

## 저장조건에 따른 녹차의 카테킨류, 테아닌의 변화

이 승 언<sup>¶</sup>

위덕대학교 외식산업학부<sup>¶</sup>

### The Change of Catechin and Theanine Content in Green Tea during Different Storage Conditions

Seung-Un Lee<sup>¶</sup>

Dept. of Food Service Industry, Uiduk University<sup>¶</sup>

#### Abstract

This study used HPLC to analyze the contents of catechins, alkaloids, and theanine of commercial green tea. Green tea samples were stored for 6 months at five different temperatures, 30°C, 15°C, 4°C, -15°C and -40°C.

Catechins change in storage temperature was 30°C > 15°C > 4°C > -15°C > -40°C stored for 6 months. Total alkaloids content higher levels were CAF(27.49 mg/g) with lower level of TB(2.16 mg/g) and TP(0.28 mg/g). The total alkaloids content decreased in the longer storage periods, a similar case with, although CAF were almost unchanged in all storage temperatures. The results indicate that temperature and storage time are important in the storage of green tea, with refrigerated and frozen conditions as preferable to increase or preserve the chemical compounds of the green tea.

**Key words:** green tea, catechin, alkaloid, theanine, storage time, storage temperature

#### I. 서 론

녹차는 Teaceac 종의 Camellia과에 속하는 식물로 약 75~80%의 수분을 함유하고 있으며, 20~25%가 고형분이다. 이 고형분에는 단백질, 아미노산, 섬유소, 펙틴과 함께 탄닌과 카페인 등을 함유하고 있다(Kim JT 1996). 녹차의 성분 중 탄닌은 차의 맛에 영향을 주는 성분으로 차 탄닌 성분 중 많은 양이 차카테킨류인 것으로 알려져 있다(Nakagawa M 1975). 녹차에는 카테킨류 이외에도 caffeine, theobromine, theophylline과 같은 알칼로이드류 물질, 테아닌과 같은 아미노산류도 함

유되어 있다(Finger A et al 1992; Shao W et al 1995). 녹차에 함유되어 있는 카테킨류는 심혈관 질환에 영향을 주는 콜레스테롤의 산화를 억제하는 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 그 이외에도 항산화 작용과 항종양성 등의 녹차가 가지는 여러 가지 작용에 대한 연구결과가 보고되고 있다(Yoshioka H et al 1991; Higdon JV and Frei B 2003; Song JM et al 2007; Khan SM & Kour G 2007; Mohan KVP et al 2007; Kim CH 2009). 또한, 테아닌은 차에 함유되어 있는 아미노산으로 차의 맛에 영향을 주는 녹차 특유의 감칠맛을 내는 성분이다. 이들 성분은 채엽 시기와 차

¶: 이승언, sulee@uu.ac.kr, 경북 경주시 강동면 동해대로 261, 위덕대학교 외식산업학부

잎의 품질에 따라 함량에 차이가 있다고 알려져 있다(Lee et al 2015). 녹차는 우리나라뿐만 아니라, 세계 여러 나라에서 음용되고 있으며, 식품공전에는 다류로 분류되어 있으며, 식물성 원료를 이용하여 제조, 가공한 기호 식품을 말한다(Food Code 2008). 녹차의 제조방법은 다양하지만, 일반적으로는 찌거나 덫는 등의 제조공정으로 만들어지고 있으며, 녹차의 저변 확대를 위하여 지자체에서는 녹차의 생산과 관광산업을 연계하여 확대하려는 움직임(Yeo HK & Park KT 2007)도 이루어지고 있다. 녹차는 차로 음용되는 것 이외에도 과자, 빵, 케이크, 국수, 아스크림 등 다양한 식품에 혼용되어 사용되고 있으며, 이것은 건강식품으로서의 이미지도 가지고 있다(Tang S et al 2001; Mok CK 2002; Nha YA & Park JN 2003; Lee JW & Do JH 2005; Kim WM & Lee YS 2008; Han KY 2015). 녹차는 수분함량을 낮추어 장기간 보관을 하며 사용하는 것이 일반적인 방법이다. 따라서 보관 중에 맛과 향 등에 변화가 일어나고, 이것은 차의 품질에도 영향을 줄 수 있다(Jeong DH & Kim JT 1997; Park JH et al 2005). 차의 품질 변화는 온도와 습도가 높은 여름철에 상온 보관 시 쉽게 변질될 가능성이 높다(Fukatsu S & Hara T 1971). 녹차의 성분 중에는 공기 중의 산소와 반응하는 산화반응이 일어, 이것은 녹차의 수분함량, 저장 온도, 효소의 불활성화 정도, 빛 등의 영향을 받는다. 녹차를 구입하게 되면 빠른 시간 내에 섭취하는 것이 가장 좋은 방법이지만, 일반적인 가정에서는 실온 혹은 냉장고에 보관을 하면서 소비하는 것이 일반적이다. 따라서 녹차의 성분의 변화를 억제하기 위해서는 저장 방법이 중요한 요인이 될 수 있다. 또한, 녹차의 저장에 따른 품질이나 성상에 대한 연구는 이루어지고 있으나, 저장 조건에 따른 유용성분의 변화를 장기간 검토한 연구는 많지 않은 것이 현실이다.

