

발효 시간에 따른 소엽종(*Camellia sinensis* var. *sinensis*) 차의 아미노산 함량 변화 및 관능 특성

조은자[†] · 황지희 · 양미옥

성신여자대학교 식품영양학과

Changes in Free Amino Acids and Sensory Evaluation of Fermented Tea (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) according to the Degree of Fermentation

Eun-Ja Cho[†], Chi-Hui Hwang and Mi-Ok Yang

Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea

Abstract

Korean tea leaves (*Camellia sinensis* var. *sinensis*), which were harvested in April, were fermented for various times, and then the changes in free amino acids (glutamic acid, GABA, arginine, theanine), pH, color values, and sensory qualities were evaluated. The pH in every sample became lower as fermentation time increased. Lightness also decreased as tea fermentation increased. Furthermore, glutamic acid, GABA, and arginine contents increased, while theanine content decreased, where it presented as 69% of the non-fermented tea leaves. GABA, a hypotensive compound, increased in the fermented tea leaves according to the degree of fermentation and hand rolling times. In terms of the theanine relaxation effect as well as taste, a shorter fermentation time is required, and for a hypotensive effect of GABA, fermentation needs to be increased. For the sensory evaluation, the preferred blend of taste and flavor was highest in the S8 tea sample.

Key words : *Camellia sinensis* var. *sinensis*, glutamic acid, GABA, arginine, theanine, sensory evaluation.

서 론

최근 들어 차(茶)는 기호적 측면뿐만 아니라 생명 활동을 조절하는 기능이 과학적으로 규명됨에 따라 그 수요가 점차 늘어나고 있으며, 건강 기능 식품으로써의 역할도 크게 부각되고 있다(Choi & Choi 2003).

우리나라에서 차(茶)는 녹차를 의미한다. 홍차는 영국을 비롯하여 세계 각국에서 음용되고 있으며, 우리나라의 홍차 소비량은 녹차의 10% 정도이다. 그러나 중국, 일본, 대만, 베트남 등을 제외한 세계 각국에 있어서는 茶라고 하면 홍차를 의미한다. 세계의 홍차 생산량은 전체 茶 생산량의 73%를 차지하고 있다(Shin KH 2004). 현재는 수백 종의 차나무 품종이 존재하고 있으며, 용도, 산지, 채취시기, 잎의 크기, 제조법의 차이 등에 따라 분류하기도 하지만, 일반적으로 차는 제조과정에서 찻잎의 발효 유무, 발효 정도, 발효 시기 등에 따라 분류한다(정동호 2005).

찻잎의 성분 중 유리아미노산과 카페인을 채엽 시기가 빠를수록 함량이 많아지고, 카테킨은 채엽 시기가 늦을수록 증

가한다(Kim *et al* 2004). 유리아미노산은 차의 독특한 감칠맛과 향미 성분의 주체이다(1~6%). 또한, 차의 아미노산은 차의 맛과 향뿐만 아니라 차의 품질과도 관계가 있다. 차 잎에 가장 많이 함유된 아미노산은 theanine(약 60%)이며, 그 외 arginine, glutamic acid 등이 있다. 아미노산은 수용성이므로 좋은 품질의 녹차일수록 녹차 특유의 amide가 다량 함유되어 있으며, theanine, glutamic acid, arginine 등 유리아미노산 총 함량이 중요하며, 녹차의 맛은 theanine 함량 및 기타 아미노산 총 함량이 많을수록 맛이 좋아진다는 보고가 있다(Nakawa & Buruya 1975). Theanine은 60℃ 정도의 물에도 잘 녹아나온다. 식물의 유리아미노산 함량은 hypoxia나 anoxia 조건 하에서 생합성 pathways의 특성에 의해 심하게 변화한다. Alanine과 γ -aminobutyric acid(GABA)는 혐기적 조건 하에서 심하게 증가하는 전형적 아미노산이다(Chang *et al* 1992). 찻잎을 이산화탄소나 질소 가스 등으로 저온 저장하여 제다하면 찻잎 중의 glutamic acid가 glutamate decarboxylase(GAD)에 의하여 탈탄산되어 γ -aminobutyric acid(GABA)를 생성한다(Satynayan & Nair 1990)는 보고가 있으며, GABA 함량은 녹차의 재배지역, 채엽 시기 및 가공 처리 방법에 따라 크게 달라진다는 보고가 있다(Han YS 2007). 본 연구에

