

시판 볶음녹차의 품질에 따른 이화학적 특성

신미경 · 장미경 · 서은숙
원광대학교 가정대학 식품영양학과

Chemical Properties on the Quality of Marketed Roasting Green teas

Mee-Kyung Shin, Mi-Kyung Chang and Eun-Sook Seo
Dept. of Food and Nutrition, Wonkwang University

Abstract

This study was conducted to know the quality of marketed green teas which were divided into high, middle and low grade according to the price. We examined the content of water, ash, total nitrogen, tannin, caffeine, chlorophyll and color value and did sensory evaluation.

The results were as follows:

- 1) The content of water was 2.17-3.67% and content of ash was 4.50-5.17%, there were no significant difference in each grade.
- 2) The content of total nitrogen was 4.38% in high grade, 4.60% in middle grade and 4.68% in low grade.
- 3) The content of tannin was 11.09% in high grade, 14.22% in middle grade and 14.44% in low grade, middle and low grade were significantly higher than high grade.
- 4) The nitrogen rate to tannin (N/T) was 39.5% in high grade, 32.6% in middle grade and 32.70% in low grade, N/T rate of high grade was significantly highest than others.
- 5) The content of caffeine is 1.78% in high grade, 1.32% in middle grade and 0.92% in low grade, high and middle grade were significantly higher than low grade.
- 6) The content of total chlorophyll is 297.37 mg% in high grade, 192.89 mg% in middle grade and 204.79 mg% in low grade, chlorophyll a was 69.23 mg% in high grade, 51.99 mg% in middle grade and 63.42 mg% in low grade, and chlorophyll b was 228.47 mg% in high grade, 131.21 mg% in middle grade and 141.63 mg% in low grade.
- 7) Yellow value of high and middle grade were significantly higher than low grade, but blue and red value were no significant difference in groups.
- 8) In sensory evaluation, appearance, taste, odor of high grade were better than others and total score was 15.25 in high grade, 12.97 in middle grade and 9.80 in low grade.
- 9) Price had a positive correlation with caffeine, appearance and taste, but a negative correlation with tannin. N/T rate had a negative correlation with tannin, but a positive correlation with caffeine.

I. 서 론

녹차는 커피, 코코아 및 홍차와 함께 카페인을 함유한 비알코올성 기호음료로서 이들에 비하여 질소, 폴리페놀, 당, 유기산, 비타민 및 무기질 등을 많이 함유하고 있는 것이 특징이다.

녹차는 카페인의 쓴맛, 탄닌의 떫은맛, 질소 화합물의 구수한 맛 등의 화학적인 맛과 색, 향기 및 외관 등의 심리적인 맛 그리고 입안에 닿았을 때 느껴지는 촉감 등의 물리적인 맛이 조화를 이루어 오묘한 맛을 나타내고 있다. 그러나 이러한 차의 성분은 자연환경, 재배조건 및 저장방법 등에 따라 조성이 변화하여 차

의 맛과 품질에 영향을 미치고 있다^{1,2)}.

녹차에 관한 연구로는 권³⁾, 김⁴⁾ 등이 녹차에 대한 역사적 고찰을 하였고 신⁵⁾, 김⁶⁾, 은⁷⁾, 정⁸⁾, 김 등⁹⁾, 유와 정¹⁰⁾, 정 등¹¹⁾, 김 등¹²⁾, 고와 이¹³⁾, 최¹⁴⁾는 차의 성분분석을, 그리고 신¹⁵⁾, 오¹⁶⁾, 中川¹⁷⁻²¹⁾, 久保²²⁾, 佐伯²³⁾ 등의 녹차품질에 관한 연구 등이 있으나 시중에 유통되고 있는 녹차의 품질에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

일반적으로 녹차는 적체시기에 따라 4-5월에 제차한 것을 상품, 6-7월에 제차한 것을 중품, 8-9월에 제차한 것을 하품으로 분류하여 어린 차잎으로 제차한 것일수록 품질이 좋은 것으로 평가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 시판되고 있는 녹차를 가격과 적체시

