



### 저작자표시-변경금지 2.0 대한민국

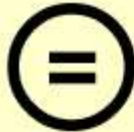
이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



**저작자표시.** 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



**변경금지.** 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

**저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.**

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

趙 銀 子 教 授 指 導  
博 士 學 位 請 求 論 文

국내산 소엽종(*Camellia var.*  
*sinensis*) 찻잎의 발효정도에 따른  
이화학적 특성 및 발효차 첨가  
마들렌의 가공적성

2008

誠信女子大學校 大學院

食品營養學科

黃 智 禧

국내산 소엽종(*Camellia var. sinensis*)차잎의 발효정도에 따른  
이화학적 특성 및 발효차 첨가  
마들렌의 가공적성

趙 銀 子 教授指導

이 論文을 博士學位 論文으로 提出함

2007年 10月

誠信女子大學校 大學院

食品營養學科

# 認 准 書

黃智禧의 博士學位 論文으로 認准함.

審査委員 \_\_\_\_\_ 印

審査委員 \_\_\_\_\_ 印

審査委員 \_\_\_\_\_ 印

審査委員 \_\_\_\_\_ 印

審査委員 \_\_\_\_\_ 印

誠信女子大學校 大學院

## 논문개요

본 연구에서는 경남 하동에서 자생하는 야생차 엽을 4월에 채엽한 찻잎과 9월에 채엽한 찻잎으로, 발효시간을 달리하여 제조한 발효찻잎의 일반성분 분석과 HPLC를 이용한 주요 아미노산류, catechin류, theaflavin류, theobromine의 분석, 색도 및 관능평가를 함으로써 발효정도에 따른 찻잎의 기능성과 차의 관능특성을 조사하고, 가공식품에의 이용적성을 검토하기 위하여 발효정도를 달리하여 제조한 발효 찻잎 가루를 마들렌 recipe에 첨가 제조하여 저장기간에 따른 수분 활성도, 색도, 기계적 특성 및 관능평가를 수행하였다.

1. 9월에 채엽한 생 찻잎의 일반성분은 조단백질 32.9%, 조지방 0.9%, 조회분 6.4%, 탄수화물 59.8%였다.

2. HPLC를 통한 찻잎 성분의 정량분석에서 theobromine 과 caffeine의 함량은 채엽시기와 상관없이 발효시간이 길수록 낮은 함량을 나타내었다. 봄에 채엽한 시료의 물 추출시 (-)-Epigallocatechin(EGC), catechin, (+)-Epicatechin(EC), (-)-Epigallocatechingallate(EGCG), (-)-catechin gallate(CG), gallocatechingallate(GCG), (-)-Epicatechin gallate(ECG)은 가을에 채엽한 시료는 EGCG > ECG > EGC > EC > GCG > catechin > CG의 순으로 가을에 채엽한 시료는 EGCG > EGC > ECG > GCG > CG > catechin >

EC의 순으로 많이 함유하였으며 EGCG는 채엽시기에 관계없이 가장 많았다. 찻잎의 모든 catechin류 함량은 발효시간이 길어질수록 유의적으로 낮아졌다( $p < 0.05$ ). 이러한 경향은 에탄올 추출에서도 같은 경향을 나타내었다.

3. ES, EF 시료의 theaflavin함량은 대체로 6시간 발효시료까지는 증가하다 8시간 발효 시료에서는 감소 경향이였다. 발효찻잎의 물추출에 의한 theaflavin류 중 theaflavin(TF),theaflavin-3-gallate(TF3G), theaflavin-3'-gallate(TF3'G), theaflavin-3-3'-digallate(TF3-3'G)는 채엽시기와 관계없이 TF3G > TF3-3'G > TF3'G, TF순으로 많았으며 에탄올 추출의 경우에는 TF3-3'G > TF3G > TF3'G > TF순으로 많았으며 물추출 보다 모두 높은 함량을 나타내었다.

4. 발효 찻잎의 총 폴리페놀 함량은 발효시간이 길어짐에 따라 감소하여 SN시료는 182.87 mg/g, S8은 73.58 mg/g으로 2.5 배 정도 유의적으로 감소하였으며. catechin의 발효에 따른 함량 감소와 같았다.

5. 발효 찻잎의 glutamate, Arginine, GABA는 발효시간이 길어질수록 증가 경향이였으며 theanine은 감소경향이였으나 8시간 발효차인 S8의 경우의 잔존량은 발효하지 않은 시료(SN)의 69%이었다.

6. 발효 찻잎의 pH는 모든 시료에서 발효시간이 길수록 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮아지는 경향을 나타내었다.

7. 4월에 채엽 한 찻잎을 우려낸 물의 L값은 발효 시간이 길어질수록 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮아지는 경향을 보였다. SN은  $-0.25$ , S4은  $-2.15$ , S6은  $-2.01$ 로 발효시간에 따라 감소경향이였으나, 유의적인 차이가 없었으나 S8의 경우  $-0.21$ 로 높은 값을 나타내었다.

8. 발효 찻잎을 우려낸 찻물의 관능평가는 외관의 균일성 유무에서는 SN, 색에서는 S6, 맛에 있어서는 S8이 가장 높은 점수를 나타내었다.

9. 발효 찻잎분말 첨가 마들렌의 저장에 따른 수분 함량변화는 대조군과 모든 시료 첨가군 에서는 저장 시간이 경과함에 따라 저장 7일 까지 다소의 증감은 있었으나 전반적으로 감소하는 경향을 나타냈다.

발효시간에 따른 찻잎분말 첨가 마들렌의 L값은 일정한 경향의 값은 보이지 않았으나 대조군보다는 낮은 수치를 나타내었으며, a값은 발효시간이 긴 찻잎가루 첨가 시료일수록 감소하는 경향을 나타냈으며, 모든 시료 a값은 저장 4일에는 증가했다가 다시 감소하는 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), b값은 저장 4일에 감소했다가, 저장 7일에는 유의적( $p < 0.05$ )으로 증가하였다.

10. 기계적 특성치에서 hardness(경도)는 모든 마들렌 시료들에서 저장 일수가 길어질수록 단단해짐을 볼 수 있었으며, cohesiveness(응집성)는 제조 직후에는 대조군과 찻잎 분말 첨가시료 간의 큰 차이를 볼 수 없었으나, 저장 7일부터는 시료간의 유의적( $p < 0.05$ ) 차이를 나타냈다. Gumminess(검성)

는 경도와 유사한 양상을 나타내었고, chewiness(씹힘성)는 경도의 결과와 유사하게 모든 시료군에서 시간이 지남에 따라 증가하는 양상을 나타내었다. Resilience(복원성, 탄성)는 발효 찻잎 분말 시료 첨가에서는 다소의 증감은 있었으나 저장 시간이 경과함에 따라 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다.

11. 관능평가는 전반적으로 6시간 발효 찻잎분말을 첨가한 S6시료 마들렌의 외관은 5.8로 가장 높은 점수를 받았으며, 시료들 간의 유의적( $p < 0.05$ ) 차이는 없었다. SN, S4, S6, S8 발효 찻잎분말 첨가 마들렌의 색에 대한 점수는 각각 4.4, 4.8, 5.8, 6.0으로 발효시간이 긴 시료일수록 점수가 높아지는 경향이었고, 맛에서는 모든 발효 찻잎 분말을 첨가한 마들렌을 발효 찻잎을 첨가하지 않은 마들렌보다 더 선호하였다.

전반적인 기호도 에서는 대조군보다 발효 정도를 달리한 찻잎분말 첨가 모든 시료들이 모두 높게 평가되었으며 특히 6시간 발효 찻잎 분말 첨가 시료 (S6)가 가장 높게 평가되었다.

# 목 차

## 논문개요

I. 서론 .....	1
II. 실험재료 및 방법 .....	13
1. 실험재료 .....	13
1) 시료의 제조 .....	13
2) 표준품 및 시약 .....	18
2. 실험방법 .....	19
1) 일반성분 분석 .....	19
2) 차잎의 catechin, theobromine, theaflavin 추출방법 .....	19
3) Catechins, theobromine, theaflavins 분석 방법 .....	20
4) Catechins, theobromine, theaflavins 정량과 동정 .....	24
5) 회수율 .....	25
6) 총 polyphenols 함량분석 .....	25
7) 유리아미노산 함량측정 .....	26
8) pH측정 .....	26
9) 색도측정 .....	27
10) 관능평가 .....	27

3. 발효차잎 가루 첨가 마들렌 제조 .....	34
1) 재료 .....	34
2) 마들렌 제조방법 .....	34
4. 발효시간을 달리한 차잎 가루 첨가 마들렌의 이화학적 특성 측정 및 관능평가 .....	38
1) 수분 측정 .....	38
2) 색도 측정 .....	38
3) 기계적 특성 .....	38
4) 관능 평가 .....	39
5. 통계 처리 .....	39
<b>Ⅲ. 연구결과 및 고찰 .....</b>	<b>40</b>
1. 차잎의 일반성분 .....	40
1) 일반성분 .....	40
2) Theobromine, catechin류, theaflavin 의 분리 및 정량 분석 ..	42
3) Theobromine, catechins, theaflavins, 의 함량 변화 .....	45
4) 총 polyphenols 함량 .....	66
5) 유리아미노산 검출 .....	68
6) pH 측정 .....	73
7) 색도 측정 .....	75

8) 관능 평가 .....	77
2. 발효 찻잎 가루 첨가 마들렌의 품질 특성 .....	80
1) 수분 함량 .....	80
2) 색도 .....	83
3) 기계적 특성 .....	86
4) 관능평가 .....	91
<b>IV.결론</b> .....	95

## References

## Abstract

## List of Tables

Table 1. Apparatus and analysis conditions for HPLC .....	22
Table 2. component elution gradient program .....	23
Table 3. Sensory evaluation scores of tea .....	29-30
Table 4. The Formulation of madeleine substituted by fermented teas at different level .....	36
Table 5. Proximate composition of fresh tea leaves .....	41
Table 6. Content of caffeine and theobromine in fermented teas extracted with water .....	48
Table 7. Content of caffeine and theobromine in fermented teas extracted with ethanol .....	51
Table 8. Content of EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG in fermented teas extracted with water .....	54
Table 9. Content of EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG in fermented teas extracted with ethanol .....	57
Table 10. Content of TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G in fermented teas extracted with water .....	59
Table 11. Content of TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G in fermented teas extracted with water .....	61
Table 12. Changes of polyphenol content in fermented tea leaves	67
Table 13. Content of free amino acid in fermented tea leaves .....	70

Table 14. Content of pH in fermented tea leaves .....	74
Table 15. Levels of color in infused tea with fermented tea leaves. ....	76
Table 16. Sensory evaluation scores in teas according to degree of fermentation .....	79
Table 17. Moisture contents of madeleine prepared with fermented tea leaf powder during storage .....	81
Table 18. Hunter's color value of madeleine prepared with teas powder according to degree of fermented during storage .....	85
Table 19. Texture profile analysis parameters of madeleine prepared with teas powder according to degree of fermented during storage .....	88-90
Table 20. Sensory evaluation scores of madeleine prepared with teas powder according to degree of fermented during storage .....	93

## List of figures

Figure 1. Chemical structures of catechins, theaflavins evaluated in this study .....	10
Figure 2. Preparative process of non fermented tea. ....	14
Figure 3. Preparative process of 4hr fermented tea .....	15
Figure 4. Preparative process of 6hr fermented tea .....	16
Figure 5. Preparative process of 8hr fermented tea .....	17
Figure 6. Photographs of fermented tea leaves .....	31
Figure 7. Photographs of tea color infused in hot water (90°C) ..	32
Figure 8. Photographs of tea leaves soaked out from hot water.	33
Figure 9. Flow chart of madeleine preparation .....	37
Figure 10. HPLC chromatograms of standards theobromine .....	43
Figure 11. HPLC chromatograms of standards catechin .....	44
Figure 12. HPLC chromatograms of standards theaflavin .....	45
Figure 13. HPLC chromatograms 13 compounds extracted with water from fermented tea leaves harvested in April .....	62
Figure 14. HPLC chromatograms 13 compounds extracted with water from fermented tea leaves harvested in september .....	63
Figure 15. HPLC chromatograms 13 compounds extracted with ethnol from fermented tea harvested in April .....	64

Figure 16. HPLC chromatograms 13 compounds extracted with ethanol from fermented tea leaves harvested in september .....	65
Figure 17. HPLC chromatograms of amino acid in the non fermented teas(SN) .....	71
Figure 18. HPLC chromatograms of amino acid in the 4hr fermented teas(S4) .....	71
Figure 19. HPLC chromatograms of amino acid in the 6hr fermented teas(S6) .....	72
Figure 20. HPLC chromatograms of amino acid in the 8hr fermented teas(S8) .....	72
Figure 21 Sensory evaluation scores in teas according to degree of fermentation .....	78
Figure 22. Change of moisture contents of madeleine prepared with fermented tea leaf during storage .....	82
Figure 23 Sensory evaluation scores of madeleine prepared with fermented tea leaf powder during storage .....	94

## I .서론

차는 오늘날 세계에서 가장 많이 소비되는 음료 중의 하나로, 단순히 갈증을 해소시켜 주는 것 뿐 만 아니라 뛰어난 효능으로 인해 약용으로도 이용되어 왔다(동의보감 1999).

최근 들어 우리나라에서는 차의 기호적 측면뿐만 아니라 생명활동을 조절하는 기능이 과학적으로 규명됨에 따라 그 수요가 점차 늘어가고 있으며, 건강기능 식품으로서의 역할도 크게 부각되고 있다(Choi & Choi 2003, Han *et al* 2005).

차는 차나무과(Theaceae)의 상록수인 차나무(*Camellia sinensis* L. O. Kuntze)의 잎을 사용하여 만들며, 차의 종류는 세계적으로 약 30종에 1,100여 종류가 열대, 아열대 및 온대지방에 분포하고 있다(Kim & Nou 1998). 차나무의 주산지는 위도로 북방 한계 38도까지 재배되고 있으며, 연평균 기온 13℃ 이상 강우량이 1,300~1,500mm 이상인 지역이 재배적지로 되어있다(Je *et al* 2005).

녹차는 차나무의 싹이나 잎을 제조과정 중에 발효시키지 않고 가공한 것을 말하며 우롱차는 싹이나 잎을 잎 중의 산화효소로 반 발효시킨 것이며, 홍차는 싹이나 잎을 잎 중의 산화효소에 의하여 발효시킨 후 건조한 것을 말한다(식품공전 2004).

차의 기원은 기원전 2700년경이라고 하며 중국의 서남부 운남성에서 사천성에 걸친 구릉지대가 원산지로 되어있다(정동효 2004,

Yoshikawa Masayuki 2001, Koide Motoki 2005).

陸羽의 『다경』에서는 염제신농씨(炎帝神農氏)가 차를 발견했다는 기록이 나오고, 『신농본초경』(神農本草經)에 의하면 ‘차를 오래 마시면 사람으로 하여금 힘이 있게 하고 마음을 즐겁게 한다.’는 기록이 있고, 기원전 1066년 『화양국지』(華陽國志)에서는 차를 공납의 진품으로 취급했다(山西貞 1992).

이렇듯 중국에서 시작된 차는 220년에 베트남, 미얀마, 라오스, 태국으로 전파되었고, 805년 일본의 승려 사이조우(最澄)를 시작으로 1187-1191년 에이사이(瑩西)선사가 차의 제조법을 전하기 시작하였다. 유럽으로 전파된 것은 17세기 초 네델란드를 통하여 프랑스, 독일에 이어 영국으로 유입되었다(角山 榮 1980).

우리나라 차 재배에 관한 최초의 기록은 가야시대 무신년(AD 48년) 가락국 김수로왕의 왕비인 허황옥(許黃玉)이 인도 아유타야(Ayqdhya)국에서 *var. assamica*로 추정되는 차 종자를 가져왔다는 기록과 신라 흥덕왕 3년(AD 828년)인 823년 사신 김대렴(金大廉)이 당나라에서 가져온 차 씨를 지리산에 심게 하면서 지금의 하동군 화개면(花開面)일대에 많은 차나무가 자생하여 재배되기 시작하였다는 기록이 있으며, 일본서기(日本書紀)에 의하면 긴메이 천황(欽明天皇 539~571)13년에 백제의 성왕(523-533)이 담혜(曇惠)화상 등 16명의 일본 스님들과 더불어 불교 용구들과 차와 향 등을 보냈다는 기록이 있다. 또 일본의 동대사(東大寺) 요록(要錄)에 의하면, 행기(行基)라는 백제의 스님이 성무 천황(聖武天皇)시대에 일본에 귀화하며 차

나무를 심었다는 기록이 있다(東大寺要錄 1944).

이와 같이 우리나라의 차 재배는 1,200~2,000년의 긴 역사를 가지고 있지만 겨우 5종에 불과하며 그 중 70%가 tea back 류이며 대부분 중국산이다(운암 2005, 석천 2006). 현재 농가에서 재배되고 있는 차나무는 주로 국내 자생 재래종을 수집하여 재배하고 있으며 일부 일본과 대만 등에서 육성된 품종을 도입하여 심고 있다.

우리나라의 차 생산 주요 산지로는 최대 차산지인 전남 보성을 비롯하여 광주, 강진, 광양, 구례, 해남과 경남 하동, 산청, 제주도 등에서 재배가 이루어지고 있다. 전체 재배면적의 30%가 제주도, 전남 강진, 영암, 해남 일부지역에서 야부기다(藪北)(김종태 1996) 품종으로 재배되고 있고 나머지 70%는 자생 재래종(야생차)으로 신라 김대렴이 당나라에서 가져온 차 씨를 지리산에 심은 것이며 경남 하동, 산청과 전남 광양, 구례에서 주로 재배되고 있다(김종태 1996, Kim *et al* 1996, 농촌진흥청 1987).

1978년부터 국민 소득이 증가함에 따라 기호음료에 대한 관심이 증가하면서 몇몇 소규모 업체들이 녹차 산업에 참여하기 시작하였으며, 1980년에는 (주)태평양이 제주도와 전남 강진에 대규모 다원을 조성하면서 국내 녹차산업도 활기를 띠게 되었다(배종임 2005).

2003년 농림부 통계에 따르면 국민 일인당 차 소비량은 약 40g 정도로 추정되며, 2005년은 80g으로 일인당 차 소비량 100g 시대가 도래 할 것이라 추측하고 있다(박영근 2006).

세계인의 차 소비경향을 보면 홍차의 소비량은 전 생산량의 73%

를 차지하고 녹차는 23%, 그 밖에 우롱차, 황차 등 기타가 4%정도 생산 소비되고 있다. 우리나라에서는 90%이상이 녹차위주로 생산 및 소비 되고 있으나 앞으로 차의 소비 계층이 여성과 젊은 층으로 확산되는 경향으로 발효차의 수요가 크게 증가 할 것으로 예상된다.

차는 품종, 지역, 수확시기, 제다방법, 색상, 형태, 풍미에 따라 분류할 수 있으나, 가장 일반적인 분류는 채엽 시기, 발효정도, 차의 색상에 따라 분류한다(岩波潔 1994, 大石貞男 1991, 임근길 *et al* 2003).

첫물차는 4월 중순에서 5월 초순, 두물차는 6월 중순에서 6월 하순, 세물차는 8월 초순에서 8월 중순, 네물차는 9월 하순에서 10월 초순에 채엽 한 것이며(정동호 2004), 혹은 봄차, 여름차, 가을차 등으로 분류하기도 한다.

녹차는 찻잎을 채취 후 곧 찌거나 덪어서 찻잎 중에 효소를 실활시켜 제품으로 하므로 재차 과정에서의 성분변화는 적다.

홍차는 찻잎을 시들게 하여 잘 비벼서 찻잎 중의 산화효소를 충분히 작용시켜 발효를 완전히 행한 차이며(80%이상), 반발효차는 찻잎을 시들게 하여 잘 비벼서 차 성분의 일부를 산화시킨 것으로 홍차보다 발효시간이 짧으며 녹차와 홍차의 중간 성질을 갖는다. 발효정도가 가벼운 것(12-15%발효)을 포총차(Pouchong tea), 중간 정도의 것(50-55%발효)을 우롱차(oolong tea)라 한다. 후발효차는 찻잎을 장시간 퇴적(堆積)하여 미생물의 작용을 받아 충분히 성분변화를 일으킨 차이다(村松 1991).

최근 중국에서는 제조공정과 차의 색상에 따라 녹차(綠茶), 황차

(黃茶), 백차(白茶), 우롱차(烏龍茶), 홍차(紅茶), 흑차(黑茶)의 6대차로 분류하고 있다(An Bong Jeun 1998, 梶田武俊 1992).

차의 맛을 구성하는 쓴맛, 떫은맛, 감칠맛, 단맛은 차 잎에 들어 있는 성분에 따라 달라진다. 즉, 쓰고 떫은 맛 성분인 tannin, 쓴맛 성분인 caffeine과 saponine, 감칠맛 성분인 아미노산, 단맛 성분인 당류 그리고 방향성 향 및 각종 화합물이 조화를 이루어 독특한 향을 가지고 있다(村松 1991).

차 생엽의 수분은 75-80%이며, 나머지는 고형분으로 되어있다. 이러한 고형물질에는 30여 가지의 성분이 함유되어있으며, 주요성분으로는 tannin, 아미노산, caffeine, 당류, 단백질, 섬유소(cellulose)와 엽록소(chlorophyll), 플라보놀(flavonols) 유도체, 안토시안 등의 식물 색소, 지질, 단백질 및 무기물질 등이며, 다른 식물에 비해 탄닌류인 catechin과 caffeine을 비롯하여 아미노산류, 칼륨(K), 불소(F), 아연(Zn), 망간(Mn), 비타민 C, 비타민 E 등을 다량 함유하고 있다(Kim *et al* 2004, Akihiro H 1998). 이들 화학성분들은 여러 가지 생리활성과 약리효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다.

Tannin은 차에 있어서 쓰고 떫은맛을 내는 성분으로 수렴성을 가지며 여러 금속과 반응하여 갈색, 청록색 등의 복합염을 형성하는 성질을 가지고 있으며 품종별, 채취시기별, 비료의 종류, 일조시간의 길이에 따라 함량의 차이가 난다(신미경 1985, 여제신 1991, Kiyoshi I & Hideichi T 1982). 인체와 각종 동물에서 고혈압이나 동맥경화 등 심혈관 질환의 억제작용, 과산화지질의 생성을 억제하여 노화 방지 작용,

중성지방의 생성을 억제하여 비만 방지작용 및 혈청지질 성분의 저하작용 등 생체에 많은 유익한 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Chai IS 2000).

녹차 잎의 전 질소 중 약 20%는 카페인이며 그 외의 질소화합물로는 아미노산, 단백질, 핵산 등이 있다. 단백질은 제조과정 중 탄닌과 결합하거나 가열에 의해 응고되어 녹차 침출액 중에는 거의 용출되지 않으나 아미노산은 수용성이므로 용출되어 차 맛에 크게 관여한다. 양질의 녹차일수록 녹차특유의 amide가 다량함유 되어 있고 theanine, glutamic acid, arginin등 유리 아미노산 총 함량이 매우 중요하며 상급의 녹차 맛은 theanine 함량 및 기타 아미노산 함량이 많을수록 맛이 좋아진다는 보고가 있다

차 아미노산의 약 60%를 차지하는 theanine은 녹차의 주요 성분이며 상급의 녹차일수록 그 함량이 많고 tannin이 적어 특유의 좋은 맛을 내며 함량이 많을수록 맛이 좋다. theanine 함량은 채엽시기가 늦을수록 적어지며, 뿌리에서 합성되어 줄기를 거쳐 잎으로 옮겨가서 저장되거나 일광을 쬐이면 점차 catechin으로 변화된다. 일광을 차단하면 이 변화가 억제되므로 햇별을 차광한 차 싹에는 노천 차 싹보다 theanine이 많이 함유되어있다(Krishnamurthi 1993).

혈압강화작용에 유효한 성분으로 알려진 GABA( $\gamma$ -aminobutyric acid)는 비단백질 구성아미노산으로 사람에게 있어서는 신경계, 혈액에 함유되어 있으며 면역기능, 노화억제, 생체리듬, 신경계에 대한 조절 등 생체의 복잡한 생명활동을 조절하는 기능과 환경오염물질의

제거작용이 있어 최근 주목을 받고 있으며, 제다하기 전에 혐기처리에 의해 GABA를 축적한 차잎을 가공하여 혈압강하 작용이 있는 차가 이미 시판되고 있다(Masaaki & Kazuhiro 1998). catechin 류는 차잎의 주요성분이며 성인병이나 암 예방과 관계있는 각종의 기능, 항알러지 작용, 장내 flora의 개선 작용 등이 밝혀져 있으며 이미 항산화, 항균제로서도 시판되고 있다(村松 1991).

Catechin류는 차에 있어서 색깔과 맛에 관여할 뿐만 아니라 기능성 약리 작용이 뛰어난 화합물이다(村松 1991). 색으로는 플라보노이드류, 맛으로는 탄닌류에 해당되며 차의 정미 성분 중 특히 떫은 맛의 주요 성분으로 신체 내 항균작용(Cho *et al* 1997, Kim & Jung 2005, Simonetti *et al* 2004, Zhao *et al* 2001, Park & Cha 2000), 항산화 작용(Sung KC 2006, Sung KC 2005, Chen *et al* 2001, Chen *et al* 1998, Luczaj & Skrzydlewska 2005, Leung *et al* 2001, Chen *et al* 2003, Hasan & Nihal 2003), 항암작용(Seo *et al* 2003, Hong & Yang 2006, Imad *et al* 2003, Sachinidis *et al* 2000, Lin JK 2003, 심혈관계질환(Hwang *et al* 2001), 항 위궤양작용(Lee *et al* 2003), 해독 작용, 혈당저하작용, 충치예방효과(Jin *et al* 2005, Lee *et al* 2005, Yang *et al* 2002, Li LT 2003) 및 노화억제작용(정진호 2003), 비만 예방에 관여한다(Kao *et al* 2000, Hegarty *et al* 2000, Han *et al* 2003, Kazutoshi *et al* 2003, Tankred W 2003, Yang & Landau 2003). Catechin류는 polyphenol류로 화학적으로는 (+)-epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin gallate(EGCG), (-)-epicatechin gallate

(ECG), (-)-epigallocatechin(EGC)의 4 종류의 주요 화합물 외에 (-)-gallocatechin gallate(GCG), (-)-catechin gallate(CG), (-)-catechin(C)의 총 7종류가 알려져 있으며 그 밖에 수 종류가 존재한다.

