

## 적색효모를 이용한 발효차의 제조 및 발효차와 비발효차의 항산화능 비교

강옥주  
경남대학교 식품영양학과

### Production of Fermented Tea with *Rhodotorula* Yeast and Comparison of its Antioxidant Effects to those of Unfermented Tea

Ok-Ju Kang

Department of Food and Nutritional Science, Kyungnam University

#### Abstract

This study was conducted to investigate the antioxidant effect and properties of unfermented tea and fermented tea made with *Rhodotorula* yeast. The levels of crude fat and crude protein in the fermented tea were higher than those in the unfermented tea. The water-soluble phenol levels of unfermented tea and fermented tea were 912.5 and 2,445.24 ppm, respectively. The total amino acid content of fermented tea was greater than that of unfermented tea; the amino acid concentrations of alanine, valine, leucine, and lysine were 25.58, 24.38, 27.96, and 14.14 µg/mL, respectively. The DPPH radical scavenging activities of the unfermented and fermented teas were 32.14 and 41.57%, respectively; this is in contrast to 29.73% for L-ascorbic acid (150 ppm). The reducing power activity of fermented tea was 41.57%, and that of unfermented tea was 32.14%.

**Key words:** antioxidants, fermented tea, free amino acid, unfermented tea, reducing power, *Rhodotorula* yeast

#### 1. 서론

차란 잎 자체가 가지고 있는 상쾌한 향과 차 제조과정 중에 생산되는 독특한 향으로 인하여 기호식품으로서 뿐만 아니라, 최근에는 과학적으로 노화억제, 생체리듬 조절, 면역력 증진 등 복잡한 생리활동을 조절하는 기능이 과학적으로 규명됨에 따라 기능성 식품으로서의 가치를 재평가 받고 있다 (Kim MH 등 2001).

현재 전 세계에서 생산되고 있는 차는 대략적인 집계만으로도 수 백 여종을 헤아린다. 우리나라에도 몇 년 전부터 다양한 종류의 차가 수입, 판매되고 있어 차인들의 기호를 만족시키고 있다. 우선 ‘차(茶)’라고 하면 차나무 (*Camellia Sinensis*)의 어린 싹이나 잎을 음용하기 좋게 가공한 것을 말한다. 중국 사천성과 운남성 등을 중심으로 발전되기 시작한 차 가공법은 현재 전 세계적으로 수백

여 종에 이르는 차를 탄생시켰다. 차나무의 품종, 차를 만드는 계절과 방법, 형상과 풍미가 달라 다양한 종류의 차가 생산이 되고 있는데 통상적으로 발효 정도에 따라 구분하는 것이 일반적이다. 차는 발효 정도에 따라 발효를 전혀 시키지 않은 불발효차, 발효 정도가 12~55% 사이인 것을 약발효차와 반 발효차, 발효를 85% 이상 시킨 것을 발효차라고 한다(Choi HJ 등 2000). 차의 발효란 차잎의 산화 효소 작용과 효모, 곰팡이 등의 미생물들을 이용한 것인데, 오랜 시간 동안 차잎을 쌓아 두거나 발효를 유도하면 미생물들의 작용이 일어나게 된다. 이때 자연 발생적으로 생기는 효모, 곰팡이의 작용에 의해서 차는 향과 맛이 결정된다.

발효차는 일반녹차의 찬 성질에 비해 비교적 순하며 누구나 부담 없이 섭취 할 수 있고 다양한 맛에 대한 소비자의 요구가 증대되면서 발효차에 대한 관심도가 높아지고 있다. 그러나 이때 발효에 관여하는 미생물은 주로 곰팡이 *Aspergillus* 속, *Penicillium* 속 정도로만 알려져 있고 효모는 어떤 종인지 아직 연구가 매우 미비한 실정이다. 일반적으로 효모의 구성 성분은 단백질(38~60%), 핵산(7~12%) 그리고 비타민(약 1%)의 함량이 높고 지방

\*Corresponding author: Ok-Ju Kang, Department of Food and Nutritional Science, Kyungnam University  
Tel: 055-249-2235  
Fax: 055-245-5001  
E-mail: koj117@kyungnam.ac.kr

