

녹차음료 PET제품의 고온저장중의 품질 특성 변화

이경훤¹ · 라임정² · 조혁준¹ · 여명재¹ · 김승배² · 박지용³ · 김성호^{4*}

¹롯데중앙연구소, ²롯데제과주식회사
³연세대학교생명공학과, ⁴경북과학대학 바이오식품과

Changes in Quality Characteristics of Green Tea Beverage PET during High Temperature Storage

Gyeong-Hweon Lee¹, Im-Joung La², Hyeok-Jun Cho¹, Myeong-Jai Yea¹,
Seung-Bae Kim², Ji-Yong Park³, and Seong-Ho Kim^{4*}

¹Lotte R&D Center, Seoul 150-964, Korea

²Lotte Confectionery Co., Ltd., Seoul 150-964, Korea

³Dept. of Biotechnology, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

⁴Dept. of Bio Food Science, Kyungbuk Collage of Science, Gyeongbuk 718-851, Korea

Abstract

The objective of this study was to characterize quality changes of PET-packaged green tea beverage during 4-week storage at 60°C. Changes in oxygen transmission of the PET bottle package and cap removal torque were also examined. MXD6 blend PET bottle showed stability in the gas barrier. Its cap removal torque was kept stable during the 4 weeks. pH, color value, contents of vitamin C and catechin showed significant changes during the storage while caffeine and amino acid did not change significantly. Four alcohol flavor components (hexanol, linalool, menthol, and α -terpineol) increased rapidly during the first three weeks while d-limonene did not show significant change. Sensory test showed decrease in astringent flavor lowering the product flavor and acceptability.

Key words: green tea, beverage, high temperature storage, quality characteristics, PET

서 론

녹차(*Camellia sinensis*)는 오랜 세월 동안 전 세계적으로 물 다음으로 가장 널리 애용되고 있는 기호음료로서(1), 음용 인구가 점차 늘어감에 따라 녹차의 성분과 효능에 대한 연구(2,3)가 다양하게 진행되고 있다. 녹차의 음용 형태도 다양화되어 잎차 형태로 가정에서 직접 차를 우려 마시는 전통적인 차 문화와 더불어 최근에는 산업 제품화된 티백, 캔 및 PET 포장 제품의 녹차음료가 등장하는 등 현대인의 생활 문화에 가장 근접된 기호음료로 대중화되어가고 있다(4).

차는 채엽 시기에 따라 1번차는 5월에 채엽하여 제조한 춘차(春茶)이고, 2번차는 6월에서 7월 사이에 채엽한 하차(夏茶)이며, 8월에 채엽하여 제조한 3번차인 추차(秋茶)로 대별되며 제조 공정에 따라 1/2에서 2/3정도 발효시킨 우롱차(烏龍茶)와 100% 발효시킨 홍차(紅茶) 등으로 분류한다(4-7). 녹차는 차엽을 찌거나 뒤어서 산화 효소의 작용을 억제하여 기계 또는 손으로 비벼가면서 건조시켜 만든 것으로

(4,6-8) 한국, 대만, 중국은 전통적으로 주로 뒤음에 의하여 산화 효소를 불활성화 시키고 일본은 증제(蒸製)방법에 의한다(7). 최근에는 녹차 생산이 대량화 및 산업화되면서 증제방법을 주로 사용하고 있다.

녹차는 다른 기호음료에 비하여 질소, 폴리페놀, 당, 유기산, 비타민 및 무기질 등의 성분을 많이 함유하고 있다. 녹차는 차엽의 숙성도 및 품종, 재배 조건 등에 따라 수용성 성분이 변화하며 탄닌 성분에 의한 떫은맛과 당류의 단맛, 아미노산류의 부드러운 맛, 유기산의 신맛, 카페인의 쓴맛 등이 향기성분과 조화를 이루어 독특한 풍미를 가진다(9,10). 녹차의 총 카테킨 함량은 채엽 시기가 늦을수록 증가하고 총 아미노산 함량은 감소하는 경향을 나타냈는데 특히 중요한 생리적 기능을 갖는 테아닌(theanine)의 감소폭이 큰 것으로 보고되었다(11). 녹차에 들어있는 카테킨류는 고혈압, 동맥경화 및 비만예방, 항균, 항암, 충치예방 등 다양한 생리활성 및 약리학적 효과 등 많은 기능을 나타내는 것으로 알려져 있다(1-4,12-15).

최근까지의 녹차에 관한 연구들은 채엽 시기별 품질특성

*Corresponding author. E-mail: shkim@kbcs.ac.kr
Phone: 82-54-972-9586, Fax: 82-54-979-9220

(11,16), 주요 성분의 기능 활성(12,17-19), 시판 녹차의 이화학적 연구(13,20,21) 등 녹차엽 자체의 특성 연구가 대부분이며 전통 녹차의 산업화를 위한 녹차음료의 저장수명 예측 등 제조와 유통에 관련된 품질특성 지표에 관한 연구는 거의 이루어져 있지 않은 실정이다. 따라서 녹차 자체의 기능효과에 대한 연구뿐만 아니라 최근 산업화되어 유통되고 있는 녹차음료의 제조에서 소비에 이르기까지의 품질영향 그리고 저장온도와 저장기간 등 유통조건에 따른 녹차음료의 품질 안정성, 성분조성에 미치는 영향 등에 대한 품질변화를 예측할 필요성이 있다.