따라서 본 연구는 소비자가 가장 쉽게 구할 수 있는 시판 잎 녹차를 구입하여 일상생활에서 많이 이용되는 저장 온도(상온 15℃, 냉장 4℃, 냉동

-15℃)와 극단적인 저장 온도 (30℃와 -40℃)를 설정하였고, 저장기간은 6개월로 하여 녹차의 카테킨류, 알칼로이드류 및 테아닌의 변화를 분석함으로써, 저장 온도와 저장 기간에 따른 녹차의 유용 성분 변화 결과를 토대로 소비자들이 실생활에서 녹차제품을 사용할 때 합리적인 저장 조건에 관한 기본적인 자료를 제공하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용한 녹차는 일반적으로 시중에서 판매되는 전남 보성에서 수확한 잎 녹차(세작)를 포항시내 소재 대형 마트에서 2015년 9월경 구입하여 사용하였다. 실험에 사용된 시약들은 Folin-Ciocalteu's phenol 시약, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Fe<sup>2+</sup>-ascorbate, 2-thiobarbituric acid, epigallocatechin(EGC), catechin(C), epicatechin(EC), epigallocatechin-3-gallate(EGCG), gallocatechin-3-gallate(GCG), catechin-3-gallate(CG), epicatechin-3-gallate (ECG), caffeine(CAF), theobromine(TB), theophylline(TP)은 Sigma(St, Louis, MO, USA)제품을 사용하였다. 분석에 사용한 시약들은 HPLC grade acetonitrile과 ethanol, analytical grade potassium dihydrogen phosphate (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 및 그 밖의 시약은 특급을 사용하였다.

### 2. 시료 제조

실험에 사용한 녹차는 에탄올추출법(Friedman M et al 2005)에 따라 추출하였다. 각 시료를 flask에 넣고 80% 에탄올 용액(ethylalcohol : water, 80:20, v/v) 50 mL를 첨가한 후, 60℃의 water bath에서 15분간 추출하였다. 이 추출액을 5분간 초음파로 처리하고, 이 액을 glass filter를 이용하여 흡입여과(Whatman filter paper No. 2)하였다. 남은 잔사에 소량의 80% 에탄올로 2회 세척을 한 후, 그 여액을 더하여 100 mL로 정용하였다.

### 3. 실험방법

#### 1) HPLC 분석방법

녹차 추출물을 0.45  $\mu\text{m}$ 의 millipore nylon filter(Badford, MA)로 여과하여 HPLC (HITACHI 655AII, Tokyo, Japan)에 직접 주입하여 분석하였다. 녹차 추출물에 함유되어 있는 catechin류, alkaloid류, theanine은 표준품을 HPLC로 분석한 retention time과 시료를 표준품과 동일한 조건으로 분석한 결과와 비교하여 동정하였고, 시료 용액에 일정량의 표준품을 첨가하여 동시에 HPLC에서 분석하여 검출된 피크의 모양과 검출시간을 측정하여 확인하였다. 실험은 3번 반복 측정하였고, 표준시료의 peak 면적에 의해 산출된 값을 기준으로 평균과 표준편차로 나타내었다. 분석조건은 <Table 1>와 같다.

#### 2) Theanine 분석

녹차 추출물의 theanine 분석은 Lee MH, Lee SU(2013)의 방법을 이용하였다. 시료 50  $\mu\text{L}$ 를 시험관에 넣고 회전 농축기를 이용하여 30°C에서 감압 건조한 후, 1%  $\text{Na}_2\text{HCO}_3$ (2 mL)와 FDNB (0.1 mL)를 첨가하였다. 이것을 잘 섞은 후 40°C의 어두운 곳에서 3시간 동안 반응시킨 후, 초산에틸 2 mL를 첨가하여 여분의 FDNB를 제거하였다. 여기에 0.5 N HCl(0.5 mL)과 초산에틸 1 mL를 첨

가하여 테아닌을 추출하였다. 이 과정을 5회 반복하여 모아진 DNP-아미노산액을 30°C에서 감압 건조하였다. 건조 후 남은 잔사에 80% 에탄올 (ethylalcohol : water, 80:20, v/v) 2 mL를 첨가하여 녹인 후 15,000 rpm으로 2분 동안 원심분리하여 그 상층액을 HPLC에 직접 주입하여 theanine을 분석하였다.

#### 4. 통계 처리

본 연구를 통해 얻어진 실험 자료는 SPSS 16.0을 사용하여 분석하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

#### 1. 저장에 따른 녹차 catechin류의 변화

시판 잎차(세작)의 저장 온도 및 기간에 따른 catechin류의 변화를 <Table 2>에 나타내었다. 녹차 연구에 따른 결과들을 보면 녹차에 함유되어 있는 카테킨류 중에서 EGCG의 함량이 가장 많다고 알려져 있다(Yeo SG et al 1995; Oh JH et al 2004). 본 실험의 결과에서도 catechin류 중에서는 가장 많은 양을 차지하는 것은 EGCG로, 총 카테킨 함량 중 약 47%인 75.42 mg/g이었다. 그 다음으로 EGC가 28.43 mg/g, ECG가 24.53 mg/g, C가 12.42 mg/g이었고, 함량이 제일 적었던 것은 GCG

