

## 물리화학적 및 관능적 특성에 의한 국내외산 녹차의 품질평가

오상룡 · 이상효 · 신동화 · 정동효\* · 손태화\*\*

한국식품개발연구원, \*중앙대학교 식품공학과 \*\*경북대학교 식품공학과

### Quality Evaluation of Various Green Tea by the Physico-chemical Analysis and Organoleptic Characteristics

Sang-Lyong Oh, Sang-Hyo Lee, Dong-Hwa Shin, Dong-Hyo Chung\*  
and Tae-Hwa Sohn\*

Korea Food Research Institute, Suwon

Department of Food Technology, Chung-Ang Univ., Seoul

Department of Food Technology, Kyungpook Natl. Univ., Taegu, Korea

#### Abstract

To establish the evaluation method of Korean green tea, the correlation between physico-chemical characteristics and sensory scores by the expert panels were investigated using 15 kinds of green tea manufactured in 1985 from Korea, Taiwan and Japan. Tannin, caffeine and total free amino acid contents of Korean green tea are higher than foreign ones, but the chlorophyll content is the highest in Japanese high grade green tea. Sixteen free amino acids including theanine were identified, and theanine, glutamic acid, aspartic acid and arginine contents which affect the brothy taste of green tea infusion were highest in Korean green tea. Sensory score for the color of Korean green tea infusion were lower than Japanese tea, but the flavor and taste were the best. In multiple regression analysis, the quality affecting factors of the green tea were elucidated as the caffeine( $X_1$ ), chlorophyll  $b$ ( $X_2$ ), total free amino acid contents( $X_3$ ), and  $L$  value( $X_4$ ) of green tea infusion. The regression equation was expressed as  $Y = -21.5820 + 2.1691X_1 + 0.0130X_2 + 0.2314X_3 - 0.0001X_4$ , and then  $R^2$  was 0.8919.

#### 서 론

녹차의 품질은 제품의 형상과 색깔, 침출액의 빛깔, 향기, 맛 등의 5가지 항목에 의하여 결정되지만, 녹차의 약리적 효능이나 맛성분과 관련이 있는 탄닌류, 카페인, 아미노산, 엽록소 등과 방향성 향기성분들이 복합적으로 작용하여 녹차의 품질을 좌우한다고 알려져 있으며<sup>1)</sup> 이의 품질평가

는 전문검사요원에 의하여 주관적방법으로 평가하여 왔는데 검사장소, 검사시간 및 검사방법에 따라 차이가 있고 개인적인 오차가 심하기 때문에 일정한 결과를 얻기가 힘들었다.<sup>2)</sup>

최근 차의 품질평가에서 관능검사결과와의 신뢰성을 높이기 위하여 통계학의 개념이 도입되었으며 관능검사에 의한 주관적인 평가방법과 이화학적인 성분분석에 의한 객관적 평가 사이의 상관관계를 구명하려는 연구들이 진행되고 있다.<sup>3,4)</sup>

녹차의 품질에 관여하는 이화학적인 성분에 관한 연구는 구수한 맛과 관계되는 녹차 중의 유리아미

1988년 7월 7일 수리

Corresponding Author: T.H. Sohn

Table 1. Green tea sample sources used for the experiments

Symbols	Origine	Type	Grade	Remark
A	Korea	Parched	High	Bosung
B	Korea	Parched	Medium	Bosung
C	Korea	Parched	Moderate	Bosung
D	Korea	Steamed	High	Bosung
E		Steamed	Medium	Bosung
F	Japan	Steamed	High	Market
G	Japan	Steamed	Medium	Market
H	Japan	Steamed	Moderate	Market
I	Taiwan	Parched	High	Taiwan Tea Exp. Station
J	Taiwan	Parched	Medium	Taiwan Tea Exp. Station
K	Taiwan	Parched	Moderate	Taiwan Tea Exp. Station
L	Taiwan	Semi-fermented	—	Olong Tea
M	Taiwan	Semi-fermented	—	Pouchung Tea
N	Taiwan	Flower tea	—	Jasmin Tea
O	Korea	Flower tea	—	Jasmin Tea

