

저장온도 및 기간별 혐기처리 녹차의 품질 변화

박장현¹ · 남승희² · 송장훈^{1*} · 조영식¹ · 최진호¹ · 최장전¹ · 이한찬¹

¹국립원예특작과학원 배시험장, ²전남농업기술원 식품연구소

Quality Changes of Green Tea on Anaerobic Treatment by Various Storage Temperature and Period

Jang Hyun Park¹, SeungHee Nam², Jang Hoon Song^{1*}, Young Sik Cho¹, Jin Ho Choi¹,
Jang Jeon Choi¹, and Han Chan Lee¹

¹Pear Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Naju 520-821, Korea

²Food Research Institute, Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 520-715, Korea

Abstract. Anaerobic treated green teas were sealed with aluminum pack and stored for 12 months at three different temperatures such as 25, 4, or -10°C. Anaerobic green teas were evaluated with respect to physiochemical properties and physiological functions. The longer anaerobic green teas were stored, their total nitrogen, tannins, or chlorophyll contents were reduced. Especially, the lower storage temperature of green tea resulted in less loss of physiochemical contents in green tea. Since green teas stored at -10°C exhibited less loss of physiochemical contents, compared to green teas stored at 25 or 4°C. The qualities of green teas stored at -10°C for 12 months were similar with those of teas stored at 4°C for 8 months or stored at 25°C for 4 months. Since 'a' value (green color) of green tea was considered as an important criteria to evaluate the tea quality. Anaerobic teas stored for 12 months were monitored their 'a' color values with -12.40 (fresh one), -10.54 (-10°C), -9.77 (4°C), and -9.06 (25°C). Sensory evaluation results showed that anaerobic teas at -10°C were more favored than those at or 4 or 25°C. In conclusion, optimum storage temperature for anaerobic green teas should be -10°C.

Additional key words: chemical components, optimum storage temperature, sensory evaluation, tea qualities

서 언

차는 기호식품이므로 저장 중 맛, 향 등에 변성이 발생하면 가치가 크게 감소하기 때문에, 차 고유의 맛과 향을 유지하는 것이 대단히 중요하다(Kim, 1996). 차는 다른 건조식품과 마찬가지로 장기간 저장을 위해 건조 보관이 필수적인데, 이때 차의 품질 저하는 미생물에 의한 변질보다는 흡습성이 강해 상온에서 흡습에 의한 변질이 급속하게 일어나게 된다. 특히 여름철에는 온도와 습도가 높기 때문에 상온 보관 시 쉽게 변질된다(Fukatsu and Hara, 1971). 차의 변질 관련 주요성분에는 엽록소, 카테킨, 지질 및 카로티노이드, 비타민 C 등이 있는데, 이들 성분이 공기 중 산소와 결합할 때 차의 색상, 수색, 향미 등에 변화를 일으키고, 이런 산화반응은 수분함량, 저장온도, 효소 및 광선 등의 영향을 받는다.

따라서 차의 고품질 유지를 위해서는 차의 품질 변화를 감소시킬 수 있는 저장방법이 중요하다고 볼 수 있다. 녹차는 상온에서 방습성이 충분하지 못할 경우에는 1-2개월 정도의 저장으로 상당히 변질되는데, 다만 수분함량이 3% 내외로 건조되어 있을 경우에는 어느 정도 변질이 지연되지만 저온 저장과 비교할 경우 현저히 품질이 떨어진다(Haraguchi et al., 2002). 상온에서 보관한 차를 마시면 수색이 연한 갈색을 띠고, 맛과 향도 녹차 고유의 맛이 아닌 묵은 냄새가 섞인 형태로 변질이 발생하는데, 질소가스 등으로 포장 내부를 채우면 차의 변질은 지연되지만, 30°C 이상의 고온이 되면 차의 변질을 막기 어렵다. 차를 저온으로 저장하면 산화속도가 늦추어지기 때문에 저장온도가 낮으면 낮을수록 변질 방지효과가 크지만 경비문제와 창고 내 작업성 등을 고려할 때 대개 0-5°C의 온도가 일반적으로 사용되고

*Corresponding author: bird0423@korea.kr

※ Received 2 January 2012; Revised 18 June 2012; Accepted 18 June 2012.

있다. 그러나 건조가 불충분한 상태의 녹차일수록 저온보다는 냉동 온도에서 보관하면 품질의 변화가 훨씬 적게 일어난다(Hara, 1984; Kaoahachi, 1988). 따라서 본 연구는 저장 온도와 기간에 따른 혐기처리 녹차의 품질 관련성분의 변화를 분석해 혐기처리 녹차 적정 저장기간을 설정하고자 수행하게 되었다.

재료 및 방법

시료제조

전남 보성군에 위치한 차 시험장 포장에서 재배중인 수령 16년, 수고 60-70cm, 재식거리 180 × 30cm, 시비 N-P-K = 60-20-30kg · 10a⁻¹로 연간 2-4회 분시를 실시한 차나무 (*Camellia sinensis* var. *sinensis*)에서 5월 하순경 3엽씩 차 잎 2kg을 채취해 부피가 약 25L에 해당하는 플라스틱 용기에 넣고 N₂ 가스를 처리하였다. 처음에는 용기가 부풀 정도로 많은 양의 N₂ 가스를 2-3회 유입해 용기중의 산소를 제거한 다음 20-25psi 가스압으로 3시간 처리하였다. 무처리 차는 채엽 즉시, 혐기처리 차는 N₂ 가스 처리 후 용기에서 꺼내 Table 1과 같은 조건으로 증제차 제조기를 이용해 혐기처리 녹차를 제조하였고, 저장은 수분함량이 6 ± 1%인 혐기처리 녹차를 알루미늄포장(알루미늄접착필름, 산소투과도 1.5mL/m · atm · d 이하)에 넣고 뚜껑이 있는 플라스틱 용기에 보관하여 각각 상온, 4℃, -10℃에서 0일부터 2개월 간격으로 12개월간 저장 온도별로 품질 변화를 관찰하였다.