본 연구는 녹차음료 산업화 제품의 성분변화에 대한 연구의 일환으로 겨울철 음료 비수기의 틈새시장으로 정착되어 가고 있는 온장고용 녹차 음료 PET제품의 품질 안정성 확립을 연구목적으로 하였다. 특히 60°C의 고온저장조건에서 품질열화의 주요인이 될 수 있는 PET 포장용기 자체의 산소투과성 및 cap의 밀봉 안정성 연구를 통해 품질열화를 최소화할 수 있는 포장 근거를 마련하고, 고온저장 조건에서 일어나는 관능특성 변화를 성분변화와 연계하여 저장수명 지표 물질의 설정과 온장고 내에서 안정적인 품질이 유지될 수 있는 적절한 유통기간 내의 품질지표를 분석하였다.

재료 및 방법

녹차원료

녹차음료 제조에 사용된 녹차엽은 채엽 시기별로 2005년 5월 초순(1일~10일), 5월 중순(11일~20일), 7월 중순(11일~20일)에 경남 하동군 화개면에서 수확한 녹차엽을 화개농협에서 증제차 제조설비를 이용하여 녹차엽을 제조한 후 품질 열화를 최소화하기 위해 즉시 알루미늄 포장재를 이용하여 밀봉 후 -5°C 냉동 조건에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

포장재

고온저장 시험에 사용한 PET 용기는 용량 280±5 mL, 병구 27.97±0.25 mm, 공병무게 26±1.0 g, 지름 ϕ 66, 높이 136 mm이며 재질은 meta xylene diamine 6 blend polyethylene terephthalate(MXD6 blend PET, Hyosung Co., Seoul, Korea)를 cap은 tamper evidence new cap(TEN cap, Yongin Co., Korea)을 각기 사용하였다.

녹차 추출액 제조

원재료 녹차엽은 중작(1번차, 5월 초순 채엽), 대작(1번차, 5월 중순 채엽), 일반엽(2번차, 7월 중순 채엽)을 25:25:50% (W/W)의 비율로 blending하여 물의 투입 비율을 1:50으로 하고 추출온도 60±1°C에서 정확히 4분 30초 동안 추출 후 즉시 20°C로 냉각, 1 μm 여과막으로 여과하여 녹차 추출액으로 사용하였다.

녹차 음료 제조

녹차엽 함량 기준으로 0.9%(w/w)에 해당하도록 한 제조된 녹차 추출액에 향산화제로서 L-아스코르빈산나트륨 0.04%, pH 조정제로서 탄산수소나트륨 0.02%를 투입하여 배합액의 pH를 6.5로 조정하고 1 μm 여과막으로 여과 후 135°C, 40 sec간 살균하고 PET용기에 90°C에서 고온충전 및 capping하여 제품을 제조한 후 20°C에 저장, 보관한 것을 녹차음료 제품으로 사용하였다.

포장재 산소투과도 측정

PET 용기를 향한 습습실(RH 65%, 20°C)에 보관 후 산소투과도 측정장치(OX-TRAN Model 2/21 MH, Mocon Co., Minneapolis, USA)를 이용하여 20°C에서 24시간 동안 760.0 mmHg의 압력으로 측정하였고 이때 carrier gas는 수소 2%, 질소 98%로서 PET 내부를 치환하고 단위 면적으로 투과되어 정상상태에서 두 평행 표면을 뚫고 유출되는 산소가스의 부피를 60분 주기로 측정하였다. 이때 측정시험에 이용한 gas는 99.9% O₂로 하였다.

Removal torque 측정

포장용기의 밀봉성을 확인하기 위하여 cap tightness 측정 장치인 torque tester(T-12-102, Secure Pak Co., Maumee, USA)를 이용하여 cap을 open할 때 진공이 처음 풀리는 시점까지를 기준으로 screw cap의 removal torque를 측정하였다.

녹차음료의 pH 측정

고온저장 중의 녹차음료의 pH변화를 확인하기 위하여 pH meter(HM50G, TOA Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 녹차음료 제조 후 보관 조건인 20°C에서 녹차음료의 pH를 측정하였다.

녹차음료의 색도 측정

색도 측정은 20°C에서 색차색도계(Chroma meter CT-210, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)를 측정하였다. 고온 저장에 따른 색상 변화를 확인하기 위해 색차의 정도를 나타내는 ΔE값으로 나타내고 아래 식에 의해 계산하였다. 이때 ΔE값이 의미하는 색차 정도는 National Bureau of Statistics(NBS) unit의 값(22)으로 Table 1과 같이 표현하였다.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Table 1. Terms of color difference rate

NBS unit	ΔE
Trace	0~0.5
Slight	0.5~1.5
Noticeable	1.5~3.0
Appreciable	3.0~6.0
Much	6.0~12.0
Very much	More than 12.0

Table 2. The operating conditions of amino acids auto analyzer for amino acids analysis

