

# 가열 처리 시간이 Steaming 및 Roasting Green Tea의 성분 변화에 미치는 영향

A Study on the Changes of the Components in the Steaming  
and Roasting Green Tea after Heat Treatments  
According to Time

漢陽大學校 家政大學 食品營養學科  
教 授 高 英 秀  
李 仁 淑

*Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics, Han Yang University*  
Prof.; Young Su Ko  
In Sook Lee

<目	次>
I. 序 論	IV. 結 論
II. 實驗材料 및 方法	參考文獻
III. 結果 및 考察	

## <Abstract>

This experiment was conducted to investigate changes of the components in steamed and roasted green tea after 10 min, 20 min [and 30 min of heat treatment at 110°C.

Vitamin C and tannin were determined by spectrophotometry. Total nitrogen, water-soluble nitrogen and water-soluble non protein nitrogen were determined by Kjeldahl analysis system. Aromas were identified by gas chromatography.

After heat treatment, contents of most compounds decreased. Tannin and caffeine decreased a little bit, while vitamin C decreased considerably. There were both decreases and increases [in aromas. Aromas which increased were geraniol, trans-2-hexenol, linalool,  $\alpha$ -ionone and  $\beta$ -ionone.

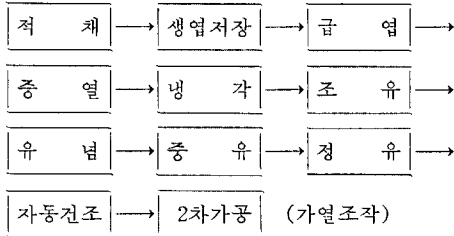
From these results, it was concluded that the highest quality of green tea was one steam-treated for 10 min at 110°C.

## I. 序 論

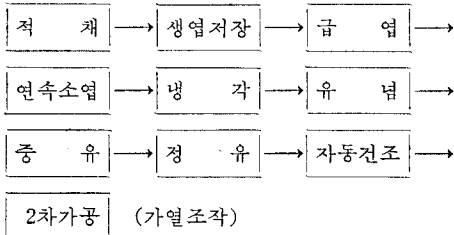
녹차는 영양, 미용 및 장수등 신체적인 면에서

유익한 음료로 알려져 있으며 생활 수준이 향상됨에 따라 우리 나라의 차류의 수요량이 점차로 증가하고 있다<sup>1~3)</sup>. 이와 같이 기호 식품으로서 비중이 높아 가고있는 녹차는<sup>4)</sup> Fig. 1과 같은 가공과

## 1) 증제법



## 2) 가마볶음 제법

Fig. 1. Process of green tea manufacturing<sup>2)</sup>

정에서 가열조작에 의해 저장성의 증가와 더불어 맛과 향을 개선시키는 것으로 알려져 있다<sup>4~7)</sup>. 최근 10여년 동안에 이루어진 녹차에 관한 많은 연구로 차가공에 많은 개선을 가져왔으며 따라서 높은 품질의 차를 얻게 되었다<sup>2~11)</sup>.

차의 일반적인 화학성분으로는 수분이 75~80%이고, 20~25%가 고형물, 즉 탄닌, 카페인, 단백질, 아미노산, 아미드와 당, 전분, 섬유소, 펙틴 등의 탄수화물과 색소, 향기 성분인 정유, 비타민 및 무기질 등을 함유하고 있다<sup>8)</sup>. 그 중에서도 차의 맛과 색을 나타내는 중요 성분인 탄닌이 14~16%정도 함유되어 있으며<sup>12~13)</sup> 쓴맛의 카페인은 약 2~5%<sup>14)</sup>, 단맛, 감칠맛 및 신맛을 나타내는 유리 아미노산은 2~3%, 유리당류가 5~6%, 정유성분이 5.005~0.02% 함유되어 있다고 보고 되어 있다<sup>8)</sup>. 차 탄닌 성분으로 98.57%가 카테킨류인 것으로 보고 되어 있다<sup>13~16)</sup>.

