

## 완효성 비료 분시방법에 따른 두물차의 수량 및 품질

박장현\*† · 국용인\*\* · 최형국\*

\*전남농업기술원 식물환경연구과, \*\*전남대 생물공학연구소

### Effect of Split-Application of Slow-Release Fertilizer on Yield and Quality of 2nd Harvested Tea Leaves

Jang Hyun Park\*†, Yong In Kug\*\*, and Hong Kook Choi\*

\*Plant Environment Research Divison, Chonnam Provincial ARES, Chonnam 520-715, Korea.

\*Biotechnology Resesearch Institute, Chonnam Natl. University, Kwangju City 520-830, Korea.

**ABSTRACT** : A field experiment was conducted to evaluate effect by split-application of slow-release fertilizer on the tea plant. The yield of the 2nd harvested tea leaves was not different to the slow-release fertilizer of two time split manuring had been doing Sep. or Mar. compared with the traditional manuring had been doing four time split manuring, but that of the slow-release fertilizer to one time split manuring in Sep. had decreased  $12.5 \pm 1.5\%$ . In case of the 2nd harvested leave, the contents of chemical components related to quality such as total nitrogen, total amino acid were somewhat higher in the slow-release fertilizer (two time split manuring) than in the traditional manuring, but those of tannin, and caffeine were low, and those of chlorophyll, vitamin C, free sugar and theanine were not different to out of treatments. In scoring test, appearance and quality of green tea were more excellence in the two time split manuring compared with one time split manuring of slow-release fertilizer and with the traditional manuring (four time split manuring). Therefore, I thought that use of slow-release fertilizer be increased yield and quality of tea leaves, and improved efficiency nature of nitrogen, phosphate and potassium out of soil fertilizer components.

**Key words** : 2nd harvested tea leaves, slow-release fertilizer, split-application, yield and quality

### 緒 言

비료를 토양에 사용하면 식물체가 흡수하지 못한 비료성분 중 질소의 일부는 물에 녹아서 토양 표면을 따라 흘러가 유실되거나 지하수와 함께 용탈되며 또한 공기중으로 탈질, 휘산되어 많은 양이 손실된다. 인산은 토양과의 강한 결합력 때문에 용탈되는 일이 거의 없으며, 카리는 토양 중에 수용성과 치환성인 유효태로 대부분 존재해 고정되는 양은 적지만 질소성분보다 유실되는 양은 훨씬 적다. 이처럼 시비한 비료성분들이 작물에 흡수 이용되는 비율

은 질소 40~50%, 인산 10~20%, 카리 40~50%로 매우 낮으므로(Karasuyama, 1988) 비료성분의 손실을 줄이고, 분시에 의한 시비노동력을 절감 할 수 있는 시비체계 필요하다.

차나무는 잎을 수확하는 영년 작물로 당해연도 출아하는 신초를 수회 채취하고 정지를 행하므로 채엽이나 정지에 의한 탈취된 양분의 공급은 유기질 비료나 화학 비료의 사용에 의해 보충되는데(Kaoahachi, 1988 ; Mashao, 1985 ; Mashao, 1986), 완효성 비료는 작물의 양분요구에 맞게 양분이 용출 되도록 조절함으로써 작물을 수확 할 때까지

† Corresponding author : (Phone) +82-61-330-2584 (E-mail) tealove7@hanmir.com  
Received April 29, 2003 / Accepted July 31, 2003

시용횟수를 1~2회 절감할 수 있어 시비노력을 줄일 수 있고 양분의 이용율을 높여 환경 오염을 경감시킬 수 있다는 점에서 현재까지는 이상적인 환경 친화형 비료로 인정 받고 있다. 그러므로 우리나라처럼 보비력이 약한 토양 특성을 갖는 토양에 과도한 화학비료 사용은 수질 및 대기 환경에 커다란 오염원이 되므로 환경오염 방지와 비료 효율성 증대를 위해 용출 조절이 가능한 완효성 비료의 사용이 바람직하다고 생각된다. 따라서 본 연구자는 비료의 이용율 증대와 생력화에 따른 노동력 절감 및 차잎의 수량성, 품질 향상을 위해 본 시험을 수행하게 되었다.