Items	Conditions
Instrument	Biochrom 20, Pharmacia LKB Biotech
Column	High performance cation exchange column (HP PEEK, 4.6×200 mm)
Mobile phase	Lithium citrate A buffer (0.2 M, pH 2.80) Lithium citrate B buffer (0.3 M, pH 3.00) Lithium citrate CII buffer (0.5 M, pH 3.15) Lithium citrate DII buffer (0.9 M, pH 3.50) Lithium citrate 3.55 (1.2 M, pH 3.55) Lithium hydroxide (0.3 M)
Flow rate	25 mL/hr
Reaction coil temp.	135°C
Detection system	Ninhydrin
Detector range	UV 440 nm, UV 570 nm

비타민 C, 카테킨, 카페인 및 아미노산 함량 분석

비타민 C, 카테킨 및 카페인의 함량 분석은 HPLC(Alliance 2695, Waters Co., Milford, USA)를 사용하여 분석하였다. 이때 사용한 분석조건은 μ -Bondapak C₁₈(3.9×300 mm, 10 μ m, Waters) 칼럼으로 비타민 C와 카페인을 칼럼온도 30°C, 카테킨은 40°C로 하였고 이동상은 비타민 C는 50 mM KH₂PO₄: Acetonitrile(60:40), 카테킨은 Acetonitrile: Acetic acid: MeOH: Water(113:5:20:862)이고 카페인은 MeOH: Acetic acid: Water(20:1:79)의 조성으로 흐름속도 1.0 mL/min으로 하였고 시료 10 μ L를 주입하여 UV 254 nm에서 검출하였다. 아미노산 함량은 아미노산 전용분석기(Biochrom 20, Pharmacia LKB Biotech Co., Cambridge, UK)를 사용하여 Table 2의 조건으로 분석하였다.

녹차음료의 향기성분 분석

향기성분 분석은 solid phase micro extraction(SPME)를 이용한 head space법을 이용하였다. 즉 시료 4.9 g과 내부 표준물질로 0.01% methyl pyrazine을 0.1 g 가하여 혼합한 후 그 중 0.4 g을 head space glass vial에 넣고 밀봉한 후 내부온도 40°C에서 20분간 흡착하였다. SPME fiber는 65 μ m PDMS/DVB(Supelco Co., Bellefonte, USA)를 사용하였고 포집된 SPME fiber를 GC-MS(Hewlett-Packard 5973 MSD, Agilent Technologies, California, USA)의 injection port 250°C에서 1분 동안 노출시켜 탈착하였다. 이때 사용한 GC-MS의 분석조건에서 column은 HP-Innowax(60 m×0.32 mm×0.5 mm)를 장착하여 oven 온도를 70°C(3°C/min)→170°C(5°C/min)→230°C로 승온시켜 사용하였고 injection port온도 250°C, interface 온도 240°C, ionization voltage 70 eV의 조건으로 하였고 carrier gas는 He을 1.3 mL/min의 속도로 사용하였다.

녹차음료 관능평가

관능평가는 녹차음료의 관능적 특성을 보다 정확하게 묘사하여 수학적으로 나타내기 위해 정량적 묘사분석 방법

(Quantitative descriptive analysis, QDA)(23)을 이용하였다. 이를 위해 3년 이상 직접 음료 제품개발을 하여 검사 시료에 익숙하고 관능특성 차이식별이 가능한 패널 10명을 1차 선발한 후 각 품질지표에 대한 프로필 테스트를 통해 기준척도에 대한 정확도 및 재현성이 뛰어나고 실험에 대한 흥미도가 높은 패널 6명을 2차 재 선발하여 패널원을 구성하였다. 예비 프로필 수행은 패널요원이 우선 독립적으로 각 품질지표에 관한 시료를 평가한 후 모든 패널요원이 모여 평가결과를 토의하여 의견을 교환하였으며, 각 패널요원들의 평가결과가 다른 경우 패널요원들은 각자 다시 시료를 맛보면서 자신의 평가결과를 확인하고 수정하였다. 또한 모든 패널요원들이 정량적으로 일치된 결과에 도달할 때까지 프로필 수행과정을 반복하여 각 항목척도에 대한 프로필 수행의 오차를 최소화하였다. 정량묘사분석에 사용된 항목척도는 녹차음료 성분 중 녹차의 관능특성과 직접 연관으로 하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 측정하였고 그 결과에 대한 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS, Ver. 9.0) 프로그램을 사용하여 평균±표준편차로 나타내었으며 각 군의 평균 간의 유의성은 one-way ANOVA와 Duncan's multiple range test에 의해 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

PET용기 산소투과도

산소는 용기 내 내용물의 산패현상 등 품질저하를 일으키는 원인이 되기 때문에 고온에 보존하더라도 산소투과를 최대한 억제할 수 있는 용기가 필요하다(24). 녹차음료의 포장재로 사용되는 PET용기는 상온 유통제품의 경우 HR PET (heat resistance polyethylene terephthalate)를 주로 사용하는데 60°C의 고온저장 조건에서는 PET의 가스차단성이 저하되어 산소가 PET 용기 내로 흡입되기 쉬워진다(25).

