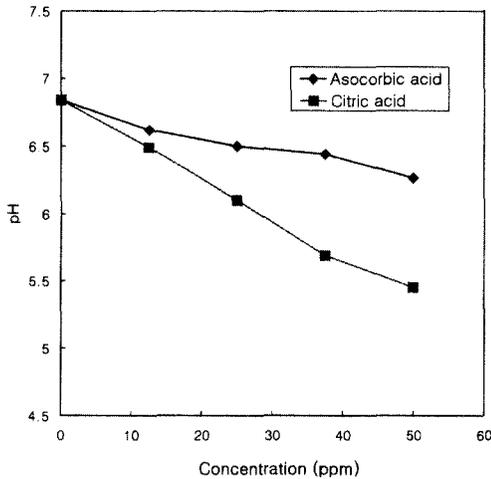


Fig. 1. pH of green tea extracted with organic acid solutions.

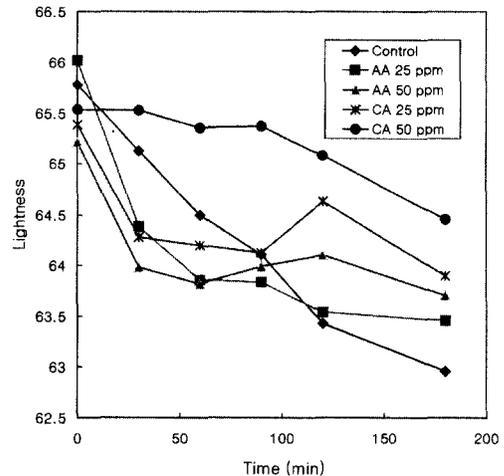


Fig. 3. Effects of organic acids on lightness of green tea extract during storage at ambient temperature.

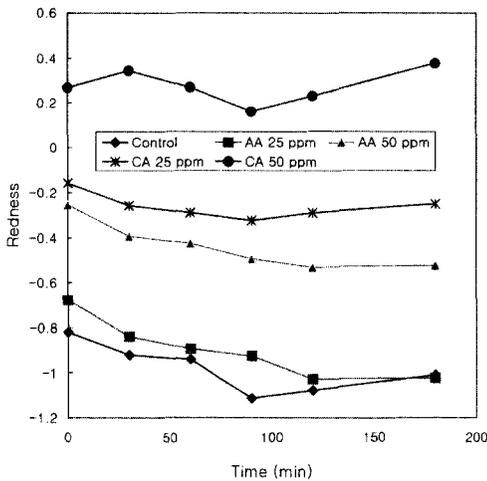


Fig. 4. Effects of organic acids on redness of green tea extract during storage at ambient temperature.

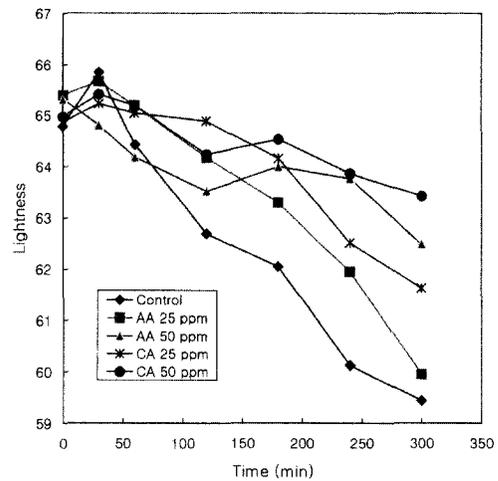


Fig. 6. Effects of organic acids on lightness of green tea extract during heating at 70°C.

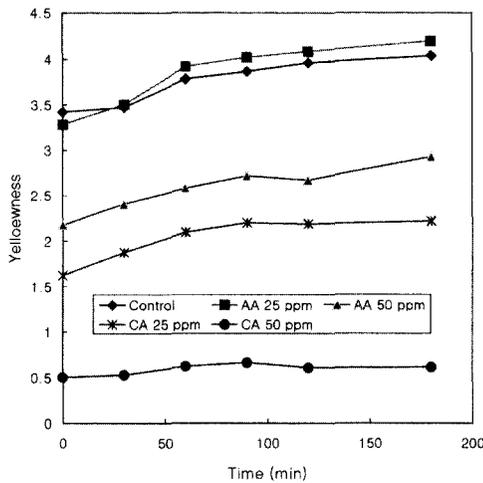


Fig. 5. Effects of organic acids on yellowness of green tea extract during storage at ambient temperature.