[†] Corresponding author : Eun-Ja Cho, Tel: +82-2-920-2083, Fax: 82-2-922-7492, E-mail: ejcho@sungshin.ac.kr

서는 기능성 부가 발효차 생산을 위한 기초 연구의 일환으로서, 발효 정도가 다른 차를 제조하여 아미노산 함량 변화와 그 찻물의 관능 특성을 조사하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료 및 방법

본 실험에 사용한 차엽(茶葉)은 경남 하동군, 차천지 다원에서 재래종 야생차잎 (*Camellia sinensis* var. *sinensis*)으로서 2007년 4월 28일에 채엽하였으며, 발효 시간을 달리하여 비발효, 4, 6, 8시간 발효시켜 제조하였다(Fig. 1, 2). 제다(製茶) 후 분쇄하여 100 mesh에 통과시켜 polyethylen bag으로 진공 포장하여 -20°C 에서 저장하면서 실험하였다.

2. 일반 성분 분석

일반 성분은 AOAC 법(1995)에 따라 분석하였다. 수분함량은 105°C 상압가열 건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 semi-micro Kjeldhal법(Kjeltec 1030 Auto Analyzer, Tecator, Sweden), 조회분은 직접 회화법으로 측정하였으며, 당질의 함량은 100%에서 조단백질, 조지방 및 조회분의 양을 뺀 값으로 나타내었다.

3. pH 측정

차잎 분말 시료를 1.5 g 칭량한 후 100°C 로 비등한 250 mL의 증류수를 90°C 로 식힌 다음 magnetic stirrer로 5분간 혼합한 후 여과지(Whatman filter paper No.2)로 여과하여 24°C 로 방냉한 물 추출 시료를 pH meter(Metter, Delta 350, England)로 측정하였다.

4. 색도 측정

차잎 분말 시료를 1.5 g 칭량한 후 100°C 로 비등한 250 mL의 증류수를 90°C 로 식힌 다음 magnetic stirrer로 5분간 혼합한 후 여과지(Whatman filter paper No.2)로 여과하여 24°C 로 방냉한 물 추출시료를 3 cm 페트리디쉬에 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.

5. HPLC에 의한 아미노산 정량 분석

아미노산 정량은 Heresztyn *et al* (2004)의 방법에 의하여 HPLC로 분석하였다. 차잎 가루 0.5 g에 10 mL의 3% trichro-

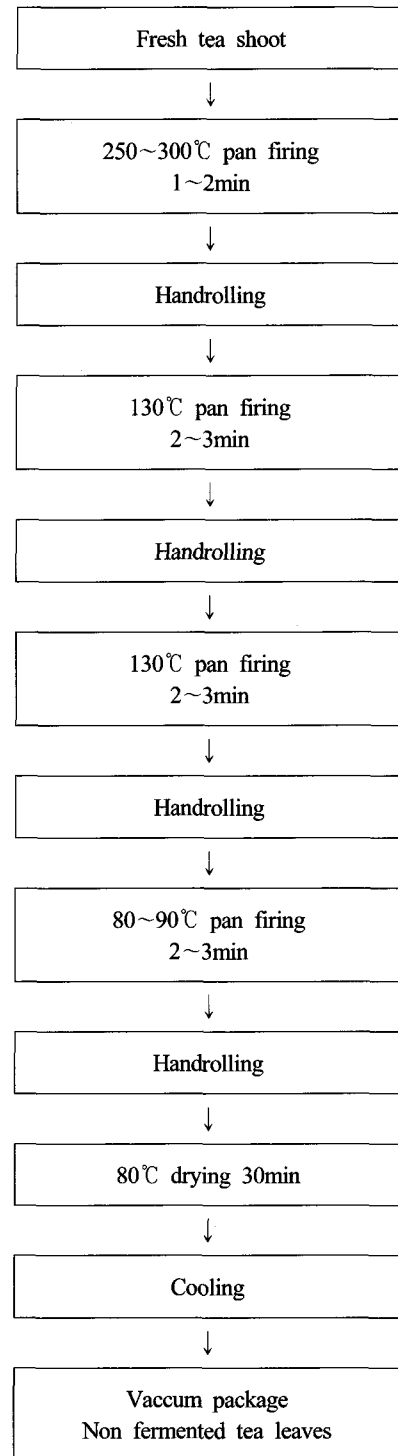


Fig. 1. Flow chart of manufacturing process of non fermented tea leaves.

