

질소 분시횃수가 옥로차엽의 생육과 품질에 미치는 영항

임근철 · 박장현

전남농업기술원 차시험장

Effect of Nitrogen Split Application on Growth and Quality of Okro Tea Leaves (*Camellia sinensis* var. *sinensis*)

Keun Cheol Lim and Jang Hyun Park

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

ABSTRACT : The split application of a nitrogen fertilizer was applied at the levels to 3, 4, 5, 6 and 7 time. The results of yield and quality of Okro tea are summarized as follows: Among five treatments, the growth and yield were somewhat more excellent in the five time split treatments compared with other treatments. The chemical components such as total nitrogen, total amino acid and vitamin C were somewhat higher in the five time split treatment compared with other treatment. However, the content of components such as tannin, caffeine, chlorophyll were not different among plots of 4~7 time split apprication except three time split application manuring. The content of fatty acid was produced 2,888~2,933mg/100g. Especially, the content of oleic acid, linoleic acid and linolenic acid was the hightest in the five time sphit application. Sixteen kinds of free amino acid including theanine as a good taste component of Okro tea were isolated and measured by HPLC. Theanine in the five time split application was higher with value of 72~513mg/100g than in other treatment. In scoring test, tea appearance and interal qualities of 3 time split application become lower than any other treatment as 80.2 point, while five time application had the highest with 84.7 point. Conquently, those results meant that five time split application was optimum split application of fertilizer for high yield and good quality of Okro tea.

Key words : Okro Tea, nitrogen fertilization, split application, growth and quality

緒 言

玉露茶란 차나무가 수림하에서도 생육이 양호하고 내음성을 가지고 있으며, 녹차의 감칠맛 성분인

theanine이 日射를 제한함으로써 급속히 증가되는 성질을 이용해 개발된 최고급차다. 이 옥로차는 재배기술, 재배관리 등에서 일반 녹차와 상이하며 일본의 경우 玉露茶의 주산지는 京都付 宇治 와 그

주변, 福岡縣八女 와 그 주변 및 靜岡縣岡部町 주
변 지역이다(大石, 1988). 옥로차와 일반 재배녹차
생산시 크게 다른 점은 新芽의 생장기 동안 장기간
에 걸쳐 피복을 행하여 강한 일사광선을 제한하는
것이며 또 극단적으로 표현된 고도의 품질 추구를
위해 피복방법, 일반관리, 비배조건 등도 일반 재
배다원과 다르다(大石, 1986). 피복재배시 일반 재
배다원보다 다비를 하는 것이 통례인데 京都茶業研
究所에 의하면 일반재배시에는 생엽 100kg에 대해
질소 3kg, 인산 1kg, 칼리 1.5kg이 적당하나, 피복
재배에서는 질소 6.5kg, 인산 2.5kg, 칼리 2.5kg이
소요된다고 하였다. 그러나 비료종류와 품질에 관
한 시험성적을 보면 피복차가 증제차에 비해 비료를
많이 사용하기 때문에 장소에 따라 차나무 뿌리에서
농도 장애, 엽고사 증상 등을 볼 수 있으므로 시비
시 일반재배차 이상의 주의가 필요하다고 하였다
(大石, 1986). 그럼에도 불구하고 대부분 농가에서
는 질소비료의 과도한 사용이 이루어지고 있는데 이
유는 옥로차가 최고 품질을 추구하기 때문이라 생각
된다(大石, 1988 ; Tadashi, 1997). 일반 다원에서
비료의 분시횟수를 보면 질소비료는 가을비료를
9~10월경에 30%, 봄 비료를 3~4월에 30%, 첫물
차 수확 후 20%, 두물차 수확 후 20%를 사용하나,

옥로다원은 추비 9~10월 30%, 춘비 3~4월 50%,
수확 후 20% 등 3회 부터 10회 이상 분시까지 다양
하게 행해지고 있다(愛知縣, 1979 ; 大石, 1986).

따라서, 본 연구는 질소비료 분시횟수가 옥로차
엽의 생육 및 품질관련 화학성에 미치는 영향을 구
명코자 수행하였다.