Caffeine은 1820년에 처음 발견 되어 1827년 영국의 Qudry가 녹차 잎에서 발견하여 theine이라 명명한 성분이 카페인과 같은 물질로 확인되어 차를 상징하는 중요한 성분으로 밝혀졌으며 녹차의 정미성분 중에서 약한 쓴맛을 나타내며 카페인 함량이 높을수록 녹차의 맛에 대한 기호도가 증가한다고 알려져 있다(村松 1991). caffeine의 생리, 약리작용은 오래전부터 연구되어 왔다. 중추신경흥분, 강심, 이뇨, 항천식, 대사항진, aflatoxin 생성억제 등의 효과가 계속 밝혀지고 있으며 혈중 콜레스테롤 상승작용이 있는 것으로 알려져 있다(村松 1991). 또 차의 caffeine은 catechin 이나 theanine등과 분자화합물을 이루고 있으므로 흡수작용이 서서히 일어난다(Kirishnamurthi KK 1993). Xanthine계 화합물로서 세계적으로 가장 널리 소비 되는 흥분제의 하나이며 중추신경계와 말초신경계를 자극하는 작용이 있어 적당량을 섭취하면 각성, 이뇨, 강심, 위액분비 촉진 등의 생체내의 작용으로 피로회복, 기분전환, 사고력 증진 등의 효과를 나타낸다(Hirsh K 1984).

Theobromine은 caffeine · theophylline 과 같이 Xanthine alkaloid인 Methylxanthine 이지만 중추신경계에 대한 흥분작용이 약한 반면 이뇨 작용이 강한 편이다. Tsujida 등은 채엽 한 찻잎을 25℃로 정치하면 48시간 후에는 caffeine은 47%증가하고 theobromine은 감소한다고 하였다.

그 밖에 차의 기능성 물질로는 alkaloid에 해당하는 theaflavin

(TF)과 theaflavin-3-gallate (TF3g), theaflavin-3'-gallate (TF3'g), theaflavin -3,3'-digallate(TF33'g)를 포함하는 theaflavin류가 있으며 flavonoid의 황색과 함께 홍차의 수색(水色)의 특징적인 오렌지색, 적 등색, 등갈색과 맛의 핵심 성분으로서 발효 중 찻잎의 catechin류가 polyphenol oxidase의 작용에 의하여 산화·중합되어 생성되는 물질이다(Hong & Yang 2007). 특히, 최근에는 홍차에 함유되어 있는 theaflavin-3,3'-digallate가 tyrosine receptor kinase를 억제 한다는 보고가 있어 이 물질이 항암작용과 관련되는지에 대한 관심이 모아지고 있다(Chung et al 2001, Sah et al 2004). 차의 성분에 대한 연구에 의하면 일반적으로 녹차에는 30~42%의 catechin류가 들어 있으며 홍차에는 3~10%의 catechin류와 3~6%의 theaflavin류가 들어 있고 고품질의 홍차일수록 theaflavin류의 함량이 많다고 한다(Nagawa 1976). 또한 발효차는 녹차의 주성분인 Epicatechin보다 혈당 강하 작용이 150-250배 이상의 효력을 나타낸다(최성희 1999)는 보고가 있다.

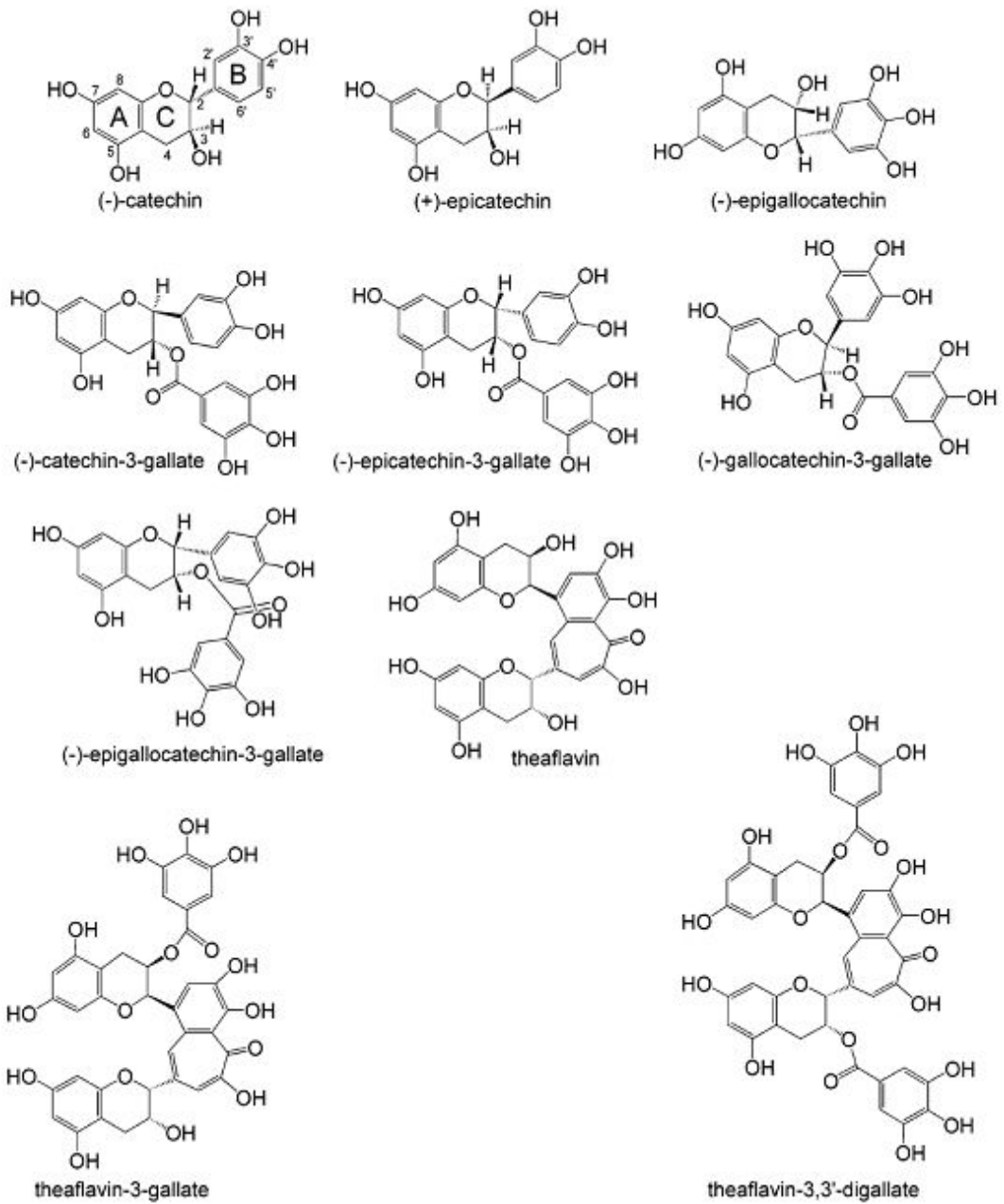


Fig. 1. Chemical structures of catechins, theaflavins evaluated in this study

최근에는 소비자의 건강지향, 천연물지향의 욕구, 차의 기호적 측면에 따라 차 음료 시장은 급속한 성장을 보이고 있다. 국내 차 음료 시장은 2003년 600억 원이었던 차 음료 시장이 2005년 64.3%로 증가한 986억 원의 시장을 형성하였다(안기현 2006). 또 한국 무역 통계(2007)에 따르면 녹차와 발효차(부분발효차) 경우 수입된 금액과 중량의 변화를 살펴보면 녹차가 2000년에는 34,000 \$, 2,533 kg에서 2006년 51,000 \$, 2,730 kg으로 발효차(부분발효차)의 경우 2000년에는 993,000 \$, 121,928 kg에서 2006년 5,311,000 \$, 454,834 kg으로 증가하였다. 즉, 발효차는 녹차에 비해 금액 면에서 3.56배, 중량에 있어서는 3.34배 증가한 것으로 보아 발효차의 수요는 최근 몇 년 동안 수입량이 빠르게 증가했다는 것을 알 수 있다. 또한 세계 차시장의 90% 이상을 발효차가 점유하고 있고 다양한 품종들이 개발되고 있으나 현재 우리나라의 차 시장은 대부분이 녹차이며 다양한 품종 개발도 미미한 실정이다.

차의 가격에 있어서도 우리나라의 차 가격이 일본차의 6배, 중국차의 16배 정도로 세계에서 가장 비싸다고 알려져 있어 가격에 비해 차의 질적 수준도 문제로 지적되고 있다(홍순창 2003). 따라서 수입개방에 대비한 차 산업의 발전과 차 품종의 개량, 다양한 제품개발로 고부가가치 상품의 국산차 개발이 시급하다(Park SK 2005, Kim *et al* 2004).

특히 우리나라의 차나무는 소엽종으로 외국에서 주로 마시는 대엽종으로 만든 발효차 보다 차의 맛과 향이 은은하고 부드러운 맛이 있어 선호도가 증가되고 있는 실정이다(Choi *et al* 2005).

따라서 우리의 전통차라고하는 녹차만으로는 더 이상 경쟁력을

가질 수 없다. 기존의 연구들도 주로 녹차를 중심으로 한 연구들이 대부분이며 최근 몇몇의 발효차에 관한 연구가 서서히 진행되고 있으며 국내 야생차로 만든 발효차도 충분히 경쟁력을 가질 수 있다고 진단하고 있다.

증대되는 외국차의 수입 압력에 따른 우리 차 산업의 위기를 인식하며, 차의 소비가 급격하게 확대되는 시점에서 우리나라 차의 품종이나 기후 및 토양조건을 내는 차에 다양한 선택과 차별화를 도모할 수 있는 발효차로 기호적이고 기능적인 차의 바른 이해와 선택을 할 수 있도록 하고자 한다.

본 연구에서는 하동에서 자생하는 우리나라 야생차 엽으로 4월에 채취한 찻잎과 9월에 채취한 찻잎으로 발효시간을 달리하여 제조한 발효차의 이화학적 특성을 조사하였다. 즉, 일반성분 분석과 HPLC를 이용하여 주요 아미노산류, catechins류, theaflavin류, theobromine를 측정하였고, 색도 및 관능평가를 함으로써 발효정도에 따른 찻잎의 기능성과 관능특성을 조사하였으며 가공식품에의 이용적성을 검토하기 위하여 발효정도를 달리하여 제조한 발효차 가루를 마들렌 recipe에 첨가 제조하여 저장기간에 따른 수분 함량, 색도, 기계적 특성 및 관능평가를 수행하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 시료의 제조

본 실험에 사용한 찻잎은 경남 하동군 악양면 정서리에 소재한 차천지 다원에서 재배한 재래종 야생차 잎을 2006년 9월 1일과 2007년 4월 28일에 생잎 1창 3기(엽)를 각각 10kg씩 채취하였다. 시료는 발효시간을 달리하여 제조한 비 발효 녹차, 4시간 발효차, 6시간 발효차, 8시간 발효차를 제조하여 시료로 하였다(Fig. 2~5).

제다에 사용된 건조기(Doori TEC)에서 30분간 건조하여 poly ethylen bag으로 진공포장 하였다. 그 중 일부의 시료는 분쇄기(후드믹서 FM-680W, (주)한일전기)로 갈아서 60  $\mu\text{m}$  체에 통과시켜 진공포장하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 시료로 사용하였다.

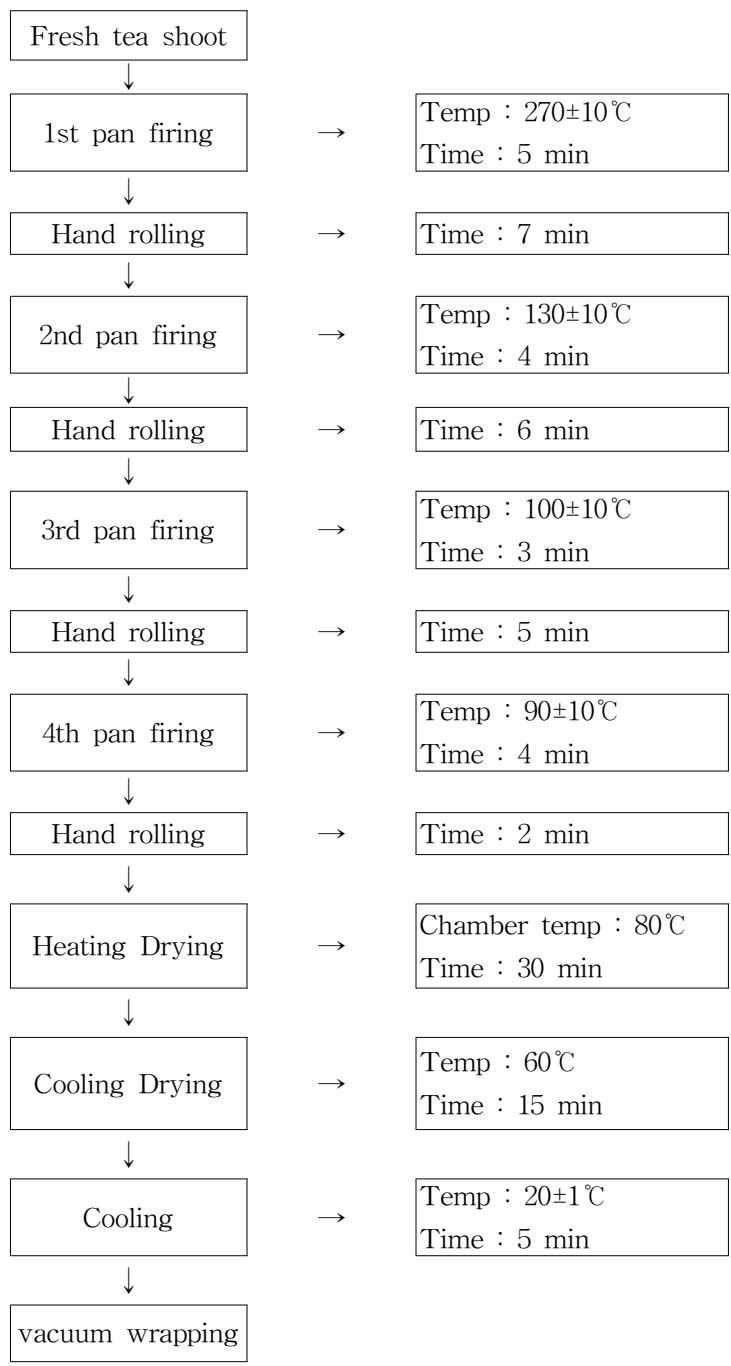


Fig. 2. Preparative process of non fermented tea

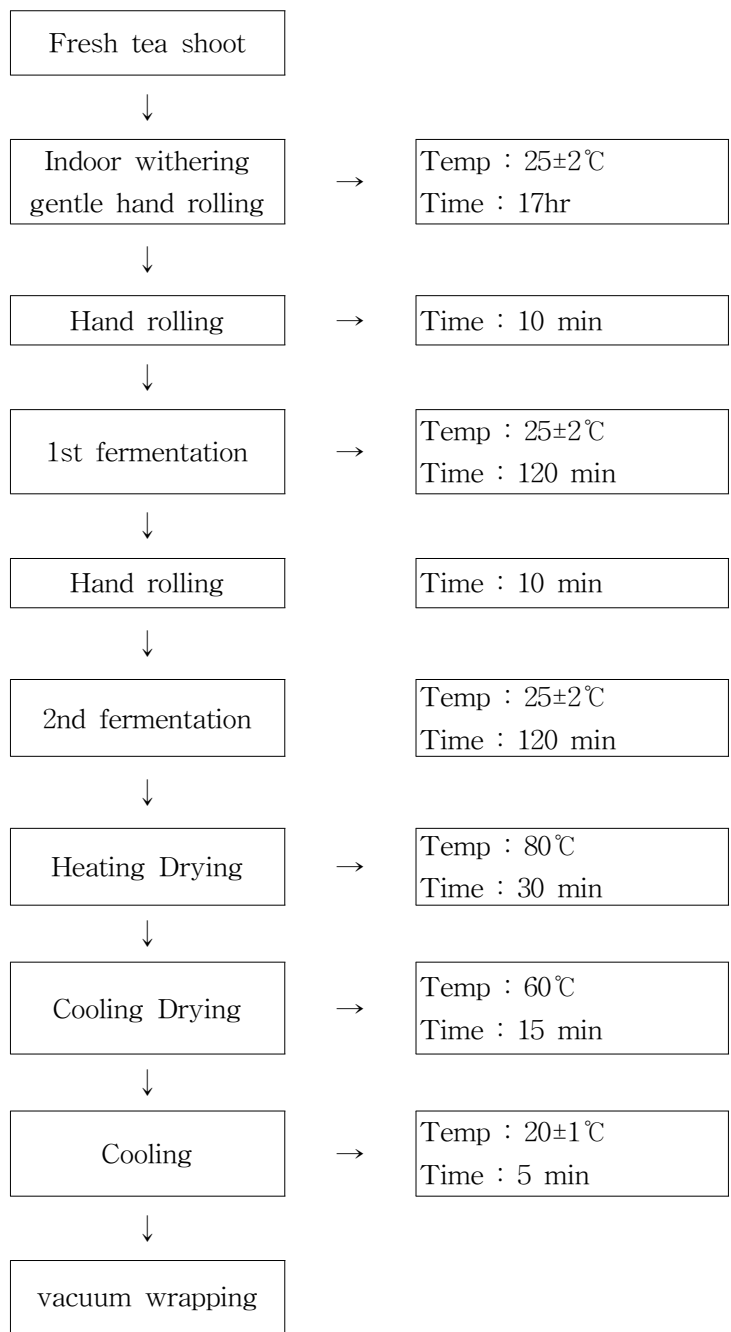


Fig. 3. Preparative process of 4hr fermented tea

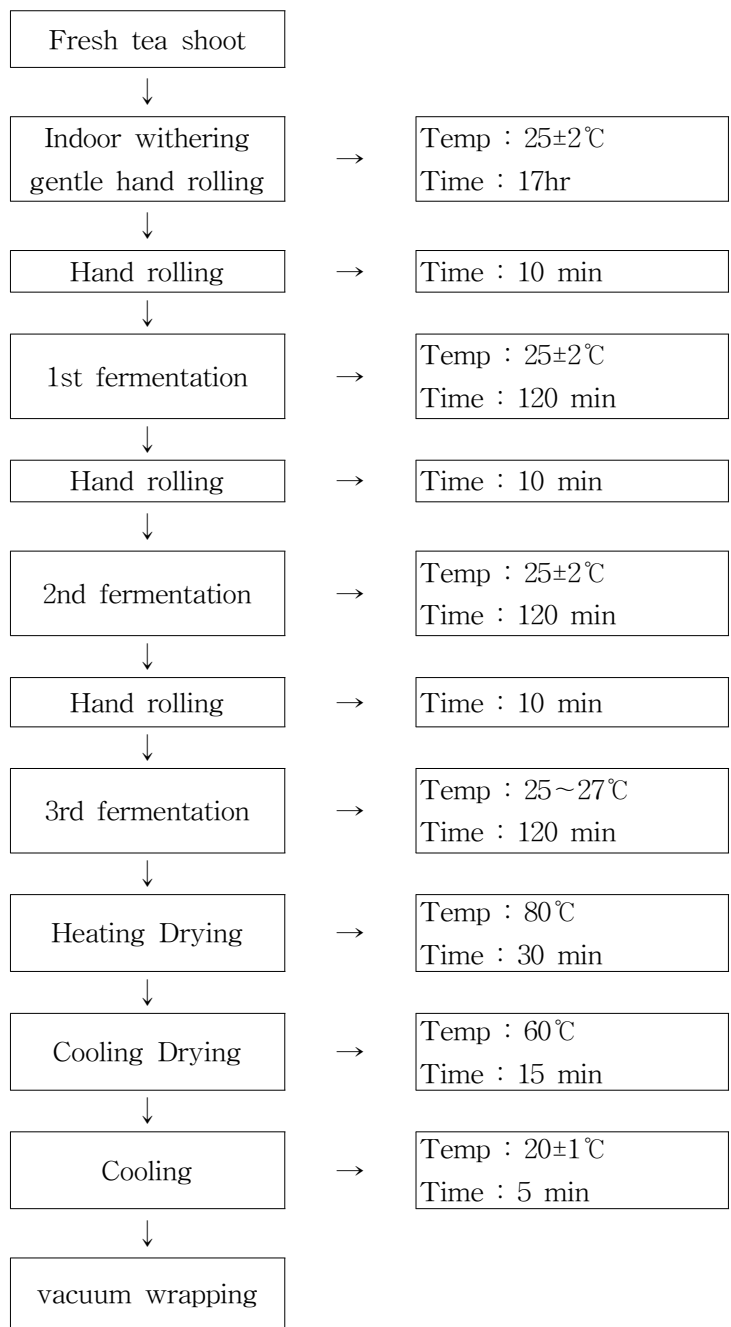


Fig. 4. Preparative process of 6hr fermented tea

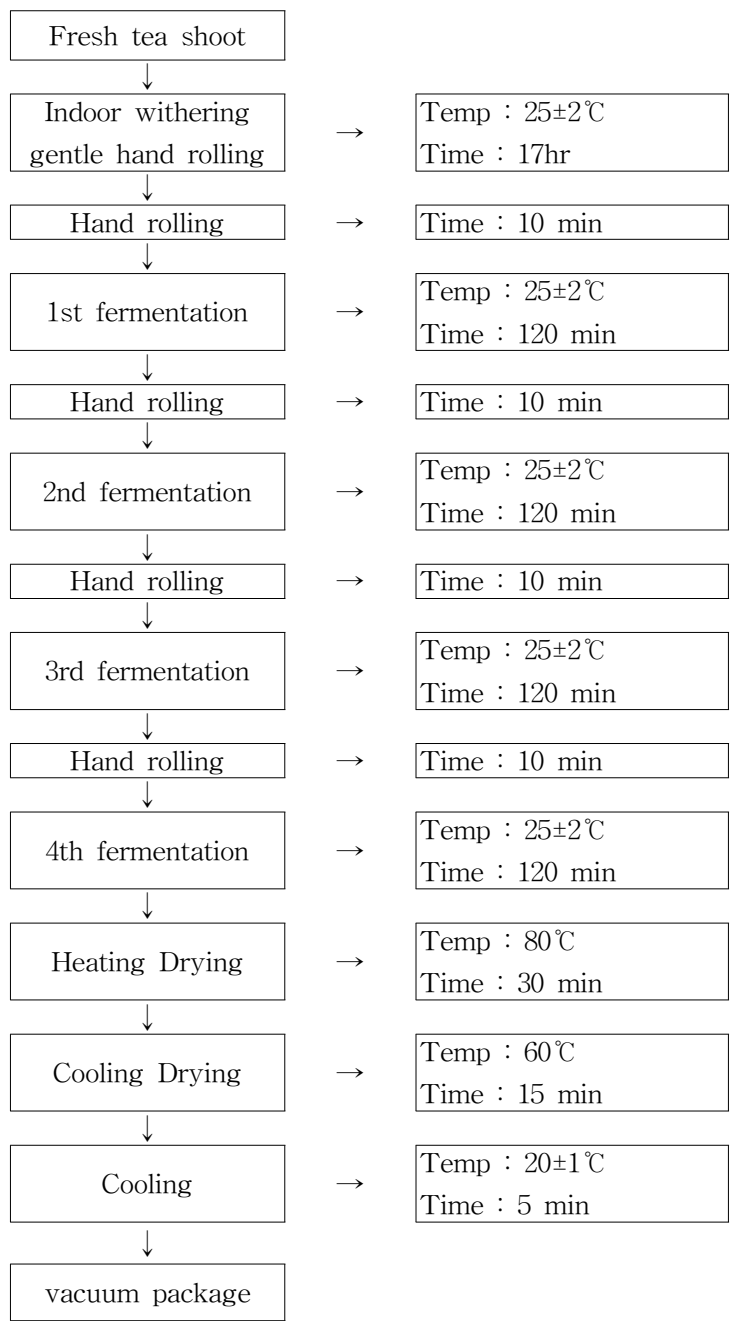


Fig. 5. Preparative process of 8hr fermented tea

## 2) 표준품 및 시약

성분 분석에 사용된 표준시약은 (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-catechin(C), (+)-epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), (-)-gallocatechin gallate (GCG), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-)-catechin gallate (CG), theobromine과 caffeine은 Sigma사 (St. Louis, USA)의 제품을 사용하였고 theaflavin (TF), theaflavin-3-gallate (TF3G), theaflavin-3'-gallate (TF3'G), theaflavin-3,3'-digallate (TF33'G)는 Wako사 (Osaka, Japan) 제품을 사용하였다.

이동상 용매인 acetonitrile은 HPLC용과 인산(phosphoric acid) 은 analytical grade 인 Junsei(Tokyo, Japan)의 제품을 사용하였으며 그 밖의 시약은 특급시약을 사용하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 찻잎의 일반성분분석

발효차의 일반성분은 A.O.A.C 법에 따라 분석하였다. 수분함량은 105°C 상압가열 건조법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조단백질은 semimicro kjeldhal법(Kjeltec 1030 Auto Analyzer, Tecator, Sweden), 조회분은 직접 회화법으로 측정하였으며(A.O.A.C 1995), 당질의 함량은 100%에서 조단백질, 조지방 및 조회분의 양을 뺀 값으로 나타내었다.

### 2) 찻잎의 catechin, Theobromine, Theaflavin 추출액의 추출방법

발효차는 Friedman *et al*(2005)의 방법에 따라 물과 80% 에탄올로 추출하였다. 물 추출법은 시료를 비이커에 1.5 g을 평량 한 후 100°C로 비등시켜 90°C로 식힌 250 mL의 증류수를 magnetic stirrer로 5분간 혼합한 후 여과지(Whatman filter paper No. 2)로 여과하여 추출하였다.

에탄올 추출법은 시료 1 g을 환류응축기(reflux condenser)와 연결시킨 250 mL flask에 넣고 80% 에탄올 용액 50 mL 가한 후 60°C의 water bath에서 15분간 가온 추출하였다. 5분간 초음파 처리한 후 추

출액은 250 mL의 플라스크에 모으고 남은 시료는 같은 용매에서 같은 방법으로 총 3회 처리한 후 가온 추출하였다. 3번째 추출액은 여과지(Whatman filter paper No. 2)를 통하여 흡인 여과하였으며 모든 추출액은 플라스크에 모은 다음 80% 에탄올 용액을 넣고 250 mL가 되도록 정용하였다. 제조한 물 추출물과 에탄올 추출물은 냉동고(-70°C)에 넣어 보관하였다.

### 3) Catechins, theobromine, theaflavins 분석 방법

찾잎 시료의 추출액은 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)에 의하여 Table 1 와 같은 조건으로 분석하였다. 즉 냉장시킨 추출액은 1~2시간 정도 실온에서 방치한 후 0.45  $\mu\text{m}$  whatman nylon menbrain filter(maidateno, Enfand)와 0.50  $\mu\text{m}$  PTFE(Dizmic-13TP, advantec Japan)로 여과하여 HPLC 에 10 mL 주입 하였다.

사용한 HPLC는 Jasco HPLC 2000 series system으로서, Jasco PU-2089 Plus Pump(two pump gradient system), Jasco UV-2075 plus UV/vis dector(Hachioi-sh ; Tokyo, Japan), Column Oven (Waters temperature contral Modules, USA)과 injector(Rheodyne V7725i, USA)로 구성되었다.