Kevanishivili와 Shaw 등<sup>17~18)</sup>은 차 가공 과정에서 카페인은 탄닌과 반응하여 카페인탄네이트 (caffeine-tannate)라는 물질이 형성되며 그 caffeine-tannate는 녹차의 상쾌한 맛과 향기를 주는 것으로 보고 하였으며 Tsujimura 등<sup>19)</sup>은 녹차에 많은 비타민 C가 함유되어 있음을 처음 보고 하

였고, 그후 Golyanitsky와 Bryushkova, 등<sup>20)</sup>은 차 생엽중에도 레몬이나 오렌지 주스의 3배 정도의 비타민 C가 함유되어 있으나 녹차의 가공 과정에서 많은 양의 비타민 C의 손실을 가져온다고 하면서 그러나 녹차는 비발효 식품이기 때문에 발효과정에서 손실되는 양을 줄일 수 있어 다른 차보다 비타민 C의 함량이 많다고 하였다. 녹차의 주요 특성중의 하나인 향기는 정유 성분에 기인하는 것으로 보고 되어 있으나<sup>21~22)</sup> Bokuchava와 Popov<sup>10)</sup>는 검출에 사용한 아미노산에 따라 다른 향기를 내는 휘발성 물질을 검출하였다. Yamanishi 등<sup>23)</sup>은 차 가공의 여러 단계에서 향기물질의 변화를 GC로 조사한 결과 대부분의 향기물질은 감소하지만 어떤 향기물질은 증가함을 알 수 있었다. 그리고 그 증가 물질이 녹차의 향기를 낸다고 하였다. 그 증가 물질은 geraniol, benzyl alcohol, phenylethyl alcohol, phenylacetaldehyde, Isovaleraldehyde, trans-2-octanal, acetic acid, propionic acid, 그리고 n-caproic acid 등이었다. 그 밖에도 녹차의 2차가공 온도에 따른 화학 성분의 변화에 대해서 많은 논문들이 발표되어 있으나 가열 시간차에 따른 성분변화에 관한 연구로는 原利男 등<sup>7)</sup>이 130°C에서 10분, 20분 및 30분 열처리 하였을 때의 향기 성분변화에 대한 연구가 있는 정도이다. 따라서 본 실험에서는 steaming과 roasting으로 1차 가공이 끝난 crude green tea를 2차 가공 단계인 가열 조작단계에서, 같은 가열 온도에서의 시간차에 따른 성분변화를 비교 연구하였다.

## II. 實驗材料 및 方法

## 1. 서 론

시료는 1984년 5월 제주 지방에서 재배된 야부기다종 1번 녹차엽을 채취하여 steaming과 roasting에 의한 crude green tea를 사용하여 110°C에서 각각 10분, 20분 및 30분 가열처리시킨 후 20mesh로 분쇄하여 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### 1) 수분 및 가용성 물질의 정량

수분은 Karl Fisher 법<sup>24)</sup>으로, 가용성 물질은 AOAC 법<sup>25)</sup>으로 정량하였다.

### 2) 비타민 C 정량<sup>26)</sup>

시료 1g을 2,6-dichloroindophenol 법에 의해 분석, 540nm에서 spectrophotometry로 흡광도를 측정하였고 표준곡선을 이용하여 정량하였다.

### 3) 카페인 정량<sup>26)</sup>

시료 1g을 암모니아수 5ml와 chloroform 50ml를 가하여 카페인을 추출한 후, 이조작을 두번 반복한 다음 1,2차 추출액을 합하여 water bath 상에서 chloroform을 증발시킨후, 내부 표면 물질(benzyl benzoate)이 1.5mg/ml의 농도로 함유된 chloroform 5ml에 용해시켜 시료액으로 하였다. 시료액 2 $\mu$ l를 GC에 주입하여 peak 면적을 계산하고 표준 곡선에서 대응하는 값을 구하여 시료중의 카페인을 정량하였다. 이때 사용된 장치와 측정 조건은 다음과 같다.