기에 따라 상품, 중품, 하품으로 구분하여 차의 품질에 관여하는 성분인 총 질소, 탄닌, 카페인, 엽록소 및 색도 등의 분석과 관능검사를 통하여 시판녹차의 품질 평가의 기초자료를 얻고자 시도 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재료

시판되는 녹차를 적채시기와 가격에 따라 상품(4-5월, 13,000-15,000원), 중품(6-7월, 10,000-12,000원) 및 하품(8-9월, 7,000-9,000원)으로 구분하여 각각 덩음차 2종씩을 구입하여 실험재료로 사용하였다.

2. 방법

(1) 시료

녹차를 유발에서 마쇄한 후 40 mesh의 표준체를 통과한 것을 시료로 사용하였다.

(2) 수분, 회분 및 총 질소의 분석

수분은 차의 공정분석법²⁴⁾의 상압가열분석법으로, 회분은 AOAC²⁵⁾의 직접회화법으로 정량하였으며, 총 질소는 Micro kjeldahl²⁴⁾법으로 측정하였다.

(3) 탄닌의 정량

탄닌은 Iwasa법²⁶⁾에 따라 시료 0.1 g에 물 50 ml를 가하여 비등 수용상에서 30분간 가온 후 냉각시켜 100 ml로 한 다음 여과하여 이 여과액 5 ml에 ferric tartrate용액 5 ml와 sorensen's phosphate buffer용액 15 ml를 가한 후 540 nm(spectrophotometer, MTS-5000, Schimadzu Co.)에서 비색 정량하였다. 표준곡선은 5, 10, 15 및 20 mg% ethyl gallate의 표준용액 각 5 ml를 취하여 시료와 동일한 처리를 하여 작성하였다.

(4) 카페인의 정량

Blauch의 방법²⁷⁾에 따라 시료 5 g에 70°C로 가온한 증류수 50 ml를 가하고 비등수용상에서 약 15분간 추출하고 여과한 여액 25 ml를 취하여 30°C에서 감압건고한 후 증류수 5 ml에 용해시켜 원심분리(3000 rpm, 15분)하여 얻은 상정액을 검액으로 하여 HPLC(Water Model 244 Liquid Chromatograph)로 분석하였다. 이때 카페인의 표준용액 0.1, 0.6, 1.0 및 2.0 mg/ml를 각각 10 µl씩 취하여 표준용액이 나타내는 peak area로서 표준 곡선을 작성하여 검액의 카페인량을 구하였다.

Column은 µ-Bondapak C-18를 사용하였으며 이동상은 10% CH₃ CN-90% H₂O를 사용하였고 검출기는 UV absorbance(254 nm)로 하였다.

(5) 엽록소의 정량

엽록소의 정량은 小原²⁸⁾의 방법에 준하여 유발에 분

말녹차 1 g, 증류수 5 ml, 탄산칼슘 3 g 및 해사 5 g을 넣고 마쇄한 다음 85% 아세톤 용액 150 ml를 넣어 5°C 냉암소에서 24시간 방치한 후 원심분리(3000 rpm, 15분)하였다. 상정액에 아세톤을 가하여 200 ml로 정용한 후 25 ml를 취하여 분액여두에 옮겨 에테르 100 ml를 넣어 1분간 강하게 흔들어 색소를 에테르층으로 이동시킨 후 증류수를 가하여 아세톤을 제거하고 이를 비이커에 옮겨 무수 황산나트륨 5 g을 가하여 탈수한 다음 에테르를 가하여 200 ml로 정용하였다. 이 추출용액을 660 nm와 642.5 nm에서 흡광도(Spectrophotometer, MTS-5000, Schimadzu CO.)를 측정하여 아래의 식에 의하여 엽록소량을 산출하였다.