Column은 Agilent Extend C18(4.6×150 mm, 5  $\mu\text{m}$  zorbax, USA)를 사용하였다. 이동상은 H<sub>2</sub>O(H<sub>2</sub>O/85% Phosphoric acid : 99.95/0.05

v/v)과 acetonitrile(AcN/85% Phosphoric acid : 99.95/0.05 v/v)을 사용하였다.

이동상 조성은 Gato *et al*(1996), Bronner & Beecher(1998)의 방법을 수정하여 Table 3과 같이 catechin 분석은 gradient method 즉, 처음 5분은 H<sub>2</sub>O/acetonitrile (93:7)을 일정하게 용출시킨 후 18분까지는 90/10, 23분까지 85/15, 28분까지 80/20, 35분까지 75/25의 비율로 acetonitrile 양을 점차 증가시키고 40분까지는 H<sub>2</sub>O/acetonitrile를 75/25로 일정하게 용출하였다. 이동상의 용출은 분당 1 mL로 하였으며 컬럼 온도는 40°C를 유지하였다. UV/VIS detector 파장은 231 nm에서 측정하였다.

Theobromine 분석은 theobromine 분석방법(Goto *et al* 1996)을 수정하여 분석하였다. 이동상 즉 H<sub>2</sub>O/ acetonitrile(93:7)을 일정하게 용출시키고 컬럼 온도는 40°C, 유속(flow rate)은 1mL/min, 검출 파장은 276 nm에서 분석하였다.

Theaflavin 분석은 처음 5분은 H<sub>2</sub>O/acetonitrile을 80/20로 일정하게 유지시키고 20분까지 H<sub>2</sub>O/acetonitrile을 75/25의 비율로 acetonitrile 양을 점차 증가시키는 line gradient 법을 사용하였으며 25분까지는 H<sub>2</sub>O와 acetonitril을 75/25로 일정하게 용출시켰다. 컬럼 온도는 40°C, 유속(flow rate)은 1 mL/min, 206 nm에서 각각 분석하였다.

Table 1. Apparatus and analysis conditions for HPLC

Instrument	Jasco HPLC 2000 series system injector : (Rheodyne 7725i, USA) UV/VIS detector (Jasco UV 2075 plus, Tokyo,Japan)
Column	Agilent Extend C18 (4.6×150 mm , 5 $\mu$ m zorbax, USA)
Solvent	H <sub>2</sub> O (0.05% phosphonic acid) Acetonitrile (0.054 %, 85%phosphoric acid)
Column Temperature	40°C(water temperature control modul, milipoe USA)
Flow Rate	1 mL/min
Injection Volume	10 $\mu$ l
Detector Wavelength	Catechin : 231 nm Theobromine : 276 nm Theaflavin : 206 nm

Table 2. Component elution gradient program

구분 성분	Time (min)	Flow Rate (mL)	H <sub>2</sub> O (%)	ACN (%)	Wavelength (nm)
Catechin	5	1	93	7	231
	18	1	90	10	
	23	1	85	15	
	28	1	80	20	
	35	1	75	25	
	40	1	75	25	
Theobromine	15	1	93	7	276
Theaflavin	5	1	80	20	206
	20	1	75	25	
	25	1	75	25	

#### 4) Catechins, Theobromine, Theaflavin의 정량과 동정

HPLC에 의해 8종류의 catechin, 4종류의 theaflavin과 1종류의 theobromine을 분석하기 위하여 표준시약 theobromine, (-)-epigallocatechin(EGC), caffeine, (-)-catechin (C), (+)-epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), (-)-gallocatechin gallate (GCG), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-)-catechin gallate (CG) 및 theaflavin(TF) theaflavin-3-gallate (TF3G), theaflavin-3'-gallate (TF3'G), theaflavin-3-3'-gallate (TF3-3'G)를 각각 0.49 mg~2.36 mg 까지 정확히 칭량하여 2 mL의 50%의 acetonitrile에 용해시켜 표준시료로 사용하였다. Catechin 및 theaflavin의 표준시료를 희석하여 외부 표준곡선 방법(external standard)에 의해 검량선을 작성한 후 Stepwise법과 Gradient법(Kim et al 2006, Lee & Row 1997)에 의해 시료를 분석한 Catechin 8종류, theobromine 1종류, theaflavin 4종류의 표준물질로 얻어진 각각의 peak 면적과 external standard 방법을 이용하여 검량선을 작성한 후 찾았의 13종류의 화합물을 정량 분석하였으며, 정성분석은 각각의 표준물질과 시료에서 얻어진 peak의 retention time을 비교하고 찾았 추출물에 표준물질을 혼합하여 검출한 peak 와의 동일성 여부를 확인한 후 실험하였다.

#### 5) 회수율

회수율은 일정량의 찻잎 추출물에 일정량의 표준시약을 첨가한 경우(A)와 첨가 하지 않은 경우(B), 표준시약만을 이용한 경우(C)를 각각 HPLC로 분석하여 얻어진 peak를 다음 같은 계산식에 의하여 산출하였다.

$$\text{회수율(\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

#### 6) 총 polyphenols 함량 분석

총 polyphenols 함량은 A.O.A.C.방법(1995)으로 측정하였다. 즉, 발효시간이 다른 찻잎 분말을 각각 1.0g 을 각각 정확히 취하여 등근 바닥 플라스크에 넣고 증류수 300 mL을 가해 2시간 동안 환류냉각기를 부착하여 끓인 다음 냉각시킨 후 500 mL 로 정용, 여과하여 분석 시료로 사용하였다. 시료 여액에 Folin-Denis 시약을 가해 발색시킨 다음 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid 100 mg을 평량 하여 1000 mL로 정용하여 시험관에 농도별로 분액 하여 상기와 같이 발색시킨 다음 함량을 산출하였다.

## 7) 유리 아미노산 함량 분석

차 잎의 발효정도에 따른 유리 아미노산정량은 김 등(2000)이 사용한 방법을 변형하여 실시하였다. 즉, 발효차 침출액 50  $\mu\text{L}$ 을 분취하여 건조시킨 후 phenylisothiocyanate/methanol/water/triethylamine(20  $\mu\text{L}$ , 1 : 7 : 1 : 1, v/v/v/v)용액으로 유도체를 만들고 시료를 완전히 건조시켰다. 여기에 200  $\mu\text{L}$ 의 이동상 A(1.4 mM sodium acetate  $\cdot$  3H<sub>2</sub>O, 0.1% triethylamine, 6% CH<sub>3</sub>CN, pH 6.1)에 용해시켜 microcentrifuge 시킨 후 상등액만을 취하여 0.45  $\mu\text{L}$  filter로 여과 후 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. HPLC는 Hewlett Packard system(Hewlett Packard 1100 Series, USA)을 사용하였고 분석 column은 Nova-pak C<sub>18</sub> column(3.9 $\times$ 300 mm, 4  $\mu\text{m}$ )을 사용하였으며, 이동상은 46 $^{\circ}\text{C}$ 에서 유속 mL/min으로 하였으며, 아미노산은 254nm에서 검출하였다. 이때 이동상은 이동상 A와 이동상 B(60% CH<sub>3</sub>CN)를 사용하여 linear gradient로 30분 동안 이동상 B가 되도록 하여 분석하였다.

## 8) pH 측정

차 잎 분말 시료를 1.5g 평량 한 후 100 $^{\circ}\text{C}$ 로 비등한 250 ml의 증류수를 90 $^{\circ}\text{C}$ 로 방냉 후 magnetic stirrer로 5분간 혼합한 후 여과지(Whatman filter paper No.2)로 여과한 물 추출시료를 pH

meter(Metter, Delta 350, England)로 측정하였다.

#### 9) 색도 측정

시료를 비이커에 1.5 g을 평량 한 후 100℃로 비등시켜 90℃로 식힌 250 mL의 증류수를 magnetic stirrer로 5분간 혼합한 후 여과지(Whatman filter paper No. 2)로 여과하여 추출하여 3 cm 페트리 디쉬에 10 mL 씩 채워 넣었다.

색차계(Colorimeter, JC601, Japan)로 명도(Lightness)를 나타내는 L값, 적색도(Redness)를 나타내는 a값, 황색도(yellowness)를 나타내는 b값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 하였다. 이 때의 표준색은 L값이 97.37, a값이 -0.43, b값이 +1.98인 calibration plate를 표준으로 하였다.

#### 10) 관능평가

관능 평가는 발효 찻잎 시료 1.5g을 물 250 mL를 100℃로 끓여 90℃로 식힌 물에 넣고 3분간 침출 후 다른 용기에 옮긴 후 각각의 백색자기(직경 50 mm, 깊이 55 mm, 용량 80 mL)에 60 mL정도 넣고 8명의 훈련된 패널에게 실시하였다. 관능 평가지는 Table 4에 나타내었으며 찻잎의 형상과 색택, 차의 향기와 수색(水色)·맛, 우린 찻잎의 외관 등 5가지 항목에 대해 각각 10점 만점으로 평가하였다

(Chun *et al* 2005, Yang *et al* 2004, Yang *et al* 2004, Yang WM 2005, 김 등 2000, 이광주 2002, Akihiro H).

Table 3. Sensory evaluation scores of tea

평가일자: 00년 00월 00일		평가자:		채점방법 : 해당란에 √				
구분	항목	기준	배점	sample				
				SN	S4	S6	S8	
외관 20 점	입자의 크기와 모양이 균일하며 불순물이 없고 깨끗한가 (균일성과 불순물유무)	아주 좋음	10					
		좋음	9					
		보통	8					
		미흡	7					
		아주 미흡	6					
	색택이 균일하고 선명한가(색택)	아주 좋음	10					
		좋음	9					
		보통	8					
		미흡	7					
		아주 미흡	6					
	외 질 내 질 외 질	쓴맛, 떫은맛, 단맛이 적당하고 조화로운가 (맛의 종류와 조화)	아주 좋음	10				
			좋음	9				
			보통	8				
			미흡	7				
			아주 미흡	6				
맛 30 점		맛의 농도가 적당하고 오래 지속되는가 (맛의 농도와 지속성)	아주 좋음	10				
			좋음	9				
			보통	8				
			미흡	7				
			아주 미흡	6				
맛이 맑고 깨끗하며 입안에서 느끼는 감촉이 부드럽고 순한가 (부드럽고 순함)		아주 좋음	10					
		좋음	9					
		보통	8					
		미흡	7					
		아주 미흡	6					

향 20 점	향이 신선하며 조화로운가 (향의 종류와 조화)	아주 좋음	10				
		좋음	9				
		보통	8				
		미흡	7				
		아주 미흡	6				
	향의 길고 열음이 적당하고 오래 지속되는가 (향의 농담과 지속성)	아주 좋음	10				
		좋음	9				
		보통	8				
		미흡	7				
		아주 미흡	6				
수색 20 점	고유의 맑고 투명한 색을 띠며 너무 짙거나 열지 않은가(색의 종류와 농담)	아주 좋음	10				
		좋음	9				
		보통	8				
		미흡	7				
		아주 미흡	6				
	부유물, 탄가루가 없이 탕이 맑고 깨끗한가 (맑고 깨끗함)	아주 좋음	10				
		좋음	9				
		보통	8				
		미흡	7				
		아주 미흡	6				
우린 후의 찾잎 10 점	색이 균일하고 잎의 파손이 적으며 불순물이 없는가 (색과 잎의 파손 및 불순물 유무)	아주 좋음	10				
		좋음	9				
		보통	8				
		미흡	7				
		아주 미흡	6				
취득점수 소계							

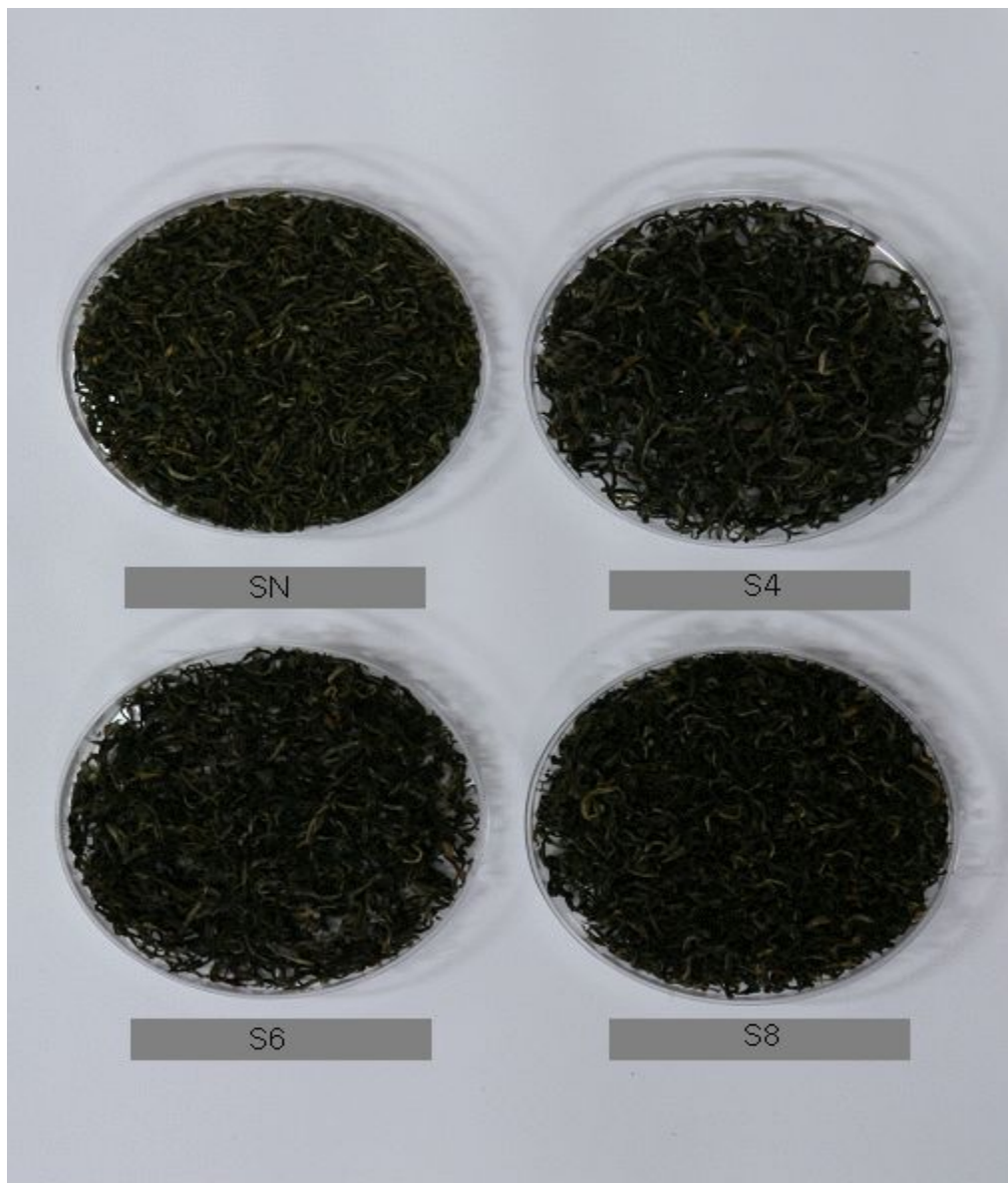


Fig. 6. Photographs of fermented tea leaves (90°C)

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April



Fig. 7. Photographs of tea color infused in hot water (90°C/3min)

- S N: non fermented tea harvested in April
- S 4: 4hr fermented tea harvested in April
- S 6: 6hr fermented tea harvested in April
- S 8: 8hr fermented tea harvested in April

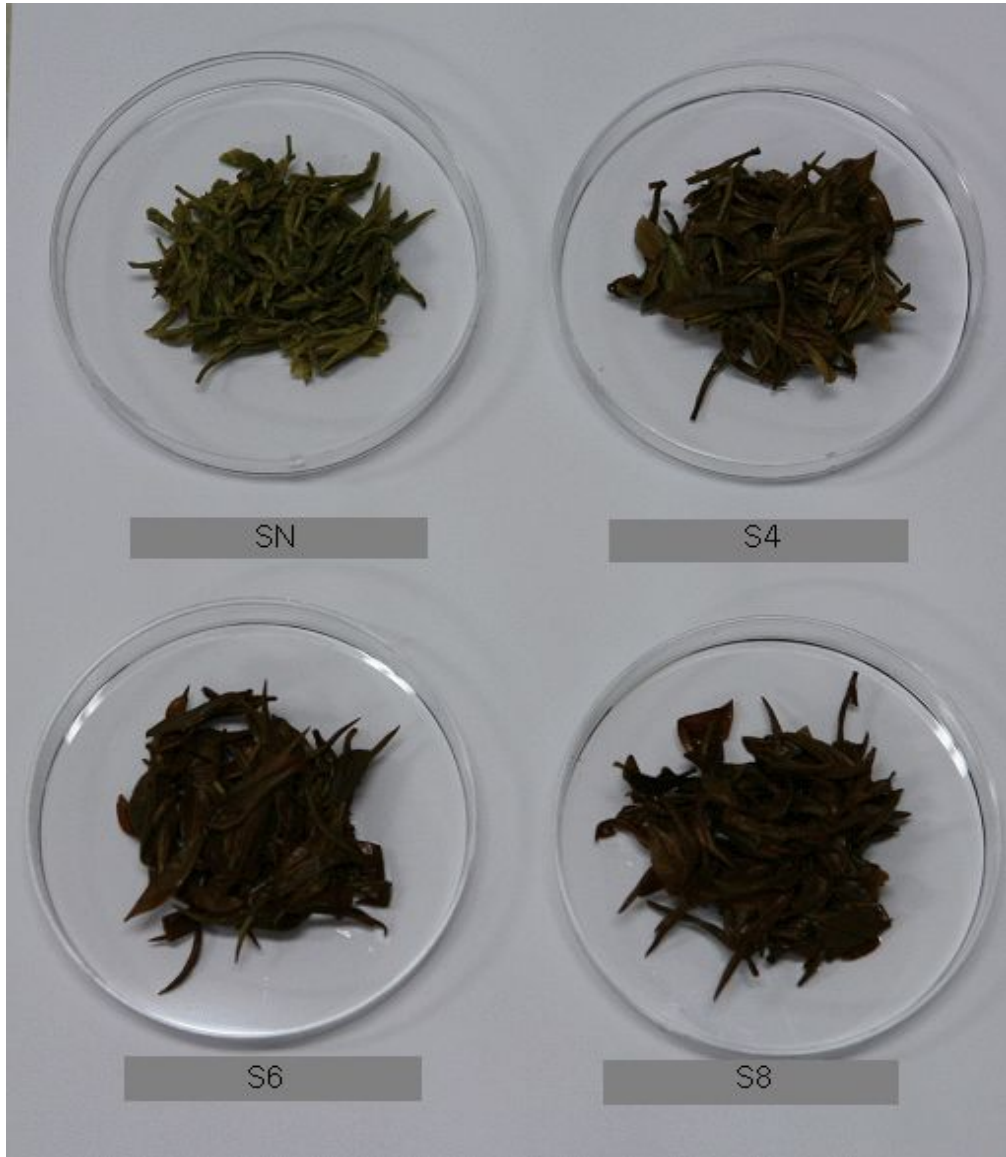


Fig. 8. Photographs of tea leaves soaked out from hot water(90°C)

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

### 3. 발효차 잎 가루 첨가 마들렌 제조

#### 1) 재료

마들렌 제조에 첨가한 차는 경남 하동(차천지)에서 2007년 4월 28일에 차엽 1창 3기(엽)을 10 kg씩 채취한 것으로 하였다. 제다법은 발효시간을 달리하여 비발효차, 4시간 발효차, 6시간 발효차, 8시간 발효차를 제조하였다. 발효차 잎 시료는 분쇄기(후드믹서 FM-680W, 한일전기(주))로 갈아서 60  $\mu\text{m}$  체에 내렸다.

밀가루 [(주)제일제당, 박력분: 수분 12.65%, 단백질 7%, 회분 0.31%], 설탕 [(주) 푸드드림], 소금(한주), 버터(서울우유), 달걀, 베이킹파우더(가림)는 시중에서 구입하여 사용하였다.

#### 2) 마들렌 제조방법

마들렌 제조는 (김 등 2001, 김현순 2007, 한국제과기술경영연구협의회 2007)방법을 변형하여 공립법으로 제조하였다. 제조 시 배합비율은 발효시간을 달리하여 비발효차, 4시간 발효차, 6시간 발효차, 8시간 발효차를 예비실험을 통하여 가장 관능점수가 좋았던 2%를 첨가하여 Table 5에 나타난 바와 같이 밀가루, 설탕, 달걀, 버터를 동량으로 이용하였고 분량의 소금, 베이킹파우더를 넣은 제조과정은 Fig.

5 와 같았다.

마들렌 반죽은 제과용 Mixer(Kitchen Aid K5SS,USA)를 사용하였고 mixing bowl에 달걀을 풀어 설탕, 소금을 넣고 2단으로 30초간 저은후 3단으로 2분간, 4단에서 1분간 혼합하였다. 기포가 완성된 후 체에 친 박력분과 베이킹 파우더, 발효시간를 달리한 발효차를 넣고 중탕으로 용해시킨 분량의 버터를 넣고 고무주걱으로 잘 혼합한 후 1단에서 30초 혼합 하고 실온에서 30분간 휴지시켰다. 피낭세 틀 (3×7×3 cm)에 휴지시킨 반죽을 짜 주머니에 넣고 찼다. 미리 윗불 180℃, 아랫불 170℃ 예열된 오븐(Dae-Yung FDO-7102)에서 15분간 구워 실온에서 30분간 방냉 시킨 후 20℃에 저장하여 실험에 사용하였다.

Table 4. The Formulation of madeleine substituted by fermented tea powder at different level

(Unit : g)

Ingredients	Ratio (%)	substitute level of fermented tea powder				
		Control	SN	S4	S6	S8
Flour	98	100	98	98	98	98
Sugar	100	100	100	100	100	100
Whole egg	100	100	100	100	100	100
Butter	100	100	100	100	100	100
Baking powder	2	2	2	2	2	2
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
fermented tea powder	2	0	2	2	2	2

Control : madeleine with 100% wheat flour

SN : madeleine with non fermented tea powder of 2g

S4 : madeleine with 4hr fermented tea powder of 2g

S6 : madeleine with 6hr fermented tea powder of 2g

S8 : madeleine with 8hr fermented tea powder of 2g

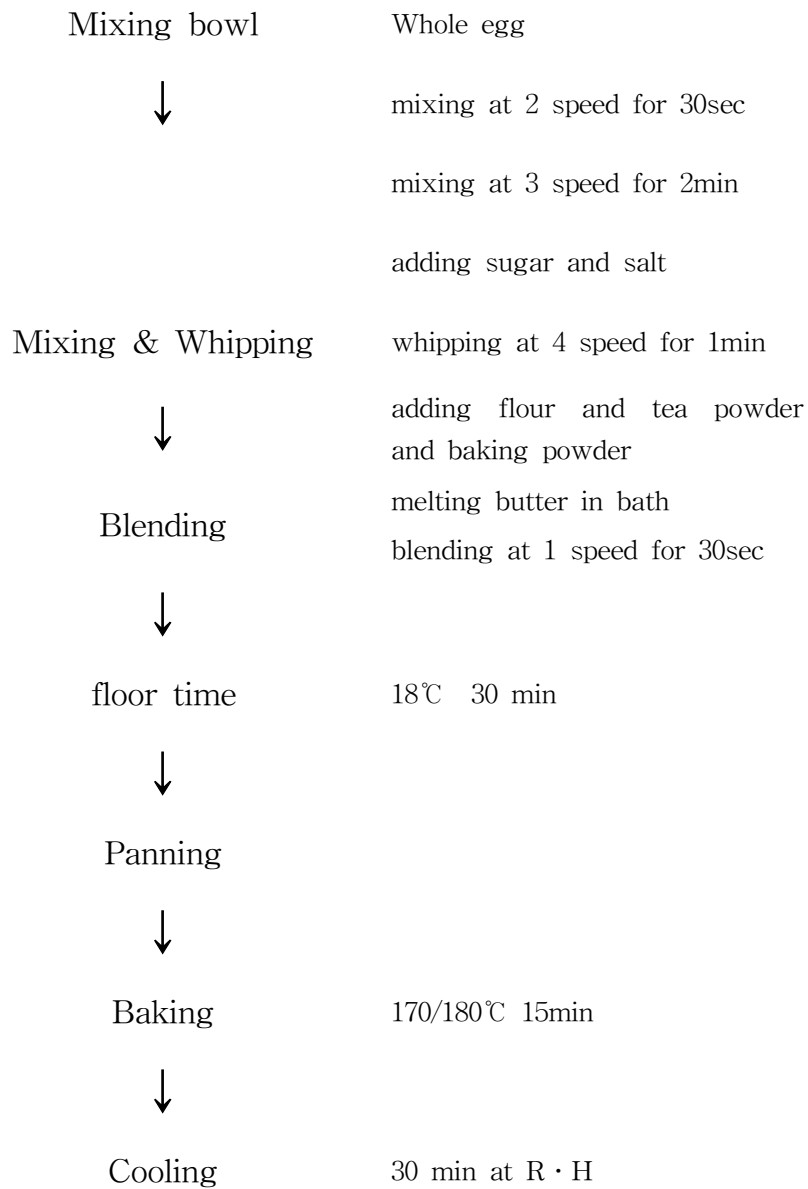


Fig. 9. Flow chart of madeleine preparation

#### 4. 발효시간을 달리한 찻잎 가루 첨가 마들렌의 이화학적 특성 측정

##### 1) 수분 측정

제조한 마들렌을 polyethylene film으로 포장하여 20℃에서, 제조 직후, 저장 2일, 4일, 7일, 9일 동안 저장하면서 마들렌의 중심부에서 시료 1g 을 취하여 수분을 측정하였다.

##### 2) 색도 측정

발효시간이 다른 발효 찻잎 가루를 첨가하여 제조한 마들렌을 제조 직후부터 저장 2일, 4일, 7일, 9일 동안 20℃에 저장하면서 색도변화를 측정하기 위해 색도계 (Colormeter JC-601, Japan)를 이용하여, 중심부를 중심으로 0.3cm로 잘라 L, a, b 값을 3회 반복 측정하여 평균값을 얻었다. 이때의 표준색은 L값이 97.83, a값이 -0.43, b값이 +1.98인 calibration plate를 표준으로 하였다.

##### 3) 기계적 특성 측정

시료를 1.5×1.5×2 cm로 일정하게 잘라 texture analyzer(Stable

micro system, SYS, TA-XT2i, England)를 이용하여, 직경이 2cm인 probe로 마들렌의 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 이 때 graph type은 force & time으로 하였고, force threshold를 10.0 g, option은 T.P.A(texture profile analysis)로 지정하여 strain 30%, test speed 3 mm/sec로 측정하였다.

#### 4) 관능 평가

훈련된 대학원생 8명을 대상으로 문헌(조 & 황 2007)을 참고하여 설문지를 작성하고 기호도 조사를 하였다. 각 시료에 대한 기호도를 9점 척도법으로 표시하였으며 1점은 '아주 나쁘다' 5점은 '보통' 9점은 '아주 좋다'로 나타내었다.