loacetic acid(Sigma Co. USA)를 가하여 30°C 에서 2시간 동안 초음파 추출한 후 (XD350H. 성동 초음파, Korea), 4,500 rpm에서 15분간 원심 분리하였고, 상등액을 $0.45\ \mu\text{m}$ CA membrane filter (MFS-25, Advantec, MFS, Inc., CA, USA)로 여과

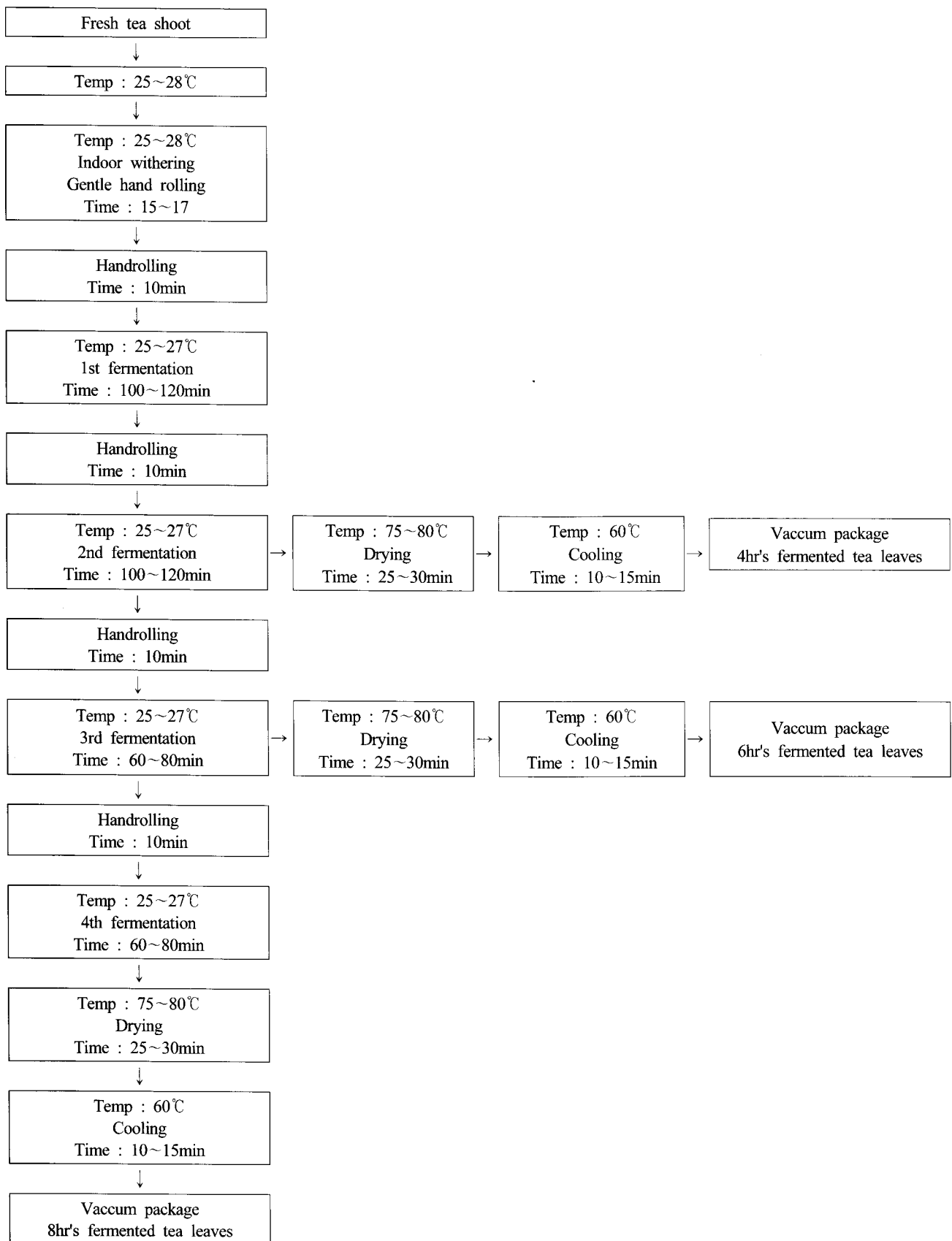


Fig. 2. Flow chart of manufacturing process of 4 hr's, 6 hr's and 8 hr's tea leaves.