노산에 관한 연구가 대부분이고<sup>5-10)</sup> 그 밖에 침출액의 빛깔과 떫은맛에 관여하는 탄닌물질들에 관한 연구보고가 있다.<sup>11-16)</sup> 中川<sup>10)</sup> 등은 녹차의 쓴맛에 관여하는 methylxanthin류의 95% 이상은 카페인이라고 하였으며 카페인 함량과 녹차의 기호도와는 負의 상관관계가 있다고 보고하였다. 또한 田中<sup>17)</sup> 등은 엽록소 함량과 침출액의 빛깔에 대하여 보고하였고, 竹尾<sup>18)</sup> 등은 침출조건에 따른 녹차침출액의 색깔변화를 색차계로 측정하였다. 이와 같이 녹차의 맛성분과 품질에 관한 대부분의 연구가 외국산 녹차에 한정되었고 국내산 녹차의 품질에 관한 연구는 단편적인 소수의 논문이 발표되었을 뿐이고<sup>19-22)</sup>, 기호도와 이화학적 특성과의 관계를 통계적으로 분석한 보고는 거의 없다.

본 연구에서는 등급별 국산녹차 6종의 이화학적 및 관능적 특성을 외국산 녹차와 비교 분석하고 통계처리에 의하여 녹차의 품질영향인자를 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 녹차시료의 내역은 표 1과 같다.

### 이화학적 성분분석

녹차의 수분 및 회분은 인도규격에 명시된 방법으로<sup>23)</sup>, 탄닌정량은 Prussian blue 방법으로<sup>25)</sup>, Chlorophyll함량은 小原<sup>24)</sup>의 방법에 준하여 측정하였다. 카페인정량은 廣瀬<sup>13)</sup> 등의 방법을 수정하여 마쇄한 시료 0.3g을 25ml의 증류수로 열증탕에서 2회 추출한 후 여과한 추출액을 500ml로 정용하여 0.45 $\mu$  filter에 통과한 20 $\mu$ 를 HPLC에 주입하였다. 이 때 사용한 HPLC의 작동조건은 detector : LKB 2138 unicords, column : Lichrosorb RP-8(10 $\mu$ ), mobile phase : Acetic acid/Acetonitril/Dimethylformamide/Water=3 : 1 : 15 : 81, detector wavelength : 280nm, flow rate : 1.5ml/min, injection volumn : 20 $\mu$ l . . . .

녹차의 유리아미노산은 中川<sup>8)</sup>의 방법에 따라 탄닌물질을 제거한 후 아미노산 자동분석기(LKB 4151 Alpa plus A.A.A)에 의하여 정량하였다. 이 때 분석조건은 column : Ultrapac Column(200 $\times$  4.6 Na form), load ing buffer : pH 2.20 Sodium citrate, buffer Programing : Na Citrate pH 3.20-55 $^{\circ}$ C, 7min, Na Citrate pH 4.25-58 $^{\circ}$ C, 13 min, Na Citrate pH 6.45-58 $^{\circ}$ C, 4min, Na Cit-

Table 2. Comparisons of physico-chemical characteristics among the various green tea samples