#### 5. 통계처리

각 항목에 따른 자료 분석은 SAS(Statistical Analysis System, version 8.1, SAS Institute INC., USA) program을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후, Duncan's multiple range test로 각 시료간의 유의성을 5% 수준에서 검증하였다(조인호 1996).

### Ⅲ. 연구결과 및 고찰

#### 1. 찻잎의 일반성분

##### 1) 일반성분

차 생잎의 일반성분은 Table 5와 같았다. 건물 당 조단백질 32.94%, 조지방 0.85%, 조회분 6.4%, 탄수화물 59.81%였으며, 식품성분표(2001)에 의하면 녹차의 일반성분 분석치는 건물 당 조단백질 34.6%, 조회분 5.9%, 탄수화물 53.4%였으며, 조지방 함량은 6.1%로 차이를 나타내었다. Lee et al(1998)은 차나무의 품종, 계절, 채엽연령, 기후, 재배 기술 등에 따라 성분이 다양하다고 하였으며, 다양한 찻잎의 지방 분석 건물당 0.8~5.1%로 차이가 있는 것은 찻잎이 성장함에 따라 당지질이 증가하는데서 기인한다고 하였다.

Table. 5 Proximate composition of fresh tea leaves(April)  
D.B (%)

Compositions	Contents
Crude protein	32.94
Crude Fat	0.85
Crude ash	6.4
Carbohydrate	59.81

## 2) Theobromine, catechin류, theaflavin 의 분리 및 정량 분석

Theobromine, catechin류, theaflavin의 retention time은 Fig 10~12에 나타내었다. Fig. 10에서 보는 바와 같이 theobromine의 retention time은 2.95분이며, catechin류는 EGC는 5.45분, catechin은 7.04분, caffeine은 8.58분, EC는 13.63분, EGCG는 14.16분, GCG는 17.65분, ECG는 26.05분, CG는 26.76분에 용출되었고, theaflavin은 Fig. 12와 같이 TF는 12.08분, TF3G는 15.39분, TF3'G는 17.25분, TF3,3'G는 18.11분에서 각각 분리 용출되었다.

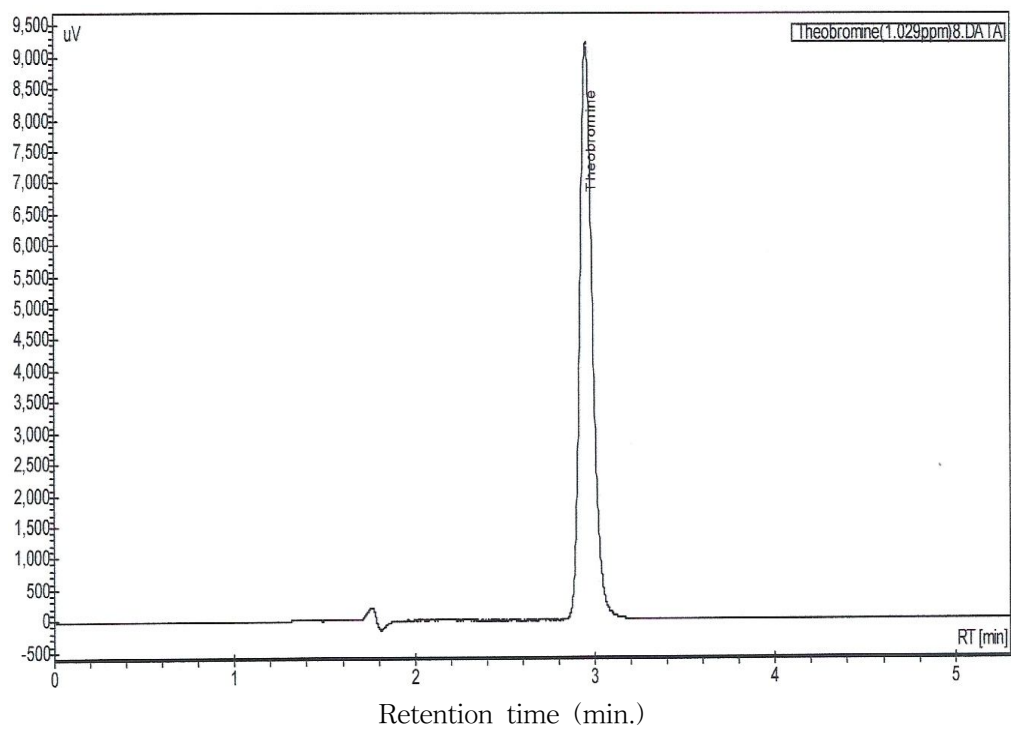


Fig. 10. HPLC chromatograms of standards theobromine

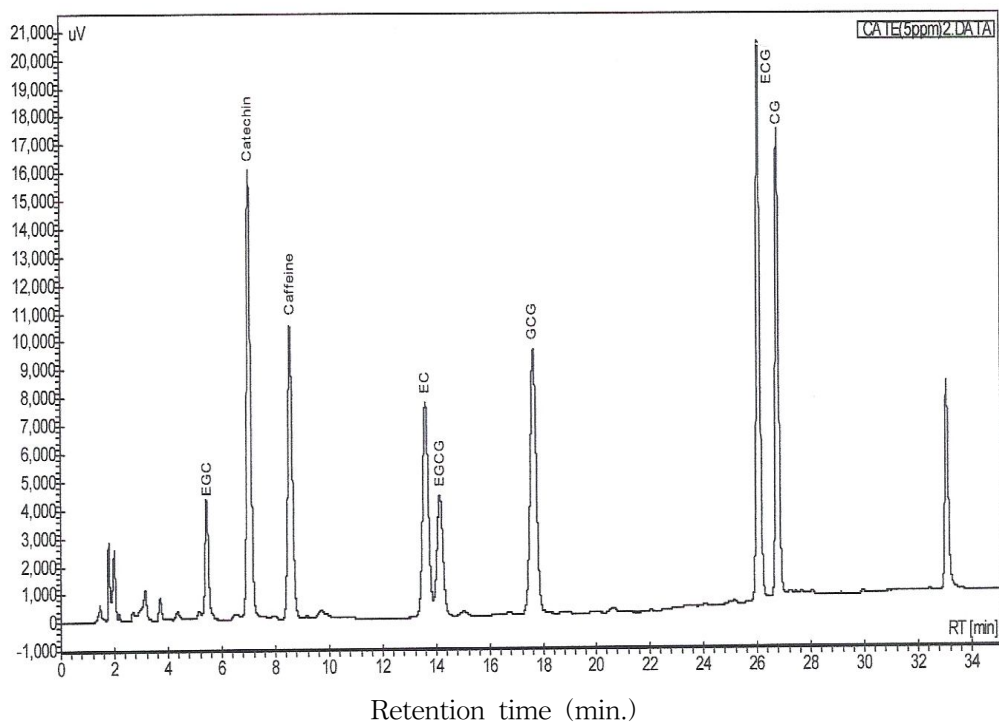


Fig. 11. HPLC chromatograms of standards catechin

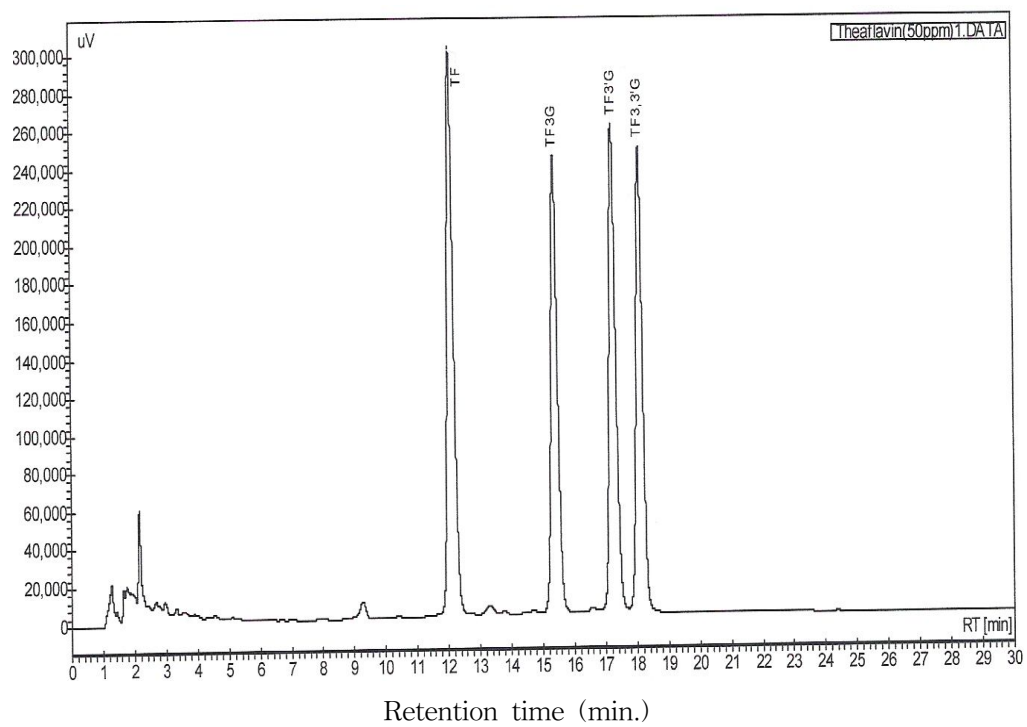


Fig. 12. HPLC chromatograms of standards theaflavin

### 3) Theobromine, caffeine, catechins, theaflavins 의 함량 변화

#### (1) Theobromine, caffeine 의 함량

##### ① 물 추출 발효차의 theobromine, caffeine 의 함량

채엽 시기와 발효시간이 다른 발효차를 물 추출 하여 theobromine 과 caffeine의 함량을 실험한 결과는 Table 7과 같다. 4월에 채엽 한 WS군의 theobromine은 0.67~1.49 mg/g 범위이며 비 발효차인 WSN이 1.49 mg/g로 가장 높은 함량을 나타내었으며 대체적으로 발효시간이 길수록 낮은 함량을 나타내었다. 9월에 채엽 한 WF군은 0.30~1.11 mg/g의 범위이며 WF6의 1.11 mg/g을 제외하고 S군과 마찬가지로 발효시간이 길수록 낮은 함량을 나타내었다. 김수연의 연구(2005)에서는 14종의 미국산 발효차(홍차)를 물 추출하여 theobromine함량을 분석한 결과 0.21-1.15 mg/g이며, 평균 함량이 0.59 mg/g으로 측정되었다고 보고하였다. 다양한 종류의 홍차가 다양한 발효 정도에 따라 theobromine함량의 차이가 있는 것으로 사료된다. 본 연구에서는 9월에 채엽 한 F군의 평균 함량이 0.7 mg/g으로 높게 나타났으며 이는 차나무의 품종과 제조과정 중 발효시간에 차이에서 기인한 것으로 사료된다.

Caffeine함량은 4월에 채엽 한 WS군에서 WSN은 28.52 mg/g, WS4은 28.32 mg/g, WS6은 27.00 mg/g, WS8은 26.80 mg/g으로 발효시간이 길수록 유의적( $p<0.05$ )으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 이는 신(2003)의 연구에도

첫물차의 경우 발효가 진행될수록 caffeine 함량이 감소하였다고 보고하여 본 실험 결과와 경향이 일치하였다. 9월에 채엽 한 WF군의 경우 WFN은 21.98 mg/g, WF3은 24.11mg/g, WF6은 23.59 mg/g, WF8은 24.87 mg/g로 WF3시료에서 약간 증가하였다가 그 이후의 시료에서는 증감 폭이 크지 않아. 발효정도에 따른 유의적( $p < 0.05$ )인 경향을 보이지 않았다. 전반적으로 WS군이 WF군에 비해서 theobromine과 caffeine 함량이 높은 것을 알 수 있었다.

또한 Kim *et al*(2005)은 methylxanthin류 중 theobromine 의 함량이 caffeine의 함량보다 현저하게 낮아 녹차, 오롱차, 홍차는 caffeineol methylxanth의 지배적인 물질이라고 하였으며 본 실험에서도 WS군과 WF군 모두 theobromine보다는 caffeine의 함량이 높게 분석되어 Kim *et al*(2005)의 경향과 일치하였다.

Table 6. Content of theobromine and caffeine in fermented tea leaves extracted with water

		mg/g	
Sample	Variable	Theobromine	Caffeine
WS N		1.49±0.08 <sup>Aa</sup>	28.52±0.36 <sup>Aa</sup>
WS 4		0.85±0.20 <sup>Ba</sup>	28.32±6.51 <sup>Ba</sup>
WS 6		0.67±0.06 <sup>Bb</sup>	27.00±5.01 <sup>Bb</sup>
WS 8		0.68±0.12 <sup>Ba</sup>	26.80±1.46 <sup>Ba</sup>
F-value		28.57***	0.13
WF N		0.94±0.08 <sup>Ab</sup>	21.98±1.22 <sup>Ab</sup>
WF 4		0.72±0.12 <sup>Ba</sup>	24.11±1.88 <sup>Aa</sup>
WF 6		1.11±0.14 <sup>Aa</sup>	23.59±1.59 <sup>Aa</sup>
WF 8		0.30±0.07 <sup>Cb</sup>	24.87±4.13 <sup>Aa</sup>
F-value		33.71***	0.73

1) A, B, C: Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

2) a, b, c: Duncan's multiple range test in teas according to period of harvest

WS N: non fermented tea harvested in April

WS 4: 4hr fermented tea harvested in April

WS 6: 6hr fermented tea harvested in April

WS 8: 8hr fermented tea harvested in April

WF N: non fermented tea harvested in september

WF 4: 4hr fermented tea harvested in september

WF 6: 6hr fermented tea harvested in september

WF 8: 8hr fermented tea harvested in september

## ②에탄올 추출 발효차의 theobromine과 caffeine 의 함량

채엽시기와 발효시간이 다른 발효차를 에탄올로 추출 하여 theobromine 과 caffeine의 함량을 실험한 결과는 Table 7과 같다.

Theobromine 함량은 4월에 채엽 한 ES군에서는 1.07-1.92 mg/g의 범위 였으며 ES8이 1.92 mg/g 와 ESN이 1.83mg/g, ES6이 1.54 mg/g, ES4이 1.07 mg/g로 발효시간에 따라 조금씩 증가하는 경향이였으나, 9월에 채엽 한 EF8 에서 급격하게 감소하였다. 이는 물 추출한 발효차의 함량과 같은 경향이였 다. 김수연의 연구(2005)에서는 시판 되고 있는 14 가지 발효차의 에탄올 추 출 theobromine의 함량은 이 0.88-2.25 mg/g이였으며, 1.34 mg/g이였다. 본 연구에서는 9월에 채엽 한 에탄올 추출한 EF군의 평균 함량이 1.33 mg/g으 로 비슷한 분석값을 나타내었다.

Caffeine은 alkaloid의 일종으로 녹차의 정미 성분 중에서 약간 쓴맛 이 며 분석한 함량은 ESN, S4에서 41.1 5mg/g, 41.11 mg/g로 비슷한 경향을 보 였으며, ES6, ES8에서는 62.98 mg/g, 62.78 mg/g로 급증하였다. 카페인 함량 이 높을수록 차 맛에 대한 기호도가 증가한다고 알려져 있다(Yamamoto *et al* 1997). EF군에서는 EFN, EF3은 43.88 mg/g과 47.75 mg/g, EF6은 30.74 mg/g, EF는 28.96 mg/g으로 발효시간에 따라 감소하는 경향을 나타내어 채 엽 시기에 따라 서로 다른 경향을 보였다. 일반적으로 카페인은 양질의 차 일수록, 채취시기가 빠를수록 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(정동 호 2004). 김 등(2004)의 연구에서도 채엽 시기가 늦을수록 감소하는 경향을 나타내었고, 본 연구에서도 4월에 채엽 한 ES군에서 9월에 채엽 한 EF군

보다 높은 함량을 나타내어 같은 결과를 나타내었다

Theobromine은 ES8시료가 1.92 mg/g로 가장 많이 추출되었으며 EFN 시료는 1.86 mg/g, EF8시료는 0.36 mg/g로 매우 낮아 대조적이었다. 물 추출 시료에 비해 에탄올 시료의 추출량이 높은 것으로 나타났다.

Table 7. Content of theobromine and caffeine in fermented teas leaves extracted with ethanol

		mg/g	
Sample	Variable	Theobromine	Caffeine
ES N		1.83±0.48 <sup>Aa</sup>	41.15±0.80 <sup>Ba</sup>
ES 4		1.07±0.05 <sup>Bb</sup>	41.11±0.29 <sup>Bb</sup>
ES 6		1.54±0.24 <sup>BAb</sup>	62.93±2.93 <sup>Aa</sup>
ES 8		1.92±0.18 <sup>Aa</sup>	62.78±1.36 <sup>Aa</sup>
F-value		5.56*	193.35***
EF N		1.86±0.08 <sup>Aa</sup>	43.88±2.59 <sup>Aa</sup>
EF 4		1.45±0.16 <sup>Ba</sup>	47.75±2.77 <sup>Aa</sup>
EF 6		1.67±0.09 <sup>Aa</sup>	30.74±1.88 <sup>Bb</sup>
EF 8		0.36±0.07 <sup>Cb</sup>	28.96±1.88 <sup>Bb</sup>
F-value		126.60***	49.27***

1)A, B, C: Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation  
 2)a, b, c: Duncan's multiple range test in teas according to period of harvest

ES N: non fermented tea harvested in April  
 ES 4: 4hr fermented tea harvested in April  
 ES 6: 6hr fermented tea harvested in April  
 ES 8: 8hr fermented tea harvested in April  
 EF N: non fermented tea harvested in september  
 EF 4: 4hr fermented tea harvested in september  
 EF 6: 6hr fermented tea harvested in september  
 EF 8: 8hr fermented tea harvested in september

(2) EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG 함량

① 물추출 한 발효차의 EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG 함량

채엽시기와 발효시간을 달리하여 제조한 발효차를 물 추출한 발효차의 (-)-epigallocatechin(EGC), catechin, (+)-epicatechin(EC), (-)-epigallocatechin gallate(EGCG), gallocatechingallate(GCG), (-)-epicatechin gallate(ECG), (-)-catechin gallate(CG) 의 함량을 분석한 결과는 Table 8과 같다.

모든 시료의 catechin류 함량은 발효가 길어질수록 감소하였으며 EGCG 함량이 가장 높았다. 그러나 발효시간에 따른 감소폭은 매우 커서 WS8, WF8의 경우 각각 0.98 mg/g, 0.52 mg/g으로 크게 감소하였다. S군의 catechin류 함량은 EGC와 CG를 제외한 F군의 모든 catechin류 보다 높은 수치를 보였다. 특히 EGC는 WF시료의 함량이 가장 높았으나(24.25 mg/g) WF8시료에서는 0.20 mg/g으로 감소하여 WS8의 함량과 비슷(0.21 mg/g)하였다.

Epigallocatechin(EGC)의 경우 차에서 분리한 카테킨 류 중에서 가장 강력한 항산화력이 있는 것으로 보고 되고 있다(shiragi & Hara 1992) FN에서 가장 높은 함량인 24.25 mg/g를 나타내고 S군에서는 SN이 9.72 mg/g S4은 0.69 mg/g, S6은 0.32 mg/g, S8는 0.21 mg/g로 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮아졌다. 즉 발효 정도가 높을수록 함량은 낮아졌으며 이러한 결과는 채엽 시기가 9월인 경우에도 비슷한 경향이였으며 봄에 채엽한 WS군보다 높은 함량을 나타내었으나 발효시간이 8시간인 경우에는 채엽시기와 상관없이 유사한 값을 보였다.

각 시료별 함량의 차이를 살펴보면 WS군의 경우 발효시간이 길수록

EGCG보다는 ECG 함량이 더 높게 나타났으며 WF군의 경우에는 같은 경향을 나타내었다.

WS군의 발효시간에 따른 ECG함량은 완만하게 감소하였으나 EGCG의 함량은 급격하게 감소하여 WS8시료에서는 ECG, EGCG 함량은 각각 1.16 mg/g, 0.98 mg/g으로 감소하였다. WF군의 경우에도 ECG함량은 발효시간에 따라 완만하게 감소하고 EGCG 함량은 WF4에서 급격하게 감소하였으며 WF6과 WF8에서 ECG, EGCG의 함량은 서로 비슷하였다.

Table 8. Content of EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG in fermented teas extracted with water

		mg/g						
Variable	Sample	EGC,	Catechin	EC	EGCG	GCG	ECG	CG
	WS N	9.72 ±2.29 <sup>Aa</sup>	0.84 ±0.18 <sup>Aa</sup>	3.76 ±0.70 <sup>Aa</sup>	52.91 ±5.69 <sup>Aa</sup>	3.41 ±0.14 <sup>Aa</sup>	12.69 ±0.59 <sup>Aa</sup>	0.83 ±0.32 <sup>Aa</sup>
	WS 4	0.69 ±0.30 <sup>Bb</sup>	0.25 ±0.05 <sup>Ba</sup>	0.82 ±0.35 <sup>Bb</sup>	5.93 ±3.07 <sup>Ba</sup>	0.21 ±0.19 <sup>Ba</sup>	3.52 ±0.97 <sup>Ba</sup>	0.72 ±0.88 <sup>Aa</sup>
	WS 6	0.32 ±0.12 <sup>Bb</sup>	0.13 ±0.08 <sup>Bb</sup>	0.47 ±0.41 <sup>Bb</sup>	1.98 ±2.17 <sup>Bb</sup>	0.21 ±0.14 <sup>Bb</sup>	2.42 ±1.17 <sup>CBb</sup>	0.33 ±0.17 <sup>Aa</sup>
	WS 8	0.21 ±0.05 <sup>Ba</sup>	0.08 ±0.03 <sup>Ba</sup>	0.22 ±0.11 <sup>Ba</sup>	0.98 ±0.20 <sup>Ba</sup>	0.20 ±0.17 <sup>Ba</sup>	1.60 ±0.13 <sup>Ca</sup>	0.42 ±0.20 <sup>Aa</sup>
	F-value	48.53***	34.86***	41.42***	161.92***	295.29***	118.82***	0.71
	WF N	24.25 ±10.49 <sup>Aa</sup>	0.72 ±0.24 <sup>Aa</sup>	6.56 ±1.93 <sup>Aa</sup>	45.91 ±8.06 <sup>Aa</sup>	2.26 ±0.43 <sup>Ab</sup>	11.26 ±0.55 <sup>Ab</sup>	1.28 ±0.66 <sup>Aa</sup>
	WF 4	6.73 ±1.10 <sup>Ba</sup>	0.30 ±0.06 <sup>BCa</sup>	3.49 ±0.08 <sup>Ba</sup>	17.88 ±7.76 <sup>Ba</sup>	0.76 ±0.33 <sup>Ba</sup>	6.39 ±1.91 <sup>Ba</sup>	0.44 ±0.21 <sup>Ba</sup>
	WF 6	9.49 ±1.48 <sup>Ba</sup>	0.50 ±0.09 <sup>BAa</sup>	2.71 ±0.63 <sup>Ba</sup>	4.46 ±5.56 <sup>Ba</sup>	0.57 ±0.05 <sup>Ba</sup>	4.89 ±1.29 <sup>Ba</sup>	0.40 ±0.07 <sup>Ba</sup>
	WF 8	0.20 ±0.07 <sup>Ba</sup>	0.13 ±0.02 <sup>Ca</sup>	0.12 ±0.03 <sup>Ca</sup>	0.52 ±0.25 <sup>Ca</sup>	0.05 ±0.02 <sup>Ca</sup>	0.51 ±0.19 <sup>Cb</sup>	0.59 ±0.26 <sup>BAa</sup>
	F-value	10.92	11.17	20.40***	27.84***	35.82***	41.57***	3.57

1)A, B, C:Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

2) a, b, c: Duncan's multiple range test in teas according to period of harvest

WS N: non fermented tea harvested in April

WS 4: 4hr fermented tea harvested in April

WS 6: 6hr fermented tea harvested in April

WS 8: 8hr fermented tea harvested in April

WF N: non fermented tea harvested in september

WF 4: 4hr fermented tea harvested in september

WF 6: 6hr fermented tea harvested in september

WF 8: 8hr fermented tea harvested in september

②에 탄올 추출한 발효차의 EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG의 함량

채엽시기와 발효시간을 달리하여 제조한 발효차를 에탄올 추출하여 EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG 의 함량을 측정한 결과는 Table 9과 같다.

모든 시료의 catechin류는 발효가 길어질수록 감소하였으며 EGCG의 함량(112.85 mg/g, 159.90 mg/g)이 가장 높았으나, 발효시간에 따른 그 감소폭은 매우커서 ES8, EF8의 경우 각각 6.12 mg/g, 1.13 mg/g으로 크게 감소하였다. 이와 같이 발효가 많이 진행될수록 카테킨 함량이 감소하는 것은 Shihoko 등(1987), Yamamoto 등(2001)의 결과와 같았으며 이러한 함량의 차이로 각종 차의 분류가 가능하다고 보고하였다(Shihoko *et al* 1987)

EF군의 catechin류 함량은 GCG와 CG를 제외한 S군의 모든 catechin류보다 높은 수치를 보였다. 물추출 시료의 catechin류 함량보다는 에탄올 추출시료의 함량이 현저하게 높으며 특히 EGC, EGCG 함량은 물추출시의 2-3배였다 EF6의 catechin 함량은 EGCG>EGC>ECG>EC>CG>catechin>GCG의 순으로 많았으며 물추출한 EF6과 비슷한 경향을 나타내었다. EF8은 EGCG>ECG>CG>EC>EGC>GCG>catechin으로 물추출한 EF8과 다른 경향을 보였다.

김수연(2005)은 11종의 미국산 발효차의 에탄올 추출물의 catechin 종류별로 평균 함량은 EGCG 35.59 mg/g, ECG 17.34 mg/g, EGC 8.83 mg/g, GCG 2.43 mg/g, EC 1.15 mg/g, catechin 0.79 mg/g, CG 0.16 mg/g 순이었다.

본 실험에서는 ES군 모두 EGCG, ECG, EGC순으로 EGCG의 함량이 가장 높아 경향이 일치 하였다. 9월에 수확한 찻잎의 발효도별, 에탄올 추출물

또한 EGCG가 가장 높았으나, ES군과는 달리 EGC, ECG 함량 간에 다소의 차이가 있었다. 결과적으로 비발효차와 발효차 모두 catechin류에서 EGCG가 가장 많은 함량을 나타내었으며 발효정도에 따라 EGCG의 함량이 유의적으로 감소되었다. 김수연(2005)은 에탄올 추출시 catechin류 중에서 EGCG는 46-58를 차지하였다고 하였으며, 본 실험에서는 EGCG가 수확한 계절에 따라 4월 수확인 ES군의 경우 34-64% 였으며, 9월에 수확한 F군은 30-60%정도로 차지하였음을 확인하였다. 이는 신(1993), 오(2004)등, 여 등(1995)과도 같은 결과였다.