하였다. HPLC용 소용량 vial(300 μ L)에 여과된 녹차 추출 용액 40 μ L를 넣고, borate buffer 50 μ L와 유도체화 시약 (AccQ-Flour™) 10 μ L를 가하여 유도체화를 시켰으며, 균일한 유도체화를 위하여 55°C에서 10분간 열처리하였다. 형광 검출을 위한 유도체 시약으로는 6-aminoquinolyl-N-hydroxy-succinimidyl carbamate(AccQ-Fluor)가 사용되었다. AccQ·Tag™ C₁₈ Column (3.9 mm \times 150 mm, 30°C, Waters Co. USA)으로 분석하였으며, 분석 조건은 다음과 같다. 이동상 A와 B는 0.1 M sodium acetate(pH 6.8)에 각각 4%와 30% acetonitrile를 섞은 용매를 사용하였으며, gradient 조건은 A:B=94:6(20분), 84:16(20.2분), 84:16(35분), 15:85(38분), 94:6(38.5분), 94:6(44.5분)이었다. 유속은 1 mL/min 였으며, 형광 검출기의 조건은 λ_{ex} 250nm와 λ_{em} 395nm에서 glutamic acid, γ -aminobutyric acid, arginine, theanine을 분리하였으며, 분석 결과인 아미노산 농도는 Millenium 32 program을 이용하여 정량화하였다. 분석에 사용된 표준품(Sigma-Aldrich Chemical Co. MO, USA) 용액을 농도별로 분석한 표준 곡선을 만들어 각 아미노산 함량을 구하였다.

6. 차의 관능 평가

관능 평가는 물 250 mL를 100°C로 끓여 90°C로 식혀 찻잎 시료 1.5 g을 넣고 3분간 침출 후 다른 용기에 옮긴 후 각각의 백색 자기(직경 50 mm, 깊이 55 mm, 용량 80 mL)에 60 mL를 담아 특성 묘사 분석법으로 15명의 대학생들에게 실시하였다. 각 시료에 대한 맛과 향기에 대하여 10점을 기준으로 하여 10점은 “아주 좋음”, 8점은 “보통”, 6점은 “아주 미흡”으로 표시하였다(Chun *et al* 2005, Yang WM 2005).

7. 자료의 통계 처리

SAS(Statistical Analysis System) program을 이용하여 분산 분석과 Duncan's multiple range test로 각 시료 간의 유의차를 5% 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 찻잎의 일반 성분

차 생잎의 일반 성분은 Table 1과 같다. 건물 당 조단백질 32.9%, 조지방 0.9%, 조회분 6.4%, 탄수화물 59.8%였으며, 식품성분표(농촌진흥청 2001)에 의하면 녹차의 일반 성분 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, 채엽 연령, 기후, 재배 기술 등에 따라 성분이 다양하다고 하였으며, 다양한 찻잎의 지방 분석 결과, 건물당 0.8~5.1%로 차이가 있는 것은 찻잎이

Table 1. Proximate composition of fresh tea leaves

Compositions	Contents (%)
Crude protein	32.9
Crude fat	0.9
Crude ash	6.4
Carbohydrate	59.8

성장함에 따라 당지질이 증가하는데서 기인한다고 하였다.

2. 찻물의 pH

발효 시간을 달리하여 제조한 시료의 pH의 변화는 Table 2에 나타내었다. 모든 시료에서 발효 시간이 길수록 pH는 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 발효 시간에 따른 시료간의 변화를 살펴보면 SN은 6.58, S4는 6.53로 큰 차이가 없었으나, S6과 S8은 6.34, 6.25로 유의적으로 차이를 나타내었다($P < 0.05$). 한국차의 발효 정도별 성분 변화와 항균 활성에 관한 연구에서 비 발효차는 6.27, 반 발효차는 6.26, 발효차는 5.61로 발효도가 진행될수록 pH가 낮아졌다고 보고(Shin KH 2004)는 본 연구와 같은 경향이었다.