Gas chromatography: Shimadzu GC-9A

Sensitivity:  $10^3 \times 2^8$

Column: 4mm $\times$ 1m, glass column (5% SE 30), shimalite W 60/80 mesh

Detector: Flame Ionization Detector (Temperature 210°C)

Carrier gas: Nitrogen (60ml/min)

Column temperature: 170°C

Injection temperature: 210°C

Chart speed: 1mm/min

### 4) 탄닌 정량<sup>27)</sup>

시료 0.1g과 증류수 50~60ml를 취해 80°C 이상의 water bath 상에서 30분간 가운 시킨후 냉각하여 100ml가 되게 희석하고 여과한 후 황산 제 1철 100mg과 Rochell 염 500mg의 물에 용해시켜 100ml가 되게한 주석산철 시약 5ml를 취하고 Sørensen's phosphate buffer 용액으로 25ml가 되게 채워 540nm에서 blank와 대조하여 흡광도를 측정하여 작성하였다.

탄닌양 = ethyl gallate 양  $\times$  1.5.

\*ethyl gallate 1mg이 나타내는 흡광도는 차

탄닌 1.5mg이 나타내는 흡광도와 같다.

### 5) 질소 화합물의 정량<sup>28)</sup>

질소 화합물은 한가지 시료에 대하여 총질소, 가용성 질소, 비단백질 질소를 Kjeldahl 법으로 정량하였다. 비단백질 질소는 TCA(Trichloro Acetic Acid)로 단백질을 침전시키고 질소량을 정량하였다.

### 6) 총당의 정량<sup>29)</sup>

시료 3g에 더운증류수 50ml를 가하고 끓는 water bath 상에서 약 15분간 추출한 후 lead acetate 43g, lead oxalate 13g 및 증류수 100ml와 30분간 끓인 lead acetate 용액 2ml를 가하여 탄닌등을 침전시키고 증류수로써 100ml로 희석하여 여과하였다. 이 여과액에 약 5g의 sodium oxalate를 첨가하여 lead oxalate를 생성시키고 여과한 후 1ml를 취하여 30배 희석하여 시료액으로 사용하였다. 시료액 1ml를 시험관에 취하고 5% phenol 용액과 진한 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 각각 1ml, 5ml씩 첨가하고 잘 혼합한후 20~30분간 실온에 방치하고 470nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.

### 7) 환원당의 정량<sup>30)</sup>

총당과 동일하게 시료액을 조제하여 Hanes 법으로 분석, 시료의 환원당 함량은 표준곡선에서 구한 값에 20배를 하였다.

### 8) 향기 성분의 분석

향기 성분은 Yamanishi 등<sup>31)</sup>의 방법으로 시료를 조제하여 분석하였다. 이 향기 성분을 ethyl ether로 2g이 되게 조정한 후 2 $\mu$ l를 GC에 주입하였다. 이때의 장치 및 측정조건은 다음과 같다.

Gas Chromatography: Shimadzu GC-6Am

Detector: Flame ionization detector

(temperature 200°C)

Column: 4mm $\times$ 2m, glass column, (10% PEG 20M on shimalite B)

Column temperature: 180°C~200°C

Progression rate: 2°C/min

Carrier gas: Nitrogen

Flow rate: 60ml/min

Chart speed: 2.5mm/min

Injection temperature: 200°C

\* 모든 data는 5번에 걸친 실험결과와 평균치이다.