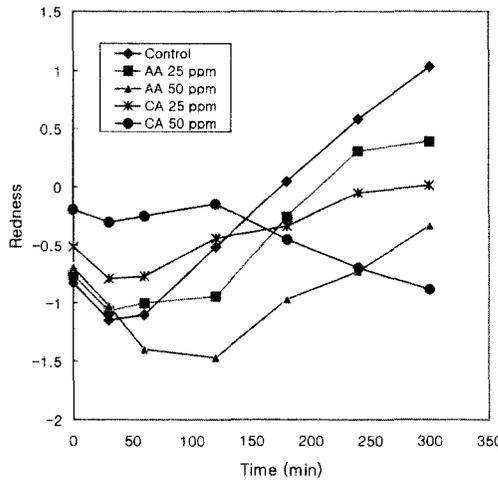


Fig. 7. Effects of organic acids on redness of green tea extract during heating at 70°C.

Fig. 3-5와 같았다. 물로 추출한 GTE의 lightness는 시간이 경과함에 따라 직선적으로 감소하는 경향을 보인 반면 유기산 용액으로 추출한 경우는 초기 25 분간 급격한 감소를 보이다가 이후 일정한 값을 유지하는 경향을 보였다. 특히 50 ppm citric acid로 추출한 경우의 lightness는 추출 후 3시간 동안 거의 변화하지 않았다.

a값, 즉 redness는 물로 추출한 경우가 가장 낮은 값을 보였고, 유기산의 농도가 높을수록 높은 a값을 보였고, citric acid로 추출한 경우가 ascorbic acid에 비하여 높은 a값을 보였으며, 저장 중 뚜렷

한 변화 없이 초기값을 유지하였다. b값(yellowness)은 물로 추출한 GTE가 가장 높은 값을 보였고, 25 ppm ascorbic acid로 추출한 경우도 물로 추출한 경우와 유사한 값을 보였다. Citric acid로 추출한 GTE가 ascorbic acid로 추출한 GTE에 비하여 낮은 b값을 보였으며, 유기산의 농도가 높을수록 낮은 b값을 보였다. 상온 저장 중 GTE의 b값은 저장시간에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였다.

GTE의 가열살균 시 수반되는 색택 변화를 조사하기 위하여 GTE를 70°C에서 처리 시간을 달리하

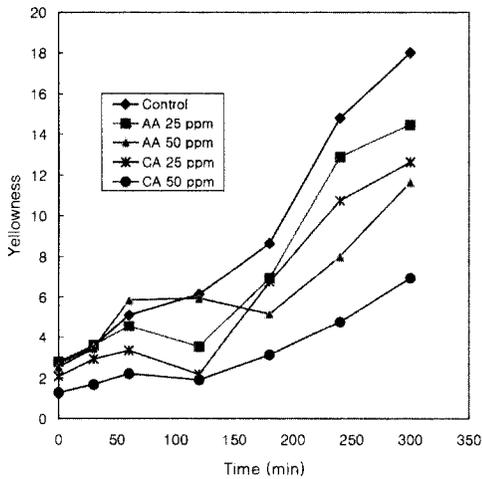


Fig. 8. Effects of organic acids on yellowness of green tea extract during heating at 70°C.

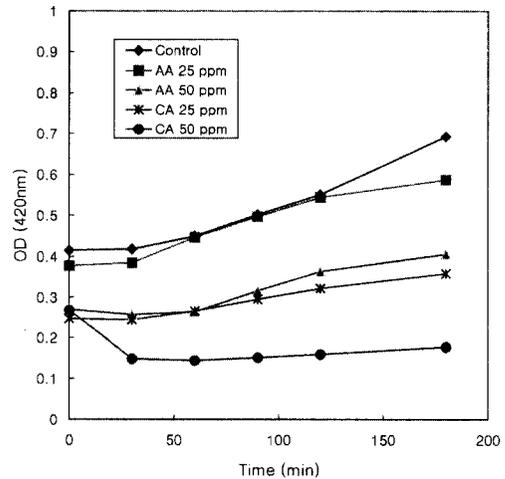


Fig. 9. Effects of organic acids on browning of green tea extract during storage at ambient temperature.