<Table 1> Apparatus and conditions of HPLC for analysis

Instrument	Hitachi Liquid Chromatograph ; model 655A-II
Injector	Hitachi 655A-40 autosampler
Detector	Simadzu photodiode assay UV-VIS detector (model SPD-10vp)
Column	Inertsil ODS-3V (5 $\mu\text{m}$ particle diameter, GL Science)
Solvent	Acetonitrile / 20mM $\text{KH}_2\text{PO}_4$
Column temperature	30°C (Simadzu column oven CTO-10VP)
Flow rate	0.8 mL/min
Injection volume	20 $\mu\text{L}$
Detector wavelength	280 nm

**<Table 2> Effects of storage temperature and times on catechins in green tea**

Storage time (month)	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total CATS	F-value
Before storage									
	28.43±0.13 <sup>c</sup>	12.42±0.16 <sup>ab</sup>	8.24±0.09 <sup>a</sup>	75.42±0.14 <sup>ac</sup>	5.47±0.11 <sup>a</sup>	24.35±0.18 <sup>ab</sup>	5.89±0.03 <sup>a</sup>	160.22	1.00
Storage at 30°C									
1	26.43±0.03 <sup>a</sup>	11.42±0.09 <sup>ab</sup>	7.24±0.08 <sup>a</sup>	72.42±0.10 <sup>a</sup>	4.77±0.02 <sup>a</sup>	22.35±0.09 <sup>ab</sup>	5.09±0.03 <sup>a</sup>	149.73	0.94
2	22.35±0.11 <sup>bc</sup>	8.49±0.03 <sup>a</sup>	5.48±0.03 <sup>ab</sup>	58.46±0.21 <sup>c</sup>	3.92±0.06 <sup>a</sup>	19.47±0.11 <sup>a</sup>	4.77±0.09 <sup>ab</sup>	111.94	0.57
4	20.43±0.09 <sup>b</sup>	6.17±0.11 <sup>a</sup>	4.27±0.09 <sup>b</sup>	42.19±0.18 <sup>a</sup>	3.18±0.07 <sup>c</sup>	11.48±0.09 <sup>a</sup>	4.17±0.02 <sup>b</sup>	91.90	0.20
6	19.24±0.08 <sup>cd</sup>	4.78±0.09 <sup>d</sup>	3.24±0.09 <sup>b</sup>	40.18±0.20 <sup>a</sup>	2.51±0.04 <sup>bc</sup>	10.48±0.12 <sup>b</sup>	3.84±0.11 <sup>a</sup>	84.26	0.18
Storage at 15°C									
1	28.03±0.11 <sup>c</sup>	12.02±0.10 <sup>a</sup>	8.14±0.05 <sup>a</sup>	74.32±0.21 <sup>c</sup>	5.37±0.04 <sup>b</sup>	23.25±0.07 <sup>a</sup>	5.79±0.10 <sup>ac</sup>	157.92	0.97
2	27.21±0.03 <sup>a</sup>	11.32±0.10 <sup>b</sup>	7.16±0.10 <sup>ab</sup>	62.32±0.10 <sup>d</sup>	4.27±0.09 <sup>a</sup>	20.55±0.11 <sup>b</sup>	5.13±0.11 <sup>b</sup>	137.96	0.66
4	22.21±0.10 <sup>b</sup>	8.12±0.11 <sup>b</sup>	5.09±0.09 <sup>c</sup>	59.32±0.23 <sup>ac</sup>	3.87±0.02 <sup>d</sup>	15.31±0.11 <sup>ac</sup>	4.84±0.10 <sup>b</sup>	118.76	0.60
6	21.19±0.10 <sup>a</sup>	6.16±0.05 <sup>c</sup>	4.26±0.11 <sup>c</sup>	42.32±0.11 <sup>b</sup>	3.37±0.03 <sup>ab</sup>	13.46±0.04 <sup>a</sup>	4.34±0.04 <sup>a</sup>	95.09	0.20
Storage at 4°C									
1	28.23±0.11 <sup>b</sup>	12.32±0.09 <sup>bc</sup>	8.14±0.10 <sup>ab</sup>	75.32±0.20 <sup>a</sup>	5.27±0.11 <sup>c</sup>	24.24±0.11 <sup>b</sup>	5.61±0.11 <sup>c</sup>	159.13	1.00
2	27.53±0.10 <sup>ac</sup>	11.92±0.07 <sup>a</sup>	7.82±0.11 <sup>ac</sup>	73.22±0.20 <sup>ab</sup>	4.77±0.12 <sup>ac</sup>	23.51±0.10 <sup>c</sup>	5.52±0.10 <sup>d</sup>	154.28	0.95
4	25.83±0.10 <sup>c</sup>	9.83±0.10 <sup>c</sup>	6.71±0.10 <sup>b</sup>	70.46±0.18 <sup>d</sup>	4.19±0.03 <sup>c</sup>	20.44±0.11 <sup>ac</sup>	5.18±0.01 <sup>c</sup>	142.63	0.90
6	24.43±0.20 <sup>cb</sup>	9.23±0.11 <sup>a</sup>	5.94±0.05 <sup>a</sup>	68.47±0.20 <sup>bc</sup>	3.89±0.03 <sup>ab</sup>	19.13±0.11 <sup>b</sup>	4.76±0.11 <sup>b</sup>	135.85	0.85
Storage at -15°C									
1	28.29±0.11 <sup>b</sup>	12.38±0.03 <sup>b</sup>	8.19±0.03 <sup>b</sup>	75.38±0.09 <sup>b</sup>	5.43±0.04 <sup>b</sup>	24.35±0.07 <sup>a</sup>	5.87±0.05 <sup>d</sup>	159.87	1.00
2	28.15±0.10 <sup>a</sup>	12.24±0.11 <sup>a</sup>	8.04±0.01 <sup>d</sup>	75.09±0.10 <sup>c</sup>	5.23±0.01 <sup>c</sup>	24.18±0.11 <sup>a</sup>	5.67±0.12 <sup>a</sup>	158.58	1.00
4	28.01±0.11 <sup>d</sup>	11.94±0.05 <sup>a</sup>	7.85±0.06 <sup>c</sup>	74.89±0.10 <sup>a</sup>	5.11±0.10 <sup>b</sup>	23.88±0.10 <sup>b</sup>	5.41±0.11 <sup>c</sup>	157.10	1.00
6	27.92±0.07 <sup>c</sup>	11.79±0.11 <sup>b</sup>	7.59±0.10 <sup>a</sup>	74.62±0.15 <sup>d</sup>	5.06±0.04 <sup>a</sup>	23.61±0.10 <sup>c</sup>	5.27±0.10 <sup>b</sup>	155.86	0.99
Storage at -40°C									
1	28.40±0.11 <sup>a</sup>	12.42±0.10 <sup>ac</sup>	8.23±0.10 <sup>c</sup>	75.39±0.20 <sup>a</sup>	5.43±0.09 <sup>d</sup>	24.33±0.20 <sup>ac</sup>	5.88±0.01 <sup>c</sup>	160.07	1.00
2	28.38±0.10 <sup>c</sup>	12.42±0.10 <sup>ab</sup>	8.19±0.10 <sup>b</sup>	75.37±0.11 <sup>ac</sup>	5.42±0.01 <sup>b</sup>	24.30±0.10 <sup>ab</sup>	5.87±0.02 <sup>a</sup>	159.96	1.00
4	8.30±0.09 <sup>ad</sup>	12.32±0.11 <sup>c</sup>	8.11±0.08 <sup>ab</sup>	75.24±0.18 <sup>ab</sup>	5.32±0.06 <sup>a</sup>	24.19±0.10 <sup>ad</sup>	5.67±0.10 <sup>a</sup>	159.15	1.00
6	28.14±0.10 <sup>c</sup>	12.11±0.10 <sup>b</sup>	7.81±0.10 <sup>d</sup>	75.01±0.21 <sup>d</sup>	5.12±0.10 <sup>ac</sup>	23.92±0.07 <sup>b</sup>	5.46±0.10 <sup>d</sup>	157.58	1.00