혐기처리 녹차의 주요 성분 분석

총질소 정량은 비색법(IAS, 1989)으로 측정하였고, 총아미노산은 신간비색정량법(Ikegaya and Nasuda, 1986)에

따라 측정하여 glutamic acid로 정량하였다. Tannin, caffeine, vitamin C는 차 공정분석법(Ikegaya et al., 1990), chlorophyll은 Yoshda et al.(1976)의 방법, fatty acid는 Quin and Hobbs(1958)의 방법에 준해 분석하였고, 표면색은 색차계(Colorimeter, JC 801, Japan)를 이용해 차의 조사기준법(Kaoahachi, 1988)에 따랐다.

관능평가

관능검사는 차의 심사법(Takeo et al., 1988)에 따라 차학회의 증제차 심사기준을 응용하여 채점 시험방식으로 평가하였다. 시료를 백색자기(φ 90 × 100mm)에 넣고 80℃ 물 150mL를 부어 2분 후에 10명의 검사원들에 의해 외적 품질(형상), 내적 품질(차의 물색, 향, 맛, 차를 우려낸 후 차 잎) 등 5항목을 평가하였다. 품질 평가 요소의 중요도에 따라 향과 맛은 25점, 외형과 차의 물색은 20점, 차를 우려낸 후 차 잎은 10점으로 최고점을 달리하여 각 처리 별 3반복으로 평가하였으며, 품질평가 요소 평점이 높을수록 녹차의 품질은 양호하다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS 프로그램을 이용하여 평균 ± 표준편차로 표시하였고, 평균값의 통계적 유의성은 p < 0.05 수준에서 Duncan의 다중 검정법에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

저장온도 및 기간경과에 따른 혐기처리 녹차 화학성분

혐기처리 녹차의 총질소 함량은 상온 저장 시 저장 전 5.17 ± 0.06%에서 저장기간이 길어질수록 함량 감소가 계

Table 1. Manufacturing process of N₂ gas treated green teas.

Process	Manufacturing machine	Specification
Steaming	Steaming machine (ED-2000)	Boiling pressure: 7.84 pa·cm ⁻³ Steaming pressure: 1.96 pa·cm ⁻³ Time: 60 s
Primary Drying	Primary drying tea roller (ES-2000)	Number of main shaft rotation: 37 rpm Air supply temp: 100 ± 2℃ Time: 60 ± 2 min
Rolling	Tea roller (EJ-2000)	Number of main shaft rotation: 40 rpm Time: 15 min Weight: 2.15 kg
Secondary Drying	Secondary drying tea roller (EC-2000)	Number of main shaft rotation: 37 rpm Air supply temp: 70 ± 2℃ Time: 30 ± 2 min
Final Drying	Final drying tea roller (EH-2000)	Number of main shaft rotation: 30 rpm Air supply temp: 80 ± 2℃ Time: 40 ± 1 min
Drying	Drier (NDH-60)	Chamber Temp: 90 ± 5℃ Time: 80 ± 2 min

Table 2. Content of chemical components in N₂ gas treated green tea according to different storage temperature and period.

Storage period (Months)	Total Nitrogen (%)	Total Amino Acid (mg·100 g ⁻¹ dw)	Tannin (%)	Caffeine (%)	Chlorophyll (mg·100 g ⁻¹ dw)	Vitamin C (mg·100 g ⁻¹ dw)
Before storage						
	5.17 ± 0.06 a ²	2,783 ± 27 a	12.98 ± 0.21 a	2.89 ± 0.13a	401 ± 12.8 a	179 ± 13.7 a
Storage at room temperature						
2	5.03 ± 0.07 ab	2,699 ± 45 b	12.38 ± 0.18 ab	2.70 ± 0.06 ab	375 ± 12.1 a	137 ± 14.1 b
4	4.89 ± 0.06 b	2,601 ± 32 c	12.00 ± 0.14 b	2.57 ± 0.12 bc	302 ± 23.9b	112 ± 10.7c
6	4.67 ± 0.08 c	2,547 ± 31 cd	11.68 ± 0.11 c	2.47 ± 0.13 bcd	273 ± 16.4 bc	85 ± 9.6 d
8	4.58 ± 0.06 cd	2,498 ± 36 de	11.35 ± 0.14 cd	2.42 ± 0.11 cd	251 ± 13.2 cd	63 ± 9.4 de
10	4.47 ± 0.06 de	2,467 ± 20 ef	10.76 ± 0.14 de	2.34 ± 0.12 cd	230 ± 12.7 d	48 ± 6.7 ef
12	4.41 ± 0.06e	2,411 ± 22 f	10.54 ± 0.12 e	2.25 ± 0.11 d	222 ± 7.4 d	35 ± 5.4 f
Storage at 4°C						
2	5.15 ± 0.05a	2,765 ± 26 ab	12.92 ± 0.16 a	2.85 ± 0.15 a	392 ± 20.3 a	162 ± 14.3 ab
4	5.05 ± 0.07 a	2,705 ± 25 b	12.43 ± 0.16 b	2.73 ± 0.09 ab	379 ± 20.1 a	144 ± 9.1 b
6	4.92 ± 0.05 b	2,613 ± 26 c	12.05 ± 0.17 bc	2.59 ± 0.12 bc	313 ± 20.8 b	117 ± 10.7 c
8	4.69 ± 0.05 c	2,553 ± 39 cd	11.71 ± 0.19 cd	2.49 ± 0.10 bc	278 ± 19.7 bc	87 ± 9.6 d
10	4.60 ± 0.07 cd	2,504 ± 30 de	11.38 ± 0.24 d	2.47 ± 0.10 c	256 ± 17.6 cd	67 ± 8.0 de
12	4.49 ± 0.07 d	2,471 ± 32 e	10.78 ± 0.15 e	2.35 ± 0.12 c	233 ± 14.3 d	52 ± 5.7 e
Storage at -10°C						
2	5.16 ± 0.08 a	2,783 ± 27 a	12.98 ± 0.19 a	2.89 ± 0.20 a	401 ± 20.4 a	179 ± 12.3 a
4	5.15 ± 0.07 a	2,771 ± 25 ab	12.94 ± 0.18 a	2.86 ± 0.12 ab	394 ± 20.5 a	168 ± 10.1 ab
6	5.07 ± 0.08 ab	2,735 ± 18 ab	12.75 ± 0.14 ab	2.79 ± 0.09 ab	381 ± 12.1 a	156 ± 12.8 b
8	5.03 ± 0.07 ab	2,711 ± 37 b	12.51 ± 0.16 bc	2.72 ± 0.11 abc	370 ± 13.3 a	147 ± 9.4 b
10	4.93 ± 0.08 b	2,632 ± 34 c	12.13 ± 0.19 cd	2.60 ± 0.12 bc	322 ± 16.1 b	123 ± 6.5 c
12	4.73 ± 0.07 c	2,563 ± 26 d	11.83 ± 0.20 d	2.51 ± 0.07 c	286 ± 12.6 c	106 ± 6.4 c

²Mean separation within columns for each storage temperature by Duncan's multiple range test at *P* = 0.05.

