

차잎 혐기처리가 녹차의 기능성분 및 품질에 미치는 영향

박 장 현

전남농업기술원 차시험장

Effect of Anaerobic Treatments on the γ -Aminobutyric acid and Quality of Green Tea(*Camellia sinensis* var. *sinensis*)

Jang Hyun Park

Tea Experiment Station Chonnam Provincial Agriculture Research and Extension Services, Bosong 546-804, Korea

ABSTRACT : The contents of chemical components such as total nitrogen, total amino acid and vitamin C were somewhat higher in N₂ gas treatment at 10°C for 3 hours than those of other treatments. However, the contents of tannin and chlorophyll were slightly lower than that in the other treatments. The content of γ -aminobutyric acid with N₂ gas treatment was higher 1.5~6 times with values of 51~205mg/100g than in control (35mg/100g). The scores of sensory test was not different between N₂ gas treatment for 3 hours and control. The contents of chemical components such as total nitrogen, total amino acid including theanine and caffeine were slightly higher in N₂ gas treatment at 20°C for 3 hours than those of other treatments. However, the contents of tannin and vitamin C were slightly lower than those of other treatment. The content of GABA in tea leaves treated with N₂ gas was higher 2.5~7 times with values of 85~225mg/100g than in control (35mg/100g). The sensory test was lower in N₂ gas treatment(76.3~78.1 point) than in control(80.4 point). The contents of chemical components were not different between N₂ gas treatment at 30°C for 3 hours and control. Whereas the contents of chemical components were somewhat lower in N₂ gas treatment for 1 hour and 5 hours than in control. The content of GABA in tea leaves treated with N₂ gas was higher 3~7 times with values of 115~217mg/100g than in control(35mg/100g). The sensory test was lower in N₂ gas treatment (74.3~78.4 point) than in control(80.4 point). Consequently, tea mading within 5 time N₂ gas treatment at 10°C or 3time N₂ gas treatment at 20, 30°C after plucking was considered to be the best green tea in terms of functional nature as well as taste nature.

Key words : GABA tea, anaerobic condition, functional nature, quality

緒 言

차는 세계에서 가장 대중적인 음료의 하나로써, 기원전 2,700여년경부터 기호차로서 음용되어 왔는데, 최근에는 이같은 기호성뿐만아니라 차의 약리적인 효능에 대한 메카니즘이 밝혀지면서 차에 대한 가치가 재인식되고 있다.

차의 기능성에는 항암효과, 돌연변이 억제, 항산화 및 노화억제, 고혈압 억제 및 동맥경화 억제(原 등, 1989 Keiichiro ; et al., 1986) 등이 있는데 그 외에 약리활성 성분들을 규명하는 연구들이 현재도 지속적으로 수행되어지고 있다.

고혈압은 혈관 내경, 혈관의 탄성, 화학적 혈압 상승 물질, 신경계 등 여러요인에 의해 영향을 받게 되며, 1차성 고혈압 증세(본태성 고혈압)와 2차성 고혈압 증세가 있는데 80%이상이 본태성 고혈압 증세다. 고혈압성 질환의 예방과 치료로는 보통 약품과 더불어 식사, 운동요법이 이용되고 있는데, 160mmHg 이상일 경우는 혈압강하제를 지속적으로 복용하지 않으면 안된다. 그러나, 혐기처리에 의해 γ -aminobutyric acid (GABA)가 다량함유된 차를 음용하면 혈압을 낮출 수 있을 뿐아니라, 체내에 축적되지 않고 분해되기 때문에 인체에 부작용이 전혀 없는 자연건강 음료다(大森 등, 1987). GABA는 동·식물계에 널리 분포되어 있는 비단백질 구성 아미노산으로 사람에게 있어서는 신경계, 혈액에 함유되어 있으며, 주로 뇌의 골수에 존재해 신경 전달물질인 아세틸콜린을 증가시켜 뇌의 기능을 촉진시킨다. 특히 주목되는 것은 GABA가 연골의 혈관 중추에 작용하여 우수한 혈압 강하작용을 하는 것이다(Ballanyi et al., 1985).