Total chlorophyll(mg/l)

$$=7.12 \text{ OD}(660 \text{ nm})+16.8 \text{ OD}(642.5 \text{ nm})$$

Chlorophyll a(mg/l)

$$=9.93 \text{ OD}(660 \text{ nm})-0.777 \text{ OD}(642.5 \text{ nm})$$

Chlorophyll b(mg/l)

$$=17.6 \text{ OD}(642.5 \text{ nm})-2.81 \text{ OD}(660 \text{ nm})$$

Total chlorophyll dry base (mg %)

$$= C \times \frac{E}{1000} \times \frac{100}{S} \times \frac{100}{(100-M)} \times \frac{A}{B}$$

S : Sample(g)

C : Contents of chlorophyll a, b and total

E : Content of ethyl ether

M: Content of moisture

A : Acetone used for extraction

B : Ether used for translation from acetone extract to ether

(6) 색도 측정

녹차 3 g을 다관에 취하여 5분간 끓인 후 70°C로 식힌 증류수 200 ml를 가하여 3분 동안 흔들어 침출한 후 여과하여 얻은 여액을 Tintometer(Model E, Lovibond, England)를 사용하여 측정하였다.

(7) 관능평가

관능평가는 대학원생 5명으로 하여금 녹차의 색, 모양 및 줄기 등의 유무에 관한 외관 평가와 녹차 3 g에 끓인 증류수를 70°C로 식힌 후 200 ml를 가하여 3분간 침출한 액의 맛, 향기 및 색깔에 대한 평가를 5단계 평정법(매우 좋지 않다 1점, 좋지 않다 2점, 그저 그렇다 3점, 좋다 4점, 매우 좋다 5점)으로 실시하여 각 5점씩 총 20점 만점으로 하였다²⁹⁾.

(8) 통계처리

모든 분석은 3회 반복 실시하여 SPSS 통계분석³⁰⁾에

의해 평균값을 구하였으며 Duncan's multiple range test(ANOVA)에 의해 유의성을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수분 및 회분의 함량

수분 및 회분의 함량은 Table 1과 같이 수분이 2.17-3.67%, 회분은 4.50-5.17%로 품질에 따라 큰 차이가 없었다.

2. 총 질소, 탄닌 및 카페인의 함량

총 질소, 탄닌 및 카페인의 함량은 Table 2와 같다. 차의 맛과 깊은 관계가 있는 총 질소는 적체시기가 5월 초로 가장 빠른 상품이 4.36-4.39%, 8월 중순인 중품이 4.54-4.76%, 9월 중순으로 가장 늦은 하품이 4.59-4.77%로 나타나 품질간의 큰 차이는 없었다. 탄닌은 차의 색깔, 맛 및 향에 깊이 관여하는 중요한 성분으로 상품의 함량이 10.64-11.54%, 중품이 13.47-14.96%, 하품이 12.87-16.00%로서 중품과 하품이 상품보다 유의적으로 증가하는 경향으로 적체시기가 늦어질 수록 탄닌의 함량이 증가한다는 보고¹⁹와 유사하였다.

일반적으로 양질의 차일수록 질소의 함량이 높고 탄

닌의량은 감소하여 질소와 탄닌의 조성비율(N/T)이 차의 맛을 좌우하는 주요요인으로 보고되고 있다^{15,19}. 본 연구에서 질소와 탄닌의 조성비율은 상품이 38.03-41.06%, 중품 31.50-33.71%, 하품이 29.79-35.61%로 질소의 함량에는 큰 차이가 없었으나 중품과 하품이 탄닌의 함량이 높아 N/T의 비율이 유의적으로 낮아지는 경향이였다. 따라서 N/T의 조성비율이 낮은 차 일수록 쓰고 떫은 맛이 강하고 깊은 감칠맛이 적어 품미가 떨어진다. 중品의 보고에 비추어 볼 때 적체시기가 늦은 하품이 탄닌의 조성비율이 높아져 상품에 비해 차의 품미가 떨어지는 원인으로 사료된다.

