臺灣茶業研究彙報13：1-8（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：1-8（1994）

茶樹插穗貯放時間對扦插成活率與扦插苗生長之影響[1]

蔡俊明　陳右人[2]

摘　要

"青心烏龍"及"台茶12號"二品種茶樹插穗貯放0至9日逐日分析插穗乾鮮重變化失水率及扦插後之成活率與生長量。而參試品種以當日剪取枝條隨即扦插成活率最佳，分別爲79.1%及88.1%，而成活後新芽及根系統生長仍以當日剪取枝條隨即扦插者最優，相對地台茶12號插穗比青心烏龍較耐貯放，插穗經貯放5日，其成活率與取穗後立即扦插者差異未達5%顯著差異水準，但青心烏龍插穗之成活率已下降25%，不具有商業生產價值。因此就扦插成活率而言，台茶12號之插穗不宜貯放超過5天，青心烏龍則宜在3天內扦插之。

就其生長量而言，兩品種之扦插苗生長均隨貯放時間之延長而轉劣。其中青心烏龍之插穗貯放超過1日後及台茶12號插穗貯放4日後之生長量均明顯降低，因此就苗之品質而言，青心烏龍之插穗貯放不宜超過1日，而台茶12號不宜超過4日。經貯放過之插穗扦插後即使仍可成活，但其扦插苗之品質仍較差。

插穗之水分與乾物重會隨貯放時間延長而減少，這是影響扦插成活與成活後生長之主因。

關鍵字：茶樹、插穗、貯放時間

前　言

植物進行扦插繁殖時，雖然早上枝葉水分張力最高時取穗且立即扦插爲最佳（Hartmann and Kester, 1983）但實際在商業化生產扦插苗或種源收集時，並無法完全遵行。在落葉樹種的硬木插上，取穗時插穗上並無葉片，在適當的貯放下，反而會使扦插成活率提高（Kaundal and Singh, 1987），但在闊葉常綠樹的帶葉扦插上而言，及時給予扦插依舊是必須的，因爲從取穗到進行扦插之時間長短，經常與成活率呈正相關，這段期間主要影響其成活之內在因子

1.本報告獲得國科會研究獎助，謹此致謝。
2.台灣省茶業改良場助理研究員，研究員兼秘書。

大約分爲水分，內容物及影響植物發根之輔助因子。插穗失水常是扦插成活率降低是最重要原因 (Evan, 1952; Rajagopa and Anderen, 1980; Stranc, et al., 1988) Loach (1977) 發現，即使在不缺水的狀況下， 葉片水勢低的品系，其扦插成活率也較低，影響扦插成活率的內容物。主要是插穗的碳水化合物含量，尤其是可溶性醣或還元醣；氮化合物及碳水化合物與氮比，大致上以碳水化合物含量高者成活率佳 (Kaundal and Singh, 1987; Purushotham et al., 1988; Stranc et al., 1988) 取穗後，枝條的呼吸率即上升，使植體內碳水化合物大量減少，如果沒有適當的保存，則放置時間愈長，扦插成活率愈低(Kaundel & Singh, 1987; Purushotham et al., 1988)，在闊葉常綠樹的扦插時碳水化合物大多來自留下插穗上的葉片，如果插穗在失水過多而導致葉片提早脫落，則扦插根本無法成活。貯存與放置時間對扦插成活率影響極大的另一因子是發根的輔助因子，一般認爲促進發根的輔助因子是扦插發根最重要的因子(Donoho, et al., 1962; Fadl and Hartmann, 1967; Hackett, 1977, Purushotham, 1986)，這些發根因子又分爲兩類，一類是保護內生的發根促進植物荷爾蒙 IAA，使之免受IAA-Oxidase等過氧化酵素類(Peroxidase)之破壞，而達到刺激發根之功效(Donoho, et al., 1962; Hackett, 1970)；另一類則是保護外加的Auxin如IBA等 (Fadl and Hartmann,1967)。相對的也有發根之抑制物質，(Gus'kov et al., 1988) 就發現枝條內過氧化酵素含量高的品種，扦插成活率就較低。

中國種茶樹因多屬灌木，枝條柔軟易採行壓條法繁殖，並未重視扦插繁殖法，但由於壓條繁殖法對母樹之損傷過大，因此從1950年起，即開始研究扦插繁殖法，1984年止其繁殖技術完全確定並大量推廣應用(馮，1984)。在商業化生產時，受到母樹園面積及其生長之影響，生產者取穗的數量往往不敷所需，必須購買插穗；茶農自行繁殖茶苗供更新補植時，也往往必須剪取他人的插穗；再加上苗圃的整理有時無法與取穗時間配合；導致插穗取下後，無法立即完成扦插工作，因而影響其成活率。

本研究之主要目的即在於了解茶樹插穗從取下來之後，在灑水與敷蓋塑膠布之條件下，放置時間之長短對其成活率之影響，以作爲茶苗繁殖與種源收集時工作安排之依據。

材料與方法

一參試品種：採用本省種植歷史最久之青心烏龍種及本場於民國70年育成之台茶12號兩品種，同處理分二試區進行。

二材料與處理：春茶採收後，放任其生長之枝條至81年元月剪取其表皮褐化但未裂開至表皮轉成黃綠色者，作爲試驗材料。枝條剪下後即放置於陰涼處，每日灑水2次，並以30%透光率黑色塑膠布遮蔭之。

三田間設計爲逢機完全區組處理分爲㈠對照(當日剪取枝條隨即扦插完畢)、㈡貯放1日、㈢貯放2日、㈣貯放3日、㈤貯放4日、㈥貯放5日、㈦貯放6日、㈧貯放7日、㈨貯放8日、㈩貯放9日。共10處理、重複4次， 行距12公分、株距4公分，每小區插10行共80株。兩品種共扦插6,400株，每處理並取插穗枝條測其乾濕重。

四試驗地原已扦插一年之苗圃，經取苗後種植魯冰，待魯冰拔除後，即逕行整地，苗床整地時未作任何處理，作畦完成後即進行扦插，扦插後用竹片離地面45公分架設簡易半圓型隧道式架，上面覆蓋透明塑膠布，保持溫濕度，以節省灌溉勞力，並在其上面再蓋一層約30%透光