본 연구자는 차엽 채취 후 제다전 혐기처리시 소요되는 시간 및 온도를 설정하여 품질도 저하되지 않고 GABA 성분이 다량 함유된 기능성 녹차 제조에 필요한 조건을 구명하고자 본 실험을 수행하였다.

材料 및 方法

1. 실험재료 및 방법

본 실험에 사용된 차잎은 전남 보성 차시험장에서 재배 중인 재래종(*Camellia sinensis* var. *sinensis*)으로 5. 20~5. 25일경 1차 3엽의 신초를 2kg씩 채취하여 이 생체 시료를 공간부피가 약 25 liter에 해당하는 플라스틱 용기(4.5×30×25cm)에 넣고 10, 20, 30℃에서 N₂ gas로 1, 3, 5, 시간 혐기 처리하였다. 처음에는 용기가 부풀 정도로 많은 양의 N₂ gas를 2~3회 유입해 용기중의 산소를 제거한 후 25~30 psi 가스압으로 N₂ gas를 계속 유입하여 용기안을 완전 혐기상태로 치환시켰다.

2. 시료조제

가. 시료제조

차잎 2kg을 채취하여 무처리 차는 채엽 즉시, 혐기성 차는 혐기처리 후 용기에서 꺼내 증차 제조기를 이용 100℃ 40초 동안 증열 후 90℃에서 50분간 조유과정을 거쳐 유념기에서 15분간 유념하였다. 그후 60℃에서 40분간 수분을 제거하면서 증유기에서 차의 모양을 만들었으며, 70℃ 30분간 정유기에서 정유 후, 85℃ 건조기에서 2시간 건조하여 차를 제조하여 실험재료로 사용하였다. 필요한 N₂ gas는 99.9%를 사용하였다.

나. 분석방법

총질소는 한 등의 비색법(1989)에 의해 측정하였고, 총아미노산, 탄닌, 카페인, 비타민 C는 池ヶ 등의 茶の公定分析法(1990), 엽록소는 小原 등(1977)의 방법, 유리아미노산은 분말시료 1g을 80℃ 물에 3~4회 추출 후 0.45 μ m millipore에 통과시켜 분석용액으로 하였고, OPA precolumn system을 이용하였다. 이 때 Fluorescence Detector(model FP-920 ; Ex 345nm, Em 455nm)를 사용하였고, Column는 Finepak AA pak Na II-S(ϕ 4.6×100mm)와 NH₃ trap column인 AEC Pak

II ($\varphi 4.6 \times 50\text{mm}$)를 사용하였으며, Flow rate는 0.6 ml/min, Column temp. 60°C를 사용하였다. 관능 검사는 시료 2g을 백색자기 ($\varphi 90 \sim 100\text{mm}$, 깊이 50mm, 용량 200ml)에 넣고 80°C 물 200ml를 부어 2분간 침출 후 10명의 검사원들이 茶 審査法(大石, 1988)을 응용해 외관의 형상, 색택, 내질의 향기, 수색, 맛 등 5성분에 대해 총합 100점 만점으로 하였다.

結果 및 考察

1. 가스처리 온도 및 시간에 따른 화학성분 변화

헹기처리 온도 및 시간에 따른 총질소 함량은 표 1에서 보는 것처럼 10°C에서 4.70~4.97%로 헹기처리 시간이 길어질수록 함량이 증가하는 경향이었으며 3, 5시간 처리시 4.90, 4.97%로 무처리 4.85%보다 함량이 많았다. 20°C에서는 4.65~4.88%로 무처리에 비해 3시간 처리시 4.88%로 비슷한 함량이었고 5시간 처리는 4.65%로 함량이 낮았다. 30°C는 3시간 처리가 4.84%로 무처리와 비슷한 경향이었으나 1, 5시간 처리는 4.55, 4.28%로 무처리보다 함량이 낮았다. 이는 온도가 상승하고 헹기처리 시간이 길어질수록 식물체내 총질소 소비가 증가되었기 때문이라 생각된다.