함량이 낮아 1970년 초부터 SCP(Single Cell Protein) 으로서 산업적 생산 연구가 활발히 시작되었다(김중태 1996). 효모의 기능적 특성으로는 양질의 단백질 공급원, 영양보급제, 정상 작용, 면역력 증강식품(베타 글루칸), 소화효소제, 항산화 식품, 노화방지식품, 알레르기 체질 등을 개선한다고 알려져 있다. 효모는 발효능을 가진 단세포 생물로서 빵, 포도주, 맥주의 제조 공정에서만 많이 이용되어 왔다. 양조 공업에서의 누룩은 생곡류 자체가 함유하고 있는 효소와 여기에 자연 접종된 곰팡이, 젖산균, 일반 세균, 효모 등의 기타 균류가 번식하여 각종 효소를 다량 생산한 발효 starter이다(Kim HS와 Yu TS 2000, Kim JH 등 2004, Tsuyoshi NR 등 2005).

누룩은 밀 등의 곡류를 조분쇄한 후 호화시키지 않고 물을 가하여 일정한 형태로 성형 후, 자연 발효하여 다양한 미생물이 서식하도록 만든 것으로 이때 제조환경, 제조 원료, 지역에 따라, 독특한 풍미를 나타낸다. 발효식품을 제조할 때 전분 분해 효소처리, 또는 코오지 처리 등과는 달리, 누룩을 이용하면 세균, 곰팡이, 효모들에 의한 전분 분해 및 향미 부여, 아미노산 증대, 알코올 및 유기산 생성 등의 다양한 품질 향상을 기대할 수 있다. 그러나 누룩에는 실제 불필요한 미생물도 다량 함유될 수 있기 때문에 누룩을 만들 때 숙달된 경험이 없으면 불쾌한 맛과 냄새를 나타낼 수 있다는 문제점도 있다(Bae KH 등 2007).

따라서 이러한 문제점 등을 고려하여 새로운 향과 맛을 지닌 차를 개발하기 위하여 전보(Kang OJ 2008)에서 발효차로부터 분리 동정한 *Rhodotorula* 효모를 이용하여 단일 효모의 특성과 성질을 이용한 누룩을 제조하고, 이 누룩으로 발효시킨 당화액을 녹차 잎과 혼합하여 발효시킨 발효차의 이화학적 특성을 알아보았다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

- 1) 녹차 잎 : 2008년 7월 하순경에 전남 구례에서 일반 녹차 가공품으로서 상품가치가 없는 녹차 잎을 채취하여 사용하였다. 준비된 녹차 잎을 1~2분 스팀처리하여 야생균주를 사멸한 후 일반적인 녹차의 제다법으로 하여 당일 차의 재료로 사용하였다.
- 2) 대조군인 비발효 녹차 잎 : 대조군인 비발효 차는 차잎을 스팀처리한 후 무균실에서 건조하여 사용하였다.
- 3) 배양효모(JY-1) : 전보에(Kang OJ 2008) 밝힌 바와 같이 순수 분리된 효모 JY-1은 4°C 냉장고에 보관하고, 계대 배양한 후 실험에 사용하였다. 효모 JY-1을 PD 배지(1% potato extrate, 2% dextrose) 1 L에 접종시켜 25°C에서 72시간 배양하였다(Kang OJ 2008).

배양 후 5,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액을 제거한 다음 균체 10 g(w/w)을 밀에 혼합하여 누룩을 제조하였다.

### 2. 누룩 및 당화액 제조

#### 1) 누룩의 원료 및 제조법

밀은 하동 시장에서 구입하였으며, 증류수로 3회 세척하여 1시간 동안 불린 다음 체를 이용하여 흐르는 물만 제거한 후 곡류파쇄기(HN-250, Hanil, Korea)를 이용하여 0.8~1.8 mm 크기로 분쇄하였다. 분쇄한 밀 80 g(w/w)과 배양효모 JY-1 10 g(w/w), 증류수 10 mL를 잘 섞은 후, 이를 지름 12 cm, 두께 3.5 cm의 원통형에 넣어서 성형하였다. 제조된 누룩은 온도 25~30°C, 상대습도 50~60% 무균 상태의 국실에서 3주간 띄워 사용하였다.