率之黑色塑膠網，避免陽光直射，影響其成活率。

五本試驗於81年1月6日至1月15日扦插，插後四個月去除透明塑膠布，並於去除透明塑膠布後六個月調查各處理成活之效果。

六扦插成活率調查其變值分布與常態迴異，應先將原資料變型換算爲常態值，始能分析測驗之，故用 Bliss 氏之轉百分數爲角度後計算之。

結果與討論

一貯放時間對扦插成活率之影響

青心烏龍與台茶12號扦插插穗貯放不同時間後扦插，在扦插11個月後，調查其扦插成活率如表1 青心烏龍種茶樹之扦插插穗在取下後立即扦插，其成活率可達79.12%。隨著貯放時間的延長，扦插成活率逐漸下降到第5日時，僅有60.31%成活，但在統計上與取下後立即扦插者，並未達到5%的顯著差異。貯放超過5日以後之枝條，扦插成活率明顯較前5日之成績降低，到第8日扦插則僅有不到7%可以成活，第9日再行扦插則完全無法成活。

台茶12號之扦插成活率，亦以取穗後立即扦插者最高，可達到88.12%。枝條經貯放後其扦插成活率亦隨著貯放時間延長而降低，不過處理間之差異性較小，立即扦插與貯放1至5日間差異不顯著，但顯著高於貯放超過5日以上者，貯放3至7日間差異不顯著；而貯放9日時，扦插成活率仍有69.06%。

由統計上看，青心烏龍與台茶12號之插穗均可放置5日而不影響其扦插成活率；但就商業眼光看，台茶12號茶樹之插穗確有貯放5 日之可能，而青心烏龍種茶之插穗放置到第5日時，插穗成活率已降低近四分之一，已失去商業價值，故至多僅能放置3至4日，由此可見生長勢較爲強健的台茶12號，其貯放的時間亦較生長勢弱的青心烏龍長。此外由於青心烏龍種茶樹插穗之取穗標準較台茶12號幼嫩（蔡與陳1991），可能是使其較不易貯放之主要原因之一。

二貯放時間對扦插苗生長之影響

調查已成活的扦插苗生長狀況，發現青心烏龍扦插苗，無論新芽長、新芽重、根重及最長主根長均以採穗後立即扦插者最佳，貯放1日後扦插者，則有最多的葉片及次高的新芽長與最長主根長，但均與立即扦插者，在統計上未達5%顯著差異。這些生長調查項目，大致上仍隨著貯放時間的延長而降低，但在葉片數及最長主根長上之差異較不明顯；而在新芽長度、新芽重及根重上則可看出，青心烏龍插穗一經貯放後，立即有下降之趨勢（表2)。因此由扦插苗之發育上看，青心烏龍之插穗更不宜貯放，即使有必要貯放時，也以不超過1日爲宜。

由台茶12號扦插苗生長狀況（表3）上看，可以發現除了葉片數外，新芽長、新芽重、根重及最長主根長，從採穗後立即扦插到貯放3日後扦插間之差異不大；超過3日後各項生長之指標，尤其是新芽重與根重，均明顯的降低；扦插苗上之葉片數處理雖有差異，差異並不顯著。由這些生長之結果看時，台茶12號之插穗貯放日數最長應不宜超過3日，否則會影響其扦插成活後之生長。

由表2 與表3 之結果可以看出，插穗貯放後很明顯的使得扦插成活後之植株，無論是地上部或地下部之重量及生長量均有明顯的降低，造成苗之品質下降。因此插穗在經過貯放後再行扦插，雖然可存活但也會影響扦插苗之品質。

三貯放過程中乾物重與水分含量之變化

表4 顯示青心烏龍茶樹插穗貯放後重量之損失量，田間取穗至扦插時鮮重即有微量之損失(0.27%)，其損失主要來自水分之蒸散(0.44%)。貯放1日之鮮重與水分之損失量不大，乾物量反而略增。貯放2日起鮮重之損失即高達10.56%，但此時乾重減少不多，大部分之鮮重損失來自水分之蒸散，此時水分減少16.38%。隨著貯放的日數增加，鮮重的損失日漸增加，貯藏5日後，鮮重損失即超過20%，而乾物量之損失到貯放第5日後才明顯增加至6.47%，第6日以後乾重損失已超過20%；水分之損失在貯放3日後也大幅增加至25.62%，第4、5、6日都超過30%。與表1 之結果比較時，可以發現扦插之成活率大致上在貯放第4日起開始有較明顯之降低，此時乾物重量損失不大，但水份已減少了31%；貯放第5日起，乾物量明顯減少，水分則減少超過三分之一，使扦插成活率與對照相差24%，此後乾物量減少超過20%，而水分大致上已不減少，但扦插成活率則更大幅的降低。

台茶12號插穗貯放後乾物量與水分之損失如表5相同的從插穗自田間取回至扦插時鮮重即少許損失，其損失量也隨著貯放日數而增加；乾物量與水分的損失大致上亦同，但乾物量之損失明顯較青心烏龍之插穗少；水分之損失量則高於青心烏龍。而由扦插成活率上看 (表1)，台茶12號插穗扦插成活率在貯放0～5日間之差異不大。而在此段時間內乾物量損失差異也不大，但水分之散失在貯放第5日時已高達40.79%。貯放第6日後乾物量減少近5%，扦插成活率也較對照低12%；貯放7～9日之乾物量分別爲14.53%、10.57%、6.81%而水分散失則分別爲25.37%、30.35%、45.57%、而扦插成活率則分別降低14.19%、15.54%及 21.63%，其降低幅度顯然較青心烏龍少。

由以上之結果看，插穗貯放過程中，鮮重與乾物量之減少較明顯的與扦插成活率有關。乾物重之損失，主要在於枝條貯放過程中，呼吸作用之消耗所造成。Fadl & Hartmann (1967)及Stranc et al., (1988) 也發現插穗貯放過程中，因呼吸喪失碳水化合物種類之改變，嚴重的影響扦插之成活率。由於呼吸之消耗，主要是枝條與葉片中之碳水化物，因此插穗中碳水化物之大量減少，是造成扦插成活率下降之重要因素。插穗在貯放過程中，水分之散失量極大，但似乎與扦插成活率之關係較不明顯，可能是茶樹之插穗在扦插後，較易自介質內吸收水分的關係。由於一般茶樹葉片中過氧化酵素 (Peroxidase) 的活性在離體後便會提高 (Tirimmana, 1972)，這些氧化類酵素活性在青心烏龍上略較台茶12號高 (陳，1986) 使得扦插成活率下降 (Gus'kov, et al., 1988)，很可能是造成青心烏龍在貯放短時間後扦插成活率急速下降之原因之一。

表1. 枝條貯放日數對青心烏龍與台茶12號茶樹扦插成活率之影響

Tablel 1. Effect of storage duration of cutting shoot on survival rate of Chin-Hsin Oolong and TTES NO.12 tea cutting.