총아미노산도 총질소와 비슷한 경향이었는데, 10°C에서 처리시간별로 2,731~3,065mg/100g이었고, 20°C는 2,667~3,022mg/100g, 30°C는 2,415~2,911mg/100g으로 각 온도별 3시간 가스처리가 무처리 2,926mg/100g보다 함량간 약간 높거나 비슷한 경향이었고 1, 5시간 처리는 무처리보다 함량이 낮았다.

탄닌은 10°C에서 처리시간별 함량을 보면 12.87~13.09%로 처리시간에 따른 함량차가 크지 않았고, 무처리 13.34%보다 함량이 적었다. 20°C는 12.63~13.17%로 처리시간이 길어질수록 함량이 적어지는 경향을 보였다. 즉 1, 3, 5시간 처리시 13.26%, 12.97%, 18.20%를 나타냈다. 처리온도,

시간별 탄닌함량은 12.63~13.26%로 처리간에 큰 차이를 볼 수 없었는데, Chang et al. (1992)도 헹기처리를 6~24시간 했을 때 탄닌 함량이 9.6~10.1%로 큰 차이를 볼 수 없었다고 보고한 내용과 양적인 차이는 있으나 거의 일치하는 경향이였다.

카페인 함량은 10°C에서 처리 시간별로 3.03~3.27%를 나타냈고, 처리시간이 길어질수록 카페인 함량이 감소하는 경향이였다. 20°C는 3.00~3.18%로 3시간 처리시 3.18%로 함량이 가장 많았고, 5시간 처리시 3.00%로 함량이 가장 적었다. 30°C는 2.98~3.16%로 3시간 처리까지 함량이 약간 증가하다 5시간 처리하면 함량이 감소하였다. 처리온도, 시간별 카페인 함량은 $3.12 \pm 0.12\%$ 로 무처리 3.09%와 함량차이가 없었다. Chang et al. (1992)도 6~24시간 헹기처리시 카페인 함량이 무처리 2.1%에 비해 처리는 $2.2 \pm 0.1\%$ 로 거의 차이가 없다고 보고했는데 본 시험과 유사한 경향이였다.

엽록소는 10°C에서 처리시간별로 303.9~327.1 mg/100g으로 처리 시간이 길어질수록 함량이 약간 감소하는 경향이였고, 20°C는 310.8~329.5mg/100g으로 1, 3시간 처리시 324.3, 329.5mg/100g으로 함량차가 거의 없었으나, 5시간 처리시 310.8 mg/100g으로 함량이 감소하였다. 30°C는 284.3~327.6mg/100g으로 처리시간이 길어질수록 함량이 감소했는데 1, 3, 5시간 처리시 함량이 327.6, 305.1, 284.3mg/100g으로 감소하는 경향이였다. 처리온도, 시간별 엽록소 함량은 $306.9 \pm 22.6\text{mg}/100\text{g}$ 으로 무처리 330.3mg/100g보다 함량이 적었다.

비타민 C는 10°C에서 처리시간별로 373.2~390.4mg/100g으로 무처리 365.7mg/100g보다 함량이 약간 높았고, 20°C는 처리시간에 따라 360.6~320.1mg/100g으로 처리시간이 길어질수록 함량이 낮아지는 경향을 볼 수 있었다. 30°C도 20°C와 유사한 경향을 보였는데, 처리시간에 따라 356.7~289.1mg/100g이었다. 비타민 C 함량은 처리온도가 높아질수록 그리고 처리시간이 길어질수록 함량 감