속되어 저장 6개월 경과 시 4.67 ± 0.08%, 12개월 경과 시 4.41% ± 0.06로 함량이 감소되었고, 4°C에서 저장 8개월에 4.69 ± 0.05%로 상온 6개월 저장 시 4.67 ± 0.08%와 함량 차이가 없는 것으로 보아 함량 감소가 2개월 정도 지연되는 현상을 볼 수 있었다(Table 2).

-10°C 저장 시에 함량 감소폭은 상온, 4°C에 비해 적었으며, 함량 감소 정도는 상온에 비해 8개월, 4°C에 비해서는 4개월 정도 지연되었다. Tsuji(2001)도 녹차의 총질소 함량은 상온, 5°C, -5°C 저장 시에는 저장기간이 길어질수록 함량이 감소하며, 감소폭은 상온 > 5°C > -5°C 순이었다고 보고하였다. 총아미노산 함량은 저장 전에는 2,783 ± 27mg·100g⁻¹ dw였는데, 상온 저장 시 2개월 경과 2,699 ± 45mg·100g⁻¹ dw, 6개월 경과 2,547 ± 31mg·100g⁻¹ dw, 12개월 경과 2,411 ± 22mg·100g⁻¹ dw으로 저장기간이 길어질수록 함량이 지속적으로 감소하였다. 4°C와 -10°C도 상온과 유사한 경향으로 저장기간이 길어질수록 함량이 감소하였으며, 함량 감소폭은 상온 > 4°C > -10°C 순이었다. Tsuji(2001)가

저장 중 녹차의 총아미노산 함량 감소는 상온 > 5°C > -5°C 순이었으며, 녹차 품질은 -5°C 보관 시 가장 양호하였다고 보고하였다. 차의 물색, 맛, 향기에 관여하는 주요성분으로 산화 시 갈변 물질에 의해 수색을 변화시키는 탄닌은 상온 저장 시 저장 전 12.98 ± 0.21%에서 상온, 4°C와 -10°C 저장온도에서 저장기간이 길어질수록 감소하였는데 저장 12개월 후 상온에서 10.54 ± 0.12, 4°C 10.78 ± 0.15, -10°C 11.83 ± 0.20%로 -10°C 저장 시 탄닌 함량 변화가 가장 적었다. 카페인 함량은 저장 전 2.89 ± 0.13%에서 상온 저장 2개월 2.70 ± 0.06%, 6개월 2.47 ± 0.13%, 12개월 2.25 ± 0.11%를 나타냈고, 4°C 저장의 경우 2개월 2.85 ± 0.15%, 6개월 2.59 ± 0.12%, 12개월 2.35 ± 0.12%로 상온 저장보다 함량 변화가 적었으며, -10°C 저장 시 2개월 2.89 ± 0.20%, 6개월 2.79 ± 0.09%, 12개월 2.51 ± 0.07%로 상온 저장이나 4°C 저장보다도 함량 변화가 적었다. 열이나 광선을 받으면 색상의 강도가 떨어지는데 이는 엽록소 성분 중 마그네슘이온이 이탈되어 페오피틴이 되기 때문이며, 페오피틴으로

30% 이상 변하면 갈변되어 현저히 색택이 감소되는(Ezawa, 1988; Kim, 1996) 엽록소는 저장 전 $401 \pm 12.8\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw이었으나 상온 저장 시 2개월 $375 \pm 12.1\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw, 6개월 $273 \pm 16.4\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw, 12개월 $222 \pm 7.4\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw로 각각 6.5, 32, 44.6% 함량 감소율을 나타냈고 4°C는 2개월 $392 \pm 20.3\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw, 6개월 $313 \pm 20.8\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw, 12개월 $233 \pm 14.3\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw로 상온 저장보다 함량 변화가 적었으나 저장기간이 길어짐에 따라 함량이 감소하였으며, -10°C 저장은 2, 6, 12개월에 함량은 401 ± 20.4 , 381 ± 12.1 , $286 \pm 12.6\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw로 상온이나 저온 저장보다 함량 변화가 적었으며 상온 저장에 비해 6개월, 4°C 저장에 비해 2-4개월 정도 함량 감소가 지연되었다. Haraguchi et al.(2002)이 저장기간 및 온도에 따른 녹차의 엽록소 잔존율을 분석한 연구 결과 저장 6개월 후 -70°C 94%, 4°C 83%, 상온 67.4%, 37°C 33.7%로 잔존했다는 보고가 있어 본 시험과 함량 차는 있으나 유사한 결과라 생각된다. 비타민 C는 잔존율이 60% 이하일 때는 상당히 변질이 발생되었다고 알려져 있는데(Ezawa, 1988), 저

장 중 비타민 C 함량은 저장 전 $179 \pm 13.7\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw에서 상온 저장 시 4개월 $112 \pm 10.7\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw로 잔존율이 62.6%, 4°C 6개월 $117 \pm 10.7\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw로 잔존율이 65.4%, -10°C 저장은 12개월에 $106 \pm 6.4 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ dw로 잔존율 59.2%로 상온 4개월, 4°C 6개월, -10°C 12개월째에 변질에 의한 품질 변화가 발생하였다. Haraguchi et al.(2002)도 -70°C와 4°C 보관 시 3-5개월 후, 25와 37°C에서는 1-2개월부터 비타민 C의 잔존율이 60% 이하로 떨어졌다고 보고한 내용과 유사한 경향이었다.