材料 및 方法

본 시험에 사용된 차나무는 전남 강진군 성전면에
위치한 장원산업 포장에서 재배중인 야부기다
(*Camellia sinensis* var. Yabukita) 종을 재식거리
180×30cm로 12년간 재배하여 수고 70cm인 곳에서
분시횟수를 표 1에서 보여주는 바와 같이하여 구당
27m² 난피법 3반복으로 처리하여 '97~'99년 3년간 시
험을 수행하였다. 1차 차광(차광율 70%)은 4. 22~
4. 29(8일간), 2차 차광(차광율 95%)은 4. 30~5. 11
(12일간)까지 총 20일간 실시하였고, 시비는 요소-
용과린-염화칼리로 하여 질소 80kg/10a, 인산, 칼
리는 40kg/10a를 3월중순과 10월 중순에 각각
20kg/10a씩 사용하였고, 유기질 비료(유채박과 돈
분)는 화학비료와 50 : 50%으로 사용하였다.

그리고 옥로다원 토양의 이화학적 특성은 표 2와
같이 토양 pH는 5.4로 우리나라 밭토양 평균 pH 5.8

Table 1. Nirtogen split volume at Okro tea field

Month Time	(kg/10a)						
	middle of Feb.	middle of Mar.	early of Apr.	early of Jun.	middle of Sep.	middle of Oct.	early of Nov.
3	-	32	-	16	-	32	-
4	16	-	24	16	-	24	-
5	-	24	16	16	-	8	16
6	16	8	8	12	12	-	24
7	20	4	8	12	12	16	8

* Total nitrogen volume = 80kg/10a

Table 2. Chemical properties of Okro tea field soil

pH (1 : 5)	O.M (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	T-N (g/kg)	C.E.C (cmol ⁺ /kg)	Ex.(cmol ⁺ /kg)			EC (ds/m)
					K	Ca	Mg	
5.4	27.7	963	3.9	20.2	2.1	5.4	2.8	0.15

보다 약간 낮은 경향을 보였으나, 茶의 生育에 양호한 pH 4.0~5.5범위였다(大石, 1988). 토양 유기물은 27.7g/kg로 우리나라 밭토양 평균 24.0g/kg보다 많은 함량이었고, 유효인산과 칼리는 밭토양 평균 494mg/kg, 0.62cmol⁺/kg보다 많은 963mg/kg과 2.1 cmol⁺/kg이었는데, 이는 차 재배에 따른 지속적인 시비로 인해 인산이 토양에 과잉 집적된 결과라 생각된다. 치환성 양이온인 Ca, Mg는 5.4, 2.8 cmol⁺/kg범위로, 우리나라 밭 토양의 Ca, Mg의 4.1, 1.2 cmol⁺/kg보다 약간 많은 토양이었다.

시료조제는 5월 11일에 각 처리에서 동시에 차잎 2kg씩 채취하여 증차 제조기를 이용해 제품을 만든 후 차 품질관련 화학성분 및 관능검사 시료로 사용하였고, 일부는 냉동동결 후 마쇄하여 지방산 분석 시료로 사용하였다. 표준품 및 시약으로는 16종 amino acid 표준품 및 L-(+)-ascorbic acid, caffeine 등은 Sigma社(USA) 제품을, L-theanine는 日本東京大學工業製品을, ethyl gallate는 日本化學工業製品을 사용하였고, methyl alcohol 등 용매는 크로마토그래피 분석용을, 그 밖의 시약은 특급시약을 사용하였고, N₂와 He가스는 99.999% 고순도 gas를 사용하였다.

차의 생육 및 수량은 농촌진흥청 농사 시험 연구 조사 기준(1995)에 준하였고, 총질소는 비색법(한 등, 1989)에 따라 측정하였다. tannin, caffeine,

total amino acid, vitamin C는 茶の公定分析法(池ヶ 등, 1990), chlorophyll은 小原 등(1977)의 방법, fatty acid는 (Quin 등, 1958)의 방법으로, free amino acid는 분말시료 1g을 80℃ 물에 3~4회 추출 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리 후 상등액을 취해 0.45µm millipore에 통과시켜 분석용액으로 하여 OPA precolumn system을 이용하였다. 이 때 Fluorescence Detector(model FP-920 ; Ex 345nm, Em 455nm)에서 Column은 Finepak AA pak Na II-S (φ4.6×100mm)와 NH₃ trap column인 AEC Pak II (φ4.6×50mm)로 Pump는 Pu-980, Pu-885 2대를, Solvent selection unit는 LV-980-3, Column oven은 CO-965를, Flow rate는 0.6ml/min, column temp. 60℃로 하였다.