Table 1. Contents of chemical components of anaerobically treated green tea

| N ₂ gas | | T-N* | T.A.A** | Tannin | Caffeine | Chlorophyll | Vitamin C |
|--------------------|---------|------|-----------|--------|----------|-------------|-----------|
| Temp.(℃) | hour(s) | (%) | (mg/100g) | (%) | (%) | (mg/100g) | (mg/100g) |
| 10 | one | 4.70 | 2,731 | 13.09 | 3.27 | 327.1 | 382.4 |
| 10 | three | 4.90 | 3,003 | 12.87 | 3.23 | 318.9 | 390.4 |
| 10 | five | 4.97 | 3,065 | 12.97 | 3.03 | 303.9 | 373.2 |
| 20 | one | 4.73 | 2,788 | 12.98 | 3.08 | 324.3 | 360.6 |
| 20 | three | 4.88 | 3,022 | 12.63 | 3.18 | 329.5 | 347.9 |
| 20 | five | 4.65 | 2,667 | 13.17 | 3.00 | 310.8 | 320.1 |
| 30 | one | 4.55 | 2,608 | 13.26 | 2.98 | 327.6 | 356.7 |
| 30 | three | 4.84 | 2,911 | 12.97 | 3.16 | 305.1 | 330.5 |
| 30 | five | 4.28 | 2,425 | 12.80 | 3.05 | 284.3 | 289.1 |
| control | | 4.85 | 2,926 | 13.34 | 3.09 | 330.3 | 365.7 |

* T-N : Total Nitrogen ** T.A.A : Total Amino Acid

소폭이 컸다.

Chang et al. (1992)도 혐기처리 시간이 길어질 수록 즉 6, 9, 12, 15, 19, 24시간일 때 563, 560, 539, 533, 515, 510mg/100g으로 비타민 C 함량이 감소했다고 보고했는데, 본 실험과 함량차는 있으나 유사한 경향이였다.

2. 가스처리 온도 및 시간에 따른 유리아미노산 함량 변화

혐기처리 온도 및 시간에 따른 GABA와 주요 아미노산의 함량 변화를 표 2에서 볼 수 있는데 GABA 함량은 10℃에서 1시간 혐기처리시 51mg/100g으로 무처리 35mg/100g에 비해 1.5배 정도 증가했으나, 3시간 처리시 190mg/100g으로 5.4배, 5시간 처리시 205mg/100g으로 5.9배 증가하였다. 20℃는 1시간 처리시 85mg/100g, 3시간 225mg/100g, 5시간 210mg/100g으로 3시간 처리에서 함량이 가장 높았다.

30℃는 1시간 처리가 115mg/100g으로 10, 20℃ 1시간 처리에 비해 함량이 1.5~2배 이상 많았고 3시간, 5시간 처리는 10, 20℃ 3, 5시간 처리와 비슷한 함량이었다. Chang et al. (1992)은 6시간 혐기

처리시 GABA 함량이 급격히 증가하고, 12시간까지 완만하게 증가하다 12시간 이후에는 거의 변화를 보이지 않아서, 최적 처리시간은 12시간이라고 보고했으나, 본 실험은 3시간 정도 혐기처리하면 함량이 급격히 증가되고, 5시간부터는 함량이 약간 감소하는 경향을 보여서 최적 처리시간은 3시간이라 생각되는데, 이같은 결과는 서로 다른 혐기처리 환경차이에 기인된다고 생각된다. 또 田 등(1988)도 GABA 함량은 10℃에서 혐기처리하면 5시간까지 급격히 함량이 증가하다 40시간까지 완만히 함량이 증가하고, 20℃에서는 2시간까지 급격히 함량이 증가하고 20시간까지 완만하게 증가하며, 20시간 이후에는 함량변화가 없으며, 30℃에서는 2시간까지 급격히 함량이 증가하고 10시간까지 완만히 증가하며 10시간 이후에는 함량변화가 없었다는 보고와도 상호결과가 상이함을 알 수 있었다. alanine은 무처리 119mg/100g에 비해 10℃ 1시간 처리 225mg/100g, 3시간 320mg/100g, 5시간 317mg/100g으로 함량이 1.9~2.7배 증가하였고, 20℃에서는 203~287mg/100g으로 1.7~2.4배 증가하였으며, 30℃는 227~300mg /100g으로 1.9~2.5배 함량이 증가하였다. 竹內 등(1994)은 4, 25,