貯放日數 Days of cutting storage	青心烏龍 Chin-Hsin Oolong		台茶 12 號 TTES No.12	
	成活率% Survival rate	轉換率% Transformed survival rate	成活率% Survival rate	轉換率% Transformed survival rate
0	79.12	62.72 a	88.12	69.86 a
1	77.50	61.78 a	86.87	69.04 ab
2	77.50	62.06 a	86.25	68.65 ab
3	76.87	61.31 a	86.87	67.36 abc
4	70.62	57.51 a	83.75	66.43 abc
5	60.31	52.00 a	80.62	64.05 abc
6	31.56	34.06 b	77.81	63.12 bcd
7	32.18	33.78 b	75.62	61.69 cde
8	6.87	14.47 c	74.43	57.47 de
9	—	—	69.06	56.26 e

1.轉換率係實際成活率用 Bliss 氏之轉換百分數爲角度後計算之。
2.直行英文字母爲不同者表示 Duncan's, 5% 水準顯著。

表2. 枝條貯放日數對青心烏龍插穗生根及發芽之效果

Tablel 2. Effect of storage duration on growth of Chin-Hsin Oolong young cutting plant.

貯放日數 Days of cutting storage	新芽長度 (cm) Average length of new young shoot	新芽重(g) Average weight of new young shoot	新芽葉數 (片) Average unmber of new young leaf	根重 (g) Total weight of roots	最長主根長 (cm) Length of longest roots
0	17.6 a	2.78 a	23.3 ab	1.12 a	15.3 a
1	17.5 a	2.20 b	24.7 a	0.91 bc	14.2 ab
2	15.0 b	1.72 bcd	22.6 abc	0.76 cd	12.8 abc
3	14.8 b	2.02 bc	19.7 bcd	0.97 ab	12.5 bc
4	15.3 b	2.08 bc	18.9 cde	0.81 ab	11.3 c
5	15.6 b	1.63 cd	19.3 bcde	0.27 f	11.0 c
6	13.4 c	1.91 bcd	17.8 def	0.74 cd	12.2 bc
7	12.7 c	1.63 cd	15.5 ef	0.68 d	11.9 bc
8	13.0 c	1.42 d	14.2 f	0.56 e	10.8 c

表3. 枝條貯放日數對台茶12號插穗生根及發芽之效果

Tablel 3. Effect of storage duration on growth of TTES No.12 young cutting plant.

貯放日數 Days of cutting storage	新芽長度 (cm) Average length of new young shoot	新芽重(g) Average Weight of new young shoot	新芽葉數 (片) Average unmber of new young leaf	根重 (g) Total weight of roots	最長主根長 (cm) Length of longest roots
0	30.3 a	8.54 a	25.4 ab	4.19 a	16.5 ab
1	29.7 ab	8.14 ab	23.4 bcd	4.64 a	17.6 ab
2	27.9 bcd	7.18 bcd	21.8 cd	4.08 a	16.3 ab
3	29.1 abc	7.65 abc	22.8 bcd	4.46 a	16.3 ab
4	27.1 cd	6.27 def	22.6 bcd	2.71 b	14.2 bc
5	27.1 cd	5.66 efg	24.0 abc	1.90 bc	14.8 abc
6	24.4 ef	5.40 fg	21.7 cd	2.20 bc	14.3 bc
7	23.5 f	5.73 efg	23.5 bcd	1.96 bc	14.5 bc
8	26.1 de	6.72 cde	26.1 a	1.77 c	13.0 c
9	23.9 ef	5.13 g	20.9 d	1.74 c	14.5 bc

表4. 青心烏龍扦插插穗貯放過程中重要之變化

Tablel 4. Variation of Chin-Hsin Oolong cutting shoot weight during storage

貯放日數 Days of cutting storage	鮮重(公克)(g/fresh wt.)				乾物重(公克) (g/dry wt.)			水分含量(公克)(Water content,g)		
	貯放前 before storage	貯放後 after storage	損失量 wt.loss	增減率 % of loss	貯放前 before storage	貯放後 after storage	增減率 % of loss	貯放前 before storage	貯放後 after storage	增減率 % of loss
0	62.91	62.74	0.17	0.27	24.55	24.55	±0	38.36	38.19	-0.44
1	51.3	51.21	0.09	0.18	20.02	20.05	+0.15	31.28	31.16	-0.38
2	46.97	42.01	4.96	10.56	18.33	18.06	-1.47	28.64	23.95	-16.38
3	60.35	51.27	9.08	15.05	23.55	23.53	-0.08	36.80	27.74	-25.62
4	44.92	36.31	8.61	19.17	17.53	17.58	+0.29	27.39	18.73	-13.62
5	45.92	34.97	11.05	24.06	17.92	16.76	-6.47	28.00	18.21	-34.97
6	47.14	32.55	14.59	30.95	18.40	14.57	-20.82	28.74	17.98	-37.44
7	39.10	28.34	10.76	27.52	15.26	11.12	-23.84	17.22	10.42	-27.77
8	45.94	35.81	10.13	22.05	17.93	14.04	-21.70	28.01	21.77	-22.28

表5. 台茶12號扦插插穗貯放過程中重要之變化

Tablel 5. Variation of "TTES NO.12" cutting shoot weight during storage

貯放日數 Days of cutting storage	鮮重 (公克) (g/fresh wt.)				乾物重 (公克) (g/dry wt.)			水分含量(公克)(Water content,g)		
	貯放前 before storage	貯放後 after storage	損失量 wt.loss	增減率 % of loss	貯放前 before storage	貯放後 after storage	增減率 % of loss	貯放前 before storage	貯放後 after storage	增減率 % of loss
0	85.24	85.07	0.17	-0.20	31.78	31.78	±0	53.46	53.291	-0.32
1	83.29	82.52	0.77	-0.92	31.05	30.93	-0.39	52.24	51.59	-1.24
2	83.50	73.43	10.07	-12.06	31.13	31.02	-0.35	52.37	42.41	-19.02
3	78.33	63.29	15.04	-19.20	29.20	28.51	-2.37	49.13	34.78	-29.21
4	86.77	70.02	16.75	-19.30	32.35	32.01	-1.06	54.42	38.01	-30.15
5	85.72	63.27	22.45	-26.19	31.96	31.44	-1.63	53.76	31.83	-40.79
6	84.35	65.82	18.53	-21.97	31.45	29,92	-4.86	52.90	35.90	-32.14
7	77.93	61.32	16.61	-20.66	29.05	24.83	-14.53	48.88	36.48	-25.37
8	72.34	55.72	16.62	-22.97	26.97	24.12	-10.57	45.37	31.60	-30.35
9	70.89	48.83	22.06	-31.11	26.43	24.63	-6.81	44.46	24.20	-45.57