녹차 PET음료의 고온저장 조건에서 경시에 따른 산소투과도 변화를 측정하기 위하여 녹차 음료를 MXD6 blend PET 용기에 충전 후 60°C 온장고에 4주간 보관하면서 1주일 간격으로 측정된 산소투과도의 결과를 Table 3에 나타내었다. 실험 결과 MXD6 blend PET는 초기 0.009 cc/package/day에서 경시 2주를 지나면서 다소 감소하는 경향을 나타내었으나 3주차에서 4주차까지는 일정한 투과도를 유지하였다. 이 결과 값은 고온 조건에서 시간이 경과해도 MXD6 blend PET의 산소투과억제 능력이 크게 떨어지지 않고 유지되었음을 보여준다. 따라서 온장고에 유통되는 녹차음료의 PET 용기로 MXD6 blend PET가 적합함을 확인하였다.

Cap의 removal torque 변화

일반적으로 PET용기의 밀봉을 위해 HR(heat resistance)

Table 3. Changes in O₂ transmission rate of MXD6 blend PET during storage

Storage period (weeks)	O ₂ transmission rate (cc/package/day)
0	0.009 ± 0.0003 ^{1)a2)}
1	0.009 ± 0.0003 ^a
2	0.008 ± 0.0003 ^b
3	0.007 ± 0.0003 ^c
4	0.007 ± 0.0004 ^c

¹⁾Values are mean ± SD.

²⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

cap이 주로 사용되는데 유통과정에서 물리적인 충격으로 인해 tightness 즉, 밀봉력이 떨어지고 내부 진공이 풀려 내용물 변패의 원인이 되는 경우가 있다. TEN cap은 외부 충격에 의해 밀봉된 녹차음료의 PET와 cap사이의 bridge break가 생겨도 진공이 풀리지 않도록 개발된 것이다.

Cap을 open하여 진공이 처음 풀리는 시점까지를 기준으로 screw cap의 removal torque를 측정하였다. 8°C와 60°C 조건에서 4주 동안 TEN cap의 removal torque 변화를 초기 1주일까지는 2일 간격으로 이후에는 1주일 간격으로 측정하여 그 결과를 Fig. 1에 나타냈다. 최초 0일(20°C)의 removal torque는 7.8 in-lbs이었으며 경시 4주차에서 8°C의 경우 10.5 in-lbs로 2.7 in-lbs 높아졌고, 60°C의 경우 5.5 in-lbs로 2.3 in-lbs 낮아졌다. 그러나 온도별로 시간 경과 시에도 유

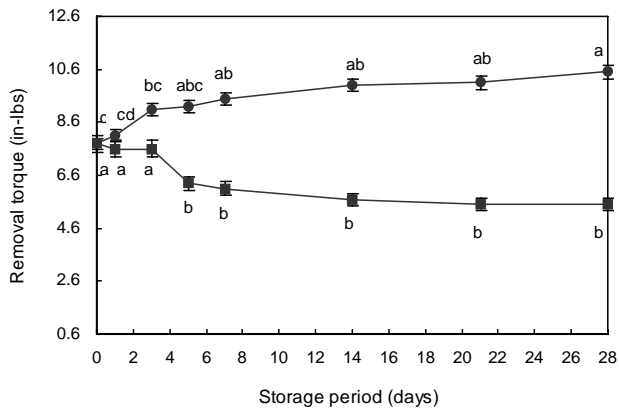


Fig. 1. Changes in TEN cap removal torque during storage. ●: removal torque during storage at 8°C, ■: removal torque during storage at 60°C.

의적인 차이는 없었다. 이 결과 값은 고온 조건에서 cap의 tightness가 다소 약해짐을 나타내며 경시 기간이 오래될수록 녹차음료의 밀봉력이 저하되어 제품의 품질이 저하됨을 의미한다. 따라서 고온저장 조건에서는 적정기간의 removal torque값의 관리가 중요한 품질지표임을 확인할 수 있었다.

녹차음료의 pH 및 색도변화

녹차음료의 60°C 고온저장 조건에서 경시에 따른 pH 변화는 Table 4에서 보는 바와 같이 초기 6.53에서 4주차 6.35까지 경시에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

경시에 따른 녹차음료의 60°C 고온저장 중 색도변화에서 명도를 나타내는 L값은 유의적으로 수치가 떨어져 다소 어두워짐을 나타냈고 적색도를 나타내는 a값도 유의적인 증가를 나타냈다. 한편, 황색도를 나타내는 b값은 0주 16.67에서 경시 4주차 22.64로 변화폭이 유의적으로 커져 내용물의 갈변 현상을 수치로 확인할 수 있었다. L, a, b 값을 기준으로 계산된 ΔE값으로 색차의 정도를 보면 0주 대비 1주차에서 2.78로 감지할 수 있을 정도의 차이를 보이다가 2주차 3.79, 3주차 4.63으로 현저한 차이(appreciable)를 나타냈으며 4주차에는 6.59로 극히 현저한 차이(much)를 보였다(Table 4).