Table 2. Contents of free amino acid of anaerobic green tea

| N ₂ gas | | Contents of free amino acid(mg/100g) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|--------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Temp. (°C) | hour (s) | Asp* | Thea | Ser | Glu | Pro | Gly | Ala | Val | Ile | Leu | Tyr | Phe | Lys | His | Arg | Total | |
| 10 | one | 84 | 1,212 | 130 | 270 | 15 | 14 | 225 | 23 | 4 | 7 | 13 | 17 | 51 | 15 | 18 | 425 | 2,523 |
| 10 | three | 50 | 1,351 | 123 | 201 | 13 | 13 | 320 | 15 | 5 | 8 | 12 | 18 | 190 | 21 | 25 | 429 | 2,795 |
| 10 | five | 42 | 1,397 | 115 | 182 | 15 | 19 | 317 | 19 | 7 | 7 | 17 | 22 | 205 | 17 | 23 | 438 | 2,842 |
| 20 | one | 95 | 1,246 | 140 | 258 | 17 | 20 | 203 | 25 | 4 | 6 | 13 | 18 | 85 | 11 | 23 | 401 | 2,569 |
| 20 | three | 42 | 1,394 | 155 | 172 | 15 | 24 | 270 | 32 | 6 | 6 | 18 | 30 | 225 | 14 | 22 | 388 | 2,813 |
| 20 | five | 40 | 1,328 | 97 | 165 | 13 | 21 | 285 | 30 | 8 | 9 | 16 | 29 | 210 | 13 | 26 | 375 | 2,476 |
| 30 | one | 62 | 1,096 | 85 | 160 | 18 | 30 | 300 | 37 | 10 | 10 | 15 | 28 | 115 | 12 | 20 | 421 | 2,419 |
| 30 | three | 35 | 1,343 | 88 | 152 | 13 | 25 | 295 | 18 | 5 | 8 | 19 | 31 | 217 | 15 | 25 | 441 | 2,700 |
| 30 | five | 42 | 1,161 | 59 | 135 | 10 | 11 | 227 | 20 | 4 | 6 | 10 | 20 | 200 | 11 | 15 | 343 | 2,274 |
| control | | 141 | 1,381 | 121 | 342 | 21 | 19 | 119 | 25 | 6 | 8 | 18 | 25 | 35 | 18 | 29 | 406 | 2,714 |

* Asp : Aspartic acid Thea : Theanine Ser : Serine Glu : Glutamic acid Pro : Proline Gly : Glycine Ala : Alanine Val : Valine Ile : Isoleucine Leu : Leucine Tyr : Tyrosine Pho : Phenylalanine GABA : γ -Aminobutyric acid Lys : Lysione His : Histidine Arg : Arginine

37°C에서 3시간 혐기처리시 210~260mg/100g 증가하나, 6시간 처리시 190~240mg /100g으로 약간 감소하고, 6~9시간 처리시 함량 변동이 거의 없다고 보고한 내용과 본 실험 결과는 거의 일치하는 경향이였다. aspartic acid는 무처리 141mg/100g에 비해 10, 20, 30°C 1~5시간 처리시 42~84mg/100g으로 함량이 적었고, 온도에 관계없이 처리시간이 길어지면 함량이 감소하였다. 竹内 등(1994)은 4, 25, 37°C에서 3, 6, 9시간 혐기처리시 aspartic acid 함량은 온도에 관계없이 3시간까지 함량이 급격히 감소하고, 6시간까지 미량 감소하였으나, 6시간 이후부터 함량변동이 없었다고 보고한 내용과 본 실험은 일치하는 경향이였다. glutamic acid는 무처리 342mg /100g에 비해 10°C 혐기처리시 182~270mg/100g으로 1시간 처리가 270mg /100g이었고, 처리시간이 길어질수록 함량이 감소하는 경향이였다. 20°C에서는 1시간 처리시 258mg/100g이었으나, 3시간처리부터 함량이 급격히 감소해 172mg/100g이었고, 5시간 165mg/100g이었다. 30°C에서는 1시간 처리부터 함량이 급격히 감소해