Table 9. Content of EGC, catechin, EC, EGCG, GCG, ECG, CG in fermented teas extracted with ethanol

Variable Sample	mg/g						
	EGC	Catechin	EC	EGCG	GCG	ECG	CG
ES N	16.54 ±0.20 <sup>Ab</sup>	1.54 ±0.12 <sup>Ab</sup>	6.31 ±0.40 <sup>Ab</sup>	112.85 ±4.21 <sup>Ab</sup>	4.09 ±0.87 <sup>Aa</sup>	29.38 ±2.12 <sup>Ab</sup>	3.36 ±1.19 <sup>Aa</sup>
ES 4	5.34 ±0.67 <sup>Bb</sup>	0.66 ±0.12 <sup>Bb</sup>	3.53 ±0.71 <sup>Bb</sup>	37.37 ±2.08 <sup>Bb</sup>	1.44 ±1.87 <sup>Ba</sup>	16.61 ±2.87 <sup>Ba</sup>	0.87 ±0.51 <sup>Ba</sup>
ES 6	1.47 ±0.05 <sup>Cb</sup>	0.55 ±0.06 <sup>Bb</sup>	1.68 ±0.13 <sup>Cb</sup>	11.98 ±0.31 <sup>Cb</sup>	1.09 ±0.34 <sup>Ba</sup>	9.71 ±0.82 <sup>Cb</sup>	1.12 ±0.33 <sup>Ba</sup>
ES 8	0.86 ±0.10 <sup>Ca</sup>	0.36 ±0.07 <sup>Ca</sup>	1.11 ±0.21 <sup>Ca</sup>	6.12 ±0.96 <sup>Da</sup>	1.31 ±0.65 <sup>Ba</sup>	7.15 ±0.62 <sup>Ca</sup>	1.21 ±0.35 <sup>Ba</sup>
F-value	1271.14 <sup>***</sup>	94.76 <sup>***</sup>	91.22 <sup>***</sup>	1253.16 <sup>***</sup>	5.00 <sup>*</sup>	86.01 <sup>***</sup>	8.38 <sup>***</sup>
EF N	72.47 ±1.86 <sup>Aa</sup>	1.84 ±0.10 <sup>Aa</sup>	16.68 ±0.39 <sup>Aa</sup>	159.90 ±7.76 <sup>Aa</sup>	3.06 ±0.94 <sup>Aa</sup>	34.33 ±1.35 <sup>Aa</sup>	1.93 ±0.28 <sup>Aa</sup>
EF 4	38.79 ±1.99 <sup>Ba</sup>	1.33 ±0.10 <sup>Ba</sup>	8.31 ±0.36 <sup>Ba</sup>	112.27 ±6.19 <sup>Ba</sup>	1.76 ±0.45 <sup>Ba</sup>	21.57 ±2.12 <sup>Ba</sup>	1.55 ±0.14 <sup>BAa</sup>
EF 6	30.50 ±2.43 <sup>Ca</sup>	1.12 ±0.08 <sup>Ca</sup>	7.64 ±0.41 <sup>Ca</sup>	77.49 ±5.49 <sup>Ca</sup>	0.62 ±0.12 <sup>Ca</sup>	20.11 ±1.02 <sup>Ba</sup>	1.18 ±0.34 <sup>BCa</sup>
EF 8	0.34 ±0.20 <sup>Db</sup>	0.11 ±0.09 <sup>Db</sup>	0.51 ±0.19 <sup>Db</sup>	1.31 ±0.78 <sup>Db</sup>	0.26 ±0.18 <sup>Ca</sup>	1.20 ±0.34 <sup>Cb</sup>	0.63 ±0.50 <sup>Ca</sup>
F-value	786.68 <sup>***</sup>	190.34 <sup>***</sup>	1091.17 <sup>***</sup>	414.10 <sup>***</sup>	16.85 <sup>***</sup>	299.34 <sup>***</sup>	7.94 <sup>***</sup>

1)A,B,C: Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

2)a,b,c: Duncan's multiple range test in teas according to period of harvest

ES N: non fermented tea harvested in April

ES 4: 4hr fermented tea harvested in April

ES 6: 6hr fermented tea harvested in April

ES 8: 8hr fermented tea harvested in April

EF N: non fermented tea harvested in september

EF 4: 4hr fermented tea harvested in september

EF 6: 6hr fermented tea harvested in september

EF 8: 8hr fermented tea harvested in september

### (3) TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G의 함량 변화

#### ① 물 추출물의 TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G의 함량

발효차의 특성인 theaflavin은 주로 홍차나 우롱차에 많이 들어있는 물질로 polyphenol oxidase의 작용에 의해 산화, 축합으로 특유한 적홍색이나 붉은색의 폴리페놀을 갖는다. 이러한 theaflavin은 유리형의 EC와 EGC로부터 효소적으로 산화 축합하여 생성하기도 한다. 홍차나 우롱차의 카테킨 함량이 비 발효차인 녹차보다 적은 것은 이러한 원인에 기인된다(Lee & Son 2002). 채엽시기와 발효시간이 다른 물 추출한 발효차의 theaflavin(TF), theaflavin-3-gallate(TF3G), theaflavin-3'-gallate(TF3'G), theaflavin-3-3'-digallate(TF3-3'G) 함량을 실험한 결과는 Table 10과 같다.

모든 시료의 TF3G의 함량은 발효시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향이 있었으며 그 외의 theaflavin류의 함량 변화는 일정한 경향을 나타내지 않았다. WS군과 WF군과의 함량 차이는 뚜렷하지 않았다.

김 등(2005)의 연구에서는 theaflavin류는 발효차에만 생성된다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 비발효차인 WSN, WFN에도 검출된 것은 제조과정에서 약간의 유념이나 위조과정에서 약간의 발효가 있었음을 알 수 있다 (fig. 2).

Table 10. Content of TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G in fermented teas extracted with water

mg/g				
Variable Sample	TF	TF3G	TF3'G	TF3-3'G
WS N	N.D. <sup>Ca</sup>	0.05±0.09 <sup>Ba</sup>	N.D. <sup>Ba</sup>	N.D. <sup>Ca</sup>
WS 4	0.05±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.02 <sup>BAa</sup>	0.03±0.01 <sup>Ab</sup>	0.10±0.01 <sup>Ba</sup>
WS 6	0.02±0.01 <sup>Bb</sup>	0.11±0.02 <sup>BAa</sup>	0.03±0.01 <sup>Ab</sup>	0.07±0.03 <sup>Ba</sup>
WS 8	0.04±0.01 <sup>BAb</sup>	0.16±0.03 <sup>Aa</sup>	0.05±0.02 <sup>Aa</sup>	0.21±0.04 <sup>Aa</sup>
F-value	17.20***	2.92	9.51***	32.54***
WF N	0.02±0.03 <sup>Ca</sup>	0.01±0.02 <sup>Ba</sup>	0.01±0.02 <sup>Ca</sup>	N.D. <sup>Ba</sup>
WF 4	0.06±0.02 <sup>BCa</sup>	0.09±0.02 <sup>Aa</sup>	0.05±0.01 <sup>Ba</sup>	0.09±0.01 <sup>Aa</sup>
WF 6	0.12±0.04 <sup>Aa</sup>	0.12±0.04 <sup>Aa</sup>	0.09±0.02 <sup>Aa</sup>	0.13±0.03 <sup>Aa</sup>
WF 8	0.08±0.02 <sup>BAa</sup>	0.14±0.02 <sup>Aa</sup>	0.05±0.01 <sup>Ba</sup>	0.12±0.02 <sup>Ab</sup>
F-value	7.22**	12.38***	8.79***	29.99***

1)A,B,C: Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

2) a, b, c: Duncan's multiple range test in teas according to period of harvest

N. D : Not Detected

WS N: non fermented tea harvested in April

WS 4: 4hr fermented tea harvested in April

WS 6: 6hr fermented tea harvested in April

WS 8: 8hr fermented tea harvested in April

WF N: non fermented tea harvested in september

WF 4: 4hr fermented tea harvested in september

WF 6: 6hr fermented tea harvested in september

WF 8: 8hr fermented tea harvested in september

② 에탄올 추출물의 TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G의 함량

발효차의 특징적인 색소인 theaflavin류는 주로 홍차에 많이 들어있는 물질로 발효 시에 생성된다. 채엽시기와 발효시간이 다른 발효차의 에탄올 추출한 theaflavin(TF), theaflavin-3-gallate(TF3G), theaflavin-3'-gallate(TF3'G), theaflavin-3-3'-digallate(TF3-3'G) 함량을 실험한 결과는 Table 11과 같다.

S군에서 TF의 함량은 S6이 0.56 mg/g으로 가장 높았고 다음으로는 ES8이 0.42 mg/g, S4은 0.36 mg/g, ESN은 N.D.로 나타났으나, F군에서는 EF6>EF3>EF>EF8>EFN 순으로 나타났다.

ES시료의 모든 theaflavin류 함량은 발효시간이 길어짐에 따라 6시간 발효까지는 증가하다가 발효 8시간에는 감소하는 경향이였다. EF시료군의 TF3'G와 TF3-3'G는 발효 6시간, 8시간으로 길어질수록 감소하였으며 TF와 TF3G함량은 발효 6시간까지는 증가하다가 발효 8시간에서 감소하는 경향으로 감소경향이 달랐다.

물추출에 의한 theaflavin류 함량보다 에탄올 추출에 의한 함량이 현저히 높은 함량을 나타내었다. TF3G의 함량은 ES6시료가 1.93 mg/g으로 가장 높았으며 ES8시료는 1.61 mg/g으로 나타났다. TF3'G, TF3-3'G도 같은 결과를 보였다.

Table 11. Content of TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G in Fermented teas extracted with ethanol

		mg/g			
Variable Sample	TF	TF3G	TF3'G	TF3-3'G	
ES N	ND <sup>Da</sup>	ND <sup>Da</sup>	ND <sup>Ca</sup>	ND <sup>Ca</sup>	
ES 4	0.36±0.05 <sup>Cb</sup>	0.91±0.14 <sup>Ca</sup>	0.55±0.12 <sup>Ba</sup>	1.81±0.28 <sup>Ba</sup>	
ES 6	0.56±0.02 <sup>Aa</sup>	1.93±0.11 <sup>Aa</sup>	1.0±0.21 <sup>Aa</sup>	4.15±0.51 <sup>Aa</sup>	
ES 8	0.42±0.03 <sup>Ba</sup>	1.61±0.03 <sup>Ba</sup>	0.77±0.04 <sup>Ba</sup>	3.57±0.21 <sup>Aa</sup>	
F-value	221.29 <sup>***</sup>	265.29 <sup>***</sup>	38.62 <sup>***</sup>	108.80 <sup>***</sup>	
EF N	0.05±0.09 <sup>Ba</sup>	ND <sup>Ba</sup>	ND <sup>Ca</sup>	ND <sup>Ca</sup>	
EF 4	0.59±0.11 <sup>Aa</sup>	0.77±0.28 <sup>Ab</sup>	0.77±0.11 <sup>Aa</sup>	2.24±0.07 <sup>Aa</sup>	
EF 6	0.61±0.29 <sup>Aa</sup>	0.92±0.23 <sup>Aa</sup>	0.64±0.21 <sup>BAa</sup>	1.39±0.32 <sup>Bb</sup>	
EF 8	0.29±0.11 <sup>BAa</sup>	0.78±0.14 <sup>Ab</sup>	0.47±0.07 <sup>Bb</sup>	1.33±0.14 <sup>Bb</sup>	
F-value	7.51 <sup>*</sup>	13.81	22.44	82.77 <sup>***</sup>	

1)A,B,C: Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

2) a, b, c:Duncan's multiple range test in teas according to period of harvest

N. D : Not Detected

ES N: non fermented tea harvested in April

ES 4: 4hr fermented tea harvested in April

ES 6: 6hr fermented tea harvested in April

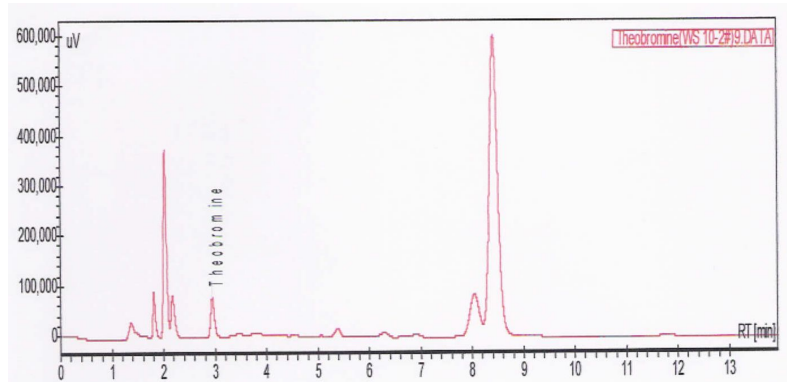
ES 8: 8hr fermented tea harvested in April

EF N: non fermented tea harvested in september

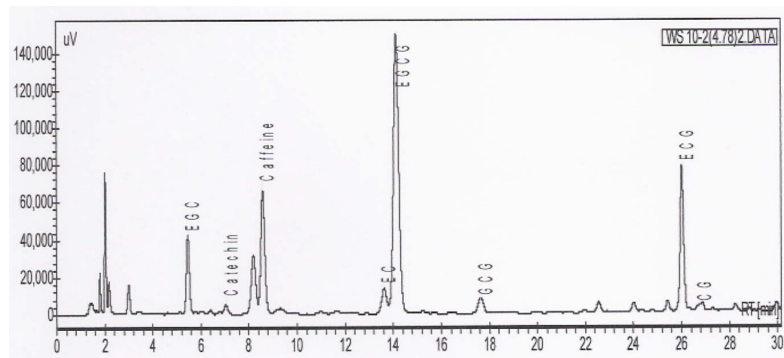
EF 4: 4hr fermented tea harvested in september

EF 6: 6hr fermented tea harvested in september

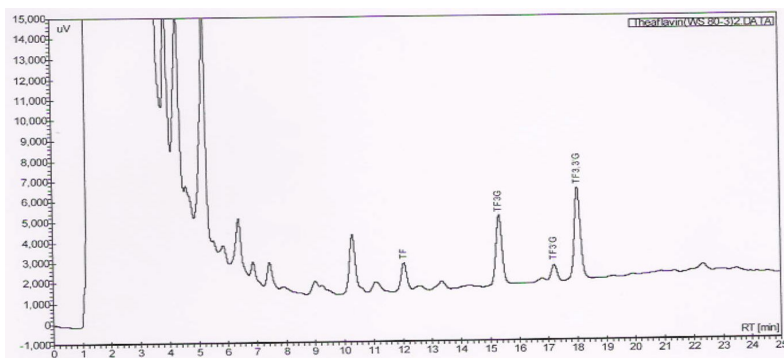
EF 8: 8hr fermented tea harvested in september



theobromine S

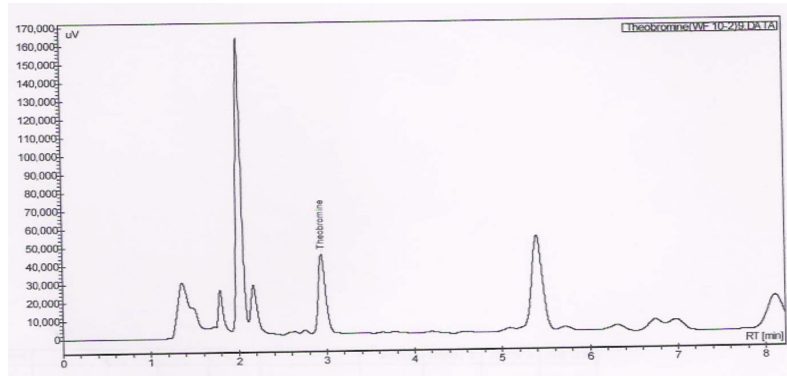


catechins S

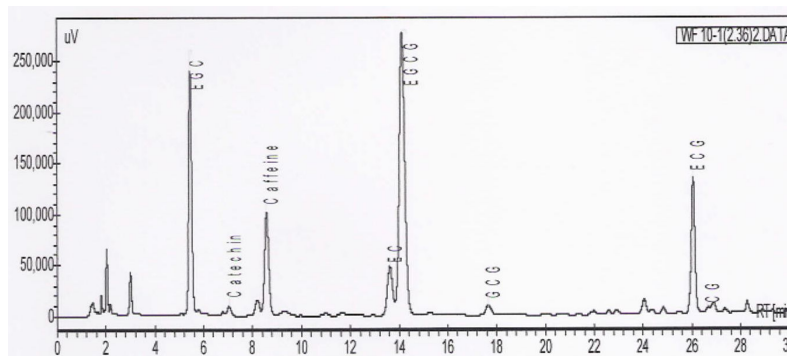


theaflavin S

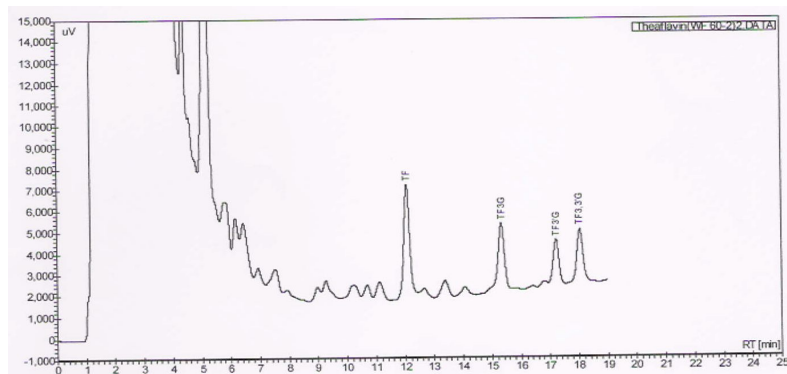
Fig. 13 HPLC chromatograms 13 compounds extracted with water from fermented tea leaves harvested in April



theobromine F

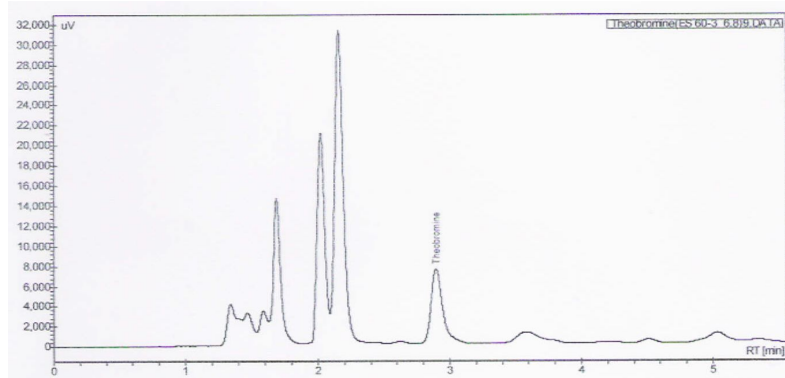


catechins F

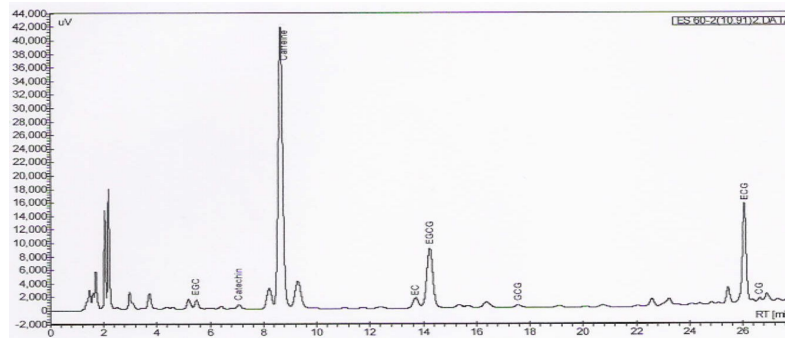


theaflavin F

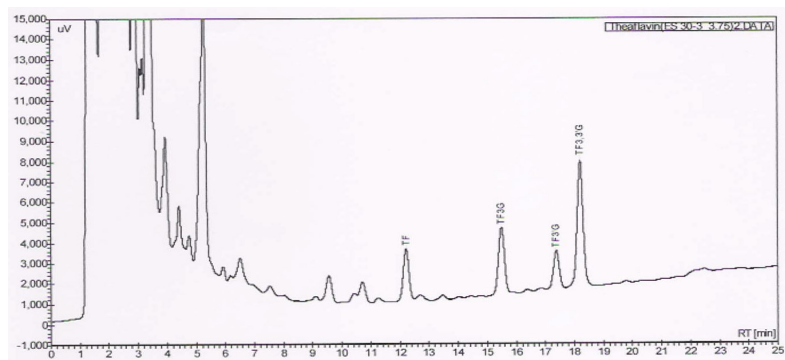
Fig. 14 HPLC chromatograms 13 compounds extracted with water from fermented tea leaves harvested in september



theobromine S

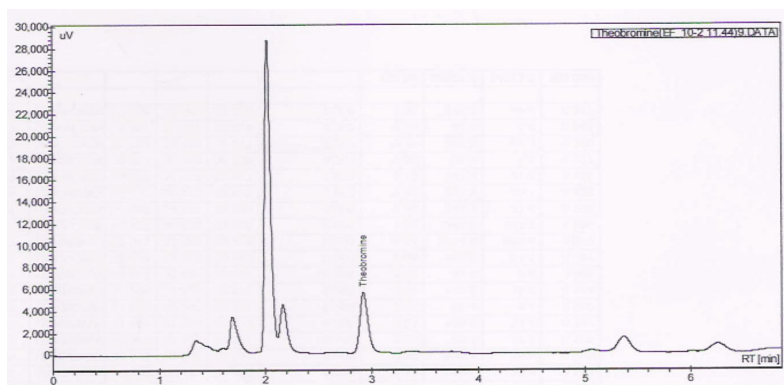


catechins S

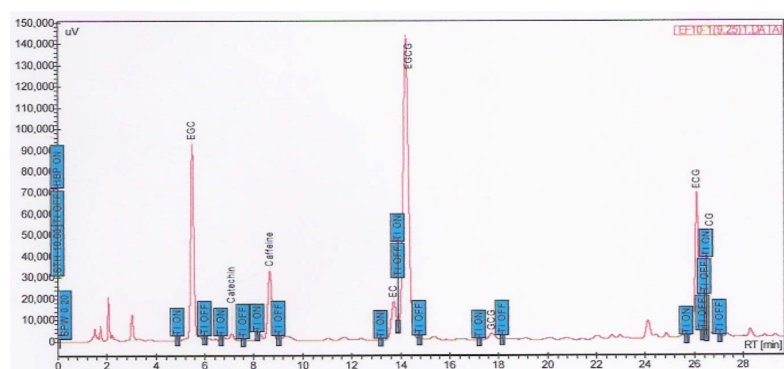


theaflavin S

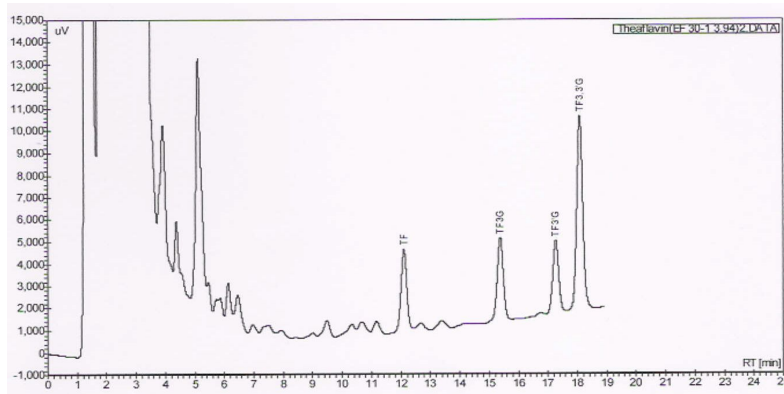
Fig. 15 HPLC chromatograms 13 compounds extracted with ethnol from fermented tea harvested in April



theobromine F



catechins F



theaflavin F

Fig. 16. HPLC chromatograms 13 compounds extracted with ethnol from fermented tea leaves harvested in september

#### 4) 총 polyphenols 함량

폴리페놀 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사 산물의 하나로 flavonoid류, catechin류, tannin류 등으로 크게 구분된다(Kim *et al* 2003) 발효의 정도에 따른 차잎의 총 페놀함량은 tannic acid로 측정하였으며 분석 결과는 Table 13과 같다.

발효시간이 길어짐에 따라 총 페놀함량이 감소하여 SN시료는 182.87 mg/g이며, S8은 73.58 mg/g으로 2.5 배 정도 감소하였다. SN과 S4에는 유의적인 차이가 없었으나 발효정도가 높은 S6, S8으로 커짐에 따라 유의적인 차이로 감소하는 것으로 나타났으며 catechins의 발효에 따른 함량 감소와 같다. 이러한 결과는 Yamamoto *et al* (2001)의 다양한 방법으로 제조한 차의 페놀성분함량의 변화에 대한 연구에서 차 발효가 진행될수록 폴리페놀 함량이 감소한다는 보고와 경향이 일치하였다. 조와 황(2007)은 녹차 종류의 탄닌 함량은 10.0~15.8%이며, 홍차는 7.0%라 하였으며, 본 연구에서 실험한 8시간 발효차의 polyphenol 총 함량이 7.3%로서 7.0%와 유사한 결과를 보였다.

탄닌산(tannic acid)은 수용성으로 gallic acid가 주성분이며 적포도주, 녹차, 커피, 밤의 과육과 속껍질 및 미성숙 상태의 과일 등에 다량 함유되어 있다.

Table 12. Changes of polyphenols contents in fermented tea leaves

mg%

Samples	polyphenols
S N	182.87 ± 2.36 <sup>A</sup>
S 4	182.04 ± 1.18 <sup>A</sup>
S 6	147.73 ± 8.45 <sup>B</sup>
S 8	73.58 ± 5.71 <sup>C</sup>
F-value	190.02 <sup>***</sup>

A,B,C: Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

## 5) 유리 아미노산 검출

차의 감칠맛이나 단맛은 주로 아미노산에 의한다. 차잎에 가장 많이 함유된 아미노산은 theanine 이며 그 외에 alanin, arginine, glutamic acid 등이 많다. 아미노산류는 봄에 채엽 한 차잎에 많으며 4 가지 아미노산을 분석한 결과는 Table 13 과 같다.

차에서 기호적, 기능적으로 주목되고 있는 glutamic acid, GABA 와 arginine은 발효에 따라 증가하는 경향이었으며 특히 GABA와 arginine은 유의차가 크게 나타났으며 theanine 감소 경향이였다.

GABA의 함량은 SN의 경우 9.43 mg%, S4시료는 10.11 mg%으로 큰 차이를 나타내지 않았으나 S6시료에서 S8시료로 발효시간이 길어질수록 각각 14.52 mg%, 19.66 mg%으로 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. GABA의 합성과 축적은 혐기상태, 기계적 손상, cold shock, heat shock등의 반응으로 급격히 증가한다는 보고가 있다(Cholewa *et al* 1997, Mayer *et al* 1990, Ramputh & Bown 1996). 식물세포에서 세포질을 산성화시키는 stress가 있을 때 세포질의 pH를 안정화시키기 위한 mechanism으로서 glutamate의 decarboxylation(탈탄산 작용)으로 GABA가 생성되며 GAD(glutamate decarboxylase)의 활성은 산성 pH에서 증가 한다는 것이 알려져 있다(Crawford *et al* 1994, Snedden *et al* 1992). 본 연구에서도 발효시간이 길어질수록 pH가 낮아지는 경향으로 동일한 결과를 나타내었다.