參考文獻

1. 陳際松. 曾方明. 邱再發. 1986. 蚓垛丁酸 (Indole-3-butyricacid, IBA) 對鐵觀音扦插之初期效果. 台灣茶業研究彙報5:39-44。
2. 陳英玲. 1986. 茶葉中多元酚氧化酵素之初步研究. 台灣茶業研究彙報5:109-116。
3. 馮鑑淮. 1984. 茶樹扦插研究成果與全省育苗管理調查報告. 台灣茶業研究彙報. 3:157-174。
4. 蔡俊明. 陳右人. 1991. 枝條成熟度對青心烏龍與台茶12號茶樹扦插成活率之影響. 台灣茶業研究彙報10:15-22。
5. Donohe, C. W., A. E. Mitchell. and H. N. Shell. 1962. Enzymatic destruction of ^{14}C labelled indole acetic acid and naphthalene acetic acid by developing appleand peach seeds Proe. Amer. Soc. Hort. Sci. 80:43-49.

6. Evans, H. 1952. Physiological aspects of the propagation of cacao from cutting . Proc. 13th. Inter. Hort. Cong. 2:1179-1190.
7. Fadl, M. S. and H. T. Hartmann. 1967. Isolation, purification, and characterization of an endogenous root-promoting factor obtained from the basal sections of pear hardwood cutting. Plant Physiol. 42:541-549.
8. Gus'Kov, A. V., I. A. Tikhomirov. and F. Ya. Polikarpova. 1988. Relationship between peroxidase activity and root formation ability in stem cutting of clonal rootstock of apple. Hort Abs. Vol. 59. No. 88.
9. Hackett, W. P. 1970. The influence of auxin, catechol, and methanolic tissue extracts on root initiation in aseptically cultured shoot apices of juvenile and adult form of Hedera helix. J. Amer Soc. Hort. Sci. 95:398-402.
10. Hartmann, H. T. and D. E. Kester. 1983. Plant Propagation, Principle and Practices. by Prentice-Hall Inc. pp.307-308.
11. Kaundal, G. S. and M. Singh. 1987. Periodic metabolic changes as influenced by IBA induced rhizogenesis in sand pear (Pyrus pyrifolia Burn). India J. Plant Phy siol. 30: 284-288.
12. Loach, K. 1977. Leaf water potential and the rooting of cuttings under mist and polyethene. Physiol. Plant. 40:19el-197.
13. Purushotham, K., U. V. Sulladmath. and S. Vishveshwa. 1986. Biochemical status of coffee suckers and its relation to rooting. Indian Agr. 30:67-74. (cited in Hort. Abs. Vol 58 No. 8263.
14. Rajagopal, V. and A. S. Andersen. 1980. Water stress and root formation in pea cuting. Physiol. Plant. 48:144-149.
15. Stranc, J., K. Makovec., V. Fric. and J. Pazourek. 1988. Determination of suitable temperaure and moisture regimes for long-term storage of rooted hop cutting. Rostlinna Vyroba 34:717-722. (cited in Hort. Abs. Vol 59. No. 2417).
16. Tirimanna, A. S. L. 1972. Starch gel electrophoresis of the peroxidase isozymes of the tea leaf. J. Chromatogr. 65:587-588.

Effect of Storage Duration of Cutting Shoot on Survival Rate and Growth of Cutting of "Chin-Hsin Oolong" and "TTES No. 12" Tea (*Camellia sinensis L.*)

Chun-Ming Tsai Iou-Zen Chen*

Summary

Chin-Hsin Oolong and TTES No. 12 cutting shoots were collected and covered with 75% shading net and applied water 2 times per day. These shoots were cutting every day after storage from 0 day to 9 days. Rooting percentage of fresh cuttings in Chin-Hsin Oolong and TTES No. 1 2 were respectively obtained 79.12% and 88.12%. Although the rooting ablilty among storage 0 day to 5 days were no singnificant difference. Relatively, the TTES No. 12. cutting shoots were more tolerant for storage It is recommend that the storage duration is 3 days for Chin-Hsin Oolong, and 5 days for TTES No. 12.

According the growth vigor of young cutting plant, cutting shoot storage duration of Chin-Hsin Oolong must be less than 1 day and TTES No. 12 must be less than 4 days. Even a short period storage of cutting shoot in had dramatical effect on the quality of young cutting plant.

Water and dry matter contents of cutting shoots would decreasing during storage. There were some of the reasons cause decreasing the survival rate and growth of tea cutting.

Key words: Tea, Tea cutting, Cutting storage

---

* Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.

臺灣茶業研究彙報13：9-26（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：9-26（1994）

東部茶樹剪枝時期、保溫與灌溉對春茶萌芽生長之影響

馮鑑淮[1]　陳國任[2]　陳右人[3]

摘　要

本試驗探討東部茶樹剪枝時期、保溫與灌溉對早春茶萌芽生長之影響，其結果摘要如下：

採摘前20日調查茶芽發育狀況，以提早剪枝時期處理茶芽發育最快，一心四葉至六葉達 45.4%，顯示其萌芽最早，提早剪枝配合灌溉則一心四葉達 20% 發育反而較遲，正常剪枝加保溫處理一心四葉及五葉達27.7% 萌芽次早，但隧道式保溫成本高。由萌芽時期與發育結果顯示提早萌芽以剪枝時期優於保溫及灌溉，提早剪枝時期爲最簡便兼經濟有效之方法。

提早剪枝及延後剪枝900平方公分內嫩芽重 8.73及 7.55公克顯著優於不剪枝的0.35公克。正常及提早剪枝者最長的芽長度分別達13.3及10.0 cm較不剪枝的2.8cm差異顯著。不剪枝之茶樹春茶萌芽過遲，以目前市場供需狀況並不宜採用。葉長度、寬度及面積，有剪枝的茶樹剪枝時期較不剪枝長，且差異顯著。