Table 1. Changes in the contents of some chemical compounds in steamed and roasted green tea after heat treatment according to time\* (%/g)

Components	Crude green tea		10 min		20 min		30 min	
	Steaming	Roasting	Steaming	Roasting	Steaming	Roasting	Steaming	Roasting
Moisture	13.50	13.50	3.97	2.3	2.3	2.3	2.1	2.1
Water Extract	49.00	48.50	33.56 (32)	34.66 (29)	32.28 (34)	34.20 (29)	31.82 (35)	33.60 (32)
Vitamin C	0.48	0.45	0.33 (31)	0.35 (24)	0.28 (42)	0.29 (36)	0.18 (63)	0.18 (60)
Tannin	11.00	11.50	10.80 (1.8)	10.10 (12)	10.00 (9)	9.80 (15)	9.40 (15)	9.50 (17)
Caffeine	2.80	2.60	2.70 (4)	2.60 (0)	2.70 (4)	2.60 (0)	2.60 (7)	2.50 (4)

\*Numbers in parentheses indicate percentages of loss

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 수분, 카페인, 탄닌, 가용성 물질 및 비타민 C의 변화

110°C에서 10분, 20분 및 30분 열처리 하였을 때 수분함량은 Table 1에서와 같이 저장에 적당한 3~4% 이하로 되었다.

1차 가공이 끝난 crude green tea의 각 성분함량은 가열시간이 경과함에 따라 대부분의 성분은 조금씩 감소하였으나 비타민 C는 현저히 감소하였으며 증제가 볶음보다 절대 함량이 높았으며, 신등<sup>32)</sup>의 결과와 일치하고 있었다

비타민 C의 손실율을 보면 증제 10분 처리에서 31%, 20분 처리에서 42%, 30분 처리에서 63%이었으며 볶음 10분 처리에서는 24%, 20분 처리에서 36%, 30분 처리에서 60%가 감소되어 증제 처리보다는 볶음처리 가공법이 손실율을 줄일 수 있음을 알 수 있었으나 큰 차이는 없었다. 그러나 녹차에 있어서 비타민 C 함량은 다른 차에 비하여 약 3배 정도 더 함유하고 있었다. 이것은 녹차가 비발효 식품이기 때문에 발효과정에서 비타민 C 분해효소가 작용하여 비타민 C를 파괴하는 과정을 거치지 않고 製茶되었기 때문에 비타민 C가 보존된다고 한 보고<sup>33)</sup>와 일치하고 있었다. 또한 深澤美智代<sup>34)</sup>과 Baraboy에 의한 보고<sup>35)</sup>에 따르면 ascorbic acid 함량에 따른 green tea의 등

급을 high grade는 476mg%, medium grade는 280mg%, low grade는 138mg%로 정한 것으로 보아 110°C 10분 볶음처리가 비타민 C의 손실을 막을 수 있는 방법으로는 가장 합리적인 것이었다. 한편, 탄닌 성분의 감소는 여러 문헌에서와 같이 차의 붉은 맛의 감소를 말해주며, 이는 protein tannate, 혹은 tannin의 주성분인 카테킨이 산화효소의 작용을 받아 여러 산화물을 생성하는 데 기인하는 것 같다. 또 이 카테킨류가 향기 성분에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 그러나 탄닌은 가열에 의한 감소가 그다지 크지 않았다. 카페인도 roasting과 steaming 과정에서 약간 감소되어 Schuen과 Mei<sup>36)</sup>의 보고와 일치하고 있었다. Kevanishivili<sup>17)</sup> 이와 같은 결과는 차 가공 과정에서 caffeine tannate가 형성되기 때문에 이것이 녹차의 상쾌한 맛과 향기를 가지게한다고 말하고 있다.

#### 2. 질소 화합물 및 다당류의 변화

다음 page에 나타낸 Table 2.에 의하면 전반적인 질소 화합물 및 당의 함량은 steaming의 경우가 roasting보다 높았으나 가열 시간이 경과함에 따라 수용성 질소와 총 질소 함량에는 큰 변화가 없었으며 수용성 비단백질 질소는 큰 감소가 나타났다. 그러나 당류는 가열시간이 경과함에 따라서 작은 감소가 있었다. 수용성 비단백질 질소의 감소율을 보면 증제차의 경우는 110°C의 10분

Table 2. Changes in the contents of nitrogen and sugars in steamed and roasted green tea after heat treatment according to time (mg/g, sample)