Mean±S.D.(n=3, mg/g dry wt).

<sup>a-c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

로 5.47 mg/g이었다.

저장 온도에 따른 카테킨류의 변화는 저장 기간 6개월의 녹차를 비교하였을 때  $30^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C} > 4^{\circ}\text{C} > -15^{\circ}\text{C} > -40^{\circ}\text{C}$ 의 순서였다. 녹차를  $30^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하였을 때 EGC의 함량이 19.24 mg/g으로 감소하였고, CG가 3.84 mg/g, EGCG가 40.18 mg/g으로 감소하여 변화의 폭이 가장 많았다. 상대습도가 높고 온도가 높을수록 카테킨류가 감소를 하였고, 그 중에서도 EGCG의 함량이 매우 감소하였다는 연구 결과와 비교하여 보았을 때 감소율을 EGC가 가장 높았으나, 함량으로 볼 때 75.42 mg/g에서  $30^{\circ}\text{C}$ 에서 6개월간 저장하였을 때 40.18 mg/g으로 가장 많이 감소한 결과와 동일한 경향이였다. 녹차를 저장할 때는 특히 여름철에 온도와 습도가 높을 때 쉽게 변질되어 품질이 떨어진다는 연구결과(Haraguchi et al 2002)와 비교하였을 때 저장 온도  $30^{\circ}\text{C}$ 라는 조건에서 카테킨류는 정도의 차이는 있었지만, 저장기간이 길어질수록 감소되는 결과와 비슷한 경향임을 알 수 있었다.  $15^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 녹차 추출물의 EGCG는 6개월 저장한 녹차에서 42.32 mg/g으로 저장 전 보다 약 46% 감소하였다. 상온과 비슷한  $15^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 녹차는  $30^{\circ}\text{C}$ 보다는 변화의 폭이 적었으나, 동일한 경향으로 감소한다는 것을 알 수 있었다. 반면, 저장 기간 중 카테킨류의 변화가 가장 적었던 것은  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 녹차였다. 본 실험에서 6개월간 저장한 녹차의 카테킨류 감소율은 7종 모두에서 8%이내였다.  $-15^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 녹차 또한,  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 녹차보다 감소율은 약간 증가하였으나, 모든 카테킨류에서 10% 이하로, 그 변화는  $30^{\circ}\text{C}$ 와  $15^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 녹차보다 아주 적었다. 녹차를 가공 저장할 때 헹기처리를 하여 온도에 변화를 주어 저장 기간에 따른 품질 변화를 관찰한 연구보고(Park et al 2012)에서 총 질소, 아미노산, 탄닌, 엽록소 등의 성분이 저장기간이 길어질수록 함량이 감소하였고 상온에 비해 저온에 저장하였을 때 함량의 감소는 줄어들었다는 결과와 비슷한 경향임을 알 수 있었다. 녹

차에 함유되어 있는 카테킨의 함량은 저장 온도와 기간에 따라 성분의 변화에 대한 차이가 있었다. 이러한 차이들은 녹차의 품종, 녹차의 재배조건 및 지역, 채엽의 부위 및 분석 방법, 저장의 조건 등에 차이에 의한 것으로 판단이 된다.