저장온도 및 기간경과에 따른 혐기처리 녹차의 지방산 함량

차에 존재하는 지방산 형태는 myristic acid, palmitic acid, palmitoic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid가 있으며 차에 들어있는 지방산은 약 70-80%가 산화되기 쉬운 불포화 지방산으로 차 보관 시 지질의 변화에 의해 외적, 내적 품질에 영향을 준다고 한다(Anan and Nakamura, 1977). 차에서의 지방산 함량은 Table 3에 나타내었으며, 저장 전 지방산 함량은 포화 지방산인 palmitic

Table 3. Content of fatty acid in N₂ gas treated green tea according to different storage temperature and period.

Storage period (Months)	Content of fatty acid (mg·100 g ⁻¹ dw)					Total (mg·100 g ⁻¹ dw)
	C _{16:0} Palmitic acid	C _{18:0} Stearic acid	C _{18:1} Oleic acid	C _{18:2} Linoleic acid	C _{18:3} Linolenic acid	
Before storage						
	575 ± 11.4 a ²	67 ± 3.7 a	162 ± 9.9 a	602 ± 21.9 a	1,510 ± 23 a	2,916 ± 28 a
Storage at room temperature						
2	541 ± 18.0 a	58 ± 3.6 ab	151 ± 7.0 a	569 ± 17.9 b	1,428 ± 15 b	2,748 ± 11 b
4	498 ± 18.0 b	49 ± 5.9 bc	130 ± 10.2 b	524 ± 15.2 c	1,345 ± 21 c	2,546 ± 18 c
6	435 ± 13.9 c	43 ± 5.7 cd	111 ± 7.0 c	468 ± 16.4 d	1,268 ± 18 d	2,324 ± 148 d
8	401 ± 18.4 d	39 ± 5.8 cd	98 ± 9.7 cd	407 ± 11.6 e	1,104 ± 22 e	2,050 ± 28 e
10	377 ± 14.7 de	36 ± 2.9 d	85 ± 5.4 de	359 ± 8.1 f	935 ± 17 f	1,793 ± 17 f
12	353 ± 13.0 e	35 ± 4.3 d	79 ± 7.0 e	336 ± 10.2 f	899 ± 15 f	1,702 ± 20 g
Storage at 4°C						
2	557 ± 13.9 a	60 ± 4.6 ab	160 ± 6.6 a	588 ± 19.0 a	1,445 ± 251 b	2,810 ± 43 b
4	549 ± 9.5 a	58 ± 6.7 abc	157 ± 12.0 ab	575 ± 13.5 a	1,435 ± 25 b	2,774 ± 18 b
6	545 ± 17.0 a	56 ± 4.0 bc	150 ± 11.2 ab	567 ± 15.6 ab	1,430 ± 16 b	2,749 ± 62 b
8	499 ± 20.8 b	50 ± 2.9 cd	138 ± 13.1 b	537 ± 19.2 b	1,356 ± 27 c	2,580 ± 7 c
10	431 ± 22.8 c	45 ± 5.4 d	108 ± 7.3 c	475 ± 17.1 c	1,287 ± 26 d	2,346 ± 31 d
12	402 ± 22.8 c	40 ± 3.9 d	98 ± 9.4 c	414 ± 9.0 d	1,121 ± 25 e	2,076 ± 30 e
Storage at -10°C						
2	568 ± 17.4 a	64 ± 4.2 a	162 ± 12.8 a	595 ± 23.4 a	1,493 ± 30 a	2,879 ± 44 ab
4	559 ± 13.6 a	61 ± 5.0 ab	160 ± 7.3 ab	590 ± 13.9 a	1,465 ± 190 ab	2,833 ± 31 bc
6	551 ± 11.9 a	58 ± 3.7 ab	157 ± 10.0 ab	581 ± 19.3 ab	1,438 ± 15 b	2,785 ± 227 cd
8	549 ± 22.4 a	57 ± 5.9 abc	152 ± 6.6 ab	569 ± 15.0 ab	1,426 ± 30 b	2,753 ± 34 d
10	507 ± 20.8 b	53 ± 5.9 bc	141 ± 6.2 b	543 ± 16.4 b	1,376 ± 161 c	2,620 ± 20 e
12	452 ± 20.3 c	47 ± 4.6 c	119 ± 11.5 c	483 ± 18.6 c	1,315 ± 20 d	2,416 ± 21 f

²Mean separation within columns for each storage temperature by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

acid(C_{16:0})과 stearic acid(C_{18:0})이 각각 575 ± 11.41과 67 ± 3.7mg · 100g⁻¹을 점유하고 있었고, 불포화 지방산인 oleic acid(C_{18:1}), linoleic acid(C_{18:2}), linolenic acid(C_{18:3})은 각각 162 ± 9.9, 602 ± 21.9, 1510 ± 23.0mg · 100g⁻¹을 차지하고 있었다. 상온 저장 시 포화 지방산인 C_{16:0}은 6개월 경과 시 435 ± 13.9mg · 100g⁻¹이었고, 저장기간이 길어짐에 따라 함량이 감소해 12개월에 353 ± 13.0mg · 100g⁻¹을 나타냈으며, C_{18:0}도 유사한 경향으로 저장기간이 길어짐에 따라 함량이 감소해 12개월 저장 시 35 ± 4.3mg · 100g⁻¹을 나타냈다. 불포화 지방산인 C_{18:1}은 6개월 저장 시 111 ± 7.0mg · 100g⁻¹이었고, 12개월 저장 시 79 ± 7.0mg · 100g⁻¹으로 함량이 감소했으며, C_{18:2}, C_{18:3}도 12개월 저장 시 336 ± 10.2, 899 ± 14.7mg · 100g⁻¹ 함량이 감소하였다. 총 지방산 함량은 저장 전 2,916 ± 28mg · 100g⁻¹에서 저장 6개월 2,324 ± 14mg · 100g⁻¹, 저장 12개월 1,702 ± 20mg · 100g⁻¹으로 저장기간이 길어질수록 함량이 감소하였다. 이는 Anan et al.(1982)이 상온 저장 시 저장 3개월에 지방산 총 함량의 10%가, 저장 6개월에 총 함량의 15%가 감소한다고 보고한 내용과 유사

한 경향이였다.