Components	Time	Crude green tea		10 min		20 min		30 min	
		Steaming	Roasting	Steaming	Roasting	Steaming	Roasting	Steaming	Roasting
Total nitrogen		59.10	58.90	57.30 (3)	56.40 (4)	53.10 (10)	51.70 (12)	55.40 (6)	50.90 (14)
Water soluble nitrogen		24.30	24.10	21.76 (10)	24.10 (0)	20.10 (17)	22.87 (5)	19.62 (19)	21.27 (11)
Water soluble non-protein nitrogen		22.70	19.91	19.53 (14)	19.04 (4)	18.05 (21)	16.66 (16)	14.81 (35)	14.07 (29)
Total sugar		53	54	52 (2)	50 (8)	48 (9)	47 (3)	47 (11)	44 (19)
Reducing sugars		27.2	28.4	26.9 (1)	27.5 (3)	26.1 (4)	27.2 (4)	23.2 (15)	25.4 (5)

\* Numbers in parentheses indicate percentages of loss

처리에서 14%, 20분 처리에서 21%, 30분에서 35%, 볶음차의 경우는 10분처리에서 4%, 20분 처리에서 16%, 30분 처리에서는 29%이었다. 이것은 녹차의 가열가공동안 유리 아미노산과 당류로부터 생성된 휘발성물질인 furans, pyrroles, pyrazine 등 때문이며 이것이 녹차의 향기에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

### 3. 향기 성분의 변화

n-hexanol을 위시한 9종의 향기성분의 변화를 GC에 의해서 규명하기 위하여 표준 향기물질의 chromatogram은 Fig. 2와 같으며 110°C에서 30분간 가열 처리한 증제 및 볶음녹차의 GC에 의한 동정결과로는 Fig. 3과 같이 9개의 peak가 동정되었다. Fig. 3에서 나타난 바와 같이 증제차에서는 peak No. 3, 4, 6, 8, 즉, trans-2-hexenol, linalool, geraniol,  $\beta$ -ionone이 주 peak를 이루고 있었으며 볶음차의 경우에는 Fig. 4와 같이 peak No. 2, 3, 4, 6, 7, 8, 즉, cis-2-hexenol, linalool, geraniol,  $\alpha$ -ionone,  $\beta$ -ionone 등이 주 peak를 이루고 있었다. 이와같은 결과로부터 증제차보다는 볶음차가 향기 성분이 더 강한 것으로 나타났으며 이것은 Yamanishi<sup>6)</sup>의 보고와 일치하고 있었다.

Fig. 3과 Fig. 4에서 보면 가열 처리에 의해 녹차의 향기 성분은 대부분 감소하며 어떤 물질은

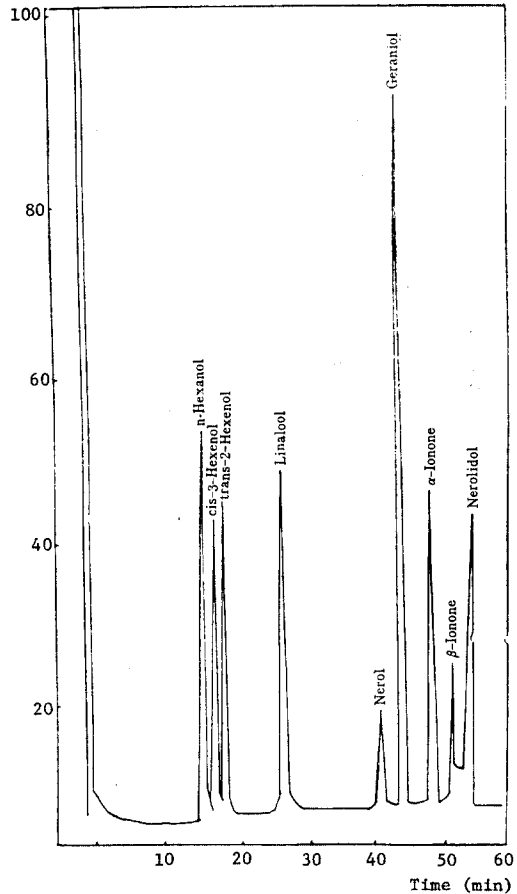


Fig. 2. Standard gas chromatogram of aroma compounds in green tea.