Physico-chemical characteristics	A*	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Moisture(%)	3.56	3.13	3.51	5.77	6.70	6.26	4.71	5.69	4.40	5.13	4.62	7.24	5.33	6.55	3.52
Crude Ash(%)	6.27	5.89	5.58	5.20	5.87	5.45	4.69	4.71	5.42	4.79	4.85	5.10	5.55	5.44	5.58
Tannin(%)	26.89	28.09	31.38	25.48	23.39	20.21	22.45	18.59	34.72	20.71	22.53	25.05	24.98	30.86	31.30
Caffeine(%)	3.35	3.26	3.11	2.95	2.68	2.60	2.75	2.50	2.90	3.00	2.70	2.30	3.10	2.40	2.96
Total chlorophyll(mg%)	191.7	194.0	211.8	230.4	229.3	373.7	312.3	263.1	206.5	202.0	186.9	114.9	117.8	195.4	209.7
Chlorophyll <i>a</i> ( " )	142.7	136.9	156.8	175.6	171.8	250.5	227.6	189.1	158.2	170.0	169.9	108.4	106.1	170.4	155.4
Chlorophyll <i>b</i> ( " )	49.1	57.2	55.1	54.8	57.6	123.4	84.9	74.1	49.3	32.1	17.1	6.6	11.8	25.2	54.9
Hunter value															
<i>L</i>	91.6	93.8	92.7	93.8	92.6	92.0	90.8	92.8	92.4	90.8	92.5	90.6	92.5	91.6	92.9
<i>a</i>	-3.78	-3.5	-3.4	-1.7	-2.0	-4.85	-4.4	-5.8	-2.1	-2.7	-2.2	-2.4	-2.4	-2.8	-3.4
<i>b</i>	14.8	12.1	10.7	6.4	8.5	15.9	14.5	17.3	9.1	15.8	9.3	17.6	9.5	11.9	11.4
Theanine (mg%)	2176	2060	819	1899	1236	1274	427	428	940	896	246	721	255	887	811
Aspartic acid (mg%)	591	520	393	538	326	340	299	224	364	345	127	301	79	347	390
Glutamic acid (mg%)	507	498	315	578	387	423	286	334	257	261	179	286	78	267	312
Arginine (mg%)	495	465	186	468	237	136	73	42	86	86	82	72	12	86	185
Total free amino acid (mg%)	5789	5586	2889	4395	2647	1491	1343	1270	2477	2428	835	1993	755	2281	2864

\*See foot note of Table 1

Table 3. Palatability(adjusted mean) for the color of green tea infusions and computation for ANOVA of an incompletely block design

Sample <sup>1)</sup>	Sensory score							T <sup>2)</sup>	B <sub>i</sub> <sup>3)</sup>	Q <sup>4)</sup>	W <sup>5)</sup>	T+W <sup>6)</sup>	Adjusted Mean
G	9	7	6	7	8	7	8	52	127	29	164	55.1701	7.8814
F	7	6	6	9	8	9	8	52	142	14	-46	51.1108	7.3015
D	8	4	8	6	8	8	7	49	129	18	100	50.9330	7.2761
E	8	7	9	6	8	7	6	51	139	14	-16	50.6907	7.2405
H	8	7	7	5	5	8	9	49	130	17	86	50.6624	7.2375
B	6	9	5	7	5	6	8	46	131	7	36	46.6959	6.6708
C	7	6	7	7	6	6	8	47	137	4	-36	46.3041	6.6149
O	7	7	5	6	4	7	8	44	127	5	68	45.3144	6.4735
A	5	7	6	8	5	7	7	45	138	-3	-74	43.5696	6.2242
M	5	7	5	6	9	6	6	44	134	-2	-30	43.4201	6.2029
K	7	5	5	5	6	5	6	39	128	-11	-6	38.8840	5.5549
N	7	5	5	5	5	7	5	39	133	-16	-76	37.5309	5.3615
I	6	6	5	5	4	5	6	37	131	-20	-72	35.6082	5.0869
J	5	5	5	3	5	5	5	33	127	-28	-64	31.7629	4.5376
L	5	5	4	4	6	4	4	32	124	-28	-34	31.3428	4.4775
Total	100	93	88	89	92	97	100	659	1977				

1) See foot note of Table 1. 2) Treatment Total(Total Score for each Sample) 3) Total of all blocks in which the treatments appears 4)  $3T - B_i$  5)  $12T - 14B_i + 2G$  6)  $= \frac{7(E_b - E_e)}{210E_b + 42E_e}$   
 $E_b$  is a mean square of blok within replication, and  $E_e$  is a mean square of error within block from the results of ANOVA.

rate pH 6.45-90°C, 16min, flow rate : Buffer Soln. 35ml/hrs, Ninhydrin Soln. 25ml/hrs, Pressure : Buffer Soln. 52 Bar, Ninhydrin Soln. 20 Bar reaction coil temp. : 135°C

녹차 침출액의 색깔은 Yasuda(일본)의 색차계를 이용하여 투광색도를 측정하여 L, a, b값으로 나타내었다.