김 등(2004)은 4월 채엽 녹차의 GABA 함량과 theanine함량은

0.49 mg/g, 21.73 mg/g으로 다른 채엽시기 보다 많았다고 보고한 바 있으며 본 실험에서는 S8의 발효 찻잎에서는 각각 19.66 mg%, 52.29 mg%로 높은 수치였다.

Arginine 함량은 발효시간이 길어짐에 따라 2.23 mg%, 5.13 mg%, 11.73 mg%, 29.09 mg%로 특히 S8의 경우 비발효차인 SN에 비해서 10배 이상 높은 함량을 나타내어 발효시간이 길어질수록 급격하게 증가하는 경향을 보였다. 이는 최와 최(2003)의 연구는 비발효차인 녹차가 가장 높게 나타나 본 연구와는 다른 경향을 나타내었으며 이는 발효차의 제조공정의 차이로 인한 것으로 사료된다.

Theanine은 L-glutamic acid와 ethylamine이 뿌리에서 합성된 후 잎으로 이동하는데, 일광 하에서 glutamic acid로 분해되기 때문에 차광 재배 시 함량이 증가한다. 또한 theanine 함량은 차의 품질을 결정하는 중요한 요인이 되며, 감칠맛과 단맛을 나타내는 성분이다. 본 연구에서는 비 발효차인 SN을 제외한 4시간 발효차인 S4에서 66.16 mg%, S6는 58.09 mg% S8는 52.29 mg% 으로 S4에서 가장 높은 함량을 보였다. 최와 최(2003)의 연구에서는 중발효차와 강발효차에서 각각 1437 mg%, 1500 mg%으로 본 실험과는 함량의 차이를 보였으며 이는 Thr+theanine의 함량 분석에서 피크가 겹쳐서 형성되어 위와 같은 결과가 나온 것으로 사료된다.

Table 13. Content of free amino acid in fermented tea leaves

	mg%			
Samples	Glutamic acid	GABA	Arginine	Theanine
S N	16.74±4.71 <sup>A</sup>	9.43±0.07 <sup>C</sup>	2.23±0.50 <sup>D</sup>	75.67±7.67 <sup>A</sup>
S 4	16.14±2.25 <sup>A</sup>	10.11±0.73 <sup>C</sup>	5.13±1.43 <sup>C</sup>	66.16±5.75 <sup>BA</sup>
S 6	17.14±2.54 <sup>A</sup>	14.52±0.98 <sup>B</sup>	11.73±1.98 <sup>B</sup>	58.09±4.98 <sup>B</sup>
S 8	18.21±1.17 <sup>A</sup>	19.66±1.50 <sup>A</sup>	29.09±1.70 <sup>A</sup>	52.29±9.28 <sup>B</sup>
F-value	0.26	47.68***	370.26***	5.69

A,B,C,D : Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

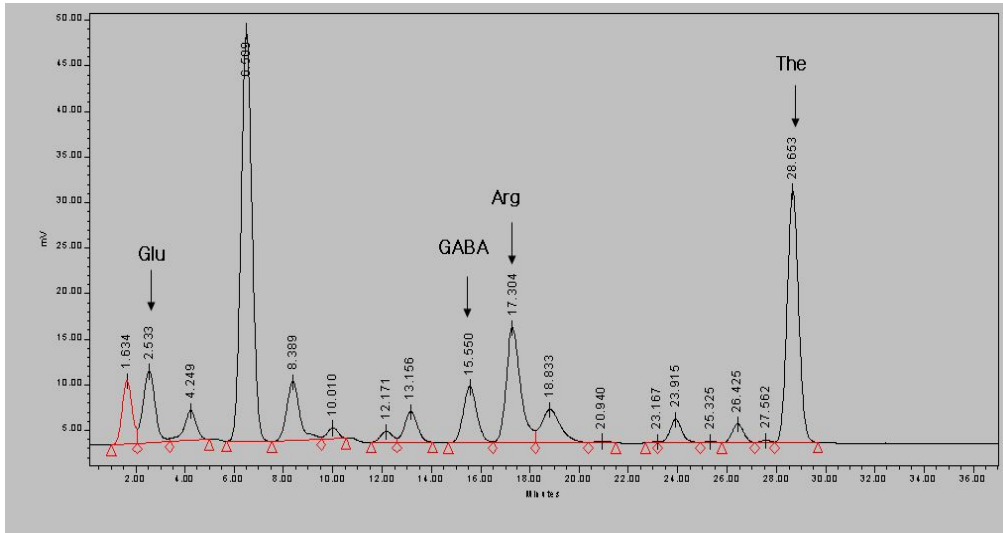


Fig 17. HPLC chromatograms of amino acid in the non fermented teas(SN)

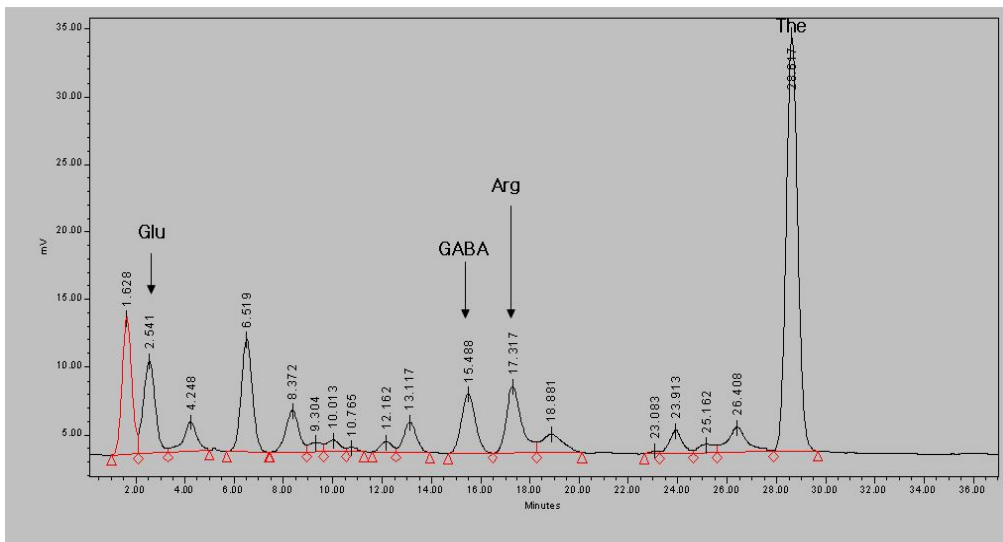


Fig. 18. HPLC chromatograms of amino acid in the 4hr fermented teas(S4)

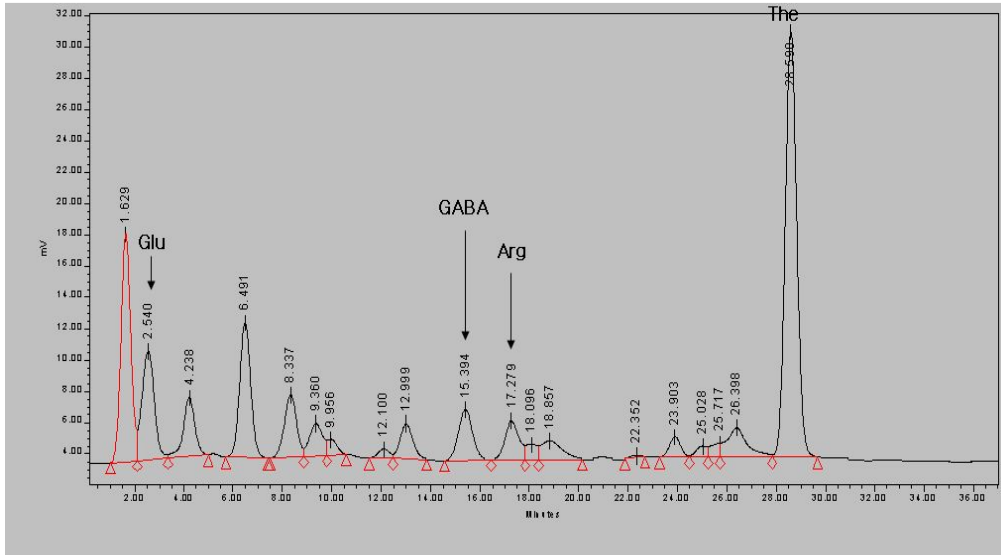


Fig. 19. HPLC chromatograms of amino acid in the 6hr fermented teas(S6)

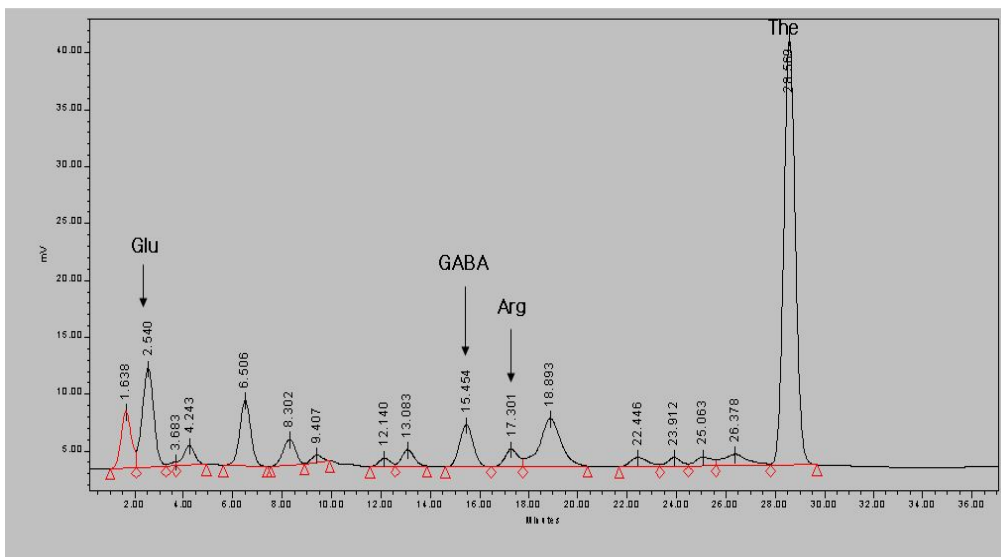


Fig. 20. HPLC chromatograms of amino acid in the 8hr fermented teas(S8)

## 7) pH 측정

발효 시간을 달리하여 제조한 시료의 pH의 변화는 Table 14에 나타내었다. 모든 시료에서 발효시간이 길수록 pH는 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 발효시간에 따른 시료간의 변화를 살펴보면 SN은 6.58 S4는 6.53 로 큰 차이가 없었으나 S6과 S8은 6.34 6.25로 유의적으로 차이를 나타내었다( $P < 0.05$ ).

신은 한국차의 발효 정도별 성분변화와 항균활성에 관한 연구에서 비발효차는 6.27, 반발효차는 6.26, 발효차는 5.61로 발효도가 진행될수록 pH가 낮아졌다는 보고와 原征의 보고와 같은 경향을 나타내었다(신기호 2004, 原征彦 1989).

Table 14. Amounts of pH in fermented tea leaves

Samples	pH(24±1 °C)
S N	6.58±0.01 <sup>A</sup>
S 4	6.53±0.02 <sup>A</sup>
S 6	6.34±0.06 <sup>B</sup>
S 8	6.25±0.03 <sup>C</sup>
F-value	61.13***

A, B, C : Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

## 8) 색도 측정

발효정도를 달리하여 제조한 찻잎을 우린 찻물의 색도는 Table 15와 같다. L값은 발효 시간이 길어질수록 현저히 낮아지는 경향을 보였는데, 이것은 녹차의 주요 색소인 엽록소 및 플라보놀류, 탄닌류 등이 산화와 열처리에 의해 갈색으로 되기 때문으로 사료된다(choi *et al* 2003).

a값은 SN, S4, S6, S8이 각각 -2.25, -2.15, -2.01, -0.21로 측정되어 발효시간이 긴 시료일수록 높은 값을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 본 실험의 HPLC법을 이용하여 물 추출한(WS) theaflavin류의 WS8이 가장 높은 값을 나타낸 것과 같은 결과를 보였다. 이러한 결과는 발효차의 색을 결정짓는 성분인 theaflavin이 생성되었음을 나타낸다(김동훈 1998). Theaflavin류는 theaflavin(TF)과 theaflavin-3-gallate (TF3g), theaflavin-3'-gallate (TF3'g), theaflavin -3,3'-digallate (TF33'g)를 포함하는데, 이는 발효차의 특징적인 색의 핵심 성분이다(Hong & Yang 2007).

b값은 S6이 0.50으로 가장 높은 값을 나타냈고, SN이 -0.35, S4 -2.15, S8 -0.29로 다소의 증감은 있었으나, 최 등이 보고한 발효시간이 길수록 a값과 b값이 높아진다고 한 경향과 유사한 양상을 나타냈다(choi *et al* 2003).

찻물의 색은 pH의 영향에 따라 달라지는데 김 등(1999)은 pH 6.0~7.0 사이에서 급격하게 색의 변화가 나타난다고 보고하였다.

Table 15. Levels of color in infused tea with fermented tea leaves.

Samples	L	a	b
S N	6.60±0.14 <sup>A</sup>	-2.25±0.50 <sup>A</sup>	-0.35±0.13 <sup>B</sup>
S 4	6.04±0.29 <sup>B</sup>	-2.15±1.04 <sup>A</sup>	-0.39±0.11 <sup>B</sup>
S 6	5.89±0 <sup>CB</sup>	-2.01±1.04 <sup>A</sup>	0.50±0 <sup>A</sup>
S 8	5.52±0.32 <sup>C</sup>	-0.21±2.10 <sup>A</sup>	-0.29±0.37 <sup>B</sup>
F-value	11.90	1.66	5.85

A, B, C : Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

## 9) 관능 평가

차의 관능평가는 차의 맛, 향, 수색, 외관에 관하여 정성적, 정량적으로 표현하는 특성묘사분석(Descriptive Sensory Analysis)과 차이식별분석(Discriminative Sensory Analysis)이 있고, 또 다른 하나는 소비자의 선호도를 정량적으로 표현하는 평가 즉, 기호도 조사 분석(Consumer Sensory Analysis) 등이 있다(Yang WM 2005).

본 실험에 사용한 분석은 주로 특성묘사분석방법을 사용하여 관능평가를 실시하였으며 그 결과는 Table 16과 Fig. 21과 같다. 크게 외관, 맛, 향, 수색, 우린 찻잎으로 각각의 항목의 세부항목으로 나뉘어 실시한 결과 대부분의 평가에서 10점 만점에 8, 9이상으로 높은 점수를 보였다.

시료 찻잎의 외관의 균일성 유무에서는 SN에서 가장 높은 점수를 보였으며 색택에서는 S6이 가장 좋은 점수를 나타내었다. 맛에 있어서는 맛의 조화, 농도와 지속성, 부드럽고 순함에서 모두 S8이 9.5, 9.5, 9.38로 높은 점수를 나타내었다. 이는 발효도가 높을수록 목넘김이 부드러워 높은 점수를 나타낸 것으로 사료된다.

차물에서 색의 조화와 농도는 S6이 9.50으로 가장 높았고 그 다음으로 S8>SN>S4 순으로 나타났다.

우려서 건진 찻잎은 앞에서 언급한 모든 항목과는 상이한 결과인 SN이 가장 높은 기호도를 나타내었다. 이는 다른 발효시료는 발효과정에서 수제과정에서 덩어리 수가 많아 상대적으로 발효과정이 없는

차잎의 외관의 기호도가 높아진 것으로 사료된다.

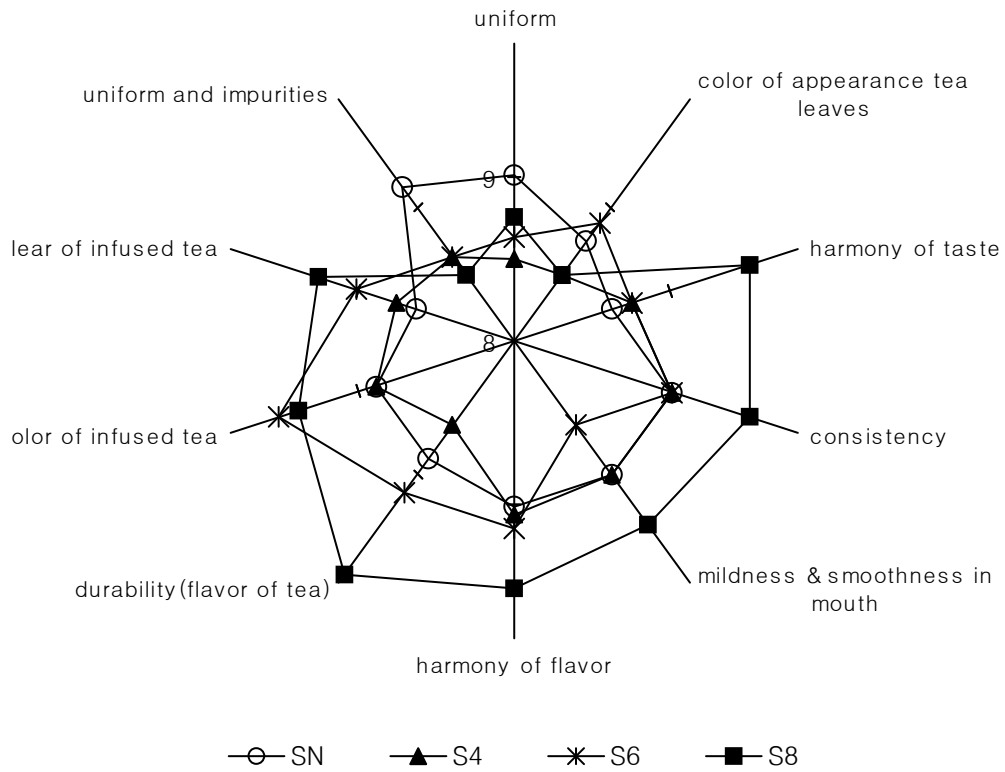


Fig. 21. Sensory evaluation scores in teas according to degree of fermentation

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

Table 16. Sensory evaluation scores in teas according to degree of fermentation

	sample	SN	S4	S6	S8	F-value
	item					
Appearance tea leaves	uniform & impurities	9.0 ±1.07 <sup>A</sup>	8.5 ±0.76 <sup>A</sup>	8.63 ±0.52 <sup>A</sup>	8.75 ±1.04 <sup>A</sup>	0.48
	color	8.75 ±1.16 <sup>A</sup>	8.5 ±0.93 <sup>A</sup>	8.88 ±0.64 <sup>A</sup>	8.50 ±1.07 <sup>A</sup>	0.30
Taste of tea	harmony	8.63 ±1.06 <sup>A</sup>	8.75 ±0.71 <sup>A</sup>	8.75 ±0.89 <sup>A</sup>	9.50 ±1.07 <sup>A</sup>	1.44
	consistency & durability	9.0 ±1.31 <sup>A</sup>	9.0 ±0.53 <sup>A</sup>	9.0 ±0.76 <sup>A</sup>	9.50 ±0.93 <sup>A</sup>	0.58
	mildness & smoothness in mouth	9.0 ±1.07 <sup>A</sup>	9.0 ±0.53 <sup>A</sup>	8.63 ±0.92 <sup>A</sup>	9.38 ±1.19 <sup>A</sup>	0.82
Flavor of tea	harmony	9.0 ±0.93 <sup>A</sup>	9.05 ±0.76 <sup>A</sup>	9.13 ±0.99 <sup>A</sup>	9.5 ±0.76 <sup>A</sup>	0.60
	consistency & durability	8.88 ±1.25 <sup>BA</sup>	8.63 ±0.52 <sup>B</sup>	9.13 ±0.83 <sup>BA</sup>	9.75 ±0.46 <sup>A</sup>	2.73
color of tea	color	8.88 ±0.83 <sup>A</sup>	8.88 ±0.64 <sup>A</sup>	9.50 ±0.53 <sup>A</sup>	9.38 ±0.92 <sup>A</sup>	1.55
	clear	8.63 ±0.92 <sup>A</sup>	8.75 ±0.71 <sup>A</sup>	9.0 ±1.07 <sup>A</sup>	9.25 ±0.89 <sup>A</sup>	0.75
Infused tea leaves	uniform & impurities	9.13 ±1.13 <sup>A</sup>	8.63 ±0.92 <sup>A</sup>	8.63 ±1.06 <sup>A</sup>	8.50 ±1.69 <sup>A</sup>	0.40
	mean	88±8.69 <sup>A</sup>	87.63±3.54 <sup>A</sup>	89.25±6.58 <sup>A</sup>	92.0±8.21 <sup>A</sup>	0.55

A, B, C : Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

## 2. 발효 찻잎 가루 첨가 마들렌의 품질 특성

### 1) 수분 함량

발효 정도를 달리한 찻잎 가루첨가 마들렌은 제조 후 30분 방냉 하여 밀폐용 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)백에 넣어 밀봉 후 항온 항습실 ( $21\pm 2^{\circ}\text{C}$ )에서 보관하면서 저장에 따른 수분측정 결과는 Table 18과 같다.

제조 후 30분 방냉 한 SN의 수분 함량은 전체 시료군에서 20.93%로 가장 높았으며 모든 시료는 저장 시간이 경과함에 따라서 저장 7일 까지 다소의 증감은 있었으나 전반적으로 감소하는 경향을 나타냈고, 저장 9일에는 수분 함량이 다소 증가하는 경향을 보였다.

수분함량 20%~50%(AW0.78)의 식품은 중간수분식품으로서 (intermediate moisture food) 저장성에 있어서 다른 범위의 수분을 가진 식품에 비하여 미생물의 영향을 덜 받는다.

마들렌의 수분함량이 저장 기간 동안 비교적 일정하고 조직특성이 큰 변화가 없는 것은 재료중의 설탕, 지방의 영향 뿐 아니라 첨가된 발효 찻잎의 섬유소의 영향이라 사료된다.

Table 17. Moisture contents of madeleine prepared with fermented tea leaf powder during storage (%)

sample	Storage period (days)					F-value
	0	2	4	7	9	
cont	19.7 ± 2.86 <sup>Aba</sup>	17.10 ± 0.17 <sup>BAa</sup>	15.43 ± 0.64 <sup>Ba</sup>	15.77 ± 1.29 <sup>Ba</sup>	16.43 ± 0.72 <sup>Ba</sup>	4.01*
SN	20.93 ± 1.90 <sup>Aa</sup>	14.97 ± 0.06 <sup>Bbc</sup>	15.85 ± 1.63 <sup>Ba</sup>	14.75 ± 0.92 <sup>Ba</sup>	16.15 ± 0.50 <sup>Ba</sup>	14.32***
S4	17.77 ± 1.43 <sup>Aba</sup>	16.50 ± 2.17 <sup>Aba</sup>	15.05 ± 1.34 <sup>Aa</sup>	15.80 ± 0 <sup>Aa</sup>	15.60 ± 0.28 <sup>Aba</sup>	1.27
S6	17.03 ± 1.59 <sup>Ab</sup>	14.3 ± 0.58 <sup>Bc</sup>	15.0 ± 0.42 <sup>BAa</sup>	14.6 ± 0.71 <sup>Ba</sup>	15.40 ± 0.71 <sup>BAba</sup>	3.29
S8	16.20 ± 1.42 <sup>Ab</sup>	14.47 ± 0.32 <sup>BAc</sup>	13.65 ± 0.92 <sup>Ba</sup>	14.33 ± 0.59 <sup>BAa</sup>	14.80 ± 0.28 <sup>BAba</sup>	3.25
F-value	3.10	4.56	1.35	1.57	3.33	

1) a, b, c, d means in a column followed by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

2) A, B, C means in a row preceded by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

Cont: madeleine

SN: non fermented tea harvested in April

S4: 4hr fermented tea harvested in April

S6: 6hr fermented tea harvested in April

S8: 8hr fermented tea harvested in April

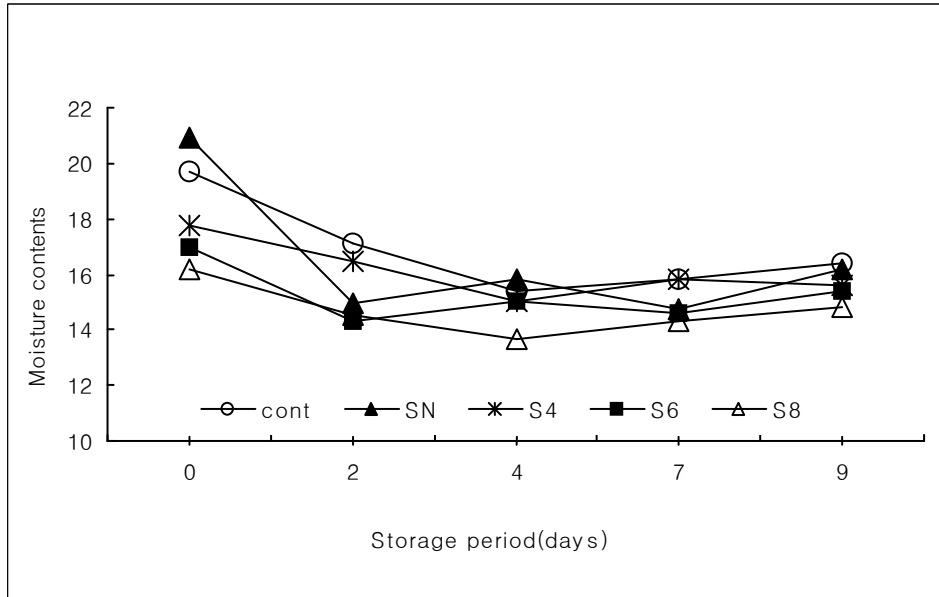


Fig. 22. Change of moisture contents of madeleine prepared with fermented tea leaf during storage

Cont: madeleine

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

## 2) 색도

발효시간을 달리한 찻잎가루 첨가 마들렌의 저장에 따른 색도변화는 Table 18와 같다.

발효시간에 따른 찻잎가루 첨가 마들렌의 L값은 일정한 경향의 값은 보이지 않았으며 대조군보다는 낮은 수치를 나타내었다. 저장기간에 따른 발효 찻잎가루 첨가 마들렌의 L값은 대조군을 제외하면 유의적인 차이가 없었으나 S6 시료의 경우 57.31에서 저장기간이 길어짐에 따라 감소하여 저장 9일에는 55.74로 감소하였으나 S4, S8 시료는 거의 변함이 없었다.

무 첨가 대조군과 발효 시간을 달리한 찻잎 가루 첨가 시료들과의 값 차이를 보인 것은 첨가량의 증가에 따라 L값이 감소한다고 보고한 마들렌의 제조법과 유사한 제품들 즉, 홍국분말 첨가 머핀, 백런초 분말 첨가 쿠키, 구기자 분말 첨가 엘로우 레이어 케이크, 클로렐라 첨가 파운드케이크, 빵잎분말 첨가 엘로우레이어 케이크의 결과와 유사함을 보였다(Park & Lim 2007, Jeon & Park 2006, Kim YA 2005, Chung & Choi 2005, Kim YA 2003).