#### 2) 당화액 제조

발효가 끝난 누룩을 파쇄하여 증류수와 1:3(w/v)으로 혼합한 후 60~62°C에서 5시간 당화시킨 다음 이를 20~22°C에서 72시간 발효시킨 후 상등액만 분리하여 사용하였다.

### 3. 발효차 만들기

72시간 발효시킨 당화액의 상등액 100 mL에 스팀을 거친 녹차 잎 1 kg(v/w)을 혼합하여 원형으로 성형한 후(직경 : 12 cm, 두께 3~5 cm) 50°C의 무균실에서 약 2주간 건조하면서 발효하였다.

### 4. 일반 성분 분석

수분은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법, 그리고 조단백질은 Kjeldahl법, 무기질 함량은 습식분해 후 원자흡광분광광도계(Analyst 800, Perkin Elmer, U.S.A)로 측정하였다(A.O.A.C 1995).

#### 1) 환원당 함량

환원당 함량은 침출조건별로 침출액을 제조한 후 Somogyi-Nelson법으로 520 nm에서 spectrophotometer(UV-140-02, Shimadzu, Japan)로 흡광도를 측정하였다(Somogyi M 1952). Maltose를 표준 용액으로 작성한 표준곡선의 흡광도 값과 비교하여 환원당 함량을 산출하였다.

#### 2) 갈변도 및 Flavonoid 함량

비발효 녹차와 발효차의 침출조건은 일반적인 차 음용 시 농도인 4%로 하여 90°C에서 3분간 침출시켰으며 침출액의 갈변도는 spectrophotometer(UV-140-02, Shimadzu, Japan)로 420 nm에서 흡광도로 나타내었으며, flavonoid 함량은 Markham KR(1982)의 방법에 따라 침출

조건별 침출액을 20배 희석하여 345 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 3) 수용성 페놀 함량

수용성 페놀 함량은 비색법(KSFSN 2000)을 이용하여 측정하였으며 표준물질 gallic acid를 0~100 ppm 농도로 조제하여 작성된 표준용액곡선으로 함량을 산출하였다.

## 5. 항산화능

### 1) DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) radical 소거능은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1.0 mL에 0.45 mM DPPH 시험용액 1.0 mL를 첨가한 후, 혼합물을 교반시키고 실온에서 30분간 방치하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 다음과 같은 방법으로 계산하였다.

$$\frac{\text{Blank absorbance} - \text{Sample absorbance}}{\text{Blank absorbance}} \times 100\%$$

### 2) 환원력 측정

환원력은 Oyaizu M(1988)의 방법에 따라서 측정하였다. 대조군으로는 탈이온수를 사용하였으며 실험방법은 다음과 같다. 시료 2 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 2 mL와 2 mL의 1% potassium ferricyanide를 첨가한 혼합물을 50°C에서 20분간 배양시킨 후 2 mL의 10% trichloroacetic acid를 각각의 반응물에 첨가한 후 반응물 2 mL에 증류수 2 mL와 0.4 mL의 0.1% ferric chloride를 시험관에 첨가한 10분후에 자외선분광계를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하여 환원력을 평가하였다.

## 6. 유리아미노산 분석

유리 아미노산 분석은 60 mesh로 마쇄한 시료 1 g을 20 mL로 정용하여 30°C의 항온수조에서 20분간 진탕한 후 16,000 rpm에서 20분간 원심 분리한 다음 상등액 10 mL에 sulfosalicylic acid 25 mg을 첨가하여 4°C에서 4시간 동안 방치시킨 후 원심 분리하였다. 상등액을 0.22 µm membrane filter로 여과하여 아미노산 자동분석기(Hitachi L-8900, Japan)로 분석하고, 아미노산의 함량은 적분계에 의한 외부표준법으로 계산하였다.

## 7. 통계처리

모든 실험 결과는 통계프로그램인 SPSS(Statistical Package, SPSS Inc. USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)으로 95% 유의수준에서 수행하였다.