관능검사는 시료 2g을 백색자기(φ90~100mm, 깊이 50mm, 용량 200ml)에 넣고 90℃ 물 150ml를 부어 2분간 침출 후 10명의 검사원들이 茶審査法(竹尾 등, 1988)을 응용해 외관의 형상, 선택, 내질의 향기, 수색, 맛 등 5성분에 대해 총합 100점 만점으로 하였다.

結果 및 考察

1. 분시 횟수에 따른 생육과 수량

분시 횟수에 따른 옥로차엽의 생육 및 수량은 표 3과 같으며, 5~7회 분시는 3~4회 분시에 비해 신

Table 3. Growth and Yield of leaves of Okro tea

Nitrogen split application (Times)	New shoot					Weight of 100 buds (g)	Yield of fresh leaves (kg/10a)	P.B.S** (%)
	number* (ea)	length (cm)	No. leaves (ea)	leaves length (cm)	leaves width (cm)			
3	201	11.7	4.0	4.9	1.9	21.7	244	73
4	216	11.9	4.1	5.2	1.9	23.5	260	74
5	227	12.8	4.2	5.4	2.1	24.0	275	74
6	224	12.7	4.4	5.3	1.9	23.7	266	74
7	230	12.8	4.4	5.4	2.0	23.9	299	74

* number of new shoots = 10cm × 180cm ** P.B.S : Percentage of *banjhi* shoot to the total

초수, 신초장, 엽수, 엽장, 엽폭이 약간 큰 경향이 있으나, 5~7회 분시 사이에는 거의 차이가 나지 않았다. 출개울은 3회 분시를 제외하고 4~7회 분시가 74%로 동일하였으며 백아중은 21.7~24.0g 범위로 3회 분시가 21.7g으로 가장 적었고, 5회 분시가 24.0g으로 가장 컸다. 생엽수량은 244~275kg/10a범위로 분시횟수가 증가 함에 따라 증가하는 경향이었으나, 5회 분시에서 275kg/10a로 최고 수량을 나타냈고 6회 분시 266kg/10a, 7회 분시 269kg/10a로 수량이 감소하였다. 小彬과 井狩(1972)도 5~6회 분시까지의 수량이 약간 증가하나 6회 이상 분시 부터는 수량에 영향을 끼치지 않았다고 보고했는데 본 시험 결과와 유사한 경향을 볼 수 있었다.

2. 분시횟수에 따른 옥로차의 화학성분

각 처리별 총질소 함량은 표 4에서 처럼 5회 분시가 5.24%로 함량이 가장 많았고, 3회 분시가 4.97%로 함량이 가장 적었다. 분시 횟수 5회까지는 총질소 함량이 증가되었으나 6회부터 함량이 감소하는 경향이였다. 愛知縣茶成績書(1974)에 따르면 총질소 함량은 분시횟수가 3, 4, 5, 6 회 일 때, 5.64, 5.78, 5.89, 5.82%로 5회 분시까지의 함량이 증가하다 6회 분시부터 함량이 약간 감소한다고 보고했는데, 본 실험결과와 유사한 경향이였다. 분시 횟수에 따른 총아미노산 함량은 3,199~3,915mg/100g 범위로 5회 분시(3,915mg/100g)까지 분시횟