관능검사

15종의 녹차 침출액에 대하여 Coc'hran<sup>26)</sup>의 균형 불완전구 배치법에 준하여, 실험설계는 1회 검사시료수 3, 시료당 관능검사원수 7, 관능검사원당 검사회수 7, 총 검사회수 35, 총시료제시수 105가 되게 하였으며, 관능검사원은 9명제 기호척도법을 채택하였고, 검사원은 6개월간 훈련시킨 7명의 전문관능요원으로 실시하였다. 각 시료에는 두 자리의 무작위 번호를 부여하였으며, 1회 검사에 제시되는 3종의 시료에 대한 제시순서도 무작위화 하였다. 시료의 조제는 녹차엽 2g에 끓인물 50ml를 70°C로 냉각하여 1분간 침출하였다.

중회귀분설(Multiple Regression Analysis)

관능검사 점수와 14개의 이화학적 특성치 사이의 관계를 1차함수로 가정하고, 관능검사 점수를 종속변수 Y로, 이화학적 특성치를 독립변수 X로 하여 이들에 대한 추정식을

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_{14} X_{14}$$

로 하였고

이화학적 특성치와 관능검사점수 사이의 다변량 해석은 CRISP(crop research integrated statistical package)를 이용하였다.

결과 및 고찰

녹차의 이화학적 특성

공시한 국산녹차 6종, 외국산 9종의 이화학적 특성은 표 2와 같다. 녹차의 수분함량은 8% 이하로서 양호한 건조상태를 보이고 있으며, 회분과 카페인 함량은 적체시기가 빠른 녹차 일수록 높았고, 탄닌물질은 반대의 경향이였다. 이는 田<sup>27)</sup>,

Table 4. Palatability(adjusted mean) for the taste of green tea infusions and computation preparing for ANOVA of an incompletely block design

Sample*	Sensory score							T	B <sub>i</sub>	Q	W	T+W	Adjusted Mean
B	9	7	9	8	7	8	6	54	143	19	-42	54.5641	7.7949
A	8	7	7	9	6	9	9	55	138	27	40	54.4628	7.7804
I	7	8	7	8	8	8	8	54	131	31	126	52.3078	7.4725
M	6	7	8	6	8	6	8	49	137	10	-18	49.2417	7.0345
J	6	7	8	8	4	6	8	47	137	4	-42	47.5641	6.7949
O	6	7	5	6	7	8	6	45	135	0	-38	45.5103	6.5015
C	5	8	7	5	8	8	4	45	134	1	-24	45.3223	6.4746
G	7	7	4	5	8	7	8	46	128	10	72	45.0330	6.4333
E	5	7	8	8	5	6	6	45	127	8	74	44.0061	6.2866
D	6	7	7	6	5	7	5	43	129	0	22	42.7405	6.1006
K	6	8	6	5	4	7	5	41	130	-7	-16	41.2149	5.8878
F	4	7	5	8	3	3	6	36	134	-26	-132	37.7728	5.3961
H	7	4	4	4	6	5	9	39	120	-3	100	37.6570	5.3796
N	7	4	5	1	3	7	4	31	126	-33	-80	32.0774	4.5821
L	8	3	5	3	3	2	2	26	119	-41	-42	26.5641	3.7949
Total	97	98	95	90	85	97	94	656	1968				

\*See foot note of Table 3.