### 材料 및 方法

본 시험에 사용된 차나무는 전남 보성군 회천면에 위치한 대한다원 포장에서 재배 중인 재래종(*Camellia sinensis*

var. *sinensis*)으로 수령 35년, 수고 70 cm, 재식거리 180 × 30 cm였다. 공시한 완효성 비료는 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 15-12-15였으며, 시험을 수행한 토양의 화학적 특성은 표 1과 같다. 처리는 관행시비 N = 60 kg 10a<sup>-1</sup>를 4~5회 분시 하였고, 완효성 비료는 관행 질소 시비량의 17%가 감소된 N = 50 kg 10a<sup>-1</sup>를 9월 중순과 3월 초에 각각 1회, 9월중+3월초에 50%씩 2회 분시하여 '97~'99년까지 3년간 시험을 수행하였다. 분석시료는 7월 19~20일 2일간 차잎을 1창 3엽씩 2 kg을 채취하여 증차제조기를 이용해 제품을 만든 후 품질관련 화학성분 및 관능검사 시료로 사용하였다.

차의 생육 및 수량은 농촌진흥청 농사 시험연구 조사기준(RDA, 1995)에 준하였고, 품질관련 성분들은 茶의公定分析法(Ikegaya *et al.*, 1990)에 준하였으며, 관능검사는 茶審査法(Takeo *et al.*, 1988)을 응용하였다.

Table 1. The characteristics of soil used in experiment.

pH (1 : 5)	O.M <sup>†</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	T- N (g kg <sup>-1</sup> )	AV. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	C. E. C (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	Ex (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )			EC (dS m <sup>-1</sup> )
					K	Ca	Mg	
4.9	51.8	4.5	728	18.0	1.1	3.5	1.5	0.11

<sup>†</sup> O.M : Organic Matter.

### 結果 및 考察

#### 1. 차나무의 생육 및 수량

각 처리별 차나무의 생육 및 수량은 표 1에서 볼 수 있는데, 완효성 비료 2회 분시가 표준시비 4회 관행구에 비해 생육에서는 큰 차이가 나지 않았으나 수량이 5%가량 중수경향이었는 데, 이는 완효성 비료가 관행 비료량보다 17% 적었음에도 불구하고 작물의 양분 요구에 맞게 양분

이 용출될 수 있도록 조절함과 동시에 비료의 이용율 증진과 지속적인 양분 공급으로 인해 백아중 등 생육이 관행구와 대등하였다고 생각된다(Mashao, 1986 : Lee, 1998). 1회 분시와 비교해 보면 산초수, 엽수 등 생육이 양호해, 백아중도 1.9±0.3 g 더 컸고, 수량도 46~55 kg 10a<sup>-1</sup> 더 많았다. 이는 본 시험용 완효성 비료 용출기간이 120~130일 정도여서 9월 중 분시한 구는 수확시 300여 일 경과로 비료손실이 컸고, 3월 중 분시구는 식물체가 중

Table 2. Growth and Yield as affected by different split-application method.

Treatment <sup>†</sup>	New Shoot					Weight of 100buds (g)	Yield of fresh leaves (kg/10a)	P.B.S <sup>‡</sup> (%)
	Number <sup>†</sup> (ea.)	Length (cm)	No. of Leaves (ea.)	Leaves length (cm)	Leaves width (cm)			
Sep.	312	4.8	3.8	3.4	1.5	22.2	244 <sup>b†</sup>	79
Mar.	323	5.3	3.8	3.4	1.7	22.8	253 <sup>ab</sup>	81
Sep. + Mar.	359	5.6	3.9	3.7	1.8	24.4	299 <sup>a</sup>	80
Control	356	5.7	4.0	3.6	1.6	24.2	285 <sup>ab</sup>	79

<sup>†</sup> Slow-release fertilizer (N-P-K = 15-12-15) <sup>†</sup> Number of new shoots : 10×180 cm.

<sup>‡</sup> P.B.S : Percentage of *bunjhi* Shoot to the total.

<sup>†</sup> The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 5% level.