여 열처리한 후 색택을 측정된 결과 L, a, b값은 각각 Fig. 6~8과 같았다. 먼저 L값은 가열시간에 따라 뚜렷이 감소하는 경향을 보였으며, 특히 물로 추출한 경우의 L값 감소가 두드러졌다. 한편 유기산으로 추출한 경우는 L값의 감소가 둔화되었으며, 유기산 농도가 높을수록 L값의 감소를 억제하는 효과가 증대되었으며, citric acid의 효과가 ascorbic acid에 비하여 약간 높음을 알 수 있었다.

a값은 가열 초기에는 뚜렷한 변화를 보이지 않았으나 가열처리 1시간 이상에서는 가열시간에 따라 a값이 높아지는 경향을 보였다. 가열시간에 따른 a값의 변화는 물로 추출한 경우가 가장 뚜렷한 증가를 보였으며, 유기산 농도가 높아질수록 a값의 증가속도가 둔화되었다. a값의 증가를 억제하는 효과 역시 citric acid가 ascorbic acid에 비하여 컸으며, 특히 50 ppm citric acid로 추출한 경우는 a값이 오히려 감소하는 경향을 보였다.

가열처리에 따라 b값은 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으며, 물로 추출한 GTE의 경우가 가장 두드러졌다. 유기산에 의하여 b값의 변화는 둔화되었으며, b값의 변화억제 효과는 유기산의 농도에 비례하였다. 산 종류별로는 역시 citric acid가 ascorbic acid에 비하여 b값의 변화 억제력이 컸음을 알 수 있었다.

이상의 결과로부터 유기산은 가열 중 L값의 감소, a값과 b값의 증가를 억제하는 효과가 뚜렷하며, 유기산에 의하여 녹차의 갈변을 억제할 수 있음을 확인하였다. 녹차의 갈변은 녹차에 함유된 카

테콜 또는 카테콜 유도체등 폴리페놀화합물이 폴리페놀 산화효소에 의해 키는 또는 키는 유도체들로 산화되어 나타나는 현상으로 알려져 있다(김동훈, 1998). 유기산은 폴리페놀 산화효소의 적정 pH(6.8 내외)를 벗어나게 함으로써 갈변반응 속도를 저하시키는 것으로 추정된다.

한편 420 nm에서의 흡광도로 나타난 갈색도를 보면 Fig. 9와 같이 물로 추출한 경우의 초기 갈색도가 0.415로 가장 높았으며, 25 ppm ascorbic acid로 추출한 경우는 0.378로, 50 ppm으로 추출한 경우는 0.270으로 낮은 갈색도를 보였다. Citric acid로 추출한 경우는 농도 25 ppm 및 50 ppm에서 각각 0.247과 0.268의 비슷한 수치를 보였다. GTE의 상온 저장 중 갈색도의 변화를 보면 물과 25 ppm ascorbic acid로 추출한 경우 갈색도가 현저하게 증가한 반면, 50 ppm ascorbic acid 및 25 ppm citric acid로 추출한 경우는 저장 중 갈색도의 증가가 크게 둔화되었다. 특히 50 ppm citric acid의 경우는 갈색도가 오히려 감소하는 경향을 보여 갈변억제 뿐만 아니라 일부 탈색을 유발하는 것으로 나타났다.

70°C 가열 중 갈색도의 변화는 Fig. 10과 같이 더욱 뚜렷한 증가 양상을 보였으며, 특히 물 추출한 경우의 갈색도 증가가 가장 두드러졌다. 유기산은 가열 중의 갈색도 증가를 억제하는 것으로 나타났으며, 억제효과는 25 ppm ascorbic acid, 25 ppm citric acid, 50 ppm ascorbic acid, 50 ppm citric acid 순으로 증가하였다.

Citric acid의 갈변억제 효과가 ascorbic acid 보다

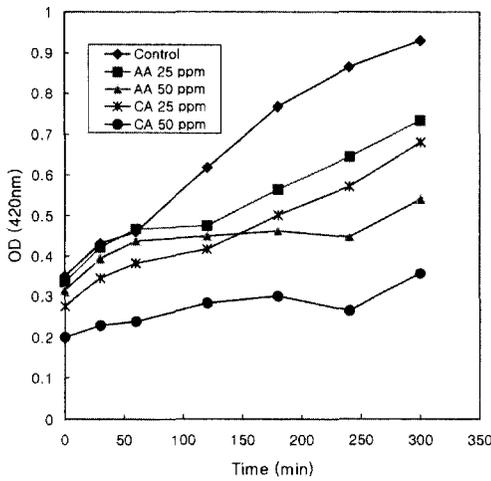


Fig. 10. Effects of organic acids on browning of green tea extract during heating at 70°C.