幸<sup>4)</sup>, 中川<sup>10)</sup> 등의 보고와도 일치하고 있다. 녹차의 엽록소 함량은 일본산 1번차가 373mg%로 가장 높았으며 적체시기에 따라 증가하였으나 국산 녹차와 대만산 녹차는 변화가 없었다. 田中<sup>17)</sup> 등의 보고에 의하면 녹차침출액의 색깔에서 깨끗한 황색은 flavonol과 flavone 배당체가 관여하고, 밝은 갈색은 황색의 탄닌산화물과 아미노산이 당과 반응하여 생성된 갈변물질들이 관여한다고 하였으며 고급녹차의 녹색은 클로로필과 그 분해물이 관여한다고 하였다.

한편 녹차 중의 유리아미노산은 theanine을 포함한 16종이 분리정량되었으며 제조국가, 제조방법 및 차엽의 적체시기에 따라 큰 차이가 있었다. 총 유리아미노산의 함량은 국산, 대만산, 일본산, 녹차의 순서로 높은 경향이였다. 국산 녹차의 총 유리아미노산 함량은 붉은차가 2,889~5,789mg%, 전차가 2,647~2,989mg%이었으며, 적체시기가 빠를수록 높은 경향이였다. 이는 阿南<sup>20)</sup> 등의 보고와도 일치하였다.

녹차의 유리아미노산 중 구수한 맛과 관련이 깊은<sup>1)</sup> theanine, glutamic acid, aspartic acid 및 Arginine의 함량은 총유리아미노산 중 70~90%를 차지하고 있었으며 이들 함량이 높은 녹차 일수록

기호도가 높은 양의 상관관계를 나타내었다. 이는 中川<sup>20)</sup>, 田中<sup>20)</sup> 등의 보고와 일치하며 녹차의 품질이 유리아미노산의 조성과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

#### 녹차의 기호도

국산 녹차와 외국산 녹차 15종에 대한 관능검사 결과는 표 3 및 표 4와 같다.

즉 관능검사원이 채점한 관능평점을 이용하여 T값, B<sub>i</sub>값, Q값 및 W값을 계산하고<sup>20)</sup>, 분산 분석표에서 얻은 E<sub>i</sub>값과 E<sub>j</sub>값을 대입하여 μ값을 산출한 다음 기호도에 대한 수정평균값을 구하였다.

표 3에 나타난 각종 녹차 침출액의 색깔에 대한 기호성은 엽록소 함량이 높고 탄닌함량이 낮은 일본산 녹차가 국산 녹차와 대만산 녹차보다 우수하였다.

한편 녹차 침출액의 맛에 대한 기호성은 유리아미노산 함량이 높고 뷰음향이 많은 국산류는 차가 외국산 녹차보다 우수하였으며 적체시기가 빠른 녹차일수록 기호도가 높은 경향이였다.

#### 녹차의 품질영향인자

녹차의 이화학적 분석치 14개를 독립변수로, 관

Table 5. Multiple regression analysis for the color of the green tea infusions

	Regression Coefficient	Standard Error	T-Value	Standardized Partial
Intercept	-33.1537539			
Total Chlorophyll	0.0040275	0.0094571	0.4268710	0.2461885
Chlorophyll <i>b</i>	0.0178692	0.0214034	0.8348760	0.5062475
<i>L</i> Value	0.4055875	0.1831071	2.2150289	0.4375627
<i>a</i> Value	-0.0971813	0.2202204	0.4412913	-0.1062543

 $R^2=0.70144$ 

Regression Equation

$$Y = -33.1537539 + 0.0040275X_1 + 0.0178692X_2 + 0.4055875X_3 - 0.0971813X_4$$

Table 6. Multiple regression analysis for the taste of green tea infusions

	Regression Coefficient	Standard Error	T-Value	Standardized Partial
Intercept	-3.8848685			
Crude Ash	-0.0091730	0.4183026	0.0219432	-0.0038138
Caffeine	3.6672063	0.6299564	-5.8213650	1.0089770
Theanine	0.0002808	0.0006452	0.4352110	0.1548167
Total Free Amino Acid	-0.0001959	0.0002782	0.7042253	-0.2713879