수가 증가함에 따라 함량이 증가하는 경향을 나타냈고, 6회 분시 (3,844mg/100g)부터 함량이 감소하였다. 차의 맛, 색 및 향의 주요성분 중 하나인 탄닌은 10.91~11.27% 범위로, 3회분시시 10.91%로 함량이 가장 적었고, 6회 분시시 11.27%로 함량이 가장 많았다. 愛知縣茶業績書(1974)의 보고를 보면 3, 4, 5, 6회 분시시 탄닌 함량은 12.03, 12.03, 11.82, 12.03%로 분시횟수에 따른 함량 차이를 거의 볼수 없었으나 5회분시시 타처리에 비해 함량이 약간 낮음을 알수 있었다. 각 처리별 카페인 함량을 보면 3, 4, 5회 분시시 3.41, 3.45, 3.43%로 함량차가 거의 없었으나 6, 7회 분시시 3.65, 3.71%로 함량이 약간 증가하는 경향이였다. 이것은 피복시 차광에 의해 분해가 억제된 카페인이 분시횟수가 많아질수록 식물체에 더 많은 양이 축적된 결과로 생각된다.

각 처리별 엽록소 함량을 보면 560.2~611.5mg/100g 범위로 분시횟수가 증가함에 따라 함량이 증가하는 경향을 볼 수 있었고, 7회 분시시 611.5mg/100g으로 최고함량을 3회 분시시 560.2mg/100g으로 최저함량을 보였는데 이는 和田 등(1988)이 보고한 엽록소 함량은 분시횟수가 증가할수록 증가하는 경향을 보였고, 5~7회 분시시 3~4회나 8~11회보다 함량이 많았다고 보고한 내용과 일치하는 경향이였다. 비타민 C 함량은 133.1~163.5mg/100g범위로, 5회 분시(163.5mg/100g)까지는 함량이 증가하나, 6회 분시부터 함량이 감소하는 경향

Table 4. Contents of chemical components of Okro tea

N-split (Times)	T-N* (%)	T.A.A** (mg/100g)	Tannin (%)	Caffeine (%)	Chlorophyll (mg/100g)	Vit. C (mg/100g)
3	4.97	3,199	10.91	3.41	560.2	133.1
4	5.13	3,458	11.22	3.45	581.9	142.6
5	5.24	3,915	11.01	3.43	604.2	163.5
6	5.15	3,844	11.27	3.65	598.1	143.1
7	5.18	3,740	11.15	3.71	611.5	146.8

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

을 보였다. 愛知縣茶業成績書(1974)에 따르면 비타민 C 함량은 3, 4, 5, 회 분시시 93.1, 90.1, 89.5mg/100g으로 큰 차이는 없지만 분시횟수가 증가할수록 함량이 약간 감소했으나, 6회 분시시 100.1mg/100g으로 함량이 증가함을 볼수 있었는데 이는 본 시험과 상이한 경향을 나타내고 있었다.

3. 분시횟수에 따른 지방산 및 유리아미노산 함량

가. 지방산 함량

각 처리별 지방산 함량은 표 5에서 처럼 포화지방산인 palmitic acid(C_{16:0})와 stearic acid(C_{18:0}) 2종과 불포화지방산인 oleic acid(C_{18:1}), linoleic acid(C_{18:2}), linolenic acid(C_{18:3}) 3종 등 총 5종이 분리되었는데, 이중 불포화 지방산인 C_{18:3} 함량이 가장 많고, 다음이 C_{16:0}, C_{18:2}, C_{18:1}, C_{18:0} 순이었다. 포화지방산인 C_{16:0}은 552~604mg/100g범위로 함량과 분시횟수 증감과는 관계가 없었고, 4회 분시시 553mg/100g으로 최저함량을, 3회 분시에서 604mg/100g으로 최고함량을 나타냈다. C_{18:0}은 51~62mg/100g으로 처리간 함량차가 거의 없었다. 불포화 지방산인 C_{18:1}은 221~252mg/100g범위로 4회 분시시 252mg/100g으로 최고함량을 나타냈고 5회 분시부터 함량이 감소하였다. C_{18:2}는 532~596mg /100g으로 C_{18:1}과 유사한 경향을 보였는데 4회분시가 596mg/100g으로 최고함량을 보였고, 분시횟수가 증가할수록 함량이 감소해 7회 분시시

554mg /100g이었다. C_{18:3}은 1,469~1,491mg/100g으로 3회 분시시 1,469mg/100g으로 최저함량을 보였고, 분시횟수가 증가함에 따라 함량이 많아져 7회 분시시 1,491mg/100g으로 최고함량을 보였다. 총 지방산 함량을 2,888~2,922mg /100g범위로 3회 분시를 제외하고 4~7회 분시는 함량차가 거의 없었다.