녹차음료의 비타민 C, 카테킨, 카페인 및 아미노산 함량 변화

Table 5에서 보는 바와 같이 경시에 따른 녹차 음료의 60°C 고온저장 조건에서 비타민 C 함량 변화는 0주차의 43.8 mg%에서 4주차 36.9 mg%까지 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었는데 2주차에서 3주차까지의 감소폭이 가장 크게 나타났다. Jong과 Kim(4)은 녹차의 변질이 일어나기 좋은 조건에서 비타민 C는 산화되어 감소되며 비타민 C의 잔존률과 차의 변질정도를 나타내는 관능평가 치와의 사이에는 높은 상관관계가 있으므로 이 잔존률은 차의 변질 정도를 나타내는 지표의 하나라고 하였는데 본 실험에서도 녹차의 변질이 일어나기 쉬운 고온 조건에서 비타민 C 함량의 경시에 따른 유의적인 감소를 확인할 수 있었다.

Lim 등(26)과 Chu와 Juneja(27)는 차엽의 수용성 성분이 차의 풍미에 영향을 주며 차엽의 감칠맛과 단맛은 주로 당과 아미노산류에서 기인하며 쓴맛을 나타내는 카페인과 떫은 맛을 나타내는 카테킨류 등의 화합물이 조화를 이루어 차의 독특한 향기와 맛을 만들어 내고 차의 제조 중에서 차엽의

Table 4. Changes in pH and color values during 4-week storage at 60°C

Storage period (weeks)	pH	Color value			
		L	a	b	ΔE
0	6.53 ± 0.02 ^{1)a2)}	96.9 ± 0.12 ^a	-3.92 ± 0.02 ^a	16.76 ± 0.12 ^a	0.00 ^a
1	6.45 ± 0.01 ^b	96.0 ± 0.23 ^b	-3.43 ± 0.01 ^b	19.34 ± 0.08 ^b	2.78 ± 0.01 ^b
2	6.43 ± 0.03 ^b	95.92 ± 0.25 ^{bc}	-3.18 ± 0.03 ^c	20.35 ± 0.02 ^c	3.79 ± 0.02 ^c
3	6.37 ± 0.03 ^c	95.33 ± 0.26 ^c	-2.52 ± 0.02 ^d	20.89 ± 0.05 ^d	4.63 ± 0.03 ^d
4	6.35 ± 0.02 ^c	94.49 ± 0.19 ^d	-2.18 ± 0.01 ^e	22.64 ± 0.10 ^e	6.59 ± 0.02 ^e

¹⁾Values are mean ± SD.

²⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 5. Changes in vitamin C, catechin, caffeine, and amino acid content during 4-week storage at 60°C

Storage period (weeks)	Vitamin C (mg%)	Catechin (mg%)	Caffeine (mg%)	Amino acid (mg%)
0	43.8±0.16 ^{1)a2)}	16.2±0.32 ^a	8.51±0.42 ^a	8.82±0.72 ^a
1	42.1±0.20 ^b	15.1±0.22 ^b	8.50±0.36 ^a	8.41±0.58 ^a
2	40.7±0.40 ^c	13.7±0.18 ^c	8.53±0.59 ^a	8.01±0.93 ^a
3	37.5±0.55 ^d	13.3±0.28 ^c	8.52±0.16 ^a	8.42±0.76 ^a
4	36.9±0.41 ^d	12.6±0.38 ^d	8.55±0.34 ^a	8.44±0.56 ^a

¹⁾Values are mean±SD.

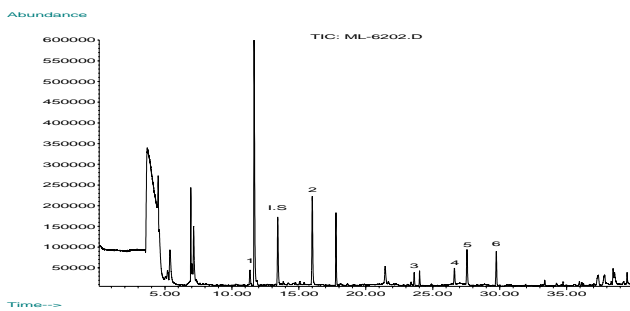
²⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

수용성 성분 간에 이화학적 변화가 일어나 이들 성분이 차의 맛을 결정하고 향과 색의 형성에 관여하는 것으로 하였다.

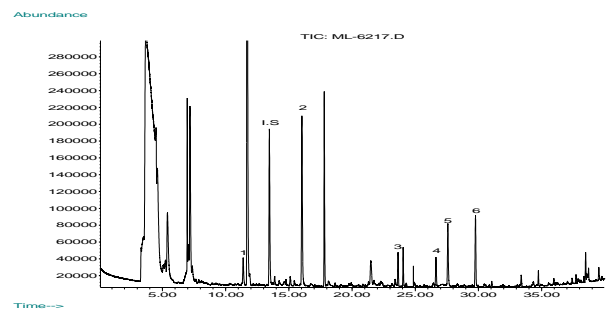
고온저장 조건에서 관능지표로서의 녹차성분 변화를 알아보기 위하여 경시에 따른 녹차음료의 카테킨, 카페인 및 아미노산 분석을 실시한 결과 Table 5에서 보는 바와 같이 카테킨 함량은 0주 16.2 mg%에서 경시 4주차 후 12.6 mg%로 약 22%의 유의적인 감소를 나타내었다. 카페인 및 아미노산 함량은 초기값 대비 경시 4주차까지 큰 유의차를 보이지 않아 고온 저장 조건에서 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