 $R^2=0.84516$ 

Regression Equation

$$Y = -3.8848685 - 0.009173X_1 + 3.6672063X_2 + 0.0002808X_3 - 0.0001959X_4$$

Table 7. Multiple regression analysis for the overall quality of green tea infusion

	Regression Coefficient	Standard Error	T-Value	Standardized Partial
Intercept	-21.5820644			
Caffeine	2.1691320	0.3792986	5.7187979	0.7837060
Chlorophyll <i>b</i>	0.0130465	0.0030241	4.3141816	0.4588198
<i>L</i> Value	0.2313661	0.0887690	2.6063850	0.3098458
Total Free Amino Acid	-0.0000962	0.0000747	1.2881570	-0.1749440

 $R^2=0.89195$ 

Regression Equation

$$Y = -21.5820644 + 2.169132X_1 + 0.0130465X_2 + 0.2313661X_3 - 0.0000962X_4$$

능평점을 종속변수로 하여 중회귀 분석하였다. 즉 14개의 독립변수 중 침출액의 색깔과 관계가 깊은 탄닌, 총클로로필, 클로로필 *a*, 클로로필 *b*, 침출액의 *L*, *a*, *b* 값과 색깔에 대한 관능평점과의 단순상관계수를 구하여 그 값이 0.3 이상되는 항목만을 선택하고 이때 종속변수간의 단순상관계수가 0.9 이상인 변수를 CRISP에 의하여 분석한 결과는 표 5와 같다. 즉 녹차 침출액의 색깔에 영향

는 이화학적 특성은 단순상관계수가 0.3 이상인 총크로로필( $X_1$ ), 클로로필 $b$ ( $X_2$ ), *L*값( $X_3$ ) 및 *a* 값( $X_4$ )이었으며 중회귀분석에 의한 이들의 회귀방정식은

$$Y = -33.1537 + 0.004X_1 + 0.017X_2 + 0.405X_3 - 0.097X_4$$

로 표현되었다. 이때 결정계수  $R^2$ 은 0.70으로서 신뢰율 70%를 나타내었고 이들 인자 중 클로로필

b와 L값이 침출액의 색깔에 큰 기여도를 보여 주었다.

한편 맛성분과 관계가 깊은 조회분, 탄닌, 카페인, theanine, aspartic acid, glutamic acid, arginine 및 총유리아미노산합량에 대한 중회귀분석 결과는 표 6과 같다. 즉 여러가지 맛성분 중 단순 상관계수가 0.3 이상인 성분은 조회분(X<sub>1</sub>), 카페인(X<sub>2</sub>), theanine(X<sub>3</sub>) 및 총유리아미노산합량(X<sub>4</sub>)이었으며 이들 인자간의 회귀방정식은

$$Y = -3.8848 - 0.0091X_1 + 3.6672X_2 + 0.0002X_3 - 0.0001X_4 (R^2 = 0.85)$$

이었으며 이중 카페인과 총유리아미노산의 기여도가 조회분이나 theanine보다 높았다. 이상의 결과로서 종합적인 녹차의 품질영향인자에 대한 회귀방정식을 표현하기 위하여 색깔과 맛에 영향을 미치는 이화학적 특성치 중 표준화된 부분회귀 계수가 0.25 이상인 특성치와 종합적인 기호도에 대한 관능평점과의 중회귀분석 결과(표 7), 녹차의 종합적 품질에 영향을 미치는 인자는 카페인(X<sub>1</sub>), 클로로필 b(X<sub>2</sub>), 침출액의 L값(X<sub>3</sub>) 및 총유리아미노산합량(X<sub>4</sub>)이었으며 이들의 회귀방정식은

$$Y = -21.582 + 2.1691X_1 + 0.013X_2 + 0.2313X_3 - 0.0001X_4 (R^2 = 0.89)$$

이었다

### 요 약

국내외산 녹차 15종에 대한 이화학적 특성과 기호도를 조사하고 이들 사이의 상관관계를 구명하여 녹차의 품질영향인자를 검토하였다.