3. 찻물의 색도

발효 정도를 달리하여 제조한 찻잎을 우려 찻물의 색도는 Table 3과 같다. L값은 발효 시간이 길어질수록 현저히 낮아지는 경향을 보였는데, 이것은 녹차의 주요 색소인 엽록소 및 플라보놀류, 탄닌류 등이 산화와 열처리에 의해 갈색으로 되었기 때문으로 사료된다(Choi *et al* 2003).

a값은 SN, S4, S6, S8이 각각 -2.25, -2.15, -2.01, -0.21로

Table 2. pH in infused tea with fermented tea leaves

Samples	pH
SN	6.58 \pm 0.01 ^A
S4	6.53 \pm 0.02 ^A
S6	6.34 \pm 0.06 ^B
S8	6.25 \pm 0.03 ^C
F-value	61.13 ^{***}

^{A-C} Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation.

SN: Non fermented tea harvested in April.

S4: 4hr's fermented tea harvested in April.

S6: 6hr's fermented tea harvested in April.

S8: 8hr's fermented tea harvested in April.

측정되어 발효 시간이 긴 시료일수록 높은 값을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 발효차의 색을 결정짓는 성분인 theaflavin이 생성되었음을 나타낸다(정동호 2005). 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 2006).

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

4. 아미노산 함량

발효 시간을 달리하여 제조한 발효 차잎의 GABA 함량과

아미노산을 분석한 결과는 Table 4 및 Fig. 3과 같다. 발효하지 않은 시료 (Sn)의 아미노산 함량은 Arg < GABA < Glu < Thea의 순으로 많았으며, 발효 8시간 후에는 Glu < GABA < Arg < Thea의 순으로 glutamic acid 함량이 가장 낮았다. 특히 GABA와 Arg 함량은 유의차가 크게 나타났다.

가장 많은 함유량을 보인 theanine은 발효 시간이 길어짐에 따라 감소하였으나, 다른 아미노산보다는 높아(52.29 mg%) 홍차로 제조하였을 때도 감칠맛을 느낄 수 있을 것으로 사료된다. Kim *et al* (2004)은 4월에 채엽한 녹차의 theanine 함량이 가장 높으며, 채엽시기가 늦어질수록 그 함량이 감소한다고 하였다.

햇빛을 가려서 재배한 차는 노천 재배한 차보다 아미노산류 함량이 많고 탄닌 함량이 적다. 햇빛에 의해 차엽 중의 theanine이 소비되어 catechin류를 합성하고 햇빛을 차단하여

Table 3. Color value in infused tea with fermented tea leaves

Samples	L	a	b
SN	6.60±0.14 ^A	-2.25±0.50 ^A	-0.35±0.13 ^B
S4	6.04±0.29 ^B	-2.15±1.04 ^A	-0.39±0.11 ^B
S6	5.89±0 ^{CB}	-2.01±1.04 ^A	0.50±0 ^A
S8	5.52±0.32 ^C	-0.21±2.10 ^A	-0.29±0.37 ^B
F-value	11.90	1.66	5.85

^{A-C} Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation.

SN: Non fermented tea harvested in April.

S4: 4hr's fermented tea harvested in April.

S6: 6hr's fermented tea harvested in April.

S8: 8hr's fermented tea harvested in April.

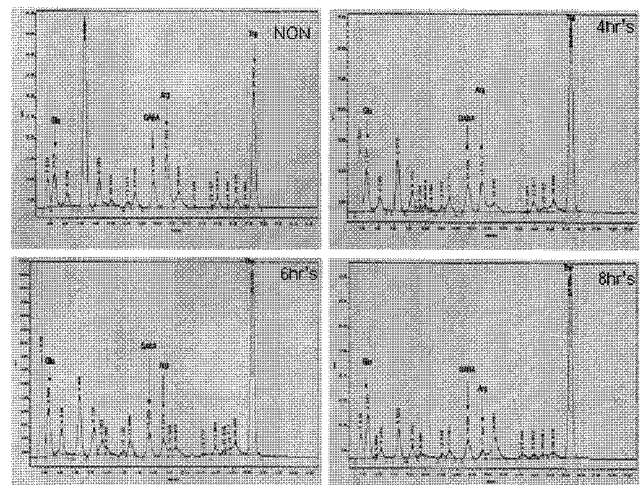


Fig. 3. Amino acids chromatogram of non, 4 hr's, 6 hr's, 8 hr's fermented tea leaves