녹차음료의 향기성분 변화

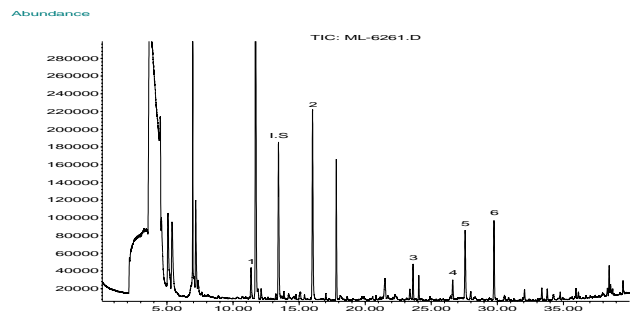
Fig. 2에서 보듯이 녹차음료의 head space 휘발성 향기성분 구성은 hexanol, linalool, menthol, α -terpineol의 alcohol류 4종과 carbitol의 esters류 1종 그리고 d-limonene의 hydrocarbon 1종이 주요 성분으로 검출되었다. 이들 향기성분이 조화를 이루어 녹차음료의 독특한 향미를 이룬다고 할 수 있는데 hexanol, linalool, menthol, α -terpineol 4종의 alcohol류 향기성분은 시간 경과에 따라 전체적인 향기성분의 증가를 보였고 d-limonene은 유의적으로 변화를 보이지 않았으며 carbitol은 유의적으로 감소하였다.



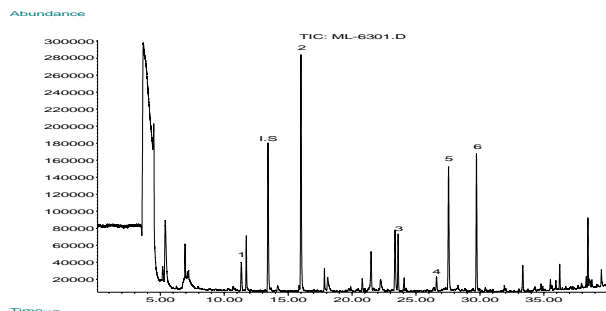
(a) Initial



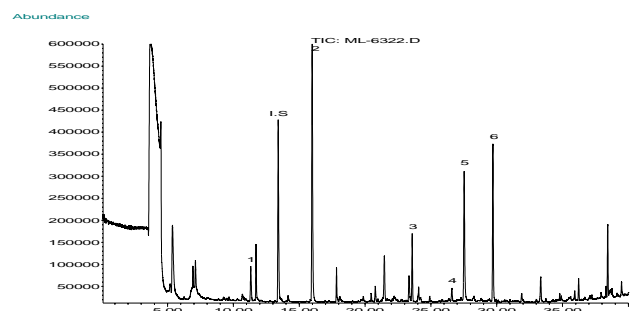
(b) 60°C, 1 week



(c) 60°C, 2 weeks



(d) 60°C, 3 weeks



(e) 60°C, 4 weeks

Fig. 2. GC chromatogram of head space volatile component during 4-week storage at 60°C.

Table 6. Changes in main flavor components content during 4-week storage at 60°C

Storage period (weeks)	Main flavor components (Peak area ratio)					
	Limonine	Hexanol	Linalool	Carbitol	Menthol	α-Terpineol
0	0.23±0.08 ^{1)a2)}	1.34±0.18 ^a	0.16±0.03 ^a	0.24±0.01 ^a	0.53±0.04 ^a	0.49±0.01 ^a
1	0.18±0.05 ^a	1.09±0.09 ^{ab}	0.17±0.02 ^a	0.18±0.01 ^b	0.41±0.05 ^b	0.43±0.05 ^a
2	0.22±0.06 ^a	1.27±0.11 ^b	0.19±0.02 ^a	0.12±0.01 ^c	0.47±0.03 ^{ab}	0.44±0.05 ^a
3	0.22±0.02 ^a	1.72±0.05 ^c	0.33±0.08 ^b	0.10±0.01 ^d	0.95±0.06 ^c	0.87±0.07 ^b
4	0.21±0.03 ^a	1.59±0.12 ^c	0.31±0.06 ^b	0.08±0.01 ^e	0.84±0.06 ^d	0.82±0.05 ^b

¹⁾Values are mean ±SD.

²⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

녹차음료의 60°C 고온저장 조건에서 경시에 따른 향기성분 변화는 녹차음료 제조 후 20°C에 보관한 제품을 0주로 하고 온장 조건에서 4주 경과까지의 녹차음료 head space 내 휘발성 향기성분의 저장 기간에 따른 성분함량 변화를 Table 6에 나타내었다. 특히 hexanol의 경우 초기 1.340에서 3주차 1.705까지 약 27.2%의 증가를 나타내었고 linalool은 초기 0.157에서 3주차 0.329까지 약 109.6%, menthol은 초기 0.530에서 3주차 0.950까지 약 72.9%, 그리고 α-terpineol은 초기 0.485에서 3주차 0.865까지 약 69.1%의 높은 증가를 나타내어 이들 alcohol류 4종은 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다.