카페인은 차를 상징하는 온화한 쓴맛 성분으로 상품이 1.72-1.93%, 중품이 1.18-1.47%, 하품이 0.86-0.98%로 나타나 적체시기가 빠른 상품일수록 카페인의 함량이 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 적체시기가 늦은 '저급차 일수록 카페인의 함량이 낮다'는 보고^{15,16}와 유사하였다.

3. 엽록소 함량 및 색도

총 엽록소 함량은 Table 3에 나타난 바와 같이 상품이 282.73-312.00 mg%, 중품이 179.70-186.08 mg%, 하품이 190.09-219.49 mg%이었으며, 엽록소 a는 상품이 65.90-72.55 mg%, 중품이 49.66-54.31 mg%, 하품이 60.72-66.11 mg%, 엽록소 b는 상품이 217.15-239.78 mg%, 중품이 130.21-132.20 mg%, 하품은 129.54-153.71 mg%로 나타났다. 이상의 결과에서 엽록소 a 및 b의 함량은 상품이 중품과 하품보다 유의적으로 높게 나타나 총 엽록소의 함량은 상품이 높게 나타났다. 일반적으로 생녹엽의 엽록소 a와 b의 비율은 3:1로 알려져 있는데 녹차의 경우 제조과정에서 어린 차잎의 산화효소(Polyphenoloxidase)에 의한 카테킨(Catechine)류의 산화반응을 억제시키기 위하여 덩는 과정에서 열에 의해 엽록소 a가 엽록소 b로 전환되며³⁰ 일부는

Table 1. Contents of moisture and ash in green teas (%)

Samples		Moisture	Ash
High grade	A	2.17±0.58	4.50±0.01
	B	2.33±0.29	5.00±0.01
	Mean	2.25±0.65	4.75±0.17
Middle grade	A	3.67±0.29	4.67±0.29
	B	3.33±0.29	5.00±0.01
	Mean	3.50±0.57	4.84±0.17
Low grade	A	3.17±1.04	4.67±0.58
	B	3.33±0.29	5.17±0.29
	Mean	3.25±0.60	4.92±0.32

Values are mean ± S.D.

Table 2. Contents of total nitrogen, tannin and caffeine in green teas (%)

Samples		Total nitrogen	Tannin	N/T	Caffeine
High grade	A	4.36±0.29	10.64±0.26	41.06±3.34	1.72±0.01
	B	4.39±0.14	11.54±0.26	38.03±1.65	1.83±0.04
	Mean	4.38±0.17	11.09±0.25 ^a	39.50±2.50 ^b	1.78±0.03 ^c
Middle grade	A	4.54±0.20	13.47±0.26	33.71±2.14	1.47±0.03
	B	4.76±0.08	14.96±1.18	31.50±2.69	1.18±0.04
	Mean	4.60±0.15	14.22±1.21 ^b	32.60±2.34 ^a	1.32±0.04 ^b
Low grade	A	4.59±0.39	12.87±0.26	35.61±2.55	0.86±0.03
	B	4.77±0.24	16.00±0.25	29.79±1.52	0.98±0.03
	Mean	4.68±0.30	14.44±0.25 ^b	32.70±2.04 ^a	0.92±0.03 ^a

Values are mean ± S.D.

Means with the common superscripts within the same column are not significantly different at $p < 0.05$.

pheophytin, pheophorbide, porphyrins 등으로 전환되어 갈색을 띠는 것으로 알려져 있다^{23,32)}.

색도는 Table 4에서 보는 바와 같이 red치는 상품이 22.10-28.93, 중품이 20.10-30.40, 하품이 20.07-23.37로 품질에 따른 큰 차이가 없었으나, yellow치는 상품이 206.67-223.37, 중품이 236.50-213.80, 하품이 160.00-183.40으로 상품과 중품이 하품에 비하여 유의적으로 높았으며, blue치는 전체적으로 9.00-10.27 수준으로 품

질에 따른 큰 차이는 보이지 않았다.