4°C 저장에서는 6개월 저장 시 총 지방산 함량은 2,749 ± 62mg · 100g⁻¹으로 저장 전 함량 2,916 ± 28mg · 100g⁻¹에 비해 9.4% 감소가 발생하였고, C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}은 각각 545 ± 17.0, 56 ± 4.0, 150 ± 11.2, 567 ± 15.6, 1430 ± 16.4mg · 100g⁻¹이었으며, 12개월 저장 시 402 ± 22.8, 40 ± 3.9, 98 ± 9.4, 414 ± 9.0, 1121 ± 24.9mg · 100g⁻¹으로 함량이 감소하였다. 이는 Anan et al.(1982)이 저장 전 C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}의 조성비율이 20.3, 1.7, 7.6, 21.4, 48.3였는데, 6개월 저장 시 21.2, 1.6, 8.1, 21.9, 46.6%를 점유하고 있었다는 보고와 아주 유사한 경향을 볼 수 있었다. -10°C에서 저장 2개월에서 C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}과 총 지방산 함량은 각각 568 ± 17.4, 64 ± 4.2, 162 ± 12.8, 595 ± 23.4, 1493 ± 30, 2879 ± 44.1mg · 100g⁻¹으로 저장 전과 비교해 함량 변화가 적었으나, 저장기간이 길어질수록 포화 지방산인 C_{16:0}과 C_{18:0} 그리고 불포화 지방산인 C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}과 총 지방산 함량이 감소하는 경향으로 12개월 저장 시 C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}과 총 지방산 함량은

Table 4. Color changes of N₂ gas treated green tea according to different storage temperature and period.

Storage period (Months)	L value	a value	b value	a/b
Before storage				
	55.85 ± 0.17 a ²	-12.40 ± 0.12 a	29.56 ± 0.12 a	-0.42 ± 0.00 a
Storage at room temperature				
2	54.67 ± 0.11 b	-11.85 ± 0.10 a	29.30 ± 0.12 a	-0.40 ± 0.00 ab
4	53.08 ± 0.15 c	-11.22 ± 0.13 b	28.88 ± 0.19 b	-0.39 ± 0.01 b
6	52.11 ± 0.25 d	-10.18 ± 0.12 c	28.36 ± 0.11 c	-0.36 ± 0.00 c
8	49.67 ± 0.26 e	-9.65 ± 0.17 d	27.95 ± 0.24 d	-0.35 ± 0.01 d
10	47.13 ± 0.26 f	-9.23 ± 0.11 e	27.48 ± 0.16 e	-0.34 ± 0.00 e
12	46.07 ± 0.28 g	-9.06 ± 0.11 f	27.11 ± 0.16 f	-0.33 ± 0.00 f
Storage at 4°C				
2	55.53 ± 0.26 ab	-12.25 ± 0.21 b	29.44 ± 0.18 a	-0.42 ± 0.01 b
4	55.06 ± 0.16 bc	-12.01 ± 0.13 c	29.36 ± 0.18 a	-0.41 ± 0.00 c
6	54.74 ± 0.24 c	-11.79 ± 0.18 d	29.24 ± 0.15 a	-0.40 ± 0.00 cd
8	53.13 ± 0.27 d	-11.31 ± 0.18 de	28.80 ± 0.14 b	-0.39 ± 0.00 de
10	52.19 ± 0.16 e	-10.34 ± 0.16 ef	28.45 ± 0.17 c	-0.36 ± 0.01 e
12	49.75 ± 0.24 f	-9.77 ± 0.09 f	28.12 ± 0.12 d	-0.35 ± 0.00 e
Storage at -10°C				
2	55.76 ± 0.21 a	-12.35 ± 0.13 b	29.52 ± 0.12 a	-0.42 ± 0.00 b
4	55.25 ± 0.27 ab	-12.28 ± 0.11 c	29.47 ± 0.10 a	-0.42 ± 0.01 c
6	54.81 ± 0.68 b	-12.13 ± 0.20 d	29.40 ± 0.14 a	-0.41 ± 0.00 d
8	54.89 ± 0.20 b	-11.72 ± 0.18 d	29.28 ± 0.17 a	-0.40 ± 0.01 d
10	53.46 ± 0.12 c	-11.21 ± 0.13 d	28.91 ± 0.13 b	-0.39 ± 0.00 d
12	52.68 ± 0.20 d	-10.54 ± 0.24 d	28.42 ± 0.14 c	-0.37 ± 0.01 d

²Mean separation within columns for each storage temperature by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

각각 452 ± 20.3 , 47 ± 4.6 , 119 ± 11.5 , 483 ± 18.6 , 1315 ± 19.8 , $2416 \pm 20.6 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 이었다. 이는 Anan et al.(1982)이 차를 -72°C 에서 저장했을 때에 총 지방산 함량이 6개월 후에는 8% 정도 감소하였다는 보고와 감소율 차가 있으나, 본 실험의 저장온도가 -10°C 였으므로 경향이 비슷하다고 볼 수 있다.