Jong과 Kim(4)은 녹차 저장 중 총 휘발성 향기성분량은 저장에 의한 변화에 따라 증가한다고 하였는데 본 실험 결과의 4종의 alcohol류 향기성분의 함량 증가도 마찬가지로 고온저장에서 경시에 따른 내용물 열화에 의한 향기성분 함량이 증가되는 결과라 판단된다.

녹차음료의 관능평가

관능평가 결과는 패널원 6명의 평가를 평균하여 Fig. 3에 나타내었다. 60°C 고온 저장 조건에서 쓴맛의 경우 경시 2주차까지 완만한 감소 경향을 보이다가 2주차 이후 변화를 나타내지 않았고 감칠맛의 경우 경시 1주차까지 나타났던 감

소 경향이 2주차 이후 다소간의 유의차 범위에서 변화가 나타나지 않았다. 떫은맛, 향 그리고 전체적인 맛은 경시에 따라 감소하는 경향을 보였고 특히 2주차에서 3주차로 진행되면서 향과 전체적인 맛의 기호도가 뚜렷이 낮아지는 결과를 보였다.

정량적 묘사분석으로 실시한 이 관능평가 결과는 녹차음료의 수용성 성분인 카테킨, 카페인, 아미노산 함량의 고온저장 중 시간 경과에 따른 함량변화와 유사한 결과를 보여 주었는데 녹차음료의 수용성 성분 등에서 쓴맛과 감칠맛의 지표인 카페인과 아미노산 함량이 고온저장 중 큰 변화가 없었던 것과 떫은맛의 지표인 카테킨 함량이 완만한 감소를 보여준 결과와 관능평가 결과가 유사했다.

또한 향기성분 분석 결과에서 hexanol, linalool, menthol, α-terpineol 4종의 alcohol류 향기성분이 고온저장 2주차에서 3주차까지 급격한 함량 증가로 내용물 열화에 의해 향기 변화를 보여준 수치와 관능평가 결과 2주차에서 3주차로 진행되면서 aroma components 및 synthetic taste가 뚜렷이 낮아지는 결과가 유사했다.

녹차음료의 이화학적 항목인 pH, 색도 및 비타민 C의 고온저장 중 경시변화 결과에서 pH는 시간이 경과되면서 하락하였고 색도측정에서는 명도를 나타내는 L값은 수치가 떨어져 다소 어두워짐을 나타냈고 황색도를 나타내는 b값 또한 변화폭이 커서 내용물의 갈변 현상을 수치로 확인할 수 있었는데 이러한 결과는 색상의 갈변현상과 전체적인 맛의 기호도 감소 결과와도 유사한 경향을 보였다.

또한 비타민 C는 고온저장 조건에서 나타난 경시에 따른 녹차의 변질이 일어나기 쉬운 고온 조건에서 비타민 C 함량의 경시에 따른 변화와 관능평가에서 나타난 결과 사이의 상관관계를 보여주고 있어 비타민 C 함량 측정은 녹차음료의 품질을 확인할 수 있는 품질지표의 하나라고 할 수 있을 것이다.

요 약

본 연구는 60°C 고온저장 조건에서 4주 동안 PET 포장된 녹차음료의 품질 변화 특성과 품질열화를 최소화할 수 있는 포장 근거를 마련하기 위하여 PET 포장용기의 산소투과성 및 cap의 밀봉 안정성을 조사하였다. 고온저장 조건에서

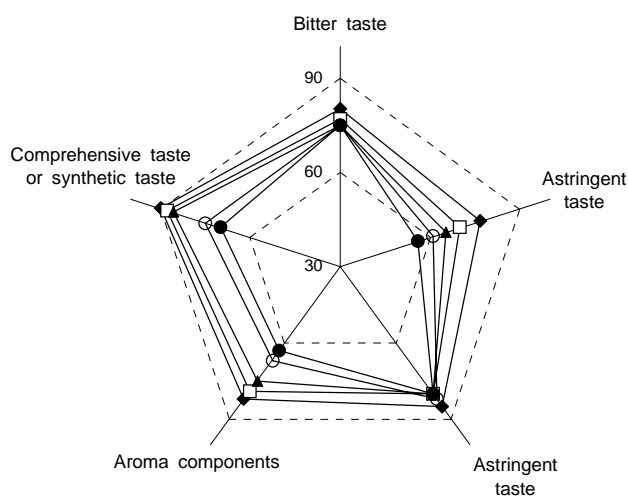


Fig. 3. Changes in sensory evaluation score during 4-week storage at 60°C. ◆: 0 week, □: 1 week, ▲: 2 week, ○: 3 week, ●: 4 week.