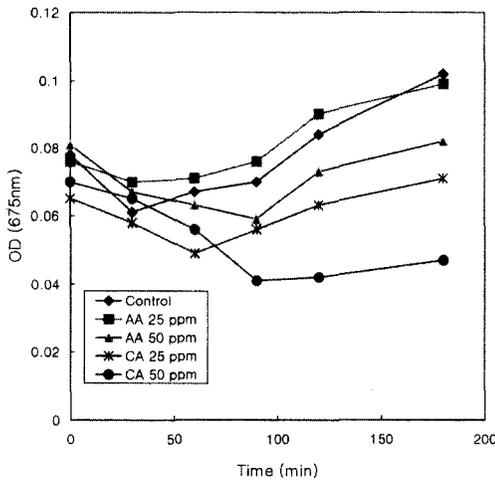


Fig. 11. Effects of organic acids on greenness of green tea extract during storage at ambient temperature

큰 것은 citric acid로 추출한 GTE의 pH가 ascorbic acid로 추출한 경우보다 낮기 때문으로 생각된다(Fig. 1). 한편 ascorbic acid로 추출한 GTE의 pH는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 6.62~6.26으로 pH 저하효과

가 크지 않았으며, 따라서 ascorbic acid의 갈변 억제 효과는 pH 저하에 의한 것이라기보다는 ascorbic acid가 GTE내에 존재하는 산소와 반응하여 dehydroascorbic acid로 산화되면서 산소를 소비함으로써 폴리페놀의 산화반응을 억제하는 것에 기인하는 것으로 추정된다(Pyler, 1988).

한편 가시광선 영역에서 GTE가 최대 흡광도를 보인 파장은 675 nm이었으므로(data not shown) 이 파장에서의 흡광도를 녹색도로 정의하고 GTE의 상온 저장 중 녹색도 변화를 측정된 결과 Fig. 11과 같았다. 저장시간에 따라 물과 ascorbic acid로 추출한 GTE의 녹색도는 약간 증가하는 양상을 보인 반면, citric acid로 추출한 GTE의 녹색도는 저장 초기에 감소하는 경향을 보여 오히려 녹색을 약화시키는 것으로 나타났으며, 60~80분 이후에 약간 증가하거나 동일한 수준을 유지하는 경향을 보였다.

이상의 결과로부터 GTE의 갈변 억제 효과는 citric acid가 ascorbic acid에 비하여 우수하였으나, citric acid는 GTE의 갈변 억제와 함께 GTE의 녹색을 약화 또는 탈색시키는 단점이 있음이 확인되어 녹차의 갈변방지에는 ascorbic acid가 적합함을 알 수 있었다.

유기산 추출이 70°C에서 2시간 가열처리한 GTE의 관능특성에 미치는 영향을 Table 1에 나타내었다. GTE의 색깔은 물로 추출한 경우 3.5로 낮은 점수를 보인 반면 유기산으로 추출한 경우는 유의하게 높은 점수를 보여 유기산의 GTE 색 개선 효과가 우수함을 알 수 있었으며, ascorbic acid와 citric acid 간의 차이 및 농도에 따른 차이는 인정되지 않았다. 향과 맛 또한 유기산 추출이 물 추출에 비하여 높은 점수를 나타내었으나 25 ppm ascorbic acid의 경우를 제외하고는 물 추출과 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 입안에서의 느낌은 추출 용매간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 종합적 기호도는 물 추출, 50 ppm ascorbic acid 및 25 ppm와 50 ppm citric acid로 추출한 경우 사이에는 유의적인

Table 1. Effects of solvent on sensory score means* of GTE heat-treated for 2 h at 70°C

Sensory properties	Solvent				
	Distilled water	25 ppm ascorbic acid	50 ppm ascorbic acid	25 ppm citric acid	50 ppm citric acid
Color	3.5b	6.4a	6.8a	5.7a	6.9a
Flavor	3.7b	5.6a	5.2ab	4.6ab	4.9ab
Taste	4.0b	6.1a	4.6ab	4.7ab	4.4ab
Mouthfeel	4.3a	5.3a	5.6a	4.4a	3.8a
Overall	4.0b	6.9a	5.7ab	4.3b	4.2b

*Means with same letter(s) within same row are not significantly different ($\alpha = 0.05$).