正常剪枝者每株茶樹產量爲63.8公克，提早剪枝者僅在配合灌溉下有增產效果，產量可達 73.8公克/株其餘各處理均低於正常剪枝處理，延後剪枝者除在塑膠布隧道內未加灌溉者外，產量均較對照高，但除在保溫並施行灌溉外產期延後茶菁價格低生產效益反而較低。由於台東地區早春茶菁價格與產期呈直線負相關，因此將收量與產期轉換成收益後，發現在施行灌溉或保溫配合灌溉下正常剪枝及延後剪枝，均可提高收益。單純保溫之茶樹不論剪枝與否或時期均減產且成本高，顯示在冬季無明顯低溫期的台東茶區不宜施行。台灣東部由茶菁售價及總收入看單純以剪枝時期控制產期時，以12月5日至22日較適當，如能配合適當灌溉以加速茶芽生長，則延後剪枝因產量高反而較爲有利。

文中並討論保溫在台東地區對微氣候之改變，反而低產之原因。認爲這種低產及生長不良可在未萌芽之茶樹經由灌溉而克服，但對已萌芽之茶樹則加深其不利之影響。最後提出適度的對灌溉水加溫可能是同時今後克服東部茶區冬季低溫與乾旱之最佳方法。

關鍵字：茶樹、剪枝、保溫、灌溉、萌芽

1.茶業改良場台東分場副研究員兼課長。
2.茶業改良場台東分場分場長。
3.台灣省茶業改良場研究員。

前　言

受到茶葉品質與市場供需之影響，本省春茶與冬茶之價格一向較高，其中早春茶及晚冬茶之價格更遠高於其他時期。台東地區在氣候條件上，原本並不十分適合生產茶葉，但由於全年高溫，茶樹生長季較長（陳 1991），使其在冬季其他茶區均無法生產茶葉時仍能生產故價格極高，而彌補在天候適應上之不良因素。這種現象在其他產茶地區也有相近之報告（Ford-ham, 1970; Mwakha, 1985; Obaga et. al., 1988; 1989. Tanton, 1979. 1982; Wickremaratue 1981）。

台東地區雖有天候上的有利因子，但每年冬季屬於幾乎無雨的乾季，同時在12月至3月間，平均溫度仍低於20℃，且經常有低於15℃之低溫發生等不利茶樹生長之因子。由於茶樹的萌芽期因地區，品種及年份而異，但茶芽多在 10℃左右開始膨大，晚生種的芽活動溫度較高，其中晚生種的水仙大約在 14～15℃ 才開始；芽的生長自然也受溫度之影響，耐寒的小葉種在12.5℃以下不生長，而較不耐寒的大葉種則爲14℃（王與段 1978）。由於目前在消費市場上最受歡迎的青心烏龍屬於晚生種，其萌芽時期溫度須超過20℃（吳 1964），而生長之基溫高（陳等 1991)；次受歡迎之台茶12號屬於中生種，萌芽期溫度仍須達16℃，（陳等 1991)。因此在東部地區在元月至2月的低溫乾燥期間仍有短暫的生長停止時期。在此段限制生長因子易發生之時期內所生產的茶菁價格極高。以本年(1992)爲例，元月上旬之茶菁，青心烏龍種每公斤280～300元，台茶12號每公斤180元；二月中旬之茶菁價格青心烏龍每公斤跌至200～180元，台茶12號則爲140～110元。因此受到價格差距過大的影響，如何在此段時期內使茶樹生產，便成爲提高茶農收益最佳方法。而萌芽與萌芽後之生長促進則成爲達成這個目標的最好手段。

在萌芽促進上，馮（1986）以遮陰網與塑膠布之隧道覆蓋於茶行上，可使隧道內之溫度提高而促進萌芽；如再配合地表敷蓋稻草，提早剪枝及施肥，萌芽及萌芽後之生長更佳。蔡與陳（1990）及馮（1987）也發現冬季剪枝期會影響春季之萌芽，提早剪枝在氣候較暖的狀況下可使產期提早。受到常綠樹當年新生枝葉在秋冬季常含有高量離層酸之影響（陳 1988; Chen 1987; Sauders 1978)，可能也是造成剪枝的高度也會影響萌芽期的主因(馮 1982; 蔡 1985），馮與陳（1992）嘗試利用氰氨在早春噴施於茶樹上以促進萌芽，也可提早產期並提高產量。這些促進春茶生產之手段在本省西部茶區已逐漸被茶農所採用，而在氣候條件差異較大的東部茶區，則仍少被嘗試。本試驗的主要目的即在於了解剪枝時期保溫措施再配合灌溉對東部茶區春茶之生產之影響，以提高東部地區氣候條件下春茶生產效益。

材料與方法

一供試品種：台茶 12 號

二試驗地點：茶業改良場台東分場

三試驗方法：

1.處理方式如下表所列，剪枝時期除無剪枝外，分別在12月5日，12月22日及1月8日剪枝，另加保溫，灌溉與否共計16處理，每一處理重複四次，每重複10株茶樹，合計640株，田間設計爲 4×2×2 複因子完全組合排列。

處理代號	處理方法		
	剪枝時期 年/月/日	保溫	灌溉
100	79/12/ 5	無	無
200（對照）	79/12/22	無	無
300	80/ 1/ 8	無	無
400	無剪枝	無	無
101	79/12/ 5	無	有
201	79/12/22	無	有
301	80/ 1/ 8	無	有
401	無剪枝	無	有
110	79/12/ 5	有	無
210	79/12/22	有	無
310	80/ 1/ 8	有	無
410	無剪枝	有	無
111	79/12/ 5	有	有
211	79/12/22	有	有
311	80/ 1/ 8	有	有
411	無剪枝	有	有

2.保溫方法：不同時期淺剪枝後，於80年1月12日至19日間，用鋼條架成半圓型隧道式於茶樹樹冠面上約40公分高，上面覆蓋透明塑膠布及75%黑網，防止強日照致塑膠布內溫度太高以致茶芽焦枯，塑膠布至2月25日拆除共計保溫處理40～45日。

3.灌溉方法：80年1月23日、2月1日、2月8日、2月13日、2月22日及3月4日分別灌溉，每次每小區10株每次灌溉60公升水，而灌溉水不會流到其他處理。

4.剪枝時期：分爲3個剪枝時期，以冬至剪枝爲正常剪枝時期向前17日爲提早剪枝，向後延17日爲延後剪枝，另加不剪枝，共4處理，其剪枝深度離去年剪枝面上高約5-6公分處淺剪枝。