MXD6 blend PET는 가스 차단성이 우수하였으며 4주 동안 TEN cap의 removal torque 변화도 적게 나타났다. 4주 동안 고온저장 중 녹차음료의 pH, 색도 및 비타민 C 및 카테킨 함량은 유의적으로 변화하였고 카페인과 총 아미노산의 함량은 고온저장 중 크게 변화하지 않았다. Hexanol, linalool, menthol 및 α -terpineol 4종의 alcohol류 향기성분은 고온저장 3주차까지 급격한 함량 증가를 보였고 d-limonene은 큰 변화가 없었다. 관능평가 결과는 떫은맛과 향, 전체적인 맛은 기호도가 낮아지는 결과를 보였다.

문 헌

- Graham HN. 1992. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Preventive Med* 21: 334-350.
- Lee YJ, Ahn MS, Oh WT. 1998. A study on the catechins contents and antioxidative effect of various solvent extracts of green, oolong and black tea. *J Food Hyg Safety* 13: 370-376.
- Oh MJ, Hong BH. 1995. Variation in chemical components of Korean green tea resulted from developing stages and processing recipe. *Kor J Crop Sci* 40: 518-524.
- Park DH, Kim JT. 2003. *Science of tea*. Daekwangsa, Seoul. p 15-87.
- Kim JT. 1996. *Science and culture of tea*. Borimsa, Seoul. p 15-22.
- Wee JH, Moon JH, Park KH. 1999. Catechin content and composition of domestic tea leaves at different packing time. *Kor J Food Sci Technol* 31: 20-23.
- Park JH, Kim SW, Choi HK, Kim KS, Kim SC. 1997. Chemical components of Korean native tea plants. *Kor J Med Crop Sci* 5: 217-224.
- Shin MK. 1994. Science of green tea. *Kor J Diet Cult* 9: 433-445.
- Anan T, Iwasa K. 1997. The differences of flavor and chemical constituents characteristics between spring and summer green teas. *Study of Tea* 53: 74-81.
- Nakagawa M, Amano I. 1974. Evaluation method of green tea grade by nitrogen analysis. *J Food Sci Technol* 21: 57-63.
- Kim SH, Han DS, Park JD. 2004. Changes of chemical compounds of Korean green tea according to harvest periods. *Kor J Food Sci Technol* 36: 542-546.
- Suzuki M, Tabuchi M, Ikeda M, Umegaki K, Tomita T. 2004. Protective effects of green tea catechins on cerebral ischemic damage. *Med Sci Monit* 10: 166-174.
- Park JH, Choi HK, Park KH. 1998. Chemical components of various green teas on market. *Kor J Tea Soc* 4: 83-92.
- Sin MG, Nam CW. 1979. Analytical method of L-ascorbic acid content in green tea. *Kor J Food Sci Technol* 11: 77-80.
- Park YH, Won EK, Son DJ. 2002. Effect of pH on the stability of green tea catechins. *J Food Hyg Safety* 17: 117-123.
- Park JH, Kim YO, Nam SH, Kim JK. 2008. Effect of plucking season and days on main component content of green tea. *J Kor Tea Soc* 14: 167-174.
- Lin YL, Juan IM, Chen YI, Liang YC, Lin JK. 1996. Composition of polyphenols in fresh tea leaves and associations of their oxygen radical absorbing capacity with anti-proliferative actions in fibro blast cells. *J Agri Food Chem* 44: 1387-1394.
- Ahmad N, Feyes DK, Nieminen AL, Agarwal RH, Mukhtar H. 1997. Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate and induction of apoptosis and cell cycle arrest in human carcinoma cells. *J Nat Cancer Inst* 89: 1881-1886.
- Seo YJ, Noh SK. 2008. Effects of green tea extract on intestinal mucosal esterification of 14C-oleic acid in rats. *Kor J Food Preserv* 15: 450-455.
- Kim BS, Yang WM, Choi J. 2002. Comparison of caffeine, free amino acid, vitamin C and catechins content of commercial green tea in Bosung, Sunchon, Kwangyang, Hadong. *Kor J Tea Soc* 8: 55-62.
- Choi SH, Lee BH, Choi HD. 1992. Analysis of catechin contents in commercial green tea by HPLC. *Kor J Soc Food Nutr* 21: 386-389.
- Koksals T, Dikbas I. 2008. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. *Dent Mater J* 27: 139-144.
- Stone H, Sidel JL, Oliver S, Woolsey A, Singleton RC. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol* 28: 24-34.
- Kai S, Morofuji A, Yoshikawa M, Otsuki C. 2003. Enhanced gas barrier PET bottles. *JPI Journal* 41: 674-680.
- Prattipati V, Hu YS, Bandi S, Schiraldi DA, Hiltner A, Baer E, Mehta S. 2005. Effect of compatibilization on the oxygen-barrier properties of poly(ethylene terephthalate)/poly(m-xylylene adipamide) blends. *J Appl Polymer Sci* 97: 1361-1370.
- Lim DC, Shim KH, Hur JH, Choi JS, Suh JS. 1990. Changes of major component during the manufacture of green tea. *Inst J Agr Res Util Gyeongsang Natl Univ* 24: 123-130.
- Chu DC, Juneja LR. 1997. General chemical composition of green tea and its infusion. In *Chemistry and applications of green tea*. CRC Press, Boca Raton, NY, USA. p 13-22.

(2008년 10월 29일 접수; 2008년 12월 17일 채택)