나. 유리아미노산 함량

각 처리별 유리아미노산 함량은 표 6에서 보는 것처럼 2,983~3,683mg/100g 범위로 3, 4, 5회 분시시 함량이 2,983, 3,263, 3,683mg/100g으로 분시횟수가 증가할수록 함량이 증가하는 경향이나 6, 7회 분시시 3,607, 3,589mg/100g으로 함량이 감소하였다. 각 처리별 유리아미노산 중 함량이 가장 많은 것은 theanine으로 1,707~2,220mg/100g이었으며, 총아미노산에 대한 점유비율은 58.8±1.6%였다. 다음은 arginine으로 487~628mg/100g으로 전체함량의 16.9±0.6%를 차지했고, 분시횟수가 적어질수록 함량과 점유율이 감소하는 경향이였다. glutamic acid는 203~230mg/100g 범위로, 6.5±0.4%를 aspartic acid는 139~152mg/100g으로 4.2±0.5%를 점유하고 있었다. serine은 113~129mg/100g으로 3.5±0.2%를 alanine은 84~98mg/100g 범위로 2.6±0.1%를 차지하고 있었으며, 기타 유리아미노산 함량은 13~40mg/100g범위로 총 함량에 대한 점유율이 그다지 크지 않았다. 愛知縣茶業成績書(1974)을 보면 분시횟수에 따른 theanine 함량은 1,756.1~2,069.9mg/100g으로 3회 분시시 2,069.9mg/100g으로 최고 함량을 나타냈고, aspartic acid는 283.1~551.2mg/100g, arginine 149.7~199.0mg/100g, serine 70.1~128.3mg/100g, alanine 44.8~60.5mg/100g으로 theanine과 동일한 경향을 보였고, 나머지 함량은 본 실험과는 상이한 결과를 보였는데, 이는 시비량, 차광정도, 토양 등 비배관리 차이에 기인된다고 생각된다.

Table 5. Contents of fatty acid of Okro tea

N-split (Times)	Content of fatty acid(mg/100g)					Total (mg/100g)
	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	
3	604	62	221	532	1,469	2,888
4	552	59	252	596	1,471	2,930
5	563	60	248	586	1,476	2,933
6	603	51	236	540	1,473	2,903
7	582	56	226	554	1,491	2,909

* 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

Table 6. Amino acid composition of Okro tea

N-split (Times)	Content of free amino acid(mg/100g)																
	Asp*	Thea	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Val	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Total	
3	141	1,707	113	203	21	16	84	27	29	24	22	32	19	19	39	487	2,983
4	142	1,913	121	210	20	17	88	29	31	25	21	30	20	20	40	535	3,263
5	152	2,220	129	226	15	13	98	31	32	25	18	31	17	20	39	619	3,683
6	139	2,141	123	230	16	18	94	34	34	27	19	33	22	21	43	613	3,607
7	132	2,148	119	216	18	15	90	33	30	25	18	32	19	21	41	628	3,589

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

4. 분시횟수에 따른 製茶品質

각 처리별 製茶品質은 표 7에서 보는 것처럼 차에 외관 중 형상은 15.7~16.9점 사이로 5회 분시가 16.9점으로 가장 좋았고, 색택은 16.2~17.0점으로 분시횟수가 증가 할수록 양호하였으나, 6회 분시부터 약간 색택이 나빠지는 경향이였다. 5회 분시가 차 외관 평가시 33.9점으로 가장 양호했는데, 이는 제품 균일도가 충실해 가루가 적었으며, 製茶 표면이 윤택이 나고 녹색이 짙었기 때문이다. 차의 내질을 48.3~50.8점 사이로 향은을 15.3~17.2점으로 5회 분시에서 17.2점으로 가장 양호하였고, 수색은 16.1~16.9점으로 향과 동일한 경향이였으며, 맛은 16.4~17.2점으로 6회 분시가 가장 양호하였다. 차의 외관과 내질을 평가한 관능평가에서 5회 분시가 84.7점으로 타처리에 비해 1.3~4.5점 더 많아 제다품질이 양호함을 알 수 있다. 愛知縣

茶業成績書(1974)에서는 분시횟수에 따른 관능평가는 74~86점 범위였는데, 3회 분시가 86점이었고, 분시횟수가 증가해 5회분시시 74점으로 최저 점수를 나타냈으며, 6회 분시시 78점으로 약간 점수가 올라가는 경향으로 본 시험과는 상이한 결과를 나타내고 있었다.