四調查方法：

1.萌芽長度：每重複隨機測定萌芽至生長最長之長度，每重複測定10芽。

2.芽重：隨機採900cm²之茶樹採摘面，將此採摘面內茶芽不論長或短全部從萌芽處採下稱重量。

3.萌芽密度：隨機採900cm²之茶樹採摘面，將此面積內全部茶芽以發育程度計算並換算成對總芽數之百分比。

4.節間長：測第一葉至第二葉節間長度，每重複隨機取10芽之平均值。

5.節間徑：測第一葉至第二葉中間之節間徑，每重複隨機取10芽之平均值。

6.葉長度：測第二嫩葉葉柄至葉尖長度，每重複隨機取10芽之平均值。

7.葉寬度：測第二嫩葉最寬處寬度，每重複隨機取10芽之平均值。

8.葉面積：葉長×葉寬×0.7，每重複隨機取10芽之平均值。

9.葉厚度：測第二嫩葉葉片中間的葉厚度，每重複隨機取10芽之平均值。

10.總平均茶芽長度：900cm²內全部茶芽測長度求總平均長度。

11.產量：80年3月14日各處理採茶比較。

結果與討論

一、試驗期間之氣候狀況：

民國79年11月至80年3月的試驗期間平均溫度從12月起至2月均在20℃以下，3月以後氣溫始回升至20℃以上（圖1）；相對濕度在85～75% RH 間（圖2）；雨量少，旬降雨量均在10公厘以下，直到3月中旬開始才有大量的降雨發生（圖3）。顯示此時期爲台東地區的低溫，乾燥及無雨季。在此種溫度條件下，茶樹雖尚可勉强生長，但因缺水而生長量不足，致茶菁產量稀少，價格極高（表1）。由圖8 中可看出台東地區早春茶菁價格與產期呈顯著之直線負相關。

二、萌芽密度與萌芽發育之比較：

表2 爲剪枝時期，隧道式保溫與灌溉對茶樹萌芽及春梢生長之影響，結果顯示不剪枝之狀況下900平方公分內芽數，除在保溫處理且無灌溉下與有剪枝之各處理差異較小外，其餘均明顯較有剪枝之處理低。而由芽發育狀況看，不剪枝之茶樹顯然萌芽晚且發育遲。此項結果與陳與馮（1990）之結果完全相同。

單就剪枝而不施行其他處理之結果看時，提早剪枝明顯可以提早萌芽，而使其芽之生長較快；但就芽發育程度而言，延後剪枝之茶芽在一心二葉以上者佔86.4%優於正常剪枝者，且春芽集中於一心二葉與一心三葉上看時，這種處理不但有促進生長之效果，更使萌芽整齊度提高。由於茶屬於常綠木本多年生作物，此類作物在冬季停止生長時期，光合產物有在體內各部位蓄積之現象。這種蓄積之現象並非在植株各部位同時提高，而是先由根、幹、枝條再及於葉片，而後無論原積存於枝幹或後期新合成者，在芽膨大後會向頂梢集中（賴與陳 1985）。在台東地區，冬季提前剪枝及正常剪枝與冬茶採收時期分別相差5日及22日，尚談不上有造成養分蓄積之差異，因此此二處理間生長與發育上之差異，應係剪枝時間上之差異。由青心烏龍茶樹春季每張葉片發生約差5～7日上看，兩者在2月27日時，發育之差異約爲1～2張葉片，也就是7～10日左右。而延後剪枝之處理，進行剪枝時已距前次採茶期40日，且承受低溫超過1個月，樹體內蓄積之養分應遠超過前二處理，這可能是造成延後採茶之茶樹芽密度最高而且枝葉發育整齊之主因。在剪枝且配合灌溉下，其萌芽之趨勢與前者相近；由三個剪枝處理的芽發育程度大多集中於2個階段上看，其萌芽遠較單純剪枝爲整齊，但其發育似乎未因灌溉而提早，反有延後之現象；以提早剪枝且配合灌溉者而言，調查當日無一心五葉以上之芽，而無灌溉者反而有18%，而且一心三葉之比例也較低，此點與黃（1983）之結果差異不小。

剪枝配合塑膠布隧道式保溫對不剪枝茶樹之萌芽有促進的效果，對延後剪枝處理的萌芽密度則不影響，但對正常剪枝及提早剪枝者之萌芽密度反略有抑制。剪枝並配合保溫與灌溉同時進行時，剪枝時期對萌芽密度影響很少。兩種保溫處理對原本應較早萌芽的處理（即提早剪枝）茶芽的生長似乎有負面之影響。從實測的環境資料中可以看出，以隧道式保溫確有提高茶樹地上部溫度之作用，在陰雨日效果較差外，大約可使平均溫度提高3～5℃左右（圖4）並提高全日平均相對濕度之作用；但在氣溫較高的狀況下，可提高溫度 5℃以上但卻無

法有效提高相對濕度，甚至於有降低相對濕度之現象（圖5）。由一日內溫度之變化看，在氣溫較低的狀況下以2月1日爲例，隧道內之每日最高溫發生上午9至11時，且溫度在太陽開始照射地面後即迅速上升，隧道內最高溫與最低氣溫相差5.5℃，夜溫則相差3℃左右，日夜溫差在氣溫爲5℃在隧道內爲4.9℃幾乎相同。 在此種狀況下，大氣與隧道內之相對濕度差距不大，且在隧道內，除最高溫時略低於大氣狀況外，大致上很均勻的較大氣高（圖6）。而在氣溫較高且天候狀況良好（2月6日爲代表），因受到日照較強之影響，最高溫發生在中午（11～13時），最高溫可高於大氣之溫度達10.1℃，而從早上7至11時，每小時溫度驟升4℃，當日溫差在大氣下爲13.3℃ 而在隧道內爲21.1℃。這種溫度的改變，使得白天的在隧道內之相對濕度會驟降至50% RH以下，並全程保持在60% RH以下（圖6）。在這種白天相對濕度極低的狀況下，植物葉片的蒸散率會極端強烈（Maseba, 1975），如果由地溫之資料（圖7）上看，台東地區此時之地溫普遍較隧道內低，而由於隧道式種植對地溫之影響不若地上部（Takatori et. al., 1964）這種現象使得根在此時因環境溫度低而吸水能力較差。因此在地上部蒸散強而地下部水份吸收能力可能不足供應植株所需，加上根系的活力因低根溫而偏低下（Mooby and Graves, 1980），對不同的萌芽狀態之植株有不同之生長反應。這種環境應是導致剪枝較早，正處於萌芽中的處理，即處於萌芽中或已萌芽的茶樹對其茶芽生長與發育有負面之影響，而對未萌芽的植株則較否。值得注意的是在本試驗進行灌溉初期（2月1日起），實測之地溫（圖7）比地表之平均溫（圖1）高，且愈深入地底之地溫愈高，而灌溉時，灌溉水溫在上午通常較氣溫低很多，因此將此種低溫之水灌入土中，勢必造成地溫全面下降，而使得生長受到抑制（陳 1988, Mooby and Graves 1980）這是造成灌溉區內芽發育狀況反而較遲之主因。而在隧道內水溫與隧道內之氣溫溫差愈大，是造成提早剪枝之茶樹在保溫且灌溉下反而最遲之原因。但在生長後期，氣溫與水溫已逐漸回升，灌溉則有促進其生長之功效。