저장온도 및 기간경과에 따른 혐기처리 녹차의 표면색상

녹차는 저장 시 표면에 있는 색의 변화 특히 녹색이 감소하는 변화가 심할수록 품질이 저하되는데, 저장온도별, 저장기간 경과에 따른 혐기처리 녹차의 표면색상은 Table 4에 나타내었는데, 저장 전 'L'(명도)값은 55.85 ± 0.17 였으나 상온 저장 시 2개월 경과 후 L값은 54.67 ± 0.11 로 약간 어두워지는 경향이었고, 6개월 저장 시 52.11 ± 0.25 , 12개월 46.07 ± 0.28 로 명도가 감소하였다. 'a'(녹색도)값은 저장 전 -12.40 ± 0.12 에서 2개월 경과 시 -11.85 ± 0.10 , 6개월 -10.18 ± 0.12 , 12개월 -9.06 ± 0.11 로 감소하였다. 'b'(황색도)값은 저장 전 29.56 ± 0.12 에서 저장 6개월 28.36 ± 0.11 , 12개월 27.11 ± 0.16 로 저장기간이 길어질수록 'b' 값이 감소하는 경향이였다. 'a'/'b'(색상)는 저장 전 -0.42 ± 0.00 에서 저장기간이 경과할수록 값이 감소하였는데, 저장 6개월에 -0.36 ± 0.00 , 12개월 -0.33 ± 0.00 였다. Anan et al.(1982)도 'a'/'b'값이 저장 전 -0.46 이었는데 25°C 에서 2개월 저장 시 -0.37 , 4개월 -0.31 , 6개월 -0.22 로 값이 감소했다고 보고하였는데, 이는 본 시험 결과와 유사한 경향임을 알 수 있었다. 4°C 저장에서는 'L'값이 2개월 저장 시 55.53 ± 0.26 였으며 저장기간이 경과할수록 'L'값이 감소해 저장 6개월에는 54.74 ± 0.24 로 저장 전에 비해 색상이 상당히 어두워지는 경향을 나타냈다. 'a'값은 저장 2개월에 -12.25 ± 0.21 이었고, 저장 6개월 -11.79 ± 0.18 , 저장 12개월 -9.77 ± 0.09 로 저장기간이 길어질수록 녹색이 감소함을 알 수 있었다. 'b'값은 저장 2개월 29.44 ± 0.18 , 6개월 29.24 ± 0.15 , 12개월 28.12 ± 0.12 로 저장기간이 길어질수록 값이 감소하는 경향이였다. 'a'/'b' 값은 저장 전 -0.42 ± 0.00 에 비해 2개월 저장 시 -0.42 ± 0.01 , 6개월 저장 시 -0.40 ± 0.00 으로 큰 차이가 없었으나, 8개월 0.39 ± 0.00 부터 값이 감소하는 경향이였으며, 'a'/'b'값만으로 평가하면 4°C 저장이 상온 저장보다 4-6개월 저장기간의 연장 효과가 가능할 것으로 생각된다. Anan et al.(1982)도 냉장 저장 시 Hunter 측정 값 중 'a'/'b'값은 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향으로 저장 전 -0.46 이었는데 3개월 저장 시 -0.40 , 6개월 저장 시 -0.30 으로 감소했다고 보고하였다. -10°C 저장에서 'L'값은 저장 2개월까지는 55.76 ± 0.21 로 저장 전 55.85 ± 0.17 와 큰 차

이가 없었으나 저장기간이 길어질수록 'L'값이 감소해 명도가 낮아지는 경향으로 6개월 54.81 ± 0.68 , 12개월 저장 시 52.68 ± 0.20 을 나타냈다. 'a'값은 2개월 저장 시 -12.35 ± 0.13 , 4개월 -12.28 ± 0.11 , 6개월 -12.13 ± 0.20 으로 저장 전 -12.40 ± 0.12 과 큰 차이가 없었으나, 저장 8개월 -11.72 ± 0.18 부터 값이 큰 폭으로 감소해 12개월 -10.54 ± 0.24 로 이는 저장기간이 길어지면 녹색이 현저하게 감소함을 알 수 있었는데, 저장 전 -12.40 ± 0.12 에 비해 저장 12개월 후 'a'값은 약 15% 정도 감소했다. 'b'값은 저장 전 29.56 ± 0.12 에 비해 저장 8개월(29.28 ± 0.17)까지는 값의 감소가 크지 않았고, 저장기간이 길어질수록 값이 감소해 12개월에는 28.42 ± 0.14 를 나타냈다. 'a'/'b'값은 저장 전 -0.42 ± 0.00 에 비해 저장 10개월(-0.39 ± 0.00)까지 큰 차이가 없었으며, 12개월 저장 시 -0.37 ± 0.01 으로 값이 약간 감소하였는데, 'a'/'b' 값만으로 평가해 보면 -10°C 저장이 상온 저장 보다 6-8개월 정도 품질 변화가 적음을 알 수 있다. Haraguchi et al.(2002)의 보고에 의하면 a값은 저장 3개월 후 -72°C 보관 시 거의 차이가 없었으며, 4°C 에서는 10%가 감소하였으며, 25°C 보관 시는 20% 이상 감소하였다고 하였는데, 이는 감소 폭의 차이는 있으나 본 실험 결과와 유사한 경향임을 알 수 있다. Anan et al.(1982)도 -72°C 저장 시 'a'/'b'값이 4°C 나 25°C 저장보다 감소 폭이 적었다고 보고하였다.

저장온도 및 기간경과에 따른 혐기처리 녹차의 관능평가

차의 관능평가는 차의 외적 품질과 내적 품질에 의해 평가되고, 차의 외적 품질은 제품의 형상과 선택, 내적 품질은 향, 차의 물색, 맛, 등으로 구성되어 있으며(Kaoahachi, 1988; Muramas, 1994) 처리 별 관능평가는 Table 5에 나타내었는데 상온 저장 시 외적 형질인 형상은 저장 전 17.50 ± 0.71 점에서 저장 2개월 후에는 차이가 없었으나, 저장기간이 길어짐에 따라 외관이 열악해져 저장 12개월 후에는 14.40 ± 0.57 점을 나타냈다. 이는 녹차 선택이 저장 4개월 이후부터 감소가 되어 저장기간이 길어짐에 따라 점점 더 열악해졌음을 알 수 있었다. 이는 저장 중 엽록소가 산화 분해되어 녹색을 상당 부분 소실해 적황색을 나타낸 결과라고 생각되며, 이와 유사한 연구 결과가 있었다(Kaoahachi, 1988; Muramas, 1994). 내적 형질 중 차의 물색은 저장 전 19.30 ± 0.51 이었는데, 저장 2개월 18.10 ± 0.62 점으로 값이 감소하였고, 저장 12개월에는 10.30 ± 0.36 점으로 크게 감소하였다. 향은 저장 전 23.07 ± 0.48 점에서 저장 2개월부터 급격한 감소가 일어나 12개월에 13.30 ± 0.37 점을 나타냈다. 이는 저장 시 저장기간이 길어질수록 카로티노이드류가 산화되어 변질 시 냄새를 생성해 녹차 특유의 향을 감소시

Table 5. Sensory evaluation of N₂ gas treated green tea according to different storage temperature and period.