## III. 결과 및 고찰

**Table 1.** Proximate composition of unfermented tea and fermented tea (dry basis)

Composition	Contents (%)	
	Unfermented tea	Fermented tea
Moisture	3.31±0.02 <sup>a)</sup>	3.02±0.03 <sup>b)</sup>
Crude protein	32.17±0.02 <sup>b)</sup>	37.62±0.12 <sup>a)</sup>
Crude ash	4.70±0.15 <sup>b)</sup>	4.82±0.02 <sup>a)</sup>
Crude fat	3.50±0.14 <sup>b)</sup>	4.02±0.04 <sup>a)</sup>

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments.

\* All data in the same column were not significantly different (p<0.05).

### 1. 비발효 녹차와 발효녹차의 성분분석

비발효 녹차와 발효 녹차에 함유된 일반성분 분석결과는 Table 1과 같았다. 수분함량은 비발효 녹차 3.31%, 발효녹차 3.02%로 큰 차이는 없었으며 회분함량도 각각 4.70%와 4.82%로 발효에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 조지방의 경우에는 비발효 녹차 3.50%와 발효차 4.02%로써 발효를 시킨 녹차가 상대적으로 약간 높은 조지방 함량을 나타내었다. 녹차의 단백질 함량은 비발효 녹차가 32.17%, 그리고 발효녹차가 37.62%로써 발효된 녹차의 경우 조단백질 함량이 증가하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 조단백질 함량은 발효를 많이 한 차일수록 증가한다는 Choi OJ(2002)의 내용과 유사한 결과이다.

### 2. 환원당 함량

환원당은 fructose, glucose, maltose로 구성되어 있으며 열이 가해지면 비효소적 갈변반응에 의해 항산화 능력을 가진 갈색화합물을 생성하는 것으로 알려져 있다 (Lee DI 등 1975). 비발효 녹차와 발효차의 환원당 함량 결과는 Table 2와 같았다. 비발효 녹차의 경우 0.19%로 조사되었으며 발효차의 경우 0.33%로 발효차가 비발효 녹차에 비해 약 1.5배 정도 환원당의 함량이 높은 것으로 조사되었다.

### 3. 갈색도 및 Flavonoid 함량

식품 성분 중 환원당과 질소화합물은 볶음(열)과정에서 갈변 반응을 일으켜 갈색 색소 및 향기성분을 생성하며,

**Table 2.** Reducing sugar contents of unfermented tea and fermented tea (unit: %)

Sample	Contents (%)
Unfermented tea	0.19±0.04 <sup>a)</sup>
Fermented tea	0.33±0.01 <sup>a)</sup>

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments.

\* All data in the same column were not significantly different (p<0.05).

**Table 3.** Color intensity and flavonoid absorbance of unfermented tea and fermented tea

Sample	Color intensity (420 nm)	Flavonoid absorbance (345 nm)
Unfermented tea	2.43±0.02 <sup>*a)</sup>	1.24±0.01 <sup>a)</sup>
Fermented tea	2.88±0.02 <sup>b)</sup>	0.94±0.01 <sup>b)</sup>

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments.  
 \* All data in the same column were significantly different(p<0.05).

이 과정에서 생성된 amino-carbonyl 반응 생성물은 항산화능력을 지니는 것으로 알려져 있다(Lee JW 등 1999, Lee JW 등 2005). 자외선 파장영역 420 nm와 345 nm에서 발효와 비발효에 따른 갈색도와 flavonoid를 측정할 결과는 Table 3과 같았다. 발효와 비발효에 따른 갈변도를 살펴보면 발효차의 갈색도가 다소 높은 것으로 조사되었는데 이는 발효차의 단백질 함량이 비발효 녹차에 비해 높아 amino-carbonyl 반응이 비발효 녹차보다 원활했기 때문인 것으로 사료된다.

또한, Markham KR(1982)의 방법에 따라 식물 구성성분 중 라디칼 소거능이 우수한 것으로 알려진 Flavonoid를 측정할 결과 Table 3과 같이 발효 녹차가 비발효 녹차에 비해 흡광도가 약간 낮은 결과를 나타내었는데 이러한 결과는 발효가 많이 진행 될수록 catechin 및 flavonoid의 함량이 감소하는 경향을 나타내었다는 연구결과와도 유사한 결과를 얻을 수 있었다(Chung YH 등 2005).

**4. 수용성 페놀함량**

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 지니며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl 기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산화, 항균, 항암 등의 생리기능을 지니며 특히 녹차에 다량으로 함유되어져 있는 것으로 알려져 있다(Seob UH 등 2003).