## 2. 저장에 따른 녹차의 alkaloid류의 변화

저장 온도와 저장 기간을 다르게 하여 녹차에 함유되어 있는 알칼로이드류의 분석결과를 <Table 3>에 나타내었다. 총 알칼로이드 중에서는 CAF의 함량이 27.49 mg/g으로 가장 많았고, TB는 2.16 mg/g과 TP는 0.28 mg/g이었다. 총 알칼로이드류 함량의 저장 기간에 따른 변화를 보면 저장기간이 길어질수록 총량은 감소하였다. TB와 TP는 저장 온도  $30^{\circ}\text{C}$ 에서는 감소의 폭이 많았으나,  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서는 변화가 적었다. 이것은 카테킨류와 동일한 경향이였으나 알칼로이드류 중 CAF의 경우에는 모든 저장 온도에서 거의 변화가 없었다. 저장 기간에 따른 변화를 보면 저장하기 전과 6개월간 저장을 한 녹차에서도 CAF의 변화는 거의 없었다. Lee JH et al(2009)의 분말 녹차의 연구에서는 저장 기간에 따라 카페인의 함량이 증가하였고, 또한, Ko WJ et al(2006)의 저온에서 녹차 추출물을 저장하여 분석한 연구에서도 카페인의 함량은 증가한다고 보고하였으나, 본 연구결과에서는 다른 결과를 나타내었다.

저장기간과 저장 온도에 따라 카테킨류는 변화가 있었으나, 카페인은 변화가 없었던 결과는 수분활성도에 변화를 주어 저장한 녹차에서 수분활성도가 높고, 저장온도가 높을수록 갈변과 같은 변화가 빠르게 일어나는 결과에서 생각하여 볼 때, 녹차의 구성성분의 화학적 변화는 온도에 영향을 많이 받고, 이것이 녹차의 세포 속에서 발생하는 여러 가지 화학적 변화에 의한 것으로 추정된다.

## 3. Theanine의 변화

테아닌은 녹차의 맛을 좌우하는 아미노산으로

**<Table 3> Effects of storage temperature and times on alkaloids in green tea**

Storage time (Month)	CAF	TB	TP	Total ALKS	F-value
Before storage					
	27.49±0.05 <sup>b</sup>	2.16±0.07 <sup>a</sup>	0.28±0.01 <sup>a</sup>	29.93	1.00
Storage at 30℃					
1	27.35±0.01 <sup>a</sup>	1.94±0.03 <sup>a</sup>	0.18±0.03 <sup>a</sup>	29.48	1.00
2	27.29±0.01 <sup>c</sup>	1.73±0.07 <sup>ac</sup>	0.12±0.01 <sup>ac</sup>	29.14	1.00
4	27.24±0.01 <sup>b</sup>	1.51±0.08 <sup>b</sup>	0.10±0.02 <sup>b</sup>	28.85	0.99
6	27.24±0.02 <sup>d</sup>	1.32±0.07 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>c</sup>	28.66	0.99
Storage at 15℃					
1	27.36±0.01 <sup>c</sup>	1.98±0.06 <sup>b</sup>	0.21±0.03 <sup>b</sup>	29.54	1.00
2	27.31±0.01 <sup>a</sup>	1.78±0.10 <sup>a</sup>	0.19±0.04 <sup>c</sup>	29.28	1.00
4	27.26±0.01 <sup>bc</sup>	1.78±0.05 <sup>b</sup>	0.15±0.04 <sup>b</sup>	29.19	1.00
6	27.25±0.01 <sup>d</sup>	1.67±0.05 <sup>ab</sup>	0.12±0.01 <sup>bc</sup>	29.04	1.00
Storage at 4℃					
1	27.39±0.01 <sup>b</sup>	2.01±0.05 <sup>bc</sup>	0.21±0.03 <sup>b</sup>	29.61	1.00
2	27.33±0.01 <sup>ac</sup>	1.84±0.06 <sup>a</sup>	0.18±0.02 <sup>a</sup>	29.34	1.00
4	27.33±0.01 <sup>d</sup>	1.61±0.07 <sup>c</sup>	0.16±0.01 <sup>bc</sup>	29.11	0.99
6	27.23±0.01 <sup>c</sup>	1.48±0.03 <sup>b</sup>	0.15±0.01 <sup>a</sup>	28.86	1.00
Storage at -15℃					
1	27.47±0.01 <sup>a</sup>	2.06±0.03 <sup>a</sup>	0.25±0.04 <sup>bc</sup>	29.78	1.00
2	27.43±0.01 <sup>ac</sup>	2.01±0.03 <sup>b</sup>	0.21±0.01 <sup>c</sup>	29.65	1.00
4	27.39±0.01 <sup>b</sup>	1.82±0.11 <sup>c</sup>	0.18±0.02 <sup>a</sup>	29.38	1.00
6	27.37±0.01 <sup>bc</sup>	1.62±0.08 <sup>c</sup>	0.15±0.02 <sup>b</sup>	29.14	0.99
Storage at -40℃					
1	27.48±0.01 <sup>d</sup>	2.11±0.01 <sup>a</sup>	0.26±0.02 <sup>c</sup>	29.86	1.00
2	27.45±0.01 <sup>a</sup>	2.08±0.03 <sup>a</sup>	0.24±0.01 <sup>bc</sup>	29.77	1.00
4	27.39±0.01 <sup>c</sup>	1.92±0.03 <sup>b</sup>	0.18±0.01 <sup>a</sup>	29.48	1.00
6	27.38±0.01 <sup>b</sup>	1.86±0.01 <sup>bc</sup>	0.16±0.01 <sup>b</sup>	29.40	1.00