녹차의 이화학적 특성치중 탄닌, 카페인, 유리아미노산합량은 국산녹차가 외국산 녹차보다 높은 경향이었으나 클로로필합량은 일본산 녹차가 가장 높았다.

침출액의 색깔에 대한 기호도는 일본산 녹차가 가장 우수하였고 맛에 대한 기호도는 국산 볶은차가 가장 우수하였다. 이화학적 분석치와 관능평점과의 관계를 중회귀분석한 결과, 녹차의 종합적 품질에 영향을 미치는 인자는 녹차중의 카페인, 클로로필 b, 총유리아미노산합량 및 침출액의 L값 이었으며 이들 특성치에 의하여 산출한 회귀방정식은 녹차의 기호도를 89%의 신뢰도를 가지고 설명할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

1. 中川致之: 日本食品工業學會誌, 17(4): 38 (1970)
2. 中川致之: 茶業技術研究, 45: 26(1973)
3. 中川致之: 茶業技術研究, 39: 46(1970)
4. 辛美慶: 漢陽大學校, 博士學位論文, (1985)
5. 中川致之, 古谷弘三: 茶業技術研究, 48: 84 (1975)
6. 久保田悅郎, 原利男: 茶業技術研究, 50: 63 (1976)
7. 中川致之, 天野わ: 日本食品工業學會誌 21 (2): 57(1974)
8. 久保田悅郎, 中天致之: 茶業技術研究, 45: 51 (1973)
9. 中川致之: 日本食品工業學會誌, 16: 252 (1969)
10. 中川致之, 石間紀男: 日本食品工業學會誌, 20 (4): 119(1973)
11. 中川致之, 鳥井秀一: 茶業技術研究, 29: 85 (1964)
12. 中川致之: 日本食品工業學會誌, 16(6): 12 (1969)
13. 廣瀬眞一, 玉田重吉: 茶業技術研究, 50: 51 (1979)
14. 中川致之: 茶業技術研究, 58: 38(1980)
15. Andrew C. Hoefler, Philip Coggon.: J. of Chromatography, 129: 460(1976)
16. 西條了康: 茶業技術研究, 61: 28(1981)
17. 田中伸三, 原理男: 茶業技術研究, 44: 25 (1972)
18. 竹尾忠一: 日本食品工業學會誌, 30(8): 476 (1983)
19. 柳春熙, 鄭在基: Korean J. Nutrition, 5(3): 109 (1972)
20. 金 燿: Korean J. Food Sci, Technol., 9(1): 10(1977)
21. 鄭在基, 柳春熙: Korean J. Nutrition., 6(3): 17(1973)
22. 金昌睦, 崔鎭浩, 吳成基: J. Korean Soc. Food Nutri., 12(2): 99(1983)
23. Indian Standard: Specification for Tea, IS: 3633(1966)

24. 小原哲二郎, 岩尾裕之 : 食品分析 Hand Book, 建帛社, 東京, 336(1977)
25. Price, M.L., Butler, L.G.: J. Agric. Food Chem., 25 : 1268(1977)
26. Cochran W.G. and G.M. Cox: Experimental Design 2nd ed. John Wiley & Sons, International Edition, p.439(1957)
27. 田武俊 : 日本食品工業學會誌, 10(8) : 311 (1963)
28. 阿南豊正, 中川致之 : 日本農藝化學會誌, 48 (2) : 91(1974)
29. 中川致之, 阿南豊正 : 茶業技術研究, 45 : 23 (1973)
30. 前田清一 : 茶業技術研究報告, 19 : 100(1962)