분히 비료를 흡수하지 못한 결과로 생각된다. Res. Rep. Aegi(1974)에서도 표준 시비와 완효성 비료 시비시 백아중은 27.5 g 대 28.3±0.6 g 수량은 375 kg/10a 대 391 kg/10a으로 완효성 시비에서 백아중 및 생육이 양호해 수량이 다소 높았다고 보고하였다.

## 2. 품질관련 화학성분 함량

각 처리별 첫물차의 총질소 함량은 표 3과 같다. 관행시비 처리 3.91%에 비해 완효성 2회 처리는 4.07%로 함량이 0.16%높았으며 완효성 비료 3월 1회 처리는 관행과 함량이 비슷했으나 9월 1회 처리는 함량이 0.13%낮았다. 이는 완효성 비료 지속기간에 따른 차이로 생각되어 Sakata *et al.*(1995)가 2번차에서 총질소 함량이 다비구 4.62%에 비해 완효성 비료구가 4.91%로 함량이 많았다는 보고와 유사한 경향이였다. 아미노산은 차의 감칠맛을 내는 주요 성분으로 차나무 중의 아미노산 분포는 채엽시기, 품종, 피복, 질소 시비량 및 비료 종류에 따라 다르다 (Kaoahachi, 1988; Mashao, 1986). 두물차의 총아미노

산 함량은 총질소와 같은 경향으로 관행 시비에 비해 완효성 2회 시비가 248 mg 100 g<sup>-1</sup>정도 함량이 높았는데, 완효성 시비 처리가 관행시비에 비해 총 아미노산 함량이 높았다는 Sakata *et al.*(1995)의 보고와 유사한 경향이었고, 완효성 비료 처리간에는 2회 분시가 1,882 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 9월, 3월 1회 처리의 1,495, 1,648 mg 100 g<sup>-1</sup>에 비해 함량이 많았는데, 이는 2회 분시시 비료의 비효가 꾸준히 지속되기 때문에 함량이 높았다고 생각된다.

Tannin은 차의 맛, 색, 향에 관여하는 주요성분 중 하나로 함량이 많으면 떫은맛이 강해 품질을 저하시키나, 전체적으로 일정한 경향의 상관을 갖지는 않는다(Nakagawa & Amano, 1974). 각 처리별 두물차의 tannin 함량은 관행시비 16.11%와 비교할 때 완효성 비료 2회 분시가 15.94%, 9월과 3월 1회 처리 16.30%, 16.04%로 함량 차이가 극히 미미하였다. 이는 Res. Rep. Aegi(1974)에서 2번차의 경우 표준시비와 완효성 시비 처리간에 tannin 함량 차이가 거의 없었다고 보고와 유사한 경향이였다.

**Table 3.** Contents of chemical components of tea leaves as affected by different Split-Application method.

Treatment	T-N <sup>†</sup> (%)	T.A.A <sup>†</sup> (mg 100g <sup>-1</sup> )	Tannin (%)	Caffeine (%)	Chlorophyll (mg 100g <sup>-1</sup> )	Vitamin C (mg 100g <sup>-1</sup> )
Sep. 1	3.69 <sup>cs</sup>	1,495 <sup>c</sup>	16.30 <sup>a</sup>	2.90 <sup>a</sup>	325 <sup>b</sup>	151 <sup>b</sup>
Mar. 1	3.89 <sup>b</sup>	1,648 <sup>b</sup>	16.04 <sup>b</sup>	3.02 <sup>a</sup>	361 <sup>a</sup>	157 <sup>ab</sup>
Sep. + Mar.	4.07 <sup>a</sup>	1,882 <sup>a</sup>	15.94 <sup>b</sup>	2.91 <sup>a</sup>	372 <sup>a</sup>	166 <sup>a</sup>
Control	3.91 <sup>b</sup>	1,634 <sup>b</sup>	16.11 <sup>ab</sup>	3.03 <sup>a</sup>	349 <sup>ab</sup>	165 <sup>ab</sup>

<sup>†</sup> T-N : Total Nitrogen.      <sup>†</sup> T.A.A. : Total Amino Acid.

<sup>‡</sup> The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 5% level.