4. 관능평가

품질에 따른 차의 외관을 비롯한 맛, 향기, 색깔 등 전체적인 기호에 대한 관능검사를 실시한 결과는 Table 5와 같다. 외관은 상품이 4.00-5.00점, 중품이 3.00-3.33점, 하품이 3.00점으로 상품이 중품과 하품에 비하여 유의적으로 높아 외관의 모양이 일정하고 색

Table 3. Content of chlorophylls in green teas (mg %)

Samples		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll
High grade	A	65.90±2.4	217.15±4.4	282.73±4.5
	B	72.55±3.0	239.78±5.2	312.00±6.0
	Mean	69.23±3.0 ^c	228.47±8.5 ^b	297.37±6.1 ^c
Middle grade	A	49.66±3.2	130.21±4.2	179.70±7.5
	B	54.31±2.5	132.20±3.8	186.08±5.1
	Mean	51.99±2.7 ^a	131.21±2.9 ^a	182.89±6.0 ^a
Low grade	A	66.11±3.8	153.71±4.4	219.49±5.7
	B	60.72±3.5	129.54±2.7	190.09±4.3
	Mean	63.42±3.1 ^b	141.63±3.6 ^a	204.79±4.7 ^b

Values are mean±S.D.

Means with the common superscripts within the same column are not significantly different at p < 0.05.

Table 4. Color value of extracts from green teas

Samples		Red value	Yellow value	Blue value
High grade	A	22.10±1.4	206.67±3.7	10.00±0.5
	B	28.93±1.9	223.37±4.0	10.00±0.6
	Mean	25.47±3.5	215.37±9.5 ^b	10.00±0.5
Middle grade	A	30.40±2.7	236.80±3.3	10.00±0.4
	B	20.10±1.5	213.50±2.9	9.00±0.3
	Mean	25.25±4.1	225.15±8.0 ^b	9.50±0.4
Low grade	A	23.37±2.5	183.40±4.7	10.20±0.3
	B	20.07±1.9	160.00±3.1	10.27±0.4
	Mean	21.72±2.1	171.70±8.4 ^a	10.24±0.3

Values are mean±S.D.

Means with the common superscripts within the same column are not significantly different at p < 0.05.

Table 5. Sensory evaluation of green teas

Samples	Appearance	Extracted solution			Total Score
		Taste	Odor	Color	
High grade	A	4.00	3.00	3.80	14.13
	B	5.00	4.50	3.20	16.37
	Mean	4.50 ^b	3.75 ^c	3.50 ^b	15.25 ^c
Middle grade	A	3.33	3.00	3.20	13.20
	B	3.00	3.00	3.40	12.73
	Mean	3.17 ^a	3.00 ^b	3.30 ^b	12.97 ^b
Low grade	A	3.00	2.00	3.00	11.00
	B	3.00	1.40	2.20	8.60
	Mean	3.00 ^a	1.70 ^a	2.60 ^a	9.80 ^a

Values are mean±S.D.

Means with the common superscripts within the same column are not significantly different at p < 0.05.

Table 6. Correlation coefficients between constituents

	Price	Tannin	N/T	Caffeine	Appearance	Extracted solution		
						Taste	Odor	Color
Tannin	-0.4628*							
N/T	0.2629	-0.8717**						
Caffeine	0.8996**	-0.5942**	0.4087*					
Appearance	0.9141**	-0.3850*	0.2194	0.8308**				
Taste	0.6648**	-0.3798*	0.1924	0.6656**	0.5987**			
Odor	0.3380	0.0328	-0.1082	0.1730	0.3077	-0.1642		
Color	0.2766	-0.0265	0.1350	0.8095**	0.4270*	0.1139	0.2222	
Sensory evaluation	0.3838*	-0.3095	0.2966	0.3396	0.3472	0.1783	0.2112	0.3041

*: Significant at $p < 0.05$.