Table 4. Content of free amino acid in fermented tea leaves

(mg%)

Sample	Glutamic acid	GABA	Arginine	Theanine
SN	16.74±4.71 ^A	9.43±0.07 ^C	2.23±0.50 ^D	75.67±7.67 ^A
S4	16.14±2.25 ^A	10.11±0.73 ^C	5.13±1.43 ^C	58.09±4.98 ^B
S6	17.14±2.54 ^A	14.52±0.98 ^B	11.73±1.98 ^B	66.16±5.75 ^{BA}
S8	18.21±1.17 ^A	19.66±1.50 ^A	29.09±1.70 ^A	52.29±9.28 ^B
F-value	0.26	47.68 ^{***}	370.26 ^{***}	5.69

^{A-D} Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation.

SN: Non fermented tea harvested in April.

S4: 4hr's fermented tea harvested in April.

S6: 6hr's fermented tea harvested in April.

S8: 8hr's fermented tea harvested in April.

조사광량을 적게 하면 theanine의 소비가 억제되어 찻잎에 많은 양이 축적되기 때문이다. 녹차 중에 함유되어 있는 유리 아미노산 중 theanine과 glutamic acid는 녹차의 구수한 맛에 크게 영향을 미친다고 한 바 있다 (中川致之 & 古谷弘三 1975).

4종의 아미노산 중 가장 작은 함량을 보인 arginine은 발효 시간이 길어짐에 따라 증가하였으며, 8시간 발효한 찻잎의 경우는 발효하지 않은 시료의 약 15배 정도 증가하였다. 강 발효차에서는 그 함량이 급격히 증가하였다는 보고(Chung YH(2003)가 있어 본 연구와 비슷한 경향이였다.

감칠맛을 내는 산성 아미노산인 glutamic acid는 발효 시간에 따라 증가, 감소, 증가하였으나, 그 감소나 증가폭은 크지 않았으며, 8시간 발효 찻잎의 함량은 발효 전에 비하여 (10%) 정도 증가하여 미미한 증가율을 보였다.

Chang *et al* (1992)은 혐기 처리한 녹차엽의 GABA와 alanine의 양은 현저하게 증가하고, glutamic acid는 현저하게 감소하였다고 하였으며, 발효차(청차, 황차, 홍차)의 glutamic acid는 다른 아미노산에 비하여 높은 함량이라고 하였다.

GABA의 함량은 발효하지 않은 찻잎(Sn)의 경우 9.43 mg%, 4시간 발효한 (S4) 경우 10.11 mg%로 크게 증가하지 않았으나, 6시간에서(S6) 8시간(S8)으로 발효 시간이 길어질수록 14.52 mg%, 19.66 mg%로 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. GABA는 동식물계에 널리 분포되어 있는 비단백질 구성 아미노산으로 인체에는 신경계, 혈액에 함유되어 있고, 이의 대부분은 뇌의 골수에 존재하여 acetyl choline이라는 신경전달 물질을 증가시키며 뇌 기능을 촉진시키는 등의 생리작용을 하며, 연골의 혈관 중추에 작용하여 혈압 강하 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Alan *et al* 1997).

GABA는 식물 세포에서 세포질을 산성화시키는 stress가 있을 때 세포질의 pH를 안정화시키기 위한 mechanism으로서 glutamate의 decarboxylation으로 생성되며, glutamate de-

carboxylase(GAD)의 활성은 산성 pH에서 증가한다는 것이 알려져 있다(Crawford *et al* 1994, Snedded *et al* 1992). 또한, GABA의 합성과 축적은 혐기상태, 기계적 손상, cold shok, heat shock 등의 반응으로 급격히 증가한다는 보고가 있으며 (Cholewa *et al* 1997, Mayer *et al* 1990, Ramputh & Bown 1996), 녹차 생엽의 전처리 과정을 혐기적으로 처리함으로써 GABA가 축적된다는 보고들이 있다(Park *et al* 2001, Chang *et al* 1992)

발효차는 유념 과정(hand rolling)에서 발효도에 따라 찻잎이 1~4회의 기계적 자극을 받은 다음 건조 완성된다(Fig. 2). 이 유념 과정에서 기계적 스트레스와 발효에 의한 pH 저하로 GABA 함량이 증가된 것으로 사료된다.