摘 要

질소비료를 3~7회 분시하여 옥로차의 수량 및 품질을 분석한 결과는 다음과 같다. 5회 분시가 타처리에 비해 생육과 수량이 많고 타처리에 비해 총 질소, 총아미노산, 비타민C 함량이 약간 많았으며 탄닌, 카페인, 엽록소, 총유리당 함량은 3회분시를 제외하고 4~7회 분시에서 거의 차이가 없었다. 지방산 함량은 2,888~2,933mg/100g이었고, 특히 5회 분시에서는 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid 함량이 가장 많았다. 옥로차 감칠맛 성분인 theanine을 포함해 16종이 아미노산을 분리 정량한 결과 5회 분시가 타처리에 비해 theanine 함량이 72~513mg/100g더 많았다. 관능평가에서 3회 분시가 80.2점으로서 다른 처리보다 낮았고, 5회 처리가 84.7점으로 가장 높았다. 결론적으로 5회 분시처리가 다른처리에 비해 수량도 양호하고 차 품질도 우수하여 옥로차의 적정 분시횟수라고 생각된다.

Table 7. Quality evaluation of Okro tea products

N-split (Time)	Sensory evaluation(100point)					Total (100)
	Appearance(40)		Quality of liquor(60)			
	Shape	Color	Aroma	Color	Taste	
3	15.7	16.2	15.3	16.6	16.4	80.2
4	15.7	16.8	16.4	16.1	17.0	83.0
5	16.9	17.0	17.2	16.9	16.7	84.7
6	16.5	16.9	16.0	16.8	17.2	83.4
7	16.6	16.4	16.9	16.4	17.0	83.3

LITERATURE CITED

Tadash Kato. 1997. Environmental problems related to heavy application of nitrogen fertilizer in Japanese tea farming. The Korea-Japan symposium on Tea Soc. & Cul. pp 8-12.

Quin, L.D. and M.E., Hobbes. 1958. Analysis of the Nonvolatile acid in Cigarette Smoke by Gas Chromatography of their Methyl Esters. *Analy. Chem.* 30(8) : 1400-1404.

愛知縣農業綜合試驗場 畑地農場. 1971. かんがいによる施肥合理化に関する試験. 茶業試験成績書 : 68-69.

愛知縣農業綜合試驗場. 1974. 省力摘採園の施肥法に関する試験. 茶業試験成績書 : 22-30.

愛知縣農業綜合試驗場. 1979. 機械的みた被覆茶園の窒素施用量試験. 茶業試験成績書 : 13-20.

농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준. 농촌진흥청. pp 599-600.

한기학, 박준규. 1989. 토양화학 분석법. 삼미인쇄사. pp 68-77.

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 : 43-74.

小原哲二郎, 岩尾裕之. 1977. 食品工定 Hand Brok. 建泉社. pp 393.

小彬貞夫, 井狩敏子. 1972. 化學肥の用量試験. 靜岡縣茶業試験場報告 : 93-94.

大石川八. 1988. 新茶葉全書. 三協印刷株式會社. pp 153-170, 197-203, 488-510.

大石貞男. 1985. 茶栽培全科. 松澤印刷所. pp 111-123.

大石貞男. 1986. 茶の生育診断と栽培. 第一印刷所. pp 164-189.

竹尾忠一, 池ヶ谷賢次郎, 中川致之. 1988. 茶の審査法と茶のいれ法. 新茶業全書. pp 393-412.

和田光正, 中田典男, 本莊吉男, 家弓實行, 岡田文雄. 1988. クロロフィル含量からみた緑茶の品質. 茶研報 68 : 22-32.