**: Significant at $p < 0.01$.

택이 좋은 것으로 나타났다. 맛은 상품이 3.00-4.50점, 중품이 3.00점, 하품이 1.40-2.00점으로 상품, 중품, 하품순으로 맛이 좋은 것으로 나타났다. 향기는 상품이 3.20-3.80, 중품이 3.20-3.40점, 하품은 2.20-3.00점이었으며 색깔은 상품과 중품이 3.33-3.67점, 하품이 2.00-3.00점으로 향기와 색깔은 상품과 중품이 하품보다 좋은 것으로 나타났다. 전체적으로 관능평가도는 상품이 가장 높고 하품이 가장 낮았다.

5. 차의 품질과 각 성분과의 상관관계

차의 품질과 각 성분과의 상관관계는 Table 6에서와 같다. 품질은 탄닌과는 음의 상관관계($P < 0.05$)를 보였으나 카페인, 외관 및 맛과는 높은 양의 상관관계($P < 0.01$)를 나타내었다. 질소와 탄닌의 조성비율(N/T)은 탄닌과는 높은 음의 상관관계($P < 0.01$)를 나타내었으나 카페인과는 양의 상관관계($P < 0.05$)를 나타내었다.

또한 카페인, 외관, 맛 및 침출액의 색깔과 높은 양의 상관관계($P < 0.01$)를 가졌으며 외관은 맛 및 색깔과 양의 상관관계($P < 0.01$, $P < 0.05$)를 나타내었다.

IV. 요약

시판되고 있는 녹차를 가격과 적체시기에 따라 상품, 중품 및 하품으로 구분하여 수분, 회분, 총 질소, 탄닌, 카페인, 색도 및 엽록소의 함량을 분석하고 관능평가를 실시하여 품질에 따른 상관관계를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 수분의 함량은 2.17-3.67%, 회분은 4.50-5.17%, 총 질소는 4.38-4.68%로 품질에 따른 차이가 없었다.
2. 탄닌은 상품이 11.09%, 중품이 14.22%, 하품이 14.44%로서 상품이 중품과 하품보다 유의적으로 낮

았다.

3. 질소와 탄닌의 조성비율(N/T)은 상품이 39.5%, 중품이 32.6%, 하품이 32.70%으로 상품일수록 유의적으로 높게 나타났다.

4. 카페인은 상품이 평균 1.78%, 중품이 1.32%, 하품이 0.92%로 적체시기가 늘어질수록 유의적으로 감소하였다.

5. 엽록소 a와 b의 양은 상품이 중품과 하품보다 유의적으로 높게 나타나 총엽록소 함량은 상품이 297.37 mg%, 중품이 182.89 mg%, 하품이 204.79 mg%으로 상품이 가장 높았다.

6. 색도에서 Yellow치는 상품과 중품이 하품보다 유의적으로 높았으나, red와 blue치에서는 품질간의 차이가 없었다.

7. 관능 평가는 상품이 중품과 하품보다 외관, 맛이 좋았으며 향기와 색깔은 상품과 중품이 비슷하게 나타나 전체적인 관능평가도는 상품, 중품, 하품순으로 유의적으로 높게 나타났다.

8. 가격과 적체시기에 따른 품질은 카페인, 외관, 맛과는 양의 상관관계($P < 0.01$)를, tannin과는 음의 상관관계($P < 0.05$)를 보였다. 또한 질소와 탄닌의 조성비율(N/T)은 탄닌과는 높은 음의 상관관계($P < 0.01$)를 나타내었으나 카페인과는 양의 상관관계($P < 0.05$)를 나타내었다.

이상에서 적체시기가 빠른 상품일수록 질소와 탄닌의 조성비율(N/T)이 높고, 카페인 및 총 엽록소의 함량이 높았으며, 관능평가에서도 좋게 나타났다.

참고문헌

1. 김재생: 韓國茶 栽培地의 環境과 將來性. 山林誌 제 5호 (1970).