비발효 녹차와 발효차의 수용성 페놀함량을 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 비발효 녹차의 경우 912.50 ppm의 페놀함량을 나타낸 반면 발효 녹차의 경우에는 2445.24 ppm으로 약 2.5배 이상 높은 수용성 페놀함량을 나타내었다.

**Table 4.** Total water-soluble phenolic contents of unfermented tea and fermented tea (unit : ppm)

Sample	Contents (ppm)
Unfermented tea	912.50±73.24 <sup>*b)</sup>
Fermented tea	2445.24±37.85 <sup>a)</sup>

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments.  
 \* All data in the same column were significantly different(p<0.05).

**Table 5.** DPPH radical scavenging activities of unfermented tea and fermented tea

Sample	Scavenging effect(%)
Unfermented tea	32.14±0.58 <sup>*b)</sup>
Fermented tea	41.57±1.05 <sup>a)</sup>
Ascorbic acid	29.73±0.18 <sup>c)</sup>

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments.  
 \* All data in the same column were significantly different(p<0.05).

**5. DPPH 라디칼 소거능**

항산화능은 항산화물질이 oxidative free radical과 반응하는 것을 이용하여 항산화능을 측정한다. DPPH는 안정한 free radical로 cysteine, glutathione과 같은 황 함유 아미노산과 ascorbic acid, tocopherol 등의 항산화 물질에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화 물질의 항산화능을 측정할 때 DPPH 라디칼 소거능 측정법이 가장 많이 이용된다(Ramarathnam N 등 1995).

발효차와 비발효에 따른 항산화 활성의 지표인 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Table 5와 같았다. 비발효 녹차의 경우 32.14%였으며 발효차의 경우에는 41.57%의 라디칼 소거능을 나타내었다. 대표적인 항산화물질과의 비교를 위해 ascorbic acid 150ppm의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 29.73%의 소거능을 나타내었다. 이러한 결과를 살펴볼 때 차의 DPPH 라디칼소거능이 우수함을 알 수 있었으며 특히 발효차의 DPPH 라디칼소거능이 우수한 것으로 조사되었다.

**6. 환원력**

발효에 따른 항산화능을 평가하기 위해 DPPH 라디칼 소거능과 함께 환원력을 측정하였다(Table 6). 산화된 물질을 다시 환원시키는 정도를 측정한 결과 비발효 녹차에 비해 발효차의 환원력이 높았으며 ascorbic acid보다도 높은 환원능력을 나타내었다. 이러한 발효차의 높은 환원력은 대조군인 비발효 녹차와 ascorbic acid에 비해 전자공여능이 높기 때문으로 생각된다.

**7. 유리 아미노산 함량**

차에 함유된 아미노산은 차의 맛과 향뿐만 아니라 차

**Table 6.** Reducing power of unfermented tea and fermented tea

Sample	Reducing effect(%)
Unfermented tea	1.21±0.10 <sup>*c)</sup>
Fermented tea	2.71±0.02 <sup>a)</sup>
Ascorbic acid	2.38±0.04 <sup>b)</sup>

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments.  
 \* All data in the same column were significantly different(p<0.05).

의 품질과도 관계가 있다. 비발효녹차와 발효차에 함유된 아미노산의 종류와 함량을 아미노산 자동분석기로 측정된 결과는 Table 7에서 보는 바와 같다. 차에 함유된 유리아미노산은 aspartic acid 외 29종이 확인되었으며 유리아미노산 총합량을 살펴본 결과 발효차의 유리아미노