5. 찻물의 관능 평가

찻잎 시료 1.5 g에 90℃의 물 250 mL를 부어 3분간 침출한 찻물은 특성 묘사 분석법을 이용하여 관능 평가를 실시하였으며, 그 결과를 Table 5에 나타내었다. 맛과 향을 세부 항목으로 나눠 실시한 결과, 대부분의 평가에서 10점 만점에 8.6이상의 높은 점수를 보였다.

맛에 있어서는 맛의 조화, 농도와 지속성, 부드럽고 순함에서 모두 S8이 9.5, 9.5, 9.4로 높은 점수를 나타내었다. 이는 발효도가 높을수록 목 넘김이 부드러워 높은 점수를 얻었으며, 비교적 높은 아미노산류 함량이 차의 맛에 대한 선호도를 높이는 것으로 사료된다. 특히 아미노산 중 glutamic acid는 함께 존재함으로써 다른 물질들의 맛을 변화시키거나 강화시켜주는 성질을 가지며, arginine은 약간의 단맛을 내는 아미노산(김동훈 1998)으로서 S8시료에 가장 많은 양이 검출되어 맛에 대한 평가와 일치되는 경향이였다.

찻물에서 향의 조화 역시 S8이 9.5점으로 가장 높았고, 그 다음으로 S6 > S4 > SN 순으로 나타났으며, 향의 지속성에서

Table 5. Sensory evaluation scores in teas according to degree of fermentation

Item	Sample	Sample				F value
		SN	S4	S6	S8	
Taste of tea	Harmony	8.6±1.1 ^A	8.8±0.7 ^A	8.8±0.9 ^A	9.5±1.1 ^A	1.4
	Consistency & durability	9.0±1.3 ^A	9.0±0.5 ^A	9.0±0.8 ^A	9.5±0.9 ^A	0.6
	Mildness & smoothness in mouth	9.0±1.1 ^A	9.0±0.5 ^A	8.6±0.9 ^A	9.4±1.2 ^A	0.8
Flavor of tea	Harmony	9.0±0.9 ^A	9.1±0.8 ^A	9.1±0.9 ^A	9.5±0.8 ^A	0.6
	Consistency & durability	8.9±1.3 ^{BA}	8.6±0.5 ^B	9.1±0.8 ^{BA}	9.8±0.5 ^A	2.7

^{A-C}: Duncan's multiple range test in teas according to degree of fermentation.

SN: Non fermented tea harvested in April.

S4: 4hr's fermented tea harvested in April.

S6: 6hr's fermented tea harvested in April.

S8: 8hr's fermented tea harvested in April.

도 S8이 9.8점으로 가장 높은 점수를 얻었다.

요 약

발효 시간을 달리하여 제조한 차의 일반 성분과 pH, 색도를 측정하고, glutamic acid, arginine, GABA, theanine을 HPLC를 이용하여 분석하였으며, 관능 평가를 실시한 결과는 다음과 같다.

생 찻잎의 일반 성분은 조단백질 32.9%, 조지방 0.9%, 조회분 6.4%, 탄수화물 59.8%였다.

pH는 모든 시료에서 발효 시간이 길수록 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었으며, 특히 6시간 발효 시료(S6)와 8시간 발효 시료(S8)는 6.34, 6.25로 낮아져 유의적인 차이를 나타내었다($P < 0.05$).

차물의 색도에서 L값은 발효 시간이 길어질수록 현저히 낮아지는 경향을 보였으며, a값은 SN, S4, S6, S8이 각각 -2.25, -2.15, -2.01, -0.21로 측정되어 발효 시간이 긴 시료일수록 높은 값을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다.