차이가 없었으나, 25 ppm ascorbic acid로 추출한 경우는 6.9점으로 물 추출 또는 citric acid로 추출한 경우에 비하여 유의하게 높은 점수를 나타내어 녹차의 관능특성 향상에 효과가 있음이 확인되었다. 따라서 녹차의 추출은 25 ppm ascorbic acid 용액을 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

요 약

녹차음료의 유통 중 갈변반응을 억제하기 위한 목적으로 ascorbic acid와 citric acid의 효과를 비교하기 위하여 농도별 ascorbic acid와 citric acid 용액으로 추출한 녹차추출액(GTE)의 상온 저장 또는 70°C 가열 중 색도(L, a, b값), 갈색도(OD_{420nm}) 및 녹색도(OD_{675nm})의 변화를 측정하고 GTE의 이화학 특성 및 관능특성을 조사하였다. 물로 추출한 GTE 경우 저장시간에 따라 L값은 급속히 감소하였고, a 값과 b값 및 갈색도는 급속히 증가하였다. 반면에 ascorbic acid 또는 citric acid 용액으로 추출한 경우는 이들 값의 변화 속도가 크게 둔화되어 갈변방지 및 색택 보존효과가 뚜렷하였다. 유기산은 녹차음료의 pH를 낮추어 저온살균을 용이하게 하였고, 가열살균 중 갈변을 효과적으로 억제하였으며 갈변억제 효과는 유기산의 농도에 비례하였다. Citric acid는 갈변 방지와 함께 GTE의 색을 약화시키는 경향이 있어 GTE의 색택 유지에는 ascorbic acid가 citric acid 보다 적합하였다. 관능특성은 ascorbic acid로 추출한 GTE가 citric acid로 추출한 경우에 비하여 전반적으로 양호하였으며, 25 ppm ascorbic acid를 사용하여 추출한 경우가 가장 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 경원대학교 학술연구비의 지원을 받아 이루어졌으며 지원에 감사 드립니다.

문 헌

김광옥, 이영춘. 1991. 식품의 관능검사. p. 185. 학연사,

서울, 대한민국.
 김동훈. 1998. 식품화학. pp. 425-433. 탐구당, 서울, 대한민국.
 김병목. 1999. 식품저장학. pp. 120-122. 진로연구소, 서울, 대한민국.
 김종태. 1995. 차이야기. 오름시스템, 서울, 대한민국.
 류병호, 박춘옥. 1997. 녹차추출물에 의한 쥐표피의 효소에 대한 항산화 효과. 한국식품과학회지 **29**: 355-361.
 박춘옥, 진성현, 류병호. 1996. 사람의 low density lipoprotein에 대한 녹차의 항산화 활성. 한국식품과학회지 **28**: 850-858.
 변유량. 1998. 현대 식품공학. pp. 230-232. 지구문화사, 서울, 대한민국.
 여생규, 김인수, 안철우, 김선봉, 박영호. 1995a. 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 돌연변이원성 억제작용. 한국영양식품학회지 **24**: 160-168.
 여생규, 안철우, 김인수, 박영범, 박영호, 김선봉. 1995b. 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 항균효과. 한국영양식품학회지 **24**: 293-298.
 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조. 1995. 식품분석법. pp. 169-173. 학문사, 서울, 대한민국.
 Budavari, S. 1989. The Merck Index, Merck & Co., Inc. Rahway, New Jersey, U.S.A.
 Du, Q. and Wang, Y. 1997. Utilization of tea extracts and the prospect of catechins as anticancer agents. Proceedings of 4th International Symposium on Green Tea, September 3, 1997, Seoul, Korea. pp. 127-133.
 Jay, J.M. 1992. Modern Food Microbiology. 4th ed., Chapman & Hall, New York, U.S.A. pp. 243-247.
 Kyzlink, V. 1990. Principles of Food Preservation. Elsevier Science Publishing Co., New York, U.S.A. pp. 258-260.
 Ogumi, I and Yamada, M. 1997. Protection against cancer risk by green tea and antibacterial activity of tea catechin against Helicobacter pylori. Proceedings of 4th International Symposium on Green Tea. September 3, 1997, Seoul, Korea. pp. 78-85.
 Pyler, E.J. 1988. Baking Science and Technology. Sosland Publishing Co., Merriam, Kansas, U.S.A. p. 260.
 Sadler, G. D. 1994. Titratable acidity. In: Introduction to the Chemical Analysis of Foods. Nielson, S.S. (ed.). Jones and Bartlett Publishers Inc., London, England. pp. 81-91.
 SAS Institute, Inc. 1990. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC. U.S.A.