Storage period (Months)	Shape ^z (20)	Liquor color (20)	Aroma (25)	Taste (25)	Infused leaf (10)	Total (100 Point)
Before storage						
	17.50 ± 0.71 a ^y	19.30 ± 0.51a	23.07 ± 0.48a	23.20 ± 0.51a	9.30 ± 0.22a	92.37 ± 2.03a
Storage at room temperature						
2	17.30 ± 0.49 a	18.10 ± 0.62b	20.20 ± 0.65 b	20.40 ± 0.57 b	8.67 ± 0.26 ab	84.67 ± 0.61 b
4	16.50 ± 0.57 ab	17.40 ± 0.65 b	18.10 ± 0.62	20.27 ± 0.54 b	8.10 ± 0.54 bc	80.37 ± 0.82 c
6	16.40 ± 0.51 ab	15.30 ± 0.36 c	17.20 ± 0.54 c	18.20 ± 0.51 c	7.30 ± 0.43 c	74.40 ± 1.28 d
8	15.40 ± 0.51 bc	13.10 ± 0.36 d	15.40 ± 0.37 d	16.10 ± 0.80 d	6.33 ± 0.40 d	66.33 ± 0.95 e
10	15.10 ± 0.50 c	11.30 ± 0.43 e	14.40 ± 0.57 de	15.60 ± 0.57 d	5.30 ± 0.36 e	61.70 ± 1.70 f
12	14.40 ± 0.57 c	10.30 ± 0.36 e	13.30 ± 0.37 e	15.13 ± 0.34 d	5.10 ± 0.37 e	58.23 ± 1.19 g
Storage at 4°C						
2	17.40 ± 0.59 a	19.20 ± 0.50 a	22.57 ± 0.54 a	22.90 ± 0.54 a	9.10 ± 0.51 a	91.93 ± 0.49 a
4	17.23 ± 0.59 ab	19.10 ± 0.29 a	21.93 ± 0.34 ab	22.40 ± 0.57 ab	8.70 ± 0.36 a	89.37 ± 0.87 ab
6	16.93 ± 0.40 ab	18.53 ± 0.45 ab	21.20 ± 0.45 b	21.50 ± 0.57 b	8.27 ± 0.54 ab	86.43 ± 1.52 b
8	16.53 ± 0.48 ab	17.60 ± 0.45 b	19.73 ± 0.69 c	19.90 ± 0.62 c	7.37 ± 0.54 bc	81.13 ± 0.77 c
10	16.10 ± 0.36 bc	16.50 ± 0.65 c	17.50 ± 0.51 d	18.63 ± 0.25 d	6.90 ± 0.54 cd	75.63 ± 1.67 d
12	15.30 ± 0.54 c	14.80 ± 0.24 d	16.20 ± 0.67 e	17.07 ± 0.54 e	6.20 ± 0.59 d	69.57 ± 1.44 e
Storage at -10°C						
2	17.47 ± 0.62 a	19.33 ± 0.60 a	23.10 ± 0.64 ab	23.10 ± 0.57 ab	9.30 ± 0.36 a	92.30 ± 0.45 a
4	17.40 ± 0.36 a	19.10 ± 0.51 a	22.90 ± 0.51 ab	22.70 ± 0.59 ab	9.20 ± 0.37 a	91.30 ± 1.28 a
6	17.20 ± 0.36 ab	18.80 ± 0.57 ab	22.50 ± 0.54 ab	22.20 ± 0.78 ab	8.90 ± 0.22 ab	89.60 ± 1.70 ab
8	17.10 ± 0.67 ab	18.43 ± 0.68 ab	21.80 ± 0.65 bc	21.83 ± 0.12 bc	8.27 ± 0.33 ab	87.43 ± 0.38 ab
10	16.80 ± 0.70 ab	17.70 ± 0.62 bc	20.90 ± 0.80 c	20.70 ± 0.70 cd	7.90 ± 0.41 b	84.00 ± 0.50 b
12	16.10 ± 0.37 b	16.90 ± 0.54 c	19.60 ± 0.54 d	19.90 ± 0.75 d	7.50 ± 0.36 c	80.00 ± 0.16 c

^zSensory evaluation date indicated that good qualities of N₂ gas treated green tea have a tendency to receive high scored value on physical property factors.

^yMean separation within columns for each storage temperature by Duncan's multiple range test at *P* = 0.05.

키기 때문이라 생각되며 이는 다른 연구 결과에서도 보고되었다(Muramas, 1994). 맛도 향이나 차의 물색과 유사한 경향으로 저장 전 23.20 ± 0.51점에서 저장기간이 길어질수록 감칠맛, 단맛 등 성분이 급격히 감소해 저장 12개월에 15.13 ± 0.34점을 나타냈다. 차를 우려낸 후 차 잎은 저장 전 9.30 ± 0.22점에서 저장 12개월 후 5.10 ± 0.37점으로 감소했는데, 이는 상온에서 저장기간이 길어지면서 대기 중의 수분이 흡수되고, 온도가 상승하면서 산화와 갈변이 발생해 차의 품질에 영향을 주었다고 생각된다. 상온 저장 시 저장기간이 길어질수록 혐기처리 녹차의 외적, 내적 품질이 저하되어 차 제품의 품질이 크게 열악해지는 경향이였다.

4°C 저장 시 외적 품질인 형상은 저장 전 17.50 ± 0.71점에 비해 저장 8개월 16.53 ± 0.48으로 차이가 크지 않았으나 저장 10개월(16.10 ± 0.36)부터 차 표면의 색깔이 흐려지고, 갈색이 짙어지는 등 형상이 약간 열악해진 경향을 보였다. 이는 차 표면색상도 형상과 유사한 경향을 볼 수 있었다. 내적 품질 중 차의 물색은 저장 6개월까지는 큰 차이를 볼 수

없었으나, 8개월부터 약간 감소하였고, 저장 12개월에는 14.80 ± 0.24점을 나타냈는데, 이 같은 결과는 엽록소가 갈변되면서 페오피틴으로 전환되어 차의 물색 중 녹색이 현저히 감소된 결과라 생각된다(Ezawa, 1988; Kim, 1996). 향은 저장 4개월까지는 큰 차이가 없었으나 저장 6개월부터 감소가 발생하였고, 저장기간이 길어질수록 더 감소하였다. 맛도 향이나 차의 물색과 유사한 경향으로 저장기간이 길어질수록 감칠 맛, 단 맛 등 전반적인 맛 관련 성분이 감소하기 때문에 맛의 감소가 발생되었다고 생각된다. Haraguchi et al.(2002)이 관능평가 시 맛은 25°C에서 4개월 저장 시 7점이상이 감소하고, 4°C 저장 시에는 3-4점이 감소한다고 보고하였다. 우려낸 차 잎은 저장 전 9.30 ± 0.22점에서 저장 4개월 8.70 ± 0.36점으로 차이가 없었으나, 저장 6개월부터 감소가 발생해 저장 12개월에는 6.20 ± 0.59점을 나타냈다. 이는 상온보다는 약하지만 저온에서 저장기간이 길어지면서 수분이 흡수되어 산화와 갈변이 발생해 차의 품질에 영향을 주었다고 생각된다.