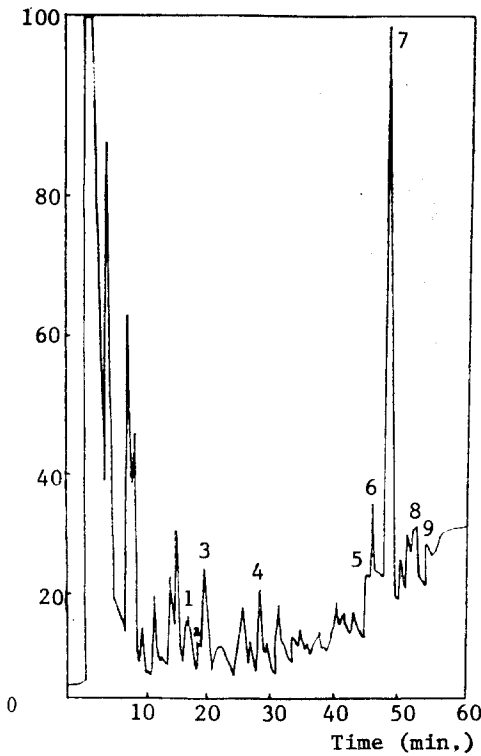


Fig. 3. Gas chromatogram of aroma compounds in steamed green tea with heat treatment for 30 min at 110°C.

증가하였다. 이것이 녹차 특유의 향기를 낸다고 한다<sup>31)</sup>. 이에 따르면, 그 증가 물질은 geraniol, benzyl alcohol, phenylethyl alcohol, phenylacetaldehyde, Isovaleraldehyde, trans-2-octanal, acetic acid, propionic acid 그리고 n-caproic acid 이고 감소한 물질은 carboxylic acid 와 trans-2-hexenoic 과 salicylic acid 등의 methyl-ester 라고 보고하고 있다. 그밖에 原利男<sup>27)</sup>의 연구 결과에 의하면, green tea 의 10분, 20분 및 30분간의 roasting 하는 동안 증가된 향기는 furan 류, 즉, furfural, 2-acetyl furan, 5-methyl furfural, furfuryl alcohol 과 pyrazine 류, 즉, methyl pyrazine, 2,5-dimethyl pyrazine, 2,6-dimethyl pyrazine, ethyl pyrazine, 2,3-dimethyl pyrazine, trimethyl pyrazine, 2-ethyl-3-methyl

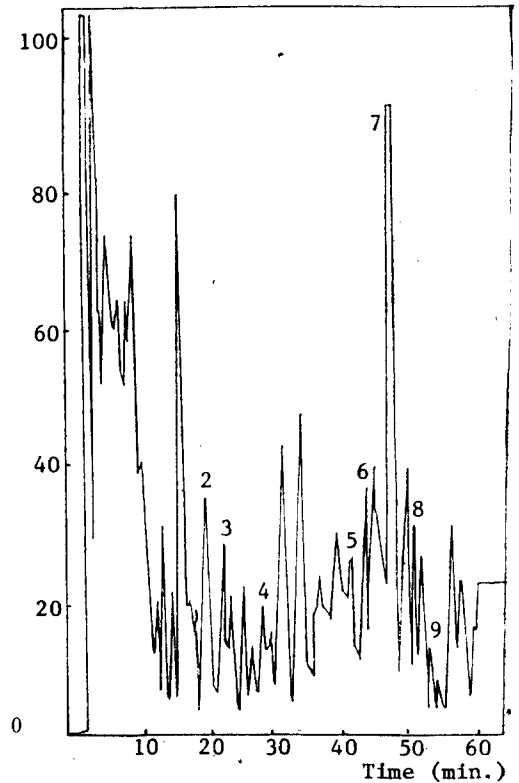


Fig. 4. Gas chromatogram of aroma compounds in roasted green tea with heat treatment for 30 min at 110°C.