Caffeine은 냄새가 없는 침상 결정으로 특유의 쓴맛을 나타내는 성분으로, 각 처리별 두물차의 caffeine 함량은 관행시비 3.03%에 비해 완효성 시비 2회 분시가 2.91%, 9월 1회 처리는 2.90%로 함량이 다소 낮았으나, 3월 1회 시비는 3.02%로 함량차가 없었다. 우리나라 녹차의 caffeine 함량은 일본의 고급차인 上級煎茶 3.32%나 玉露茶 4.04%(Kaoahachi, 1998)와 비교해 볼 때 함량이 낮음을 알 수 있다. Chlorophyll 함량은 관행시비 349.2 mg 100 g<sup>-1</sup>에 비해 완효성 비료 2회 분시가 371.9 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 함량이 많았으며, 완효성 비료간에는 2회처리가 9월과 3월 1회 처리의 325.4, 360.9 mg 100 g<sup>-1</sup>에 비해서 함량이 많았다. chlorophyll 함량은 질소 시비량이 증가할수록 함량이 증가한다고 하였는데 (Wada *et al.*, 1988), 본 실험에서는 표준시비에 비해 완효성 비료가 오히려 질소는 10 kg 10a<sup>-1</sup>적었으나 chlorophyll 함량은 많은 경향이

였는데, 이는 완효성 비료의 비료 효율성이 단비보다 높기 때문이라 생각된다.

Vitamin C 함량은 관행시비 164.5 mg 100 g<sup>-1</sup>와 비교해 완효성 비료 2회 분시 165.7와 완효성 비료 3월 1회 처리 157 mg 100 g<sup>-1</sup>는 차이가 없었으나 완효성 비료 9월 1회 처리는 150.8 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 함량이 낮았다.

## 3. 유리당 함량

표 4에서처럼 유리당 중 이당류인 sucrose는 관행시비가 541mg 100g<sup>-1</sup>으로 완효성 비료 2회 시비 549 mg 100 g<sup>-1</sup>와는 차이가 없었으나, 완효성 시비간에는 2회처리가 1회 시비 509~529 mg 100 g<sup>-1</sup>에 비해 함량이 약간 많았다. glucose는 완효성 시비구가 973~1,059 mg 100 g<sup>-1</sup> 범위로 관행시비 1,014 mg 100 g<sup>-1</sup>과 큰 차이를 볼 수 없었으나, 관행시비에 비해 완효성 비료 2회 시비나 3월 1회 처리는

완효성 비료 분시방법에 따른 두물차의 수량 및 품질

함량이 약간 많았으나, 9월 1회 처리는 함량이 약간 적었다. 이는 완효성 비료 시비기간이 270일 이상 경과되어 비효가 지속되지 않은 결과로 생각된다. fructose는 관행시비와 완효성 비료가 218~251 mg 100 g<sup>-1</sup> 범위로 함량 차이가 크지 않았다. 총 유리당은 관행시비가 1,807 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 완효성 비료 2회 분시 1,859 mg 100 g<sup>-1</sup>에 비해 함량이 52 mg 100 g<sup>-1</sup>적었으며 완효성 비료 처리간에는 2회 시비가 1회 시비 1,700~1,792 mg 100 g<sup>-1</sup>보다 함량이 많았다.

**Table 4.** Contents of free sugar of tea leaves as affected by different split-application.

Treatment	Content of free sugar (mg 100g <sup>-1</sup> )			Total (mg 100g <sup>-1</sup> )
	Sucrose	Glucose	Fructose	
Sep.	509	973	218	1,700 <sup>b†</sup>
Mar.	529	1,021	242	1,792 <sup>ab</sup>
Sep. + Mar.	549	1,059	251	1,859 <sup>a</sup>
Control	541	1,014	248	1,807 <sup>ab</sup>

† The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 5% level.

**4. 유리 아미노산 함량**

유리아미노산 함량은 표 5에서처럼 16종이 분리되었고, 분시 횟수나 비료 종류에 관계없이 theanine, glutamic acid, arginine, spartic acid, serine, alanine 순으로 함량이 많았으며, 이 6종의 유리아미노산이 전체 함량의 85% 정도를 점유하고 있었다.