-10℃ 저장 시 외적 형질인 형상은 저장 전 17.50 ± 0.71 점에서 저장 10개월까지는 16.80 ± 0.70점으로 큰 차이가 없었으나, 저장 12개월에 16.10 ± 0.37점으로 약간 열악해졌으며, 내적 형질 중 수색도 저장 8개월까지는 변화가 없었으나 저장 10개월부터 약간 감소하는 경향이였다. 향은 저장 6개월까지는 22.50 ± 0.54점으로 큰 변화가 없었으나, 저장 8개월부터 감소가 일어나 저장 12개월에는 19.60 ± 0.54점으로 상당한 감소를 나타냈다. 이 저장 중 카로티노이드류나 지방산 중 불포화지방산인 C_{18:2}, C_{18:3} 등의 산화에 의해 변질된 냄새가 생성되어 녹차 특유의 향을 감소시킨 결과로 생각된다(Muramas, 1994). 맛도 향, 수색과 유사한 경향으로 저장 6개월까지는 큰 차이가 없었으나, 저장 8개월부터 21.83 ± 0.12점으로 감소가 발생해 저장기간이 길어질수록 전반적인 맛의 감소가 발생되었다. Haraguchi et al.(2002)이 맛은 25℃에서 4개월 저장 시 7점 이상 감소하고, 4℃ 저장 시에는 3-4점이 감소하며 -72℃에서는 맛의 변화가 없다고 보고한 내용과는 온도 차에 의한 저장효과라 생각한다. 우려낸 차 잎은 저장 전 9.30 ± 0.22점에서 저장 8개월 8.27 ± 0.33점으로 큰 차이가 없었으나, 저장 10개월부터 감소가 발생해 저장 12개월에는 7.50 ± 0.36점을 나타냈다. 이는 상온, 저온보다는 약하지만 -10℃에서 저장기간이 길어지면서 수분이 흡수되어 산화와 갈변이 발생해 차의 품질에 영향을 주었다고 생각된다.

초 록

협기처리 녹차를 알루미늄 포장에 보관하여 상온, 4℃, -10℃에 저장 시 품질관련 화학성분인 총질소, 총아미노산, 탄닌, 카페인, 엽록소, 비타민 C 및 지방산은 저장기간이 길어질수록 함량이 감소되었다. 각 성분의 함량 감소폭은 -10℃ 저장이 상온, 4℃에 비해 적었으며, 함량 감소는 상온에 비해 8개월, 4℃에 비해서는 4개월 정도 지연되었다. 저장 시 녹색을 나타내는 'a'값이 감소할수록 품질이 저하되는데, 협기처리 녹차의 표면 녹색을 나타내는 'a'값은 12개월 저장 시 상온 > 4℃ > -10℃ 순으로 저장온도가 높을수록 녹색이 감소됨을 알 수 있었다. 형상, 향, 맛 등으로 평가하는 관능평가는 100점 만점에 점수가 낮을수록 품질이 저하되며, 저장온도에 따라 협기처리 녹차의 품질이 상이하였는데 -10℃ 12개월 저장 시 80점, 4℃ 8개월 81.1점, 상온 4개월 80.4점

으로 저장온도가 낮을수록 품질이 양호하였다. 따라서 본 연구의 내용을 종합한 결과, -10℃를 협기처리 녹차의 가장 효과적인 저장온도로 제시하고자 한다.

추가 주요어: 화학성분, 차품질, 관능평가, 최적 저장온도

인용문헌

- Anan, T. and K. Nakamura. 1977. Change in lipid content and fatty acid composition of tea leaves during growing period of the first and second flushed. *J. Jap. Food Sci.* 24:305-310.
- Anan, T., H. Takayanagi, K. Ikegaya, and M. Nakagawa. 1982. Change in the content of fatty acid during storage of green tea. *J. Tea Tec. Res.* 62:44-49
- Ezawa, T. 1988. Storing and wrapping of tea. *Shizuoka Tea Asso. Cham. Res. Bul.* 441.
- Fukatsu, S. and T. Hara. 1971. Effect of storage condition on the qualities of tea. *Study Tea* 40:58-66.
- Hara, T. 1984. Nitrogen gas packing of green tea. *J. Tea Res.* 60:1-6.
- Haraguchi, Y., H. Sano, K. Nakazato, K. Tomaru, and M. Yorishita. 2002. Effects of storage conditions on quality of match tea. *J. Tea Res.* 93:1-8.
- Ikegaya, K. and M. Masude. 1986. A new simple determination method of total amino acid in green tea. *J. Tea Res.* 63:35-36.
- Ikegaya, K., H. Takayamagi, and T. Anan. 1990. Quantitative analysis of tea constituent. *J. Tea Res.* 71:43-73.
- Institute of Agricultural Science (IAS). 1989. Methodology of soil chemical analysis. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Kaoahachi, O. 1988. New compendium of tea work (storage and packing method of greentea). Shan Hyob Printing Co., Shizuoka, Japan.
- Kim, J.T. 1996. The science and culture of tea plant. Bolim Printing Co., Seoul, Korea.
- Muramas, K.I. 1994. The science of tea. Jochang Bookstore, Tokyo, Japan.
- Quin, L.D. and M.E. Hobbs. 1958. Analysis of the nonvolatile acid in cigarette smoke by gas chromatography of their methyl esters. *Anal. Chem.* 30:1400-1404.
- Takeo, T., K. Ikegaya, and M. Nakagawa. 1988. The sensory evaluation and brewing condition of taste of green tea. *New Compendium of Tea Work*, Tokyo, Japan.
- Tsuji, M. 2001. The relationship between Chemical components and the quality of Tencha Tea. *J. Tea Res.* 90:1-7.
- Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cook, and K.A. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. International Rice Research Institute, Tokyo, Japan.