**Table 7.** The contents of amino acids of unfermented tea and fermented tea ( $\mu\text{g/mL}$ )

Amino acid	unfermented tea	fermented tea
Phosphoserine	1.71	6.21
Taurine	0.58	0
Phosphoethanolamine	0	0.55
Urea	0	14.13
Aspartic acid	4.65	12.53
Threonine	0.77	12.29
Serine	1.73	5.71
Glutamic acid	7.57	15.49
Theanine	4.18	6.72
Aminoaidpic acid	0.27	3.51
Glycine	0.45	4.30
Alanine	1.51	25.58
Citrulline	0.46	0.59
L-a-aminoiso-n-butyric acid	0.92	1.14
Valine	0.77	24.04
Cystine	0	0.23
Methionine	0	0
Cystathione	0	1.16
Isoleucine	0.34	14.94
Leucine	0.27	27.96
Tyrosine	0.43	12.17
Phenylalanine	0.50	12.56
b-alanine	0.45	1.46
D,L-b-aminoisobutyric acid	0.26	0.93
$\gamma$ -amino-n-butyric acid	0.43	12.80
Ethanolamine	0.22	1.19
Hydroxylysine	0.89	0.76
Ornithine	0	16.42
Lysine	0.30	14.14
1-Methylhistidine	0	0
L-histidine	0	1.09
3-methylhistidine	0	0
Anserine	0	0
Carnosine	0	0
Arginine	1.45	0
Hydroxyproline	0	0
proline	0	0
Total	31.11	250.60

산 함량이 비발효 녹차에 비해 약 8.5배 정도 높은 것으로 조사되었다. 특히 발효차의 경우 필수 아미노산 중 성장 및 뼈, 연골 그 외의 연결 조직을 만드는 교원질과 섬유 단백질 형성에 중요한 역할을 하는 threonine, valine, isoleucine, leucine, lysine이 각각 12.29, 24.04, 14.94, 27.96, 14.14  $\mu\text{g/mL}$ 가 함유되었고 이중 leucine의 함량이 가장 높은 것으로 조사되었다. 그리고 비필수 아미노산 중에서는 alanine 25.58, glutamic acid 15.49, aspartic acid 12.53, tyrosine 12.17, serine 5.71, glycine 4.30  $\mu\text{g/mL}$ 가 각각 함유되어 있는 것으로 조사되었다. 더불어 최근 기능성 식품소재로써 많은 관심을 받고 있는  $\gamma$ -amino-n-butyric acid(GABA)의 함량도 상대적으로 발효과정을 거침으로써 높아지는 현상을 나타내었다. 이러한 결과를 살펴볼 때 발효과정을 거친 차의 경우 상대적으로 비발효 녹차에 비해 항산화 능력 및 유용한 아미노산의 함량의 증대를 가져오는 것으로 보여진다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 발효에 따른 발효차의 성분 변화 및 항산화 능력을 알아보기 위해 *Rhodotorula* 효모인 JY-1 적색 효모를 이용하여 발효시킨 발효차의 각종 성분분석 및 항산화능력을 비발효차인 녹차와 비교하였다. 발효차의 경우 항산화능력을 나타내는 지표인 환원당 및 갈색도와 flavonoid 함량, 페놀성 화합물의 함량이 녹차에 비해 상대적으로 높은 것으로 조사 되었다. 차에 함유된 유리아미노산은 발효차의 유리아미노산 함량이 비발효 녹차에 비해 약 8.5배 정도 높은 것으로 조사되었다. 특히 발효차의 경우 필수 아미노산중 영양성장 및 뼈, 연골 그 외의 연결 조직을 만드는 교원질과 섬유 단백질을 형성하는데 중요한 역할을 하는 threonine, valine, isoleucine, leucine, lysine이 각각 12.29, 24.04, 14.94, 27.96, 14.14  $\mu\text{g/mL}$  함유되었고 이중 leucine의 함량이 가장 높은 것으로 조사 되었다. 그리고 비필수 아미노산 중에서는 alanine, 25.58, glutamic acid 15.49, aspartic acid 12.53, tyrosine 12.17, serine 5.71, glycine 4.30  $\mu\text{g/mL}$ 이 각각 함유되어 있는 것으로 조사되었다. 이러한 결과를 살펴 볼 때 발효에 따라서 상대적으로 유용한 아미노산의 함량이 증가하는 것으로 보이며 발효차의 경우에는 특이적으로 최근 기능성 식품소재로써 많은 관심을 받고 있는  $\gamma$ -amino-n-butyric acid(GABA)이 함량이 상대적으로 발효과정을 거침으로써 높아지는 현상을 나타내었다. 이러한 결과를 토대로 항산화능 평가를 행한 결과 녹차의 발효와 비발효에 따른 항산화 활성의 지표인 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) radical 소거능은 비발효 녹차의 경우 32.14%였으나 발효차의 경우에는 41.57%의 라디칼 소거능을 나타내 환원력 또한 발효차가 대조군인 비발효 녹차에 비

해 높은 환원능력을 나타내었다.