2. 竹井瑤子, 石川洋子, 平尾測子, 測之上弘子, 山西貞: 栽培條件による 綠茶香氣の 差異について. 日本農藝化學會誌 52: 505 (1978).
3. 권태원: 茶故事의 考察과 現況. 충남대학교논문집 13 (1974).
4. 김혜영: 茶에 대한 考察. 성신여대 논문집 10 (1977).
5. 신미경, 남창우: 녹차중의 L-ascorbic acid의 정량법에 관한 연구. 한국식품과학회지 11(2): 77-79 (1979).
6. 김 관: 茶葉의 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지 9(1): 10-12 (1977).
7. 은중방: 한국야생차의 성분에 관한 연구. 전남대학교 석사논문 (1986).
8. 정유미: 한국 야생차의 Amino산과 무기성분에 관한 연구. 전남대학교 석사논문 (1986).
9. 김동연, 정지석, 김 관, 이종욱, 박근형: 한국산 녹차의 특수성분에 관한연구. 한국농화학회지 22(2): 97-100 (1979).
10. 유춘희, 정재기: 한국산 녹차에 대한 연구. 한국영양학회지 5(3): 109-125 (1972).
11. 정재기, 유춘희, 정태영, 나상무: 한국산 녹차에 대한 연구(제II보). -Free amino acid와 무기성분에 대하여- 한국영양학회지 6(3): 187-196 (1973).
12. 김창목, 최진호, 오성기: 차제조 중의 주요성분의 화학적 변화. 한국영양식량학회지 12(2): 99-104 (1983).
13. 고영수, 이인숙: 가열처리 시간이 Steaming 및 Roasting Green Tea의 성분변화에 미치는 영향. 대한가정학회지 23(2): 29-36 (1985).
14. 최성희: 한국산 시판녹차의 향기성분에 관한 연구. 한국식품과학회지 23: 98-101 (1991).
15. 신미경: 한국산 야생녹차의 품질에 관한 종합적 연구. 한양대학교 박사논문 (1985).
16. 오상룡, 이상효, 김성수, 민병용: 식품연구사업보고 12, (1985).
17. 中川致之: 綠茶の 味と 成分との 關係. 日本食品工業學會誌 17(4): 38-47 (1970).
18. 中川致之, 天野いわ: 窒素分析による 煎茶の 品質評價. 日本食品工業學會誌 21(2): 57-63, (1974).
19. 中川致之: 綠茶の 構成味要素に 對する 成分の 貢獻度. 日本食品工業學會誌, 22(2): 59-64 (1975).
20. 中川致之, 石間紀男: 綠茶煎汁の 化學成分含量と 味との關係. 日本食品工業學會誌 20(4): 119-125 (1973).
21. 中川致之, 鳥井秀一: 茶の カテキンに 關する 研究. 茶業技術研究 29: 67-76 (1964).
22. 久保田悅郎, 原利男: 茶の 研究. 茶業技術研究 45: 23 (1973).
23. 佐伯俊子, 中西洋子, 丸山悦子, 梶田武俊: 綠葉クロロフィルの 熱安定性に 關する 研究. 調理科學 20(2): 125-129 (1987).
24. 茶의 公定分析法. 茶業試驗場研究報告 No. 6: 167, March (1970).
25. A.O.A.C. Official Method of Analysis, 13th. (1981).
26. Iwasa, K: Method of chemical analysis of green tea. Japan Agricultural research Quarterly 9(3): 161 (1975).
27. Blauch, J.L. and Tarka S.M.: HPLC determination of caffeine and theobromine in coffee, tea and instant hot cocoa mixes. J. Food Sci., 48(3): 745 (1983).
28. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之: 食品分析 Hand Book, 建帛社, 동경 (1977).
29. 靜岡: 茶業會議所編. 新茶業全書 340 (1976).
30. 오택섭: 사회과학데이터분석, 도서출판 나남 (1984).
31. 이서래, 신호선: 최신식품화학 302-307, 신광출판사 (1994).
32. 송재철: 식품재료학. 88-89, 교문사 (1994).