차잎의 glu. Arg, GABA 함량은 발효에 의해 증가 경향이었으며, theanine은 감소 경향이었으나, 발효 정도가 높은 경우에도 잔존량은 발효하지 않은 시료의 69%이었다.

기능성 성분으로서 GABA는 hand rolling 과정이 거듭될수록, 또한 발효 시간이 길수록 증가하는 경향이었다.

발효차 제조시 기호적으로 감칠맛을 내는 theanine 함량을 높게 하려면 발효 시간을 짧게 하는 것이 바람직하며, 생리활성(기능성)을 중요시 할 경우에는 발효 시간을 길게 하는 것이 바람직하다고 사료된다.

발효 찻잎을 우려낸 차물의 관능 평가는 S8이 맛과 향에 있어서 가장 높은 점수를 나타내었으며, 높게 분석된 아미노산 함량과 관련 있는 것으로 확인되었다.

문 헌

- 김동훈 (1998) 식품화학. 탐구당, 서울. pp 84, 113-114.
- 농촌진흥청 (2001) 식품성분표 제 6개정판. 농촌진흥청 농촌생활연구소, 수원. pp 354.
- 정동효 (2005) 차의 성분과 효능. 弘益齋, 서울. pp 43, 50.
- 中川致之, 古谷弘三 (1975) 茶業技術研究, pp 48, 84.
- Alan W, Bown AW, Barry J, Shelp BJ (1997) The metabolism and functions of γ -aminobutyric acid. *Plant Physiol* 115: 1-5.
- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Chang JS, Lee BS, Kim YG (1992) Change in γ -aminobutyric acid(GABA) and the main constituents by a treatment conditions and of anaerobically treated green tea leaves. *Korean J Food Sci Technol* 24: 315-319.
- Choi OJ, Choi KH (2003) The physicochemical properties of Korean tea(Green tea, semi-fermented tea and black tea) according to degree of fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 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: 1011-1020.
- Cholewa E, Cholewinski AJ, Shelp BJ, Snedden WS, Bown AW (1997) Cold shock-stimulated γ -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: 7-26.
- Chung YH (2003) Chemical properties and lipid metabolism of diet-induced hyperlipidemic rats in fermented Korean teas. *Ph D Dissertation* Wonkwang Univ. iksan.
- Crawford LA, Bown AW, Breitkreuz KE, Guinel FC (1994) The synthesis of γ -aminobutyric acid in response to treatments reducing cytosolic pH. *Plant Physiol* 104: 865-871.
- Han YS (2007) Gamma-amino butyric acid content in commercial green tea. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 409-412.
- Heresztyn T, Worthley MI, Horowitz JD (2004) Determination of L-arginine and N^G , N^G -and N^G . N^G -dimethyl-L-arginine in plasma by liquid chromatography as AccQ-FlourTM fluorescent derivatives. *J Chromatography B* 805: 325-329.
- 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: 799-804.
- 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 Technol* 36:542-546.
- 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: 370-376.
- Mayer R, Cherry J, Rhodes D (1990). Effect of heat shock on amino acid metabolism of cowpea cells. *Plant Physiol*. 94: 796-810.
- Nakawa M, Buruya GM (1975). Difference in amino acid, tannin, total nitrogen contents in levels of cultivated spe-

- cies of green tea. *Bull Japan Tea-Technician's Assoc* 48: 84-95.
- Park BH, Choi HK, Cho HS (2001) A study on the oxidative stability and quality characteristics of Kimbugak made of aqueous green tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 557-564.
- Ramphuth 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.
- Satynayan V, Nair PM (1990) Metabolism, enzymology and possible roles of 4-aminobutyrate in higher plants. *Phytochemistry* 29: 367-375.
- Shin KH (2004) A study on the change of chemical composition and the effect of antibacterial activity by the degree of fermentation in Korean tea (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze). *Ph D Dissertation* Suncheon University, Suncheon. p 8.
- Snedden WA, Chung I, Pauls RH, Bown AW (1992) Proton/L-glutamate symport and the regulation of intracellular pH in isolated mesophyll cells. *Plants Physiol* 99: 665-671.
- Yang WM (2005) Utilization of appropriate standard score and ballot for sensory test to Korean tea. *J Korean Tea Soc* 11: 7-19.
(2007년 12월 13일 접수, 2007년 12월 17일 채택)