Table 3. Retention time of identified aroma

Peak No.	Identified compounds	Retention time (min)
1	n-Hexanol	17.09
2	cis-3-Hexenol	18.91
3	trans-2-Hexenol	20.18
4	Linalool	28.58
5	Nerol	43.11
6	Geraniol	45.64
7	$\alpha$ -Ionone	50.18
8	$\beta$ -Ionone	53.78
9	Nerolidol	55.64

pyrazine 이며 pyrrole 류로는 1-ethyl pyrrole, 1-ethyl pyrrole-2-aldehyde, 1-ethyl-2-acetyl

pyrrole, 1-ethyl-5-methyl-pyrrole-2-aldehyde, 2-acetyl pyrrole 등이며 그 밖에 4-methyl-3-penten-2-one, 3, 7-dimethyl-1, 5, 7-octatrien-3-ol, phenyl acetaldehyde 등이 있다고 하였다. 그 밖에도 녹차의 향기 성분으로 알려진 것으로는 90여종이 있으나<sup>37~38)</sup> 동정되지 않은 것이 많으므로 향기 성분에 대해서는 보다 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

#### IV. 結 論

1. 증제와 볶음 녹차를 110°C에서 10분, 20분 및 30분 동안 가열 가공하였을 때 각 성분의 변화를 정량한 결과 가공 방법에 의한 차이는 크지 않았지만 각 성분 대부분의 절대 함량은 증제차가 다소 높았다. 그러나 water extract, vitamin C, water soluble nitrogen, reducing sugars는 볶음차가 더 높은 함량을 나타냈다.

2. 대부분의 성분이 가열 시간이 경과함에 따라 감소하였다. 특히 비타민 C의 감소가 현저하였으며 탄닌, 카페인, 수용성 질소와 총질소, 당의 함량은 큰 변화가 없었다.

3. 향기 성분은 30분 가열했을 때 증제차와 볶음차에 있어서 증가 혹은 감소된 물질에 다소 차이가 있었다.

#### 參 考 文 獻

1. 金在生, 山林保護, 37.141, 대한산림조합연합회(1968)
2. Mikhail. A. Bokuchava and Nina I. Skobeleva, The chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture p.215. (1969)
3. 농림통계연보, 서울, 대한민국 농림부, pp. 394~395. (1970)
4. Fujimaki, M. and Kruta, T. 食品の加熱香氣, 化學と生物(1971)
5. 阿南豊正, 天野い權, 中川致之, 綠茶の化學成分の加熱にある變化 日本食品工業學會誌, Vol. 28. p.2 (1981)
6. Yamanishi, Tei, Tea, Coffee, Cocoa and other Beverages, Flavor Research Recent Advances, p.223. (1974)
7. 原利男, 久保田悅郎, 綠茶火入れ中における香氣の形成と變化, Nippon Nogeikagaku Kaishi, Vol. 58. No. 1, pp.25~30(1984)
8. 金相鉉, 김봉호, 다엽의 분석, 茶藝叢書, Vol. 3, p.96 太平洋博物館發行(1984)
9. Bokuchava, M.A. and Popov, V.R. An Insoluble form of tea tannins, Biokhimiya Vol. 10, No. 3(1945)
10. Bokuchava. M.A and Popov. V.R. The significance of amino acids in tea aroma formation upon their reaction with tannin at high temperature. Dokl, Akad. Nauk SSSR, pp.145. (1954).
11. Bokuchava. M.A., Biochemistry in the tea industry, subtropicheskii culture, Vol. 5, p.91(1967).
12. 中川致之; An automatic determination method of flavonols in tea by liquid chromatography, 茶業技術研究 p.58(1980).
13. 中川致久, 鳥井秀一, A method for the quantitative determination of flavonols by paper partition chromatography. 茶業技術研究, p.29(1964)
14. Lo Chein-Pen, and Chu. Lucy Ju-Yung, The Caffeine content of yunnan teas, J. Chem. Eng. China Vol. 12, No. 15 and Chemabstr. Vol. 40, p.2905. (1945)
15. Kursanov. A.L. Synthesis and transformation of tannins in the tea plant, the 7th Bakh Lectures, Moscow, Izd., Akad., Nauk SSSR. (1952)
16. Blagoveshchemsky, A.V., Caffeine and tannins of tea leaf in relation to the variety, Biokhim Chain, Proizv, Akad, Nauk SSSR, Vol. 1, p.140. (1935)
17. Kevanishvili, V.N. Tannate of tea, caffeine, Buff, USSR Res. Inst tea. and subrop. cultures Vol. 1, p.10(1948)
18. Shaw, W. and Jones, T. "Theotannin"