表3 爲各處理在採收前芽發育之目測結果。不剪枝處理生長最差，延後剪枝處理者茶芽發育狀況良好，而正常剪枝及提早剪枝者除提早剪枝且無保溫與灌溉者之外，均介於兩者之間。顯示在此種條件下，植株仍須給予適當的休養，才能得到足夠之生長潛力。

三春梢生長與生長量之比較：

由表4 的茶芽生長量可以看出，不剪枝處理無論灌溉保溫與否，生長量均最低。而保溫處理除了芽長度較長外，其餘各項生長指標也普遍較差。由保溫處理的茶樹最長芽較長而總芽長與芽重偏低上看，即可了解其芽之發育並不均勻。剪枝後加以灌溉及剪枝後灌溉加保溫其生長之功效。

表5 爲採收前之嫩芽農藝性狀。其中節長、節間徑與葉厚差異不大；葉面積、葉長及葉寬在沒有保溫的狀況下，均以提早剪枝最高，延後剪枝次之；而在保溫的狀況下，則以延後剪枝最高，提早及正常剪枝者次之。

由以上兩項結果也可顯示出，利用單純隧道式保溫栽培在改變茶樹生長環境時，所引發的一些局部逆境，其後果足以影響茶樹之發育與生長。其餘之結果與前節之發展趨勢相近。

四採摘期與產量之比較：

由表6 之結果顯示，剪枝與否對產期影響較大，而剪枝時期，除未加保溫與灌溉組之外之差異則較小；灌溉或保溫對延後剪枝處理之植株則有提前採收之作用。在產量上，提早剪枝之處理除有行灌溉者之外，產量均較正常剪枝者低，尤其是在隧道式保溫之2個處理最低；

由此可見萌芽中之茶樹在只利用隧道式保溫所造成低濕度及高氣溫低地溫之不良條件下，產量減少最爲明顯。不論保溫及灌溉比較剪枝時期處理間產量結果(表7)，1月8日剪枝（67.8克/株）及12月22日剪枝對照（62.50克/株）較12月5日提早剪枝及不剪枝處理差異達顯著。12月5日提早剪枝雖然可提早產期，但產量較對照減少（45.31克/株）優於無剪枝處理差異顯著，從表2 春茶收購茶菁價格產期越早價格越高，東部茶農注重早春茶產期，增加總收益。表6單行隧道式保溫時（處理110至410），其產量大多較對照也是相同之道理。一般而言延後剪枝之處理產量均高，在正常狀況下則延後4日採收，如果配合灌溉或保溫則可提前3～7日採收，其中以保溫加灌溉之處理（311）提高21%產量最爲明顯，可達到眞正增加收益之效益。將採收日期依表1及圖1之結果計算出茶菁售價後，可以發現春茶提早剪枝雖然產期提早，售價較高，但產量較低，收益反而降低6.2%；延後採收產量雖提高約10%，但因售價較低，產值約與正常採收相近。在有灌溉的情況下，提早剪枝者產量雖略提高，但收益也僅能較對照提高0.4%，正常及延後剪枝者較對照之產期提早，使收益分別高於對照4.5%及5.5%。單純保溫處理者，除不剪枝者之外，產期均較對照組早，但產量偏低，故產值均低於對照。灌溉加保溫處理下，提早剪枝產量較其他各處理提早剪枝者低，因而產期並未提早，故產值不及對照一半，故可看出在地表溫度高時，以過低之水溫灌溉，非但無法克服乾旱，反而對植株造成傷害；正常剪枝及延後剪枝者不但產量提高且產期提前，使產值分別較對照提高14.7%及29.8%，雖未達統計上5%顯著差異，但提高之比例頗爲可觀。不過單單利用隧道式加溫在茶樹生產上並不經濟，所以並無實用價值必須配合灌溉及修剪才可以使用，再將產量轉換成產值時，更可以發現提早剪枝配合灌溉及正常剪枝及延後剪枝配合灌溉加保溫可提高產值。由以上之結果也發現，並非在所有茶樹在給予灌溉與保溫下，均有增產或促進生長發育之作用。其最大的關鍵在於其對土壤養分之保存(黃，1987)及對環境之了解與控制（陳，1988）。事實上，東部地區在冬季雖處於低溫期但卻日照充足，因此可以考慮以太陽能將灌溉水加溫至略於當時之地溫，使得土壤溫度得以緩緩上升，卻不致於因灌溉而降低，來營造高地溫的有利生產條件，最後配合液肥之施用，可能是達到安全的生產早春茶目的的最佳方法。

結　論

在冬季氣溫偏低及乾旱的狀況下，茶樹利用提前剪枝可以明顯提早茶樹的產期，但卻造成減產，延後剪枝則可提高產量。提早剪枝所造成的產量損失，可以藉由產期提早茶菁價格較高來彌補，甚至於反有提高總收益之可能；相反的延後剪枝產量雖高，但因茶菁價格降低，反而不利於收益。這種因剪枝造成產期上的差距，可以藉由隧道式保溫與灌溉來加以縮短並克服。不過由於東部地區冬季的氣溫頗高且變異大，利用隧道式保溫時，常有溫度上升過快過高，相對濕度過低及氣溫偏高而地溫過低之不利狀況，這種狀況在無灌溉下嚴重降低產量與生長量，尤其是在茶樹處於正在萌芽的時期時。在隧道內加裝灌溉設備，雖可克服部份問題，但對正在萌芽時期之茶樹仍因爲灌溉水溫過低而造成地溫驟降，致有不利於生產之可能；再加上塑膠布遮陰網之隧道成本高且費人工，使實用性降低。單純使用灌溉時也很難避免此種因水溫過低造成的困擾。因此如何利用其天然狀況來解決此一問題，可能是東部及南部茶區春茶生產之重要課題。事實上，由於東部及南部地區冬季日光充足，加上目前茶區之水利設施普遍良好，如能利用太陽能對灌溉水適度的加溫，應可以同時解決環境溫度過低與乾旱所造成之雙重問題。