Mean±S.D.(n=3, mg/g dry wt).

<sup>a~c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

녹차 특유의 감칠맛에 영향을 주며, 녹차의 품질을 결정하는데 중요한 물질 중의 하나이다. 저장

기간 및 저장 온도를 다르게 한 녹차 추출물의 테아닌의 분석은 제조한 녹차 추출물을 DNP 유도

체화 시키고, 표준 DNP-theanine과 일정량 혼합한 후 HPLC로 분석하는 spiked method를 이용하여 테아닌을 측정하였다. 녹차 추출물에 함유되어 있는 테아닌의 함량의 변화를 나타낸 것이 <Table 4>이다.

저장 온도 30°C에서 저장기간에 따른 테아닌의 함량 변화를 보면 저장 전의 함량은 50.12 mg/g이었으나, 1개월 저장 후에는 40.32 mg/g, 2개월 후에는 32.86 mg/g, 4개월 후에는 26.76 mg/g, 6개월 저장한 시료에서는 21.72 mg/g으로 저장 6개월 동안 약 57%가 감소하였다. 그러나 냉장온도인 4°C부터 -40°C까지 저장 온도가 낮아질수록 저장 중의 테아닌의 함량변화는 적었다.

저장 기간 및 저장 온도에 따른 테아닌의 변화에 관한 연구결과가 거의 없어 비교하기는 어려우나, 녹차를 상온에서 보관할 경우 잎의 색에 변화가 있고, 맛과 향 또한, 변질이 생긴다는 연구결과를 보면 녹차의 맛에 영향을 주는 테아닌의 성분에도 변화가 있었을 것으로 판단된다. 녹차를 저장 시 험기처리하고, 저장온도와 저장기간을 달리하여 향과 맛 등을 관능 평가한 결과에서 저장 온도가 낮은 조건에서는 저장기간이 길어도 평가 점수가 높았다. 그러나 상온에서는 저장기간이 짧은 것이 녹차의 관능평가가 좋은 결과였다(Park JH et al 2012). 저장온도와 저장기간에 따른 테아닌의 함량의 변화를 볼 때, 저온에서 녹차를 저장

<Table 4> Effects of storage temperature and times on theanine in green tea

Storage time (month)	Theanine	F-value	Storage time (month)	Theanine	F-value
Before storage					
	50.12±0.07 <sup>a</sup>	1.00			
Storage at 30°C			Storage at -15°C		
1	40.32±0.11 <sup>b</sup>	0.86	1	50.05±0.10 <sup>a</sup>	0.77
2	32.86±0.11 <sup>ab</sup>	0.68	2	49.56±0.12 <sup>a</sup>	0.60
4	26.76±0.11 <sup>c</sup>	0.68	4	49.31±0.20 <sup>a</sup>	0.25
6	21.72±0.11 <sup>a</sup>	0.64	6	48.34±0.11 <sup>a</sup>	0.64
Storage at 15°C			Storage at -40°C		
1	45.84±0.13 <sup>ac</sup>	0.53	1	50.10±0.19 <sup>a</sup>	0.28
2	41.34±0.06 <sup>b</sup>	0.70	2	50.05±0.10 <sup>a</sup>	0.77
4	35.26±0.10 <sup>a</sup>	0.77	4	49.89±0.10 <sup>a</sup>	0.77
6	30.44±0.12 <sup>b</sup>	0.60	6	49.73±0.04 <sup>a</sup>	0.44
Storage at 4°C					
1	48.92±0.05 <sup>a</sup>	0.53			
2	46.22±0.11 <sup>c</sup>	0.68			
4	43.46±0.09 <sup>d</sup>	0.88			
6	40.62±0.19 <sup>a</sup>	0.28			

Mean±S.D.(n=3, mg/g dry wt).

<sup>a~c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

하는 것이 테아닌의 함량변화를 적게 하고 이것이 녹차의 품질 유지에도 좋은 영향을 주었을 것으로 판단되어진다. 녹차의 추출물과 테아닌은 스트레스를 완화시켜주는 효과(Park SK et al 2009)를 가지고 있어, 테아닌의 함량 변화를 적게 하는 저장 방법은 녹차의 품질뿐만 아니라, 유효성분이 효과적인 이용에도 많은 기여를 할 것으로 판단된다.