- Madras(1932).
19. Tsujimura, M., and Masataro M. Vitamin C in green tea, Jissen Joshi Daigakukige, 4, 5, *Chem. Abstr.* 41, 5924. (1924~1926)
  20. Golyanitsky, I.A. and Bryushkova, K.A. On Vitamin C in tea Dokl. Akad. Nauk SSSR Vol. 4, No. 13 p.367. (1936)
  21. Kretovich, W.L. and Tokareva, R.R. Interaction of amino acids and sugars at high temperatures, *biokhimiya* Vol. 13, p.508. (1948)
  22. Bokuchava, M.A., Soboleva, G.A. and knyazeva, A.M. Transformations of tea catechins under the influence of high temperature *biokhimiya*, Vol. 23. p.266. (1957)
  23. Yamanishi T.T. kiribuchi, M. Sakai, N. Fujita. Y. Ikeda and Sasa, Studies on the flavor of green tea, *Agr. biol. Chem.* Vol. 27, No. 3, p.193. (1963)
  24. 정동효, 장현기, 식품분석, 進路研究社(1978)
  25. AOAC: Official method of analysis. 13th edition, Washington, DC. (1980)
  26. Iwasa. K., Methods of chemical analysis of green tea. Japan agricultural research quaterly, Vol. 9, No. 3, p.161. (1975)
  27. Strahl N.R.H. Leais, and R. Fargen, Comparison of gas chromatographic and spectrophotometric methods of determination for caffeine in coffee and teas. *J. Agric. Chem.* Vol. 25, No. 2, p.233. (1977)
  28. Anan. J.H., Takayanagi K. Ikegaya and Nakagawa, HPLC determination of free sugars and amino acids in green tea, *Nippon shokuhin kogyo gakkaiishi* Vol. 28, No. 12, p.632. (1981)
  29. Dubois, M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebes P.A., Smith, F., Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* Vol. 28, p.350. (1956)
  30. Hanes C.S., *Biochem. J.* Vol. 23, p.99(1979)
  31. Yamanishi, T., Tea Aroma, *Nippon Noge-ikagaku Kaishi* Vol. 49, No. 9, p.63(1975)
  32. 신미경, 남창우, 녹차 중의 L-ascorbic acid의 정량법에 관한 연구(1980)
  33. 日本文化出版局編, お茶の本, p.32(1982)
  34. 深澤美智代, 津志田藤二郎, HPLC determination of ascorbic acid in made tea, 茶業技術研究(1965)
  35. Baraboy, V.A., Radioprotective properties of tea catechins and other compounds having vitamin P activity.(1966)
  36. Shuen. T. and Mei. T., Caffeine and ascorbic acid contents of different varieties of tea from kunming, china proc. chinese physiol soc. chegty br. Vol. 2, p.69. (1944)
  37. E. Kubota and T. Hara, chagyo Gijitsu kenkyu (study of tea), National Research Institute Tokyo, Japan Vol. 45, p.23 (1973)
  38. Bokuchava, M.A. and skoleva, N.I., Study of aromatic aldehydes, *Biokhimiya* Vol. 22, p.3(1957)