Aspartic acid는 전체 함량의 8.5±0.4%를 점유하고 있으며, 완효성 2회 분시가 143 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 1회 처리에

비해 14~29 mg 100 g<sup>-1</sup> 함량이 많았고, 표준시비보다는 24 mg 100 g<sup>-1</sup> 많은 경향이였다. 뿌리 부근에서 glutamic acid와 ethylamine의 합성에 의해 생성되는 감칠맛의 주 성분인 (Maeda & Nakagawa, 1977) theanine은 전체 함량의 42.3±1.3%를 점유하였고, 완효성 비료 2회 분시가 671 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 1회 처리 548과 595 mg 100 g<sup>-1</sup>에 비해 123~76 mg 100 g<sup>-1</sup> 많았으며, 표준시비 631 mg 100 g<sup>-1</sup>보다도 40 mg 100 g<sup>-1</sup>함량이 많은 경향이였다. serine은 전체함량의 6.1±0.1%였고, 완효성 비료 2회 분시가 1회 처리에 비해 21~9 mg 100 g<sup>-1</sup> 많았으나, 표준시비 보다는 14 mg 100 g<sup>-1</sup> 함량이 많았다. Glutamic acid 전체 함량의 12.1±0.2%였으며, 완효성 비료 2회 분시가 202 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 1회처리나 표준 시비에 비해 31±1.0 mg 100 g<sup>-1</sup>과 29 mg 100 g<sup>-1</sup> 함량이 많았다. Alanine은 전체 함량의 5.15±0.15%를 점유하고 있었으며 완효성 비료 2회 분시가 1회 처리나 표준시비에 비해 함량이 약간 많았다. Arginine은 전체 함량의 10.3±0.4%를 점유하였고 완효성 비료 2회 분시가 168 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 1회처리나 표준 시비에 비해 24±16 mg 100 g<sup>-1</sup>, 18 mg 100 g<sup>-1</sup> 함량이 많았다. 기타 유리아미노산은 10~34 mg 100 g<sup>-1</sup>범위로 완효성 비료 2회 분시, 1회 처리, 표준시비 상호간에 함량 차이가 거의 없었으며, 총 유리아미노산은 완효성 비료 2회 분시가 1,625 mg 100 g<sup>-1</sup>으로 1회 처리리에 비해 326~171 mg 100 g<sup>-1</sup> 함량이 많았으며, 표준시비에 비해 N시용량은 10 kg 10a<sup>-1</sup> 적었으나, 총아미노산은 177 mg 100 g<sup>-1</sup> 더 많았다. 이는 완효성 시비구가 표준시비구에 비해 질소 성분이 식물에 흡수되어 이용되는 효율이나 토양중에서 유실되는 비율이 훨씬 적기 때문이라 생각된다.

**Table 5.** Contents of free amino acids of tea leaves as affected by different split-application method.

Treatment	Content of free amino acid (mg 100g <sup>-1</sup> )																
	Asp <sup>†</sup>	Thea	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Val	Ile	Leu	Tyr	Phe	GABA	Lys	His	Arg	Total
Sep.	114	548 <sup>a†</sup>	80	161	20	11	69	26	18	20	15	27	26	15	21	128	1,299 <sup>c</sup>
Mar.	129	595 <sup>bc</sup>	92	181	20	13	73	32	18	24	16	29	34	18	24	156	1,454 <sup>b</sup>
Sep. + Mar.	143	671 <sup>a</sup>	101	202	26	15	86	34	23	26	21	34	31	19	25	168	1,625 <sup>a</sup>
Control	119	631 <sup>ab</sup>	87	173	21	10	76	29	20	25	17	28	30	13	19	150	1,448 <sup>b</sup>

† 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 :  $\gamma$ -amionobutyric acid, Lys : Lysine, His : Histidine, Arg : Arginine.

† The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 5% level.

**5. 製茶品質**

製茶品質에 관한 관능평가는茶的 외관과 내질에 의해 평가되고,茶的 외관은 제품의 형상과 색택, 내질은 향, 수

색, 맛 등으로 구성되어있다. 첫물차의 製茶品質은 표 5에서 보는 것처럼 외관은 완효성비료 2회 분시가 27.4점으로 1회 처리나 표준시비에 비해 2.7~1.5점, 1.2점 더 많

Table 6. Internal and external quality as affected by different split-application method.