#### IV. 요약 및 결론

저장 온도 및 기간에 따른 녹차의 카테킨류, 알칼로이드류 및 테아닌의 변화를 검토하였다. 카테킨류는 EGCG가 총 카테킨 함량 중 약 47%인 75.42 mg/g으로 가장 많았고, 그 다음으로 EGC가 28.43 mg/g, ECG가 24.53 mg/g, C가 12.42 mg/g 이었고, 함량이 제일 적었던 것은 GCG로 5.47 mg/g이었다. 저장 온도에 따른 카테킨류의 변화는 저장 기간 6개월의 녹차를 비교하였을 때  $30^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C} > 4^{\circ}\text{C} > -15^{\circ}\text{C} > -40^{\circ}\text{C}$ 의 순서였다. 총 알칼로이드에서는 CAF의 함량이 27.49 mg/g으로 가장 많았고, TB는 2.16 mg/g과 TP는 0.28 mg/g이었다. 총 알칼로이드류 함량은 저장기간이 길어질수록 총량은 감소하여, TB와 TP는 저장 온도  $30^{\circ}\text{C}$ 에서는 감소의 폭이 많았으나,  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서는 변화가 적었다. 이것은 카테킨류와 동일한 경향이었으나, 알칼로이드류 중 CAF은 모든 저장 온도에서 거의 변화가 없었다. 녹차에 감칠맛에 영향을 주는 아미노산인 테아닌의 함량 변화를 저장기간에 따라 감소하였으나, 높은 온도에서는 그 감소의 폭이 많았으나, 냉장온도인  $4^{\circ}\text{C}$ 부터  $-40^{\circ}\text{C}$ 까지 저장 온도가 낮아질수록 저장 중의 테아닌의 함량 변화는 적었다.

녹차 저장 시, 특히 여름철과 같이 온도와 습도가 높을 때 쉽게 변질되어 품질이 나빠질 수 있다. 일반적으로 가정에서는  $-40^{\circ}\text{C}$ 와 같은 초저온 저장이 매우 어렵고, 가장 보편적으로 사용하는 냉동고의 온도가 약  $-15^{\circ}\text{C}$  인 것을 가정한다면 높

은 온도보다는 낮은 온도에 보관하는 것이 저장 기간 동안에 카테킨류의 변화를 줄일 수 있는 효과적인 방법이라고 할 수 있을 것이다. 녹차의 카테킨류, 알칼로이드류, 테아닌은 저장온도와 기간이 많은 영향을 주는 요인이 될 수 있으므로 일반적으로 녹차의 품질을 유지하면서 녹차의 유효성분들의 변화를 적게 줄 수 있는  $-15^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하는 것이 유리하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 저장기간 동안 낮은 습도의 유지와 개봉 후에는 최대한 빠르게 소비하는 것이 가장 올바른 사용법일 것이다. 본 실험의 결과를 토대로 차류의 저장조건에 따른 유효성분의 변화와 항산화성의 연관관계에 대하여 분석이 필요할 것이며, 온도와 기간 이외에도 저장에 영향을 줄 수 있는 요인을 파악하여 저장 조건을 다르게 하여 차류를 분석한다면 차류를 이용하는 보다 과학적인 가이드라인이 될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 한글 초록

본 연구는 시판 녹차를 5가지 저장 온도( $30^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $4^{\circ}\text{C}$ ,  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$ )에서 6개월간 저장하면서 카테킨류, 알칼로이드류 및 테아닌의 함량에 대하여 HPLC를 이용하여 분석하였다. 저장 온도에 따른 카테킨류의 변화는 저장 기간 6개월의 녹차를 비교하였을 때  $30^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C} > 4^{\circ}\text{C} > -15^{\circ}\text{C} > -40^{\circ}\text{C}$ 의 순서였다. 총 알칼로이드류 함량은 저장기간이 길어질수록 총량은 감소하여, TB와 TP는 저장 온도  $30^{\circ}\text{C}$ 에서는 감소의 폭이 많았으나,  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서는 변화가 적었다. 테아닌의 함량은  $30^{\circ}\text{C}$ 에서보다  $4^{\circ}\text{C}$  이하에서 저장할 때 더 높았다. 이러한 결과는 저장 온도와 저장기간이 녹차의 품질에 매우 중요하며, 냉장이나 냉동 상태로 저장하는 것이 녹차의 품질 유지에 도움이 될 것이다.