적색도를 나타내는 a값은 SN 첨가 시료가 4.03~5.69, S4 시료첨가 마들렌의 시료는 2.50~3.53, S6 시료 첨가는 2.99~4.28, S8시료 첨가 마들렌 시료는 2.32~3.93으로 대체로 발효시간이 긴 찻잎가루 첨가시료 일수록 감소하였으며, 시료들 간과 저장 기간에 따른 유의적인( $p < 0.05$ ) 값 차이를 볼 수 있었다. 발효찻잎의 catechin류, flavonoid류, tannin류 등 phenol성분의 흑갈변화에 의한 현상으로 사료된다.

황색도를 나타내는 b값은 발효시간이나 저장기간에 관계없이 대조군을 제외하고는 유의적인 차이가 있었으며, 발효정도에 관계없이 S4, S6, S8 시

료는 각각의 시료 사이와 저장기간에 따라 유의적인( $p < 0.05$ ) 값 차이를 보였다. 또한 대조군의 b값보다 첨가군의 b값이 낮은 경향을 보였다.

Table 18. Hunter's color value of madeleine prepared with fermented tea leaf powder during storage

Hunter value		Storage period (days)					F-value
		0	2	4	7	9	
L	cont	73.06 ± 0.41 <sup>Ab</sup>	71.83 ± 0.58 <sup>Ab</sup>	71.66 ± 1.53 <sup>Ab</sup>	74.21 ± 0.57 <sup>Aa</sup>	72.12 ± 0.66 <sup>Ab</sup>	4.68*
	SN	59.05 ± 0.37 <sup>Cba</sup>	59.83 ± 1.12 <sup>Ba</sup>	58.14 ± 0.18 <sup>CBbc</sup>	59.04 ± 0.46 <sup>Ba</sup>	57.19 ± 0.10 <sup>Dc</sup>	10.23
	S4	59.77 ± 0.32 <sup>CBa</sup>	59.75 ± 2.45 <sup>Ba</sup>	60.30 ± 0.93 <sup>Ba</sup>	59.89 ± 0.37 <sup>Ba</sup>	60.13 ± 0.17 <sup>Ba</sup>	0.12
	S6	57.31 ± 0.61 <sup>Da</sup>	57.77 ± 0.63 <sup>Ba</sup>	57.00 ± 0.52 <sup>Cba</sup>	56.55 ± 1.22 <sup>Cba</sup>	55.74 ± 0.66 <sup>Eb</sup>	3.05
	S8	60.16 ± 0.77 <sup>Ba</sup>	60.01 ± 0.15 <sup>Ba</sup>	59.04 ± 1.74 <sup>CBa</sup>	59.90 ± 0.86 <sup>Ba</sup>	59.34 ± 0.15 <sup>Ca</sup>	0.78
	F-value	440.67***	60.06***	81.16***	252.01***	682.70***	
	a	cont	0.80 ± 0.15 <sup>Db</sup>	0.46 ± 0.06 <sup>Cb</sup>	0.98 ± 0.36 <sup>Da</sup>	0.58 ± 0.21 <sup>Db</sup>	0.80 ± 0.08 <sup>Cba</sup>
SN	4.55 ± 0.17 <sup>Ab</sup>	4.05 ± 1.11 <sup>Ab</sup>	5.69 ± 0.28 <sup>Aa</sup>	4.40 ± 0.15 <sup>Ab</sup>	4.03 ± 0.10 <sup>Ab</sup>	5.03*	
S4	2.63 ± 0.21 <sup>Cb</sup>	2.88 ± 0.27 <sup>Bb</sup>	3.53 ± 0.24 <sup>Ca</sup>	2.64 ± 0.11 <sup>Cb</sup>	2.50 ± 0.05 <sup>Bb</sup>	13.12***	
S6	2.99 ± 0.09 <sup>Bb</sup>	3.12 ± 0.12 <sup>Ab</sup>	4.28 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	3.23 ± 0.39 <sup>Bb</sup>	2.99 ± 0.11 <sup>CBb</sup>	15.62***	
S8	2.46 ± 0.19 <sup>Cb</sup>	2.32 ± 0.06 <sup>Bb</sup>	3.93 ± 0.31 <sup>CBa</sup>	2.43 ± 0.49 <sup>Cb</sup>	2.63 ± 0.56 <sup>Bb</sup>	6.79***	
F-value	190.52***	19.99***	110.97***	61.80***	60.29***		
b	cont	32.11 ± 0.53 <sup>Aa</sup>	29.65 ± 1.01 <sup>Ab</sup>	27.20 ± 2.12 <sup>Ac</sup>	32.38 ± 0.60 <sup>Aa</sup>	31.10 ± 0.98 <sup>Aba</sup>	9.55
	SN	22.16 ± 0.53 <sup>Ba</sup>	21.29 ± 0.38 <sup>Bb</sup>	19.08 ± 0.12 <sup>Bc</sup>	21.53 ± 0.52 <sup>Bba</sup>	22.15 ± 0.30 <sup>Ba</sup>	30.49***
	S4	20.58 ± 0.20 <sup>Cba</sup>	20.33 ± 0.14 <sup>Bb</sup>	18.70 ± 0.65 <sup>Bc</sup>	21.20 ± 0.28 <sup>Ba</sup>	20.56 ± 0.27 <sup>Cba</sup>	20.76***
	S6	20.27 ± 0.06 <sup>Ca</sup>	20.38 ± 0.05 <sup>Ba</sup>	18.21 ± 0.61 <sup>Bb</sup>	19.97 ± 0.58 <sup>Ca</sup>	20.23 ± 0.40 <sup>Ca</sup>	14.23***
	S8	21.67 ± 0.29 <sup>Ba</sup>	20.82 ± 0.45 <sup>Ba</sup>	19.17 ± 0.71 <sup>Bb</sup>	21.65 ± 0.30 <sup>Ba</sup>	21.69 ± 0.61 <sup>Ba</sup>	14.24***
	F-value	537.42***	173.23***	36.94***	346.08***	184.78***	

1) a, b, c, d means in a row followed by different superscripts are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

2) A, B, C means in a column followed by different superscripts are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

### 3) 기계적 특성

발효 시간을 달리한 찻잎 가루 첨가 마들렌의 기계적 특성치 측정 결과는 Table 19과 같다.

Hardness(경도)는 제조 당일의 마들렌은 S3<S6<S8의 순서로 증가하였으며 저장 2일에는 S3>S6>S8의 순으로 감소하였고, 저장 4, 7, 9일에는 S6<S8로, S80 시료가 높았다. 모든 마들렌 시료들은 저장 일수가 길어질수록 단단해짐을 볼 수 있었으며, 유의적인( $p<0.05$ ) 차이를 나타냈다. S6 시료는 저장전 기간동안, S8은 저장 4일까지 대조군보다 hardness의 수치가 낮게 나타났다.

케이크의 노화가 수분손실과 관련이 있으며 빵잎분말 첨가 경우에 물과의 결합력이 높기 때문에 저장기간 중에 대조군보다 수분 손실이 적게 일어나 경도 증가율이 낮았을 것이라고 한 김 (2003)의 연구와 유사함을 보였다.

Cohesiveness(응집성)은 제조 직후에 대조군과 차 첨가군 간의 큰 차이를 볼 수 없었으나, 저장 7일부터 시료간의 유의적인( $p<0.05$ ) 차이를 나타냈다. 저장 시간이 경과됨에 따라서 S3에서 제조 직후와 2일 저장 시 값을 제외하고는 모든 시료군에서는 유의적인( $p<0.05$ ) 감소 경향을 보였다.

응집성은 제품의 형태를 이루는 내부결합의 강도로 표시되는(송 & 박 2000)것으로 보아 시간이 경과함에 따라 전반적으로 마들렌 시료의 내부결합이 약해진 것으로 생각된다.

Gumminess(점성)는 반고체 식품을 삼키기 쉬운 상태로 분쇄하는데 필요한 에너지로서, 경도 및 응집성과 관련되는 성질이다(송 & 박 2000). 제조 직후 대조군과 발효시간을 달리한 차 첨가군은 다소의 값 차이는 있으나

유의적인( $p < 0.05$ ) 차이는 볼 수 없었고, 각각의 시료들은 저장 일수가 길어질수록 높아짐을 볼 수 있었으며, 유의적( $p < 0.05$ )인 차이를 나타내어 경도와 유사한 양상을 나타내었다.

Chewiness(씹힘성)은 삼키기 쉬운 상태로 반고체 식품을 씹는데 요구되는 에너지를 의미하며, 이것은 경도, 응집성과 관련되는 물성의 측정치로서 경도의 결과와 유사하게 모든 시료군에서 시간이 지남에 따라 증가하는 양상을 나타내었다. 또한 저장 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보인 응집성과는 음의 관계를 나타내었다.

제조직후의 대조군이 376.17, 저장 2 일, 4 일, 9 일에서는 S4, 저장 7일에는 S8시료가 가장 높은 수치를 나타내었다. 이러한 결과는 발효시간을 달리한 차 가루 첨가가 마들렌의 씹힘성에 영향을 미치지 않은 결과로 판단된다.

Resilience(복원성, 탄성)는 제조 직후, 저장 4일, 7일에 SN 첨가군이 높은 점수를 나타냈고, 저장 2일에는 S4 첨가군이 저장 9일에는 S8 첨가군이 높은 수치를 나타냈다.

저장 시간이 경과됨에 따라서 대조군은 낮아지는 경향을 보였으며 유의적인( $p < 0.05$ )차이를 볼 수 있었다. 발효 정도를 달리한 차 첨가군에서도 다소의 증감은 있었으나 저장 시간이 경과함에 따라 유의적으로 낮아지는 양상을 보였다.

Table 19. Texture profile analysis parameters of madeleine prepared with fermented tea leaf powder during storage

Texture parameters	Storage period (days)					F-value		
	0	2	4	7	9			
Hardness	cont	586.37 ± 66.63 <sup>Ac</sup>	864.07 ± 125.38 <sup>Ab</sup>	952.31 ± 34.66 <sup>BAb</sup>	1018.94 ± 185.24 <sup>Aba</sup>	1152.85 ± 177.37 <sup>Aa</sup>	14.61	
	SN	550.35 ± 156.65 <sup>Ab</sup>	842.25 ± 148.10 <sup>Aba</sup>	961.44 ± 177.37 <sup>BAb</sup>	1117.07 ± 335.86 <sup>Aba</sup>	1190.33 ± 131.63 <sup>Aa</sup>	5.59	
	S4	530.41 ± 40.86 <sup>Ab</sup>	777.35 ± 203.31 <sup>Aba</sup>	998.31 ± 136.43 <sup>Aa</sup>	1036.75 ± 53.07 <sup>Aa</sup>	1141.86 ± 284.81 <sup>Aa</sup>	5.16	
	S6	539.92 ± 58.04 <sup>Ab</sup>	728.33 ± 126.35 <sup>Aba</sup>	749.41 ± 180.16 <sup>Bba</sup>	751.24 ± 47.14 <sup>Aba</sup>	863.92 ± 85.47 <sup>Aa</sup>	2.06	
	S8	578.22 ± 16.09 <sup>Ab</sup>	704.42 ± 240.79 <sup>Ab</sup>	773.02 ± 27.91 <sup>BAb</sup>	1108.57 ± 70.45 <sup>Aa</sup>	1124.09 ± 182.53 <sup>Aa</sup>	9.10	
	F-value	0.22	0.47	2.98	1.20	0.89		
	Cohesiveness	cont	0.65 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	0.56 ± 0.02 <sup>Ac</sup>	0.53 ± 0.03 <sup>Bd</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>Bc</sup>	75.87 <sup>***</sup>
		SN	0.68 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.62 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	0.61 ± 0.08 <sup>Aa</sup>	0.59 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	0.47 ± 0.01 <sup>Cb</sup>	5.34 <sup>**</sup>
		S4	0.65 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.69 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	0.57 ± 0.02 <sup>Aba</sup>	0.52 ± 0.02 <sup>Bb</sup>	0.50 ± 0.02 <sup>BAb</sup>	4.81
		S6	0.66 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	0.60 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	0.59 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	0.50 ± 0.01 <sup>Bc</sup>	0.50 ± 0.01 <sup>BAc</sup>	42.68 <sup>***</sup>
S8		0.66 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.66 ± 0.11 <sup>Aa</sup>	0.60 ± 0.02 <sup>Aba</sup>	0.55 ± 0.02 <sup>BAb</sup>	0.52 ± 0.02 <sup>Ab</sup>	4.17	
F-value		0.46	0.96	0.46	3.80	9.37 <sup>***</sup>		

1) a, b, c, d means in a row followed by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

2) A, B, C means in a column followed by different superscripts are significantly

different( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

Cont: madeleine

SN: non fermented tea harvested in April

S4: 4hr fermented tea harvested in April

S6: 6hr fermented tea harvested in April

S8: 8hr fermented tea harvested in April

Table 19. continued

Texture parameters	Storage period (days)					F-value	
	0	2	4	7	9		
Gumminess	cont	383.15	486.22	488.03	495.75	601.12	5.76***
		± 48.20 <sup>Ab</sup>	± 99.67 <sup>Aba</sup>	± 76.02 <sup>BAb</sup>	± 109.70 <sup>BAb</sup>	± 26.20 <sup>BAa</sup>	
	SN	366.11	497.52	521.27	546.25	584.92	2.97*
		± 86.1 <sup>Ab</sup>	± 64.60 <sup>Aba</sup>	± 94.24 <sup>Aba</sup>	± 48.58 <sup>BAa</sup>	± 166.85 <sup>BAa</sup>	
	S4	364.73	406.18	477.99	571.55	592.75	2.39
		± 44.93 <sup>Ab</sup>	± 192.93 <sup>Aba</sup>	± 55.32 <sup>BAb</sup>	± 77.78 <sup>Aba</sup>	± 151.09 <sup>BAa</sup>	
	S6	294.46	371.82	377.86	403.34	439.83	2.60
		± 61.47 <sup>Ab</sup>	± 20.59 <sup>Aba</sup>	± 62.93 <sup>Bba</sup>	± 89.84 <sup>Bba</sup>	± 73.79 <sup>Ba</sup>	
	S8	380.17	446.02	464.36	581.73	612.08	6.17***
		± 11.24 <sup>Ac</sup>	± 112.82 <sup>Ac</sup>	± 21.68 <sup>BAbc</sup>	± 89.77 <sup>Aba</sup>	± 27.38 <sup>Aa</sup>	
F-value	1.51	0.60	2.45	2.45	1.75		
Chewiness	cont	376.17	428.75	460.29	478.47	532.91	5.83***
		± 13.65 <sup>Ac</sup>	± 69.06 <sup>Abc</sup>	± 65.64 <sup>BAbac</sup>	± 49.25 <sup>BAb</sup>	± 27.97 <sup>Aa</sup>	
	SN	331.66 ± 17.13 <sup>BAb</sup>	434.32	475.88	513.40	551.36	3.75
		± 116.33 <sup>Aba</sup>	± 55.33 <sup>BAb</sup>	± 56.33 <sup>Aa</sup>	± 4.95 <sup>Aa</sup>		
	S4	330.09	469.92	484.75	508.13	553.95	4.04*
		± 43.99 <sup>BAb</sup>	± 5.15 <sup>Aba</sup>	± 55.45 <sup>Aba</sup>	± 53.87 <sup>BAa</sup>	± 151.45 <sup>Aa</sup>	
	S6	290.71	349.97	374.36	389.88	422.74	3.32
		± 43.69 <sup>Bb</sup>	± 30.81 <sup>Aba</sup>	± 23.60 <sup>Bba</sup>	± 80.77 <sup>Bba</sup>	± 47.04 <sup>Aa</sup>	

S8	350.10 ± 9.12 <sup>Ab</sup>	413.60 ± 44.58 <sup>Ab</sup>	426.70 ± 17.31 <sup>BAb</sup>	533.52 ± 24.99 <sup>Aa</sup>	511.98 ± 69.21 <sup>Aa</sup>	9.70
F-value	3.01	1.08	1.92	2.56	1.52	

1) a, b, c, d means in a row followed by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

2) A, B, C means in a column followed by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

Cont: madeleine

SN: non fermented tea harvested in April

S4: 4hr fermented tea harvested in April

S6: 6hr fermented tea harvested in April

S8: 8hr fermented tea harvested in April

Table 19. continued

Texture parameters	Storage period (days)					F-value
	0	2	4	7	9	
cont	0.25 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.22 ± 0.003 <sup>Ab</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>Ac</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>Bdc</sup>	0.17 ± 0.01 <sup>Ad</sup>	39.18***
	0.27 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>Aba</sup>	0.24 ± 0.07 <sup>Aa</sup>	0.23 ± 0.04 <sup>Aa</sup>	0.16 ± 0.002 <sup>Bb</sup>	
Resilience S4	0.24 ± 0.01 <sup>Aba</sup>	0.28 ± 0.12 <sup>Aa</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>Aba</sup>	0.18 ± 0.003 <sup>Bb</sup>	0.17 ± 0.01 <sup>BAb</sup>	2.68
	0.23 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	0.17 ± 0.01 <sup>Bc</sup>	0.17 ± 0.004 <sup>Ac</sup>	24.64***
S6	0.25 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.25 ± 0.09 <sup>Aa</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	2.15
F-value	1.19	0.99	0.87	4.72	4.37*	

1) a, b, c, d means in a row followed by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

2) A, B, C means in a column followed by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

SN: non fermented tea harvested in April

S4: 4hr fermented tea harvested in April

S6: 6hr fermented tea harvested in April

S8: 8hr fermented tea harvested in April

#### 4) 관능평가

발효시간을 달리한 찻잎 가루첨가 마들렌의 관능평가는 Table 21. Fig. 22와 같다.

시료의 외관은 대조군 4.2점과 SN 4.8점, 발효 정도에 따라 각각 5.6, 5.8, 5.4점으로, S6이 5.8로 가장 높은 점수를 받았으나, 시료들 간의 유의적 ( $p < 0.05$ ) 차이는 없었다.

색에 대한 평가에서는 대조군이 4.4점이었고, SN, S4, S6, S8발효 차 첨가군은 각각 4.4, 4.8, 5.8, 6.0으로 발효 정도가 증가 된 시료일수록 점수가 높아지는 경향이었으나, 유의적인( $p < 0.05$ ) 차이는 나타나지 않았다.

풍미에 대한 평가에서는 대조군이 4.0점으로 가장 낮은 점수를 나타냈고, 발효도가 높아짐에 따라 유의적 차이는 없었으나 높은 점수를 받았다. 녹차에 비하여 발효차액에서는 관능적으로 달콤한 꽃냄새, 초콜릿을 연상케 하는 향기를 띄었다고 한 Choi SH(2001)의 결과와 유사하게, 본 실험 결과에서도 발효도가 가장 높은 S8시료를 첨가한 마들렌의 풍미가 5.8점으로 최

고점수를 받음으로써 비발효차인 녹차보다는 발효차 특유의 향이 마들렌과 같은 제과에 어울리는 부재료임을 확인하였다.

맛에서는 비발효차 보다는 발효차를 첨가한 마들렌의 맛을 더 선호하였다. 대조군이 3.8점으로 가장 낮은 선호도를 보였고, SN첨가 시료가 4.2점, S3 4.6점, S6 5.8점, S8 5.6점으로 S6 첨가 시료가 가장 좋은 선호도를 나타내었으며, 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 단맛과 감칠맛을 낸다고 알려진 theanine의 함량이 S6이 가장 많았던 본 실험의 결과와 일치하는 경향을 보였다.

시료의 질감에서는 대조군이 4.4점으로 가장 낮았고, 발효 시간이 증가할수록 각각 4.6, 5.0, 5.0, 5.2의 점수를 보였으며, 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 발효의 정도가 향미와 맛이 연관되어 시료의 질감 선호도에도 영향을 미친 것으로 사료된다.

전반적인 기호도 에서는 대조군보다 발효 정도를 달리한 차 첨가 시료 군들이 모두 높게 평가되었는데 특히 6시간 발효 찻잎 분말 첨가 시료가 가장 높게 나타났다. 이는 맛에 대한 선호도와 시료의 색과 관련된 외관항목에서의 높은 기호도를 보인 결과와 일치함을 보여, 6시간 발효 찻잎 분말 첨가가 최적인 것으로 판단된다.

아울러 본 연구 결과는 발효 찻잎 분말을 빵에 첨가시키면 차의 독특한 맛과 향기는 물론 맛을 상승시킬 수 있을 뿐만 아니라, 찻잎이 가지고 있는 여러 가지 성분들에 의하여 기능적인 가치를 높이리라고 기대한 park *et al*(2001)의 연구와 유사한 결과라 사료된다.

Table 20. Sensory evaluation scores of madeleine prepared with fermented tea leaf powder during storage

Sensory evaluation	Teas powder according to degree of Fermentation (%)					F-value
	cont	SN	S4	S6	S8	
Appearance	4.2 ± 1.30 <sup>A</sup>	4.8 ± 1.92 <sup>A</sup>	5.6 ± 1.14 <sup>A</sup>	5.8 ± 1.30 <sup>A</sup>	5.4 ± 1.95 <sup>A</sup>	0.88
Color	4.4 ± 1.14 <sup>A</sup>	4.4 ± 1.52 <sup>A</sup>	4.8 ± 0.84 <sup>A</sup>	5.8 ± 1.64 <sup>A</sup>	6.0 ± 0.71 <sup>A</sup>	1.97
Flavor	4.0 ± 1.22 <sup>A</sup>	4.4 ± 1.30 <sup>A</sup>	4.8 ± 1.14 <sup>A</sup>	5.6 ± 2.19 <sup>A</sup>	5.8 ± 0.84 <sup>A</sup>	1.48
Taste	3.8 ± 1.30 <sup>B</sup>	4.2 ± 1.30 <sup>BA</sup>	4.6± 1.67 <sup>BA</sup>	5.8 ± 0.84 <sup>A</sup>	5.6 ± 0.89 <sup>A</sup>	2.47
Texture	4.4 ± 1.82 <sup>A</sup>	4.6 ± 1.34 <sup>A</sup>	5.0 ± 1.23 <sup>A</sup>	5.0 ± 1.58 <sup>A</sup>	5.2 ± 0.84 <sup>A</sup>	1.09
Overall quality	3.2 ± 1.30 <sup>C</sup>	4.4± 1.67 <sup>BC</sup>	5.2 ± 0.84 <sup>BA</sup>	6.2 ± 0.84 <sup>A</sup>	5.6 ± 0.89 <sup>BA</sup>	5.04***

1 A, B, C means in a row preceded by different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

Cont: madeleine

SN: non fermented tea harvested in April

S4: 4hr fermented tea harvested in April

S6: 6hr fermented tea harvested in April

S8: 8hr fermented tea harvested in April

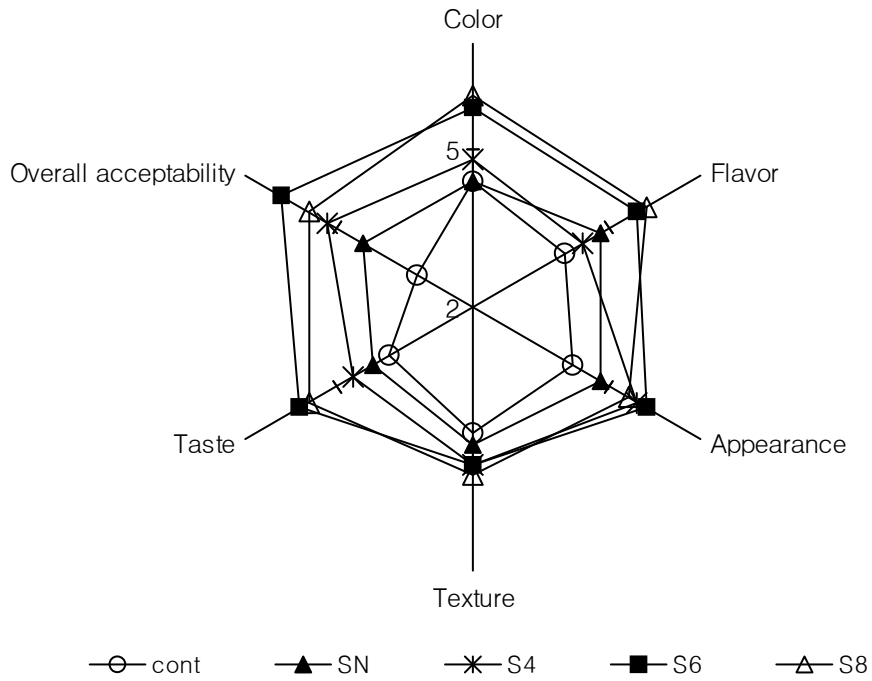


Fig. 23. Sensory evaluation scores of madeleine prepared with fermented tea leaf powder during storage

Cont: madeleine

S N: non fermented tea harvested in April

S 4: 4hr fermented tea harvested in April

S 6: 6hr fermented tea harvested in April

S 8: 8hr fermented tea harvested in April

## IV. 결론

본 연구에서는 경남 하동에서 자생하는 야생차 엽을 4월에 채엽한 찻잎과 9월에 채엽한 찻잎으로, 발효시간을 달리하여 제조한 발효찻잎의 일반성분 분석과 HPLC를 이용한 주요 아미노산류, catechins류, theaflavin류, theobromine의 분석, 색도 및 관능평가를 함으로써 발효정도에 따른 찻잎의 기능성과 차의 관능특성을 조사하고, 가공식품에의 이용적성을 검토하기 위하여 발효정도를 달리하여 제조한 발효 찻잎 가루를 마들렌 recipe에 첨가 제조하여 저장기간에 따른 수분 활성도, 색도, 기계적 특성 및 관능평가를 수행하였다.

1. 9월 채엽한 생 찻잎의 일반성분은 조단백질 32.9%, 조지방 0.9%, 조회분 6.4%, 탄수화물 59.8%였다.

2. HPLC를 통한 찻잎의 theobromine 과 caffeine의 정량분석 결과 물 추출 시 봄에 채엽한 찻잎 WS는 발효시간이 길수록 낮은 함량을 나타내었다. 가을채엽 찻잎의 theobromine은 발효시간이 길수록 낮은 함량이었으나 caffeine은 발효시간이 길수록 함량이 증가되었다.

에탄올 추출은 물추출에 비해 caffeine 함량이 높게 검출되었으나 일정한 경

향은 없었다.

EGC, C, EC, EGCG, GCG, ECG, CG의 정량분석 결과 물 추출시 모든 카테킨류의 함량은 채엽시기와 상관없이 발효시간이 길수록 감소하였으며 EGCG함량이 가장 높았다. 에탄올 추출시료는 물추출과 같은 경향이었으나 검출량이 높게 분석되었다.