160mg/100g을 나타냈고 3, 5시간은 152, 135mg/100g으로 함량 감소가 완만함을 알 수 있었다. 竹内 등(1994)은 aspartic acid 함량은 4°C에서는 3시간까지 급격히 감소하고, 6시간까지는 완만하게 감소하며, 25°C는 3시간까지 함량이 급격히 감소하고 9시간까지 극히 완만히 함량이 감소하며, 37°C는 3시간까지 함량이 급격히 감소하고 6시간부터 완만하게 함량이 증가하였다는 보고와 본 실험 결과는 유사한 경향을 볼 수 있었다.

한편 arginine, serine, proline 등 기타 아미노산은 혐기처리 온도 및 시간에 관계없이 커다란 차이를 볼 수 없었다.

3. 가스처리 온도 및 시간에 따른 製茶品質

관능검사에 따른 製茶品質은 표 3에서 볼 수 있는데, 외관 중 형상은 10, 20, 30°C에서 혐기처리시 14.9±0.9점으로 무처리 15.8점보다 낮았고, 특히 20, 30°C 5시간 처리는 14.5±0.4점으로 나머지 처리보다 형상이 열악하였다. 색택은 10°C는 15.5±0.3점으로 무처리와 크게 차이가 나지 않았으

Table 3. Quality evaluation* and external quality of anaerobic green tea

| N ₂ gas | | Sensory evaluation (100 point) | | | | | Total (100) |
|--------------------|---------|--------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------|-------------|
| Temp.(°C) | hour(s) | Appearance | | Quality of liquor | | | |
| | | shape | color of made tea | aroma | color of | taste | |
| 10 | one | 14.9 | 15.2 | 16.1 | 15.9 | 16.4 | 78.5 |
| 10 | three | 15.7 | 15.8 | 16.5 | 16.0 | 16.6 | 80.6 |
| 10 | five | 15.4 | 15.6 | 16.0 | 15.6 | 15.7 | 78.3 |
| 20 | one | 15.8 | 15.5 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 77.6 |
| 20 | three | 15.8 | 15.5 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 78.1 |
| 20 | five | 14.9 | 15.1 | 15.7 | 15.3 | 15.3 | 76.3 |
| 30 | one | 15.5 | 15.7 | 15.3 | 15.2 | 15.3 | 77.0 |
| 30 | three | 15.0 | 15.1 | 16.0 | 15.4 | 15.9 | 77.2 |
| 30 | five | 14.1 | 14.7 | 15.2 | 15.2 | 15.1 | 74.3 |
| control | | 15.8 | 15.7 | 16.5 | 16.2 | 16.2 | 80.4 |

* Average of three replication with 15 panelists (0~20 point scale)

나, 30℃에서는 처리시간이 길어질수록 제품 색깔이 열악해지는 경향이였다. 내질은 향, 수색, 맛으로 구성되는데, 향은 온도가 올라갈수록 그리고 처리시간이 길어질수록 관능검사에서 점수가 낮았는데, 이는 온도가 높아지고 처리시간이 길어지면 차잎에 발효가 일어나 녹차 특유의 향이 감소되기 때문이라 생각되며, 수색은 무처리 16.2점에 비해 처리시 15.6±0.4점으로 점수가 약간 낮아졌는데 이는 혐기처리시 차잎 중 polyphenoloxidase에 의해 산화가 이루어져 수색 중의 녹색이 감소했기 때문이라 생각된다. 맛은 10℃에서는 처리시 16.2±0.4점으로 무처리 16.2점과 차이가 없었으나 20, 30℃로 온도가 상승할수록 맛이 감소하는 경향이였다.