## V. 감사의 글

본 연구는 2009학년도 경남대학교 학술진흥연구비의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 김종태. 1996. 차의 과학과 문화. 도서출판 보림사. 서울. pp 8-153
- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. pp. 69-74
- Bae KH, Ryu HY, Kwun IS, Kwon CS, Sohn HY. 2007. Optimization of Thickness and Maturation Period of Andong-Soju Nuruk for Fermentation of Andong-Soju. Korean J Microbiol Biotechnol 35(3):231-237
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 4617:1198-1200
- Choi HJ, Lee WS, Hwang SJ, Lee IJ, Shin DH, Kim HY, Kim KU. 2000. Change in chemical compositions of green tea under the different extraction conditions., Korean J Life Sci 10(2):202-209
- Choi OJ, Choi KH. 2002. The physicochemical properties of Korean wild tea(Green tea, Semi-fermented tea, and Black tea) according to degree of fermentation. J. Korean Soc Food Nutr 32(3):356-362
- Chung YH, Shin MK. 2005. A Study on the physicochemical properties of korean Teas according to degree of fermentation. Korean J. Food & Nutr 18(1):94-101
- Kang OJ. 2008. Isolation and identification of yeast strain from fermented tea. Korean J Food Cookery Sci 24(1):11-15
- Kim HS, Yu TS. 2000. Volatile flavor components of traditional Korean nuruk produced by nuruk fungi. Korean J Appl Microbiol Biotechnol 28(5):303-308
- Kim JH, Lee DH, Lee SH, Choi SY, Lee JS. 2004. Effect of *Ganoderma lucidum* on the quality and functionality of Korean traditional rice wine yakju. J Biosci Bioeng 97(1): 24-28
- Kim MH, Kim MC, Park JS, Kim JW, Lee JO. 2001. The antioxidative effects of the water-soluble extracts of plants used as tea materials. Korean J Food Sci Tech 33(1): 12-18
- KSFSN(Korean Society of Food Science Nutrition). 2000. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Co. Seoul, Korea. pp. 260-261, 321
- Lee JW, Do JH, Shin KM. 1999. Antioxidant activity of the water soluble browning reaction products isolated from Korean Red Ginseng. 1. DPPH radical and hydrogen peroxide scavenging. J Ginseng Res 23(3):176-181
- Lee DI, Heo TR, Kim DH, 1975. Comparison of the antioxidant effects of ethyl alcohol extracts of Maillard-type and a caramelization type browning reaction mixtures. Korean J Food Sci Tech 7(1):43-50
- Lee JW, Park CK, Do JH. 2005. Antioxidative activity of the water soluble browning reaction products from Korean Red Ginseng. J Ginseng Res 29(1):44-48
- Markham KR. 1982. Techniques of flavonoids identification. Academic press. London, UK. pp.37
- Oyaizu M. 1988. Antioxidative activities of browning products of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chromatography. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 35:771-775
- Park CO. 1996. Antioxidant activity of boiling water extracts obtained from green tea. Doctorate thesis. Pusan National University. pp 26-30
- Ramarathnam N, Osawa T, Ochi H, Kawakishi S. 1995. The contribution of plant food antioxidants to human health. Trends Food Sci Tech 6(3):75-82
- Seob UH, Choe HJ, Han HS, Park JH, Son JH, An BJ, Son GM, Choe C. 2003. Isolation of polyphenol from green tea by HPLC and its physiological activities. Korean J Food Sci Tech 35(6):1199-1203
- Somogyi M. 1952. Notes in sugar determination. J Biol Chem 195:19-23
- Tsuyoshi NR, Fudou R, Yamanak S, Kozaki M, Tamang N, Thapa S, Tamang P. 2005. Identification of yeast strains isolated from marcha in sikkim, a microbial starter for amylolytic fermentation. Int J Food Microbiol 99(2):135-146

2010년 6월 25일 접수; 2010년 7월 22일 심사(수정); 2010년 7월 22일 채택