3. TF, TF3G, TF3'G, TF3-3'G의 정량 분석 결과에서 물추출시 모든 시료의 TF3G의 함량은 발효시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향이었으며, 그 외의 theaflavin류의 함량변화는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 에탄올 추출시료는 물 추출시 검출된 함량보다 현저히 많았다.

4. 발효 찻잎의 총 폴리페놀 함량은 발효시간이 길어짐에 따라 감소하여 SN시료는 182.87 mg/g S8은 73.58 mg/g으로 2.5 배 정도 유의적으로 감소하였으며. catechins의 발효에 따른 함량 감소와 같았다.

5. 발효 찻잎의 glu., Arg., GABA는 발효시간이 길어질수록 증가 경향이었으며 theanine은 감소경향이었으나 8시간 발효차인 S8의 경우의 잔존량은 발효하지 않은 시료(SN)의 69%이었다.

6. 발효 찻잎의 pH는 모든 시료에서 발효시간이 길수록 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮아지는 경향을 나타내었다.

7. 4월에 채엽 한 찻잎을 우려낸 물의 L값은 발효 시간이 길어질수록

유의적( $p < 0.05$ )으로 낮아지는 경향을 보였다. a값은 SN은 -2.25, S4는 -2.15, S6은 -2.01로 발효시간에 따라 증가경향이었으나, 유의적인 차이가 거의 없었고, S8의 경우 -0.21로 가장 높은 값을 나타내었다.

8. 발효 찻잎을 우려낸 찻물의 관능평가는 외관의 균일성 유무에서는 SN, 섶택에서는 S6, 맛에 있어서는 S8이 가장 높은 점수를 나타냈다.

9. 발효 찻잎분말 첨가 마들렌의 저장에 따른 수분 함량변화는 대조군과 모든 시료 첨가군 에서는 저장 시간이 경과함에 따라 저장 7일 까지 다소의 증감은 있었으나 전반적으로 감소하는 경향을 나타냈다.

발효시간에 따른 찻잎분말 첨가 마들렌의 L값은 일정한 경향의 값은 보이지 않았으나 대조군보다는 낮은 수치를 나타내었으며, 모든 시료 a값은 저장 4일에는 증가했다가 다시 감소하는 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), 발효시간이 긴 찻잎가루 첨가 시료일수록 감소하는 경향을 나타내었다. b값은 저장 4일에 감소했다가, 저장 7일에는 유의적( $p < 0.05$ )으로 증가하였다.

10. 기계적 특성치 Hardness(경도)는 모든 마들렌 시료들에서 저장 일수가 길어질수록 단단해짐을 볼 수 있었으며, Cohesiveness(응집성)는 제조 직후에는 대조군과 찻잎 분말 첨가시료 간의 큰 차이를 볼 수 없었으나, 저장 7일부터 시료간의 유의적인( $p < 0.05$ ) 차이를 나타냈다. Gumminess(검성)는 hardness와 유사한 양상을 나타내었고, Chewiness(씹힘성)는 hardness의 결과와 유사하게 모든 시료군에서 시간이 지남에 따라 증가하는 양상을 나타내었다. 발효 찻잎 분말 첨가 시료들의 Resilience(복원성, 탄성)는 다소의

증감은 있었으나 저장 시간이 경과함에 따라 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).

11. 관능평가는 전반적으로 6시간 발효 찻잎분말을 첨가한 S6시료 마들렌의 외관이 5.8로 가장 높은 점수를 받았으며, 시료들 간의 유의적( $p < 0.05$ ) 차이는 없었다. SN, S4, S6, S8발효 찻잎분말 첨가 마들렌의 색에 대한 점수는 각각 4.4, 4.8, 5.8, 6.0으로 발효시간이 긴 시료일수록 점수가 높아지는 경향이었고, 맛에서는 모든 발효찻잎 분말을 첨가한 마들렌을 더 선호하였다.

전반적인 기호도에서는 대조군보다 발효 찻잎분말 첨가 시료들이 높게 평가되었으며 특히 6시간 발효 찻잎 분말 첨가 시료(S6)가 가장 높게 평가되었다.

## Reference

- 김광옥, 김상순, 성내경, 이영춘 (2000) 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울.
- 김동훈 (1998) 식품화학. 탐구당, 서울. p 84.
- 김성곤, 조남지, 김영호 (2001) 제과제빵과학. 비엔씨월드, 서울. p 314.
- 김종태 (1995) 차 이야기. 오름 시스템.
- 김종태 (1996) 차의 과학과 문화. 보림사, 서울. p 103-273.
- 김현순 (2007) 제과제빵기능사실기. 네스트
- 농림업 주요통계 (2006) 농림부 p 327
- 농촌진흥청 (1987) 차 재배 기술 p 9~73
- 식품성분표 제6개정판 (2001) 농촌진흥청. 농촌생활연구소, 수원. p 354.
- 박영근 (2006) 녹차마케팅의 미래방향. 월간 마케팅 8월호, 서울. p 397-400.
- 배종임 (2005) 우리나라 기혼여성들의 녹차 음용 실태에 관한 연구. 순천대학교 교육대학원 농업교육전공 교육학석사학위논문 p 4.
- 석천 (2006) 한국인의 삶 속에 녹아난 차의 향기를 찾는다. 차의 세계 4월호, p 20-25.
- 송재철, 박현정 (2000) 식품물성학. 울산대학교 출판부, 울산. p 573.
- 식품공업협회 (2004) 식품공전. p 251-365.
- 신기호 (2004) 한국차의 발효 정도별 성분변화와 향균활성에 관한 연구. 순천대학교

식품가공학, 박사학위논문

신미경 (1985) 한국산 야생녹차의 품질에 관한 종합적 연구. 한양대학교 대학원 식품영양학과 박사학위논문

신미경 (1994) 녹차의 과학, 한국식생활문화학회지 9(4): 433-445

안명수 (2004) 식품화학. 신광출판사, 서울. p 272.

안기현 (2006) 차 음료의 품질 향상을 위한 탄나아제의 활용, 식품세계 4(7): 61-68.

여재신 (1991) The drying characteristics and the content changes of major componevts of korean tea-leaves during processing, 경상대학교 대학원 학위논문, p 4-30

운암 (2005) 우리차가 살아야 차 산업이 산다, 차의 세계 2월호. p 26-29 .

이광주 (2002) 동과서의 차이야기, 한길사, 서울. p 108.

이규한 (1986) 식품화학, 형설출판사, 서울. p455-461

이병희, 김기령, 김사달, 백만기 (1980) Medical dictionary, 수문사, 서울. p 218-220.

이성우 (1984) 한국식품문화사. 교문사, 서울. p 240.

이영자 (1998) 녹차, 우롱차 및 홍차의 용매별 추출물의 항산화와 항돌연변이 효과에 관한 연구, 성신여자대학원 식품영양학과 박사학위논문.

임근길, 김창희, 신기호, 허길현 (2003) 차 재배와 가공기술. 전남농업기업기술원차 시험장 : 159-245

일인당 차 소비량 100g 시대 온다 (2005) 차의 세계 12월호. p 50-52.

- 장학길 (1999) 현대인의 건강을 위한 식품정보. 신광출판사, 서울.
- 전혜옥 (1991) 수중에서 녹차잎의 카드린, 구리, 납, 이온들에 대한 흡착 능. 한양대학교 환경과학대학원 석사학위논문.
- 정동호 (2004) 차의 성분과 효능. 홍익제, 서울. p 21-43.
- 조우균 (2001) 녹차의 성분과 생리효능, 가천길대학 논문집 제 29호 p 137-153
- 조인호 (1996) SAS 강좌와 통계컨설팅, 한화경제연구원.
- 조재선, 황성연 (2007) 식품재료학, 서울 p 256.
- 최성희 (2002) 우리 차 세계의 차 바로 알고 마시기. 중앙생활사, 서울. p 42-45.
- 한국무역협회(<http://www.kita.net>)
- 한국제과기술경영연구협의회 (2007) 비엔씨월드.
- 허준 (1999) 동의보감국역위원회 역 동의보감. 법인문화사
- 홍순창 (2003) 녹차제품의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구. 동아대학교 경영대학원 무역경영전공, 경영학석사학위논문 p 23~24.
- An Bong-Jeun (1998) Chemistry of Tea Polyphenol in the Processing Method, *Korean J Postharvest Sci Technol* 5(1): 97-104.
- AOAC (1995) Official methods of analysis. 26th ed., The Association of official analytical chemists, Washington DC. USA.
- Bronner WE, Beecher GR (1998) Method for determining the content of catechins in tea infusions by high-performance liquid chromatography. *J of Chromatography A* 805: 137-142.

Brown AW, Shelp BJ (1997) The Metabolism and Function of  $\gamma$ -Aminobutyric acid, *Plant Physiol* 115:1-5.

Chai IS (2000) Sang Han Ran Yeok Jeong. Gomoonsa, Seoul. p.329

Chang JS, Lee BS, Kim YG (1992) Change in  $\gamma$ -Aminobutyric Acid(GABA) and the Main Constituents by a Treatment Conditions and of Anaerobically Treated Green Tea Leaves. *Korean J Food Sci Technol* 24(4): 315-319.

Cho YS, Kim YS, Kim SK, Kwon OC, Chung SJ, Lee YM (1997) Antibacterial and bactericidal activity of green tea extracts. *J Korean Tea Soc* 3: 89-103.

Chen ZY, Zhu QY, Wong YF, Zhang Z, Chung HY (1998) Stabilizing Effect of Ascorbic Acid on Green Tea Catechins. *J Agric Food Chem* 46: 2512-2516.

Chen L, Yang X, Park JE, Shen S, Wang Y (2001) Mechanism of Scavenging Reactive Oxygen Species of Tea Catechins. The 6th International Symposium on Green Tea *Korean J Food Sci Technol* 121-129.

Choi OJ, Rhee HJ, Choi KH (2005) Antimicrobial Activity of Korean Wild Tea Extract According to the Degree of Fermentation *Korean J Food Sci Nutr* 34(2): 148-157.

Choi OJ, Choi. KH (2003) The physicochemical properties of korean will tea(Green tea, Semi-Fermented tea and black tea) according to degree of fermentation. *J korean Soc Food Sic Nutr* 32(3):356-362.

Choi OJ, Rhee HJ, Kim KS (2003) The Sensory Characteristics of Korean Wild Teas According to the Degree of Fermentation *Korea J Food Sci Technol* 32(7): 1011-1020.

Choi SH, Chung DS, Jea SJ (2005) A Comparison of the Volatile Aroma

Components in High Grade Korean, Chinese and Japanese Green Tea. *J of the Economics Association* 43(2): 33-40.

Cholewa E, Cholewinski AJ, Shelp BJ, Snedden WS, Bown AW (1997) Cold shock-stimulated  $\gamma$ -aminobutyric acid synthesis is mediated by an increase in cytosolic  $Ca^{2+}$ , not by an increase in cytosolic  $H^+$ . *Can J Bot* 75: 375-382.

Chun JU, Choi J, Chun JK (2005) Analyses of Recent Sensory Evaluation of Korean Tea Products, *J Korean Tea Soc* 11(3): 7-26.

Chung JY, Park JO, Phyu H, Dong Z, Yang CS (2001). Mechanisms of inhibition of the Ras-MAP Kinase signaling pathway in 30. 7b Ras 12 cells by tea polyphenols(-)-epigallocatechin-3-gallate and theaflavin-3,3'-digallate. *The FASEB J* 10 :1096

Chung NY, Choi SN (2005) Quality characteristics of pound cake with chlorella powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21(5): 669-676.

Crawford LA, Bown AW, Breitkreuz KE, Guinel FC (1994) The synthesis of  $\gamma$ -aminobutyric acid in response to treatments reducing cytosolic pH. *Plant Physiol* 104: 865-871

Etsuo M, Hirotsugu T, Muneyuki N (1978) Distribution of the Chemical Constituents in Different Position of Tea Shoot. *Tea Research J Japan.* 47: 48-51

Friedman M, Kim SY, Lee SJ, Han JS, Lee KR, Kozukue N (2005). HPLC analysis of catechins, theaflavins, caffeine, and theobromine in seventy-seven teas: comparison of water and 80% ethanol-water extracts. *J Agric Food Chem.* In Press.

Goto T, Yoshida Y, Kiso M, Nagashima H (1996) Simultaneous analysis of individual catechins and caffeine in green tea. *J of Chromatography A* 749:

295-299.

Han Young Sook (2007) Gamma-aminobutyric Acid Content in Commercial Green Tea. *Korean J Food Cookery Sci* 23(3): 409-412.

Han LK, Kimura Y, Okuda H (2003) Anti-Obesity Effect of Tea Saponins. The 7th International Symposium on Green Tea *Korean J Food Sci Technol*: 73-80.

Hasan M, Nihal A (2001) Green Tea and Skin: Anti-inflammatory and Photoprotective Effects, *The 6th International Symposium on Green Tea*: 22-27

Hegarty VM, May HM, Khaw KT (2000) Tea drinking and bone mineral density in older women. *Am J Clin Nutr* 71: 1003-1007.

Hong JG, Yang CS (2006) Effect of Purified Green Tea Catechins on Cytosolic Phospholipase A2 and Arachidonic Acid Release in Human Gastrointestinal Cancer Cell Lines, *Food Sci Biotechnol* 15(5) : 799-804.

Hong JI, Yang CS (2007). Effects of Tea Constituents on Intracellular Level of the Major Tea Catechin, (-)-Epigallocatechin-3-gallate. *Food Sci Biotechnol* 16(1): 167-170.

Hwang EK (2005) The effect of supplementary feeding of tannic acid on growth and hematological changes in rats fed high fat diet. *J vet clin* 22:108-113.

Hwang KC, Yun YH, Chang YS, Jung KH (2001) Green Tea and Cardiovascular Disease. *The 6th International Symposium on Green Tea* 101-108.

Imad N, Fujiko OH, Tomoko OH, Wan YF, Jeffrey J, Kenneth C, Takashi T. (2003) Blocking Telomerase by Dietary Polyphenols Is a Major Mechanism for Limiting the Growth of Human Cancer Cells in *Vitro* and in *Vivo* *Cancer Reserach* 63: 824-830.

Je SJ, Oh JS, Hwang PS, Yong YH, Kim DH, Kim YS, Chung DS (2005) Characterization of Leaf Morphology of Collected Korean Teas(*Camellia sinensis* L.) *J Kor Tea Soc* 11(1): 97-106.

Jin BH, Lee JO, Lee EJ, Paik DI, Kim HD (2005) The Effect of Green Tea on the Oral Health of Elementary School Children. *Food Science & Industry* 38(3): 16-20.

Jeon ER, Park ID (2006) Effect of *Angelica plant* powder on the quality characteristics of batter cakes and cookies. *Korean J Food Cookery Sci* 22(1): 62-68.

Jung JH (2003) The Photo-protective and Anti-aging Effects of EGCG and Its Action Mechanisms in Human Skin, *The 6th International Symposium on Green Tea* : 3-10.

Kao YH, Hiipakka RA, Liao S (2000) Modulation of endocrine systems and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinology* 141: 980-987.

Kazutoshi S, Shixing L, Guodong Z, Itaro (2003) Anti-Obesity Effects of Green Tea Powder and Its Components. The 7th International Symposium on Green Tea *Korean J Food Sci Technol*: 55-62.

Kim SH, Park JD, Lee LS, Han DS (1999) Effect of pH on the Green Tea Extraction *Korea J Food Sc. Technol* 31(4): 1024-1028.

Kim HJ, Nou IS (2000) Establishment of early-production system for *Camellia sinensis* by selection of optimum cultivar and soil warming cultivation, *J Kor Tea Soc* 6(1): 63-73.

Kim SY, Kozukue N, Han JS, Lee KR (2005) catechins, Theaflavins and Methylxanthins Contents of Commercial Teas *Korean J Soc Food Cookery Sci* 21(3): 346-353.

Kim YA (2005) Effects of *Lycium chinense* powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34(3): 403-407.

Kim JW, Shin JH, Kim YH, Han JS Choi HK (1996) The Current Status of Tea Cultivation in Korea. *J Kor Tea Soc* 2(2): 202~216.

Kim SH, Han DS, Park JD (2004) Changes of some chemical compounds of Korean(Posong) green tea according to harvest periods. *Korean J Food Sci Tech* 36: 542-546.

Kim HY, Jung SM (2005) Inhibitory effect of partial pathogen growth in virtue of green tea extracts in cold storage conditions of products for cook-chill system. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 21: 47-52.

Kim DR, Kwak GS, Jeong SM, Lee SC, Ha JU (2003) Comparison of the antioxidative abilities of commercial Gal Geun Tang. *J Korean Soc Food Sci Nutri* 32:728-732.

Kim YA (2003) Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *Korean J Food Sci Technol* 35(5): 871-876.

Kim YA (2003) Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *Korean J Food Sci Technol* 35(5): 871-876.

Kim CH, Lee JW, Row KH (2006) Optimum Condition of HPLC by HCl Program. *Korean Chem. Eng. Res.* 44(6): 555-562.

Kiyoshi IWASA, Hideichi TORII(1982), A colorimetric determination of tea tannin with ferrous tartrate, tea research J Japan 26: 91-97.

Lee JW, Row KH (1997) Optimum of Solvent Selectivity and Gradient Mode for Deoxyribonucleoside in RP-HPLC. *HWA-HAK KONGHAK* 35(5): 769-775.

Lee YS, Han CH, Kang SH, Kim HS, Kim SW, Shin OR, Cho YH (2005) Synergistic Effect between Catechin and Ciprofloxacin on Chronic Bacterial Prostatitis Rat Model *Food Science & Industry* 38(3): 39-45.

Lee HS, Son JY (2002) Antioxidant and Synergist Effect of Extract Isolated from Commercial Green, Oolong and Black Tea. *Korean J. Food & Nutr.*15(4): 377-381.

Lee YJ, Ahn MS, Hong KH (1998) A Study on the Content of General Compounds, Amino Acid, Vitamins, Catechins, Alkaloids in Green, Oolong and Black Tea. *J Food Hygiene & Safety* 13(4): 377-382.

Lee SS, Choi JK, Go SJ, Park YH, Kim YK (2001) The Effect of Green Tea on Stress-Induced Gastric Ulcerogenesis, *The 6th International Symposiumon Green Tea* p 3-10.

Leung LK, Su Y, Chen R, Zhang Z, Huang Y, Chen ZY. (2001) Theaflavins in black tea and catechins in green tea are equally effective antioxidants. *J Nutrition* 131: 2248-2251.

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 Hygiene & Safety* 13(4): 370-376.

Li H, Han CS, Kim YH, Choi JM, Kang TH, Cho SC (2005) Drying Characteristics of Fermented Green Tea Using a Far Infrared Heater, *Food Engineering Progress* 9(3): 171-176.

Li LT (2003) Mechanism and Clinical Studies on the Anti-Caries Effect of Green Tea polyphenols. The 7th International Symposiumon Green Tea *Korean J Food Sci Technol* : 92-100.

Lin JK (2001) Multiple Mechanistic Pathways in Cancer Chemoprevention by Tea Polyphenols, *The 6th International Symposium on Green Tea*: 83-90.

Luczaj W, Skrzydlewska E. (2005) Antioxidative properties of black tea, *Preventive Medicine* 40: 910-918.

Mayer R, Cherry J, Rhodes D (1990) Effect of heat shock on amino acid metabolism of Cowpea cells. *Plant Physiol* 94: 796-810.

Mok CK (2002) Suppression of browning of green tea by extraction with organic acids. *Food Engineering Progress* 6(3): 147-161.

Oh JH, Kim EH, Kim JS, Moon YI, Kang YH, Kang JS(2004) Study on antioxidant potency of green tea by DPPH method *J Korean Soc Food Nutr.* 33: 1079-1084.

Park SH, Lim SI (2007) Quality characteristics of Muffin added red yeast rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 39(3): 272-275.

Park YS, Park GS (2001) The effect of green and black tea powder on the quality of bread during storage. *J East Asian Soc Diet Life* 11(4): 305-314.

Park JH, Han SH, Shin MK, Park KH, Lim KC (2001) Changes in the main constituents by a treatment condition of anaerobically treated Green Tea Leaves, *Korean J Medicinal Crop science* 9(4): 275-279.

Park JH, Choi HK (2001) Effect of Anaerobic condition after green leaves storage on the  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) and Quality of Green Tea, *J Korean Tea Soc* 7(1): 163-171.

Park BG, Lee ES (2004) Study on the reality of current korea domestic law about food focus on green tea. *J Kor Tea Soc* 10(3): 81-90.

Park CS, Cha MS (2000) Comparison of Antibacterial Activities of Green Tea Extracts and Preservatives to the Pathogenic Bacteria. *Korean J Food & Nutr.* 13(1): 36-44.

Park SK (2005) Optimal process of microbial fermented tea and development of functional food product. Report of Technology Development Program for Agriculture and Forestry, *Ministry of Agriculture and Forestry, Korea*, p 2-11.

Ramputh AL, Bown AW (1996) Rapid gamma-aminobutyric acid synthesis and the inhibition of the growth and development of oblique-banded leaf-roller larvae. *Plant physiol* 111: 1349-1352.

Rhi JW, Shin HS (1993) Antioxidant effect of aqueous extract obtained from green tea. *Korean J Food Sci Technol* 25: 759-763.

Sachinidis A, Seul C, Seewald S, Ahn HY, Ko Y, Vetter H (2000) Green tea compounds inhibit tyrosine phosphorylation of PDGF  $\beta$ -receptor and transformation of A172 human glioblastoma. *FEBS Letters* 471: 51-55.

Sah JF, Balasubramanian S, Eckert RL, Rorke EA (2004), Epigallocatechin-3-gallate Inhibits Epidermal Growth Factor Receptor Signaling Pathway. *J. of Biological Chemistry* 279(13): 12755-12762.

Seo YJ, Na HK, Lee JS, Joydeb K, Chun KS (2003) Chemopreventive and Chemoprotective Effects of Green Tea Polyphenol on Oxidative and Inflammatory Tissue Damag. The 7th International Symposiumon Green Tea, *Korean J Food Sci Technol*: 103-118.

Shihoko T, Yumie M, Toshio M, Yusuke S, Kazuo I (1987) Comparison of caffein and catechin components in infusion of various tea (green tea, ooling and black tea)and tea drinks. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 34: 20-27.

Sine MK, Han SH, Han GJ (1996) Effects of Green Tea Activities in Rats with

Administration of Aluminum in Drinking Green Tea *J of The East Asian of Dietary Life* 6(2): 127-134.

Simonetti G, Simonetti N, Vila A (2004) Increased microbicidal activity of green tea (*Camellia sinensis*) in combination with butylated hydroxyanisole. *J Chemother* 16: 122-127.

Snedden WA, Chung I, Paul RH, Bown AW (1992) Proton/L-glutamate symport and the regulation of intracellular pH in isolated mesophyll cells. *Plant Physiol* 99: 665-671.

Son GM, Bae SM, Chung JY, Shin DJ, Sung TS (2005) Antioxidative Effect on the Green Tea and Puer Tea Extracts. *Korean J Food & Nutr* 18(3): 219-224.

Streeter JG, Thompson JF (1972) Anaerobic accumulation of  $\gamma$ -aminobutyric acid and alanine in radish leaves (*Raphanus sativus* L.). *Plant Physiol* 49: 572-578.

Sung Ki-Chun (2006) A Study on the Pharmaceutical Characteristics and Analysis of Green-tea Extract. *J of Korean Oil Chemists' Soc* 23(2): 115-124.

Sung Ki-Chun (2005) Characteristics and Analysis on the Refined Oil Component of Green-Tea *J of Korean Oil Chemists' Soc* 22(3): 241-249.

Tankred W (2003) Health-Related Effects of Green Tea Extract with a Special Focus on Its Effects in Weight Reduction The 7th International Symposium on Green Tea *Korean J Food Sci Technol*: 33-43.

Yang JL, Back SN, Jin HH, Lee HJ, Kim YH (2002) A Study of Disease Prevalence According to Green Tea Consumption. *J Korean Soc. Food Sic. Nutr* 31(5): 856-861.

Yang CS, Landau JM (2003) Effects of Tea Consumption on Nutrition and Health, The 7th International Symposium on Green Tea *Korean J Food Sci*

*Technol*: 12-20.

Yang WM, Kim GH, Choi J (2004) Characteristics for Tea Estimation by Korean Tea Consumers and Improving the Standard Grade for Estimating Korean Tea Quality by Sensory Test. *J Korean Tea Soc* 10(3): 37-51.

Yang WM (2005) Utilization of appropriate standard score and ballot for sensory test to Korean tea *J Korean Tea Soc* 11(2): 7-19.

Yamamoto M, Sano M, Matsuda N, Miase T, Kawamoto K, Suzuki N, Yoshimura M, Tachibana H, Hakamata K (2001) The change of epigallocatechin-3-O(3-O-methyl) gallate content in tea of different varieties, tea crop and processing method. *Nippon shokuhin kakaku kaishi* 48: 64-68.

Yamamoto T, Juncja LK, Chu DC, Kim M (1997) Chemistry and Applications of Green Tea. CRC press, Boca Roton NY USA.

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: 293-298

Yun SJ, Yoo NH (1996) Changes of free amino acid and free sugar contents in barley seedlings in response to anaerobic or cold treatment. *Korean J Crop Sci.* 41(2): 139-144.

角山 榮 (1980) 茶の世界史, 蝸新書

山西貞 (1992) お茶の科学, 裳華房

Tsutsui Eishun (1944) 東大寺要録, 全國書房

大石貞男 (1991) 茶栽培全科. 農文協, p 50-75

梶田武俊 (1992) お茶の話. 調理科学, 25(1): 51-58.

岩波潔 (1994) 茶の栽培と利用加工, 養賢堂, p 302-423.

原征彦 (1989) Japan Food science, 28(36).

Akihiro Hara (1998), お茶の定量的鮮度, 食品と科学(40)1: 3647-3687.

Koide Motoki (2005) 緑茶カテキン製品の種類と適用適性, 食品と科学(47)6: 84-87.

Matsuzaki T, Hara. Y.(1985) Antioxidative Activity of Tea Leaf Catechins. 日本農業科学會誌 58:129.

Masaaki Tanase, Kazuhiro Abe (1998) 茶の間のない茶、食品と科学(40)1: 98-101.

Mari(Maeda)-Yamamoto (2004).抗アレルギー作用、がん転移抑制を中心とした茶ポリフェノールの機能性, 日本調理科学會誌 37(1): 93-97.

Nozawa A (2002) 緑茶成分を應用した抗疲勞飲料の開発, 食品と科学(44)2: 84-87.

Nakagawa K, Onoda A (1989) Accumulation of  $\gamma$ -Aminobutyric Acid(GABA) in the Rice Germ. 食品と開発(31)9: 43-46.

Shiragi S, Hara Y (1992) 茶カテキン類の抗酸化作用と利用, 食品工業, 35(8): 34-39

飲料名論 p 218-219.

Yoshikawa Masayuki.(2001), 薬用食物にみる生理機能16 緑茶, 食品と科学(43)12: 40-41.

村松敬一郎 (1991) 朝倉書店, 茶の科学.