摘 要

10℃ N₂ gas 3시간 처리시 무처리에 비해 총질소, 총아미노산, 비타민 C 함량이 약간 높았고, 탄닌과 엽록소 함량은 낮은 경향이였다. 기능성 성분인 GABA 함량은 무처리 (35mg/100g)에 비해 51~

205mg/100g으로 1.5~6배 높았다. 제다 품질은 무처리에 비해 3시간 gas 처리시 차이가 없었다.

20℃ N₂ gas 3시간 처리가 무처리에 비해 품질관련 성분 중 총질소, 총아미노산(데아닌), 카페인 함량은 많았고, 탄닌과 비타민 C 함량은 약간 낮았다. GABA 함량은 무처리(35mg/100g)에 비해 gas 처리가 85~225mg/100g으로 2.5~7배 높았다. 제다 품질은 무처리 80.4점에 비해 gas 처리 76.3~78.1점으로 약간 저하되였다.

30℃ N₂ 3시간 처리시 무처리와 기호성 관련성분이 거의 차이가 없었고 1, 5시간 처리는 무처리에 비해 품질이 약간 떨어지는 경향이였다. GABA 함량은 무처리(30mg/100g)에 비해 gas 처리가 115~217mg/100g으로 3~7배 증가하였다. 제다품질도 무처리 80.4점에 비해 gas 처리가 74.3~77.2점으로 열악하였다.

따라서, 10℃에서는 5시간 gas처리, 20, 30℃에서는 3시간 gas 처리 후 제다를 하는 것이 기호성 및 기능성이 우수한 녹차(GABA차)를 제조할 수 있다고 생각된다.

LITERATURE CITED

- Ballanyi K. and P. Grafe. 1985. An Intracellular analysis of γ -aminobutyric acid associated ion movements in Rat Sympathetic Neurons. J. Physiol. 365 : 41
- Chang, J. S., B. S. Lee and Y. G. Kim. 1992. Changes in γ -Aminobutyric acid (GABA) and the main constituents by a treated conditions and of anaerobically Treated green tea leaves. Kor. J. Food sci. Tech. 24(4) : 315~319
- Keiichiro Muramatsu, Mayum Fukuyo and Yukihiko Hara. 1986. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. J. Nutr. Sci. Vitaminol 32 : 613~622.
- 原征彦, 松崎敏, 中村耕三. 1989. 茶 カテキンの抗腫瘍作用. 營養・食糧學會誌 40 : 39.
- 한기학, 박준규. 1989. 토양화학 분석법. 삼미인쇄사, 서울 : p. 68~77.
- 田勝弘, 中田典男, 向井俊博, 山口良. 1988. 嫌氣處理綠茶(ギヤバロン茶)の製法改善. 茶研報 68 : 8~13.
- 池ヶ谷賢次郎, 高柳博次, 阿南豊正. 1990. 茶の公定分析法. 茶研報 71 : 43~44
- 小原哲二郎, 岩尾裕之. 1977. 食品工學 Hand Book. 建泉社(日本) : p. 393.
- 大森正司, 失野とし子, 岡本順子, 律志田. 1987. 嫌氣處理綠茶(ギヤバロン茶)による高血壓自發性ラットの血壓上昇抑制作用. Nippon Nogeikagoku Kaishi 61 : 1449.
- 大石川八. 1988. 新茶業全書. 三協印刷株式會社(日本) : p. 153~170, 197~203, 488~510.
- 竹内敦子, 澤井祐典, 深律修一. 1994. 嫌氣條件による γ -アミノ酪酸増加はジャの組織の熟度に依存する. 茶研報 80 : 17~21.