Treatment	Appearance (40 point)		Quality of liquor (60 point)			Total (100 point)
	Shape (20)	Color (20)	Aroma (20)	Color (20)	Taste (20)	
Sep.	12.4	12.3	12.1	12.5	12.3	61.5 <sup>c†</sup>
Mar.	12.9	13.0	13.5	13.8	13.5	66.7 <sup>b</sup>
Sep. + Mar.	13.5	13.9	14.1	14.4	14.4	70.6 <sup>a</sup>
Control	13.1	13.1	13.4	13.3	13.2	66.1 <sup>b</sup>

† The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 5% level.

있는데, 그 까닭은 제품의 균일도가 충실해 가루가 적었으며, 製茶 표면이 윤택이 나고, 녹색이 짙었기 때문이다. 차의 향, 수색, 맛으로 평가하는 내질은 완효성 비료 2회 분시가 42.9점으로 1회 처리 36.9, 40.8점과 표준시비 39.9점에 비해 양호하였다. 제다 품질은 완효성 비료 2회 분시가 70.6점으로 표준시비 66.1점에 비해 약간 우수한 경향을 보였는데, Res. Rep. Aegi(1974)에서 2번차의 외관, 내질에 대한 제다 평가시 완효성 시비구는 75.2~76.1점으로 표준시비 77.5점에 비해 품질이 약간 떨어진다고 보고한 내용과는 상이한 결과로 이는 품종, 토양 및 제다 방법의 차이에 기인되었다고 생각한다.

## 摘 要

두물차의 수량은 관행시비 (4회 분시)에 비해 완효성 비료 9월, 3월 분시 2회 와 3월 1회 분시는 수량차가 없었으나 9월 1회 분시는 감소되었다. 관행시비에 비해 완효성 비료 2회 분시가 총질소, 총 아미노산은 많았고, tannin과 caffeine 함량은 적은 경향이었으며 엽록소, 비타민 C, 유리당 함량과 감칠맛 주성분인 theanine 함량은 차이가 없었다. 형상, 향, 맛 등 제다품질은 완효성 비료 2회분시가 1회분시나 관행 시비 (4회 분시)에 비해 우수하였다. 그러나 완효성 비료처리는 토양비료성분 중 질소, 인산, 칼리의 효율성을 향상시켜 차잎 수량 및 품질을 증가시킨다고 생각된다.

## LITERATURE CITED

- Ikegaya K, Takayamagi H, Anan T (1990) Quantitative analysis of tea constituent. *Tea Research J.* 71 : 43-73.
- Karasuyama M (1988) New technology in Kyushuarea. *Suzuoka Prof. Tea Exp. Stn* : 17-37.
- Kaoahachi O (1988) New compendium of tea work. p. 153-203.
- Lee Ki-Sang (1998) Fertilizer development and use. *J. Korea Soc. Soil Fer.* 31 : 100-110.
- Maeda S, Nakagawa M (1977) General chemical and physical analysis on various kinds of green Tea. *Tea research J.* 45 : 85-92.
- Nakagawa M, Amano I (1974) Evaluation method of green tea grade by nitrogen analysis. *J. Food. Sci. Tech.* 21(2) : 57-63.
- Mashao O (1985) The whole curriculum for tea culture. p. 111-123.
- Mashao O (1986) The growing diagnosis and culture of tea plant. p. 164-189.
- Res. Rep. Aegi. Agr. Exp. Sta. (1974) Effect of afflication of slow-release fertilizer *Bull. Agric. Res. Cent.* p. 74-83.
- RDA(Rural Development Administration) (1995) Standard methods for agricultural experiment. p. 599-600.
- Sakata N, Yamamoto K, Nakahara H, Marumoto T (1995) Moving of nitrogen from coating fertilizer in soil. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 66 : 253-258.
- Takeo T, Ikegaya K, Nakagawa M (1988) The sensory evaluation and brewing condition of tasty of green tea. *New Compendium of Tea Work.* p. 393-412.
- Wada K, Nakada N, Honjo Y, Kayumi S, Okada F (1988) Chlorophyll content of tea leaves and green tea product in relation to quality control. *Tea Research J.* 68 : 22-32.