주제어: 녹차, 카테킨, 알칼로이드, 테아닌, 저장기간, 저장온도



## 참고문헌

- Friedman M, Kim SY, Lee SJ, Lee KR, Kozukue N (2005). HPLc analysis of catechins, theaflavins, caffeine, and theobromin in seventy-seven teas: comparison of water and 80% ethanol-water extracts. *J Agric Food Chem* 56(5):532-538.
- Finger A, Kuhr S, Engelhardt UH (1992). Chromatography of tea constituents. *J of Chrom* 69 (5):535-540.
- Food Code (2008). Korean food and drug administration, Seoul, Korea.
- Fukatsu S, Hara. T (1971). Effect of storage condition on the qualities of tea. *Study Tea* 40 (1):58-66.
- Han KY (2015). Effect of storage temperature, time and natural additives on the changes in flavor of *Lentinus edodes*. *J Korean Culinary Research* 21(1):235-249.
- Haraguchi Y, Sano H, Nakazato K, Tomaru K, Yorishita M (2002). Effects of storage conditions on quality of match tea. *J Tea Res.* 93 (1):1-8.
- Higdon JV, Frei B (2003). Tea catechins and polyphenols: Health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Cri Rev Food Sci* 43(1): 89-143.
- Jeong DH, Kim JT (1997). The science of tea. Daegwang Press, Seoul, Korea. pp 87-92.
- Khan SM, Kour G (2007). Subacute oral toxicity of chlorpyrifos and protective effect of green tea extract. *Pestic Biochem Phys* 89(2):118-123.
- Kim CH (2009). Antioxidant activity and quality characteristics of *Artemisia* sp. with different heat treatments. *Korean J of Culinary Research* 15(3):128-138.
- Kim JT (1996) Science and culture of tea. Bo-rimsa publishing Co, Seoul, Korea pp. 157-248.
- Kim WM, Lee YS (2008). A study on the antioxidant activity and quality characteristics of pan bread with waxy black rice flour and green tea powder. *Korean J of Culinary Research* 14(4):1-13.
- Ko WJ, Ko KS, Kim YD, Jeong KW, Lee SH, Koh JS (2006). Change in functional constituents and stability of green tea beverage during different storing conditions. *Korena J Food Preserv* 13(4):421-426.
- Lee JH, Lim SW, Cho SH, Chio SG, Heo HJ, Lee SC (2009). Effect of relative humidity and storage temperature on the quality of green tea powder. *J Koren Soc Food Sci Nutr* 38(1): 83-88.
- Lee JW, Do JH (2005). Market trand of health functional food and prospect of ginseng market. *J Ginseng Res* 29(2):206-214.
- Lee LS, Kim SH, Park JD, Kim YB, Kim YC (2015). Physicochemical properties and antioxidant activities of loose-leaf green tea commercially available in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 47(4) 419-424.
- Lee MH, Lee SU (2013). Analysis by HPLC of catechins, alkaloids and antioxidant activities in Hadong green tea leaves. *J Korean Oil Chemists Soc* 30(4):761-769.
- Mohan KVP, Gunasekaran P, Varalakshmi E, Hara Y, Nagini S (2007). *In vitro* evaluation of the anticancer effect of lactoferrin and tea polyphenol combination on oral carcinoma cells. *Cell Biol Int* 31(5):599-608.
- Mok CK (2002) Suppression of browning of green tea by extraction with oganic acids. *Food Engineering Progress* 6(2):215-221.

- Nakagawa M (1975) Chemical component and taste of green tea. *J Association Res Otolaryngology* 9(3):156-160.
- Nha YA, Park JN (2003). Effect of dried powders of pine needle, pine pollen, green tea and horseradish of preservation of *kimchi-yangnyum*. *Korean J of Culinary Research* 9(4):197-190.
- Oh JH, Kim E, Kim JL, Moon YI, Kang YH, JKang JS (2004). Study on antioxidant potency of green tea by DPPH method. *J Korean Sco Food Nutr* 33(5):1079-1085.
- Park JH, Back CN, Kim JK (2005). Recommendation of packing method to delay the quality decline of green tea powder stored at room temperature. *Korean J Hort Sci Technol* 23(4): 499-506.
- Park JH, Nam SH, Song JH, Chio YS, Chio JH, Chio JJ, Lee HC (2012). Quality changes of green tea anaerobic treatment by various storage temperature and period. *Korean J Hort Sci Technol* 30(5):519-526.
- Park SK, Kim TI, Lee WK, Park HK, Hong JT (2009). Combination of green tea extract and l-theanine alleviates electric foot shock induced stress by modulating neurotransmitters in mice. *Yakhak Hoeji* 53(5):241-249.
- Shao W, Powell C, Clifford MN (1995). The analysis by HPLC of green, black and puer teas produced in Yunnan, *J Sci Food Agric* 69(4): 535-540.
- Song JM, Park KD, Lee KH, Byun YH, Park JH, Kim SH, Kim JH, Seong BL (2007). Biological evaluation of anti-influenza viral activity of semisynthetic catechin derivatives. *Antivir Res* 76(1):178-185.
- Tang S, Kerry JP, Sheehan D, Buckley DJ, Morrissey PA (2001). Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry, and fish patties to lipid oxidation. *Food Res In.* 34(4):651-657.
- Yeo HK, Park KT (2007). The effect of perceived value on satisfaction and revisit intention of green tea farm visitors. *Korean J of Culinary Research* 13(2):110-122.
- Yeo SG, Ahn CW, Kim IS, Park YB (1995). Antimicrobial effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J Korean Sco Food Nutr* 24(2):293-298.
- Yoshioka H, Sugiura K, Kawahara R, Hujita T, Makino M, Kamiya M, Tsuyumu S (1991). Formation of radicals and chemiluminescence during the auto-oxidation of the catechins. *Agri Biol Chem Tokyo* 55(5):2717-2723.

---

2016년 06월 30일 접수  
 2016년 07월 15일 1차 논문수정  
 2016년 08월 11일 논문게재확정