表1. 台東縣鹿野鄉茶工廠春茶收購茶菁價格參考表

Table 1. Purchased price of spring tea fresh leaf in Luyeh area. (NT$/Kg)

元/公斤

品種 Cultivar	月/日 (month/date) 1/31	2/5	2/6	2/9	2/11	2/14	2/16	2/20	2/21	2/22	3/11	3/27	4/3	4/4	簡單線性迴歸 Simple linear regression
台茶 12 號 TTES No. 12	260	260		240	230	220	200	200			180	110	90		y=-3.354x=263.06
青心烏龍 Chin-hsin Oolong			300		280		260	240	230					140	120	y=-2.852x=308.22

表2. 剪枝時期隧道式保溫及灌溉對春茶萌芽之影響

Table 2. Effect of pruning date, heat preservation by tunnel and irrigation on bud burst of tea.

處理 Treatment	一芽 One bud		一芽一葉 1 bud 1 leaf		一芽二葉 1 bud 2 leaves		一芽三葉 1 bud 3 leaves		一芽四葉 1 bud 4 leaves		一芽五葉 1 bud 5 leaves		一芽六葉 1 bud 6 leaves		合計 Total
	芽數 No.	%	芽數 No.	%	芽數 No.	%	芽數 No.	%	芽數 No.	%	芽數 No.	%	芽數 No.	%	芽數/900cm² buds/900cm²
100			2	9.1	7	31.8	3	13.6	6	27.3	3	13.6	1	4.5	22
200			7	31.8	8	36.4	7	31.8	0		0		0		22
300			3	11.1	12	44.4	8	29.6	4	14.8	0		0		27
400			5	71.4	2	28.6	0		0		0		0		7
101			1	5.0	7	35.0	8	40.0	4	20.0	0		0		20
201			7	25.9	8	29.6	10	37.0	2	7.4	0		0		27
301			2	7.7	8	30.8	12	46.2	4	15.4	0		0		26
401	8	44.4	4	22.2	5	27.8	1	4.5	0		0		0		18
110			7	38.9	4	22.2	4	22.2	3	16.7	0		0		18
210			2	11.1	6	33.3	5	27.8	4	22.2	1	5.5	0		18
310			4	16.0	10	40.0	9	36.0	2	9.1	0		0		25
410			3	18.8	10	62.5	3	18.8	0		0		0		16
111			4	16.0	10	40.0	9	36.0	2	8.0	0		0		25
211			7	28.0	5	20.0	10	40.0	3	12.0	0		0		25
311			4	16.0	9	36.0	7	28.0	5	20.0	0		0		25
411			4	44.4	3	33.3	1	11.1	1	11.1	0		0		9

註：調查日期2月7日。

Note. Observation date: Feb, 7.

表3. 剪枝時期與保溫及灌溉對春茶優劣目測比較表（3月1日）

Table 3. Effect of pruning date, heat preservation by tunnel and irrigation on eyes observed spring tea shoot quality.

茶芽生長優劣 Quality	處理代號 Treatment						
茶芽長 Good	100	301	310	311	300		
茶芽中 Medium	200	101	201	110	210	111	211
茶芽短 Bad	400	401	410	411			

表4. 剪枝時期與保溫及灌溉對春茶生長量之影響

Table 4. Effect of pruning date, heat preservation by tunnel and irrigation on spring tea growth.

處理 Treatment			芽重 Shoot weight	平均芽長		
				芽長 Shoot length		
剪枝時期 Pruning date	保溫 Heat preservation	灌溉 Irrigationg	g/900cm²	總芽長 Total shoot length	指數 %	平均芽長 Average
1	0	0	8.73 b	192.1	128	10.0 bc
2	0	0	6.82 h	150.0	100	13.3 ab
3	0	0	7.55 fg	202.0	134	9.7 bc
4	0	0	0.35 m	2.5	2	2.8 d
1	0	1	6.93 h	138.6	92	13.1 ab
2	0	1	8.12 d	219.2	146	13.1 ab
3	0	1	7.83 e	203.6	135	12.6 ab
4	0	1	1.15 l	20.7	14	6.7 cd
1	1	0	7.50 g	143.8	90	8.8 bc
2	1	0	7.64 f	137.3	92	14.3 a
3	1	0	6.57 i	164.3	111	12.1 ab
4	1	0	2.69 j	43.0	29	7.0 cd
1	1	1	8.35 c	209.0	139	9.7 bc
2	1	1	9.80 a	243.3	162	15.8 a
3	1	1	8.44 c	211.0	141	13.4 ab
4	1	1	1.35 k	12.2	8	10.0 bc

註： 1.直行中英文字母相同者表示未達5%顯著差異。
2.2月27日調查。
3.平均芽長於3月9日調查。

表5. 剪枝時期與保溫及灌溉對春茶萌芽差異比較表（2月27日）

Table 5. Effect of pruning date, heat preservation by tunnel and irrigation on agronomy characters of spring tea shoot tip.

處理 Treatment			第一葉至第二葉 First internode		第二嫩葉 Second leaf			
剪枝時期 pruning date	保溫 Heat preservation	灌溉 Irrigation	節間長 Length cm	節間徑 Diameter cm	葉長度 Length cm	葉寬度 Width cm	葉面積 Leaf area cm^2	葉厚度 Thickness mm
1	0	0	1.35	0.16	5.9 ab	2.5 ab	10.4 ab	0.20
2	0	0	1.12	0.15	5.1 bcd	2.2 bc	8.2 bc	0.20
3	0	0	1.20	0.16	5.2 bcd	2.3 ab	8.3 bc	0.19
4	0	0	0.80	0.15	4.5 cde	1.9 cd	6.2 cd	0.20
1	0	1	1.40	0.16	6.2 a	2.6 a	11.5 a	0.21
2	0	1	1.15	0.15	5.1 bcd	2.2 bc	7.9 bc	0.19
3	0	1	1.30	0.16	5.1 bcd	2.2 bc	8.0 bc	0.19
4	0	1	0.62	0.15	4.4 de	1.7 d	5.3 d	0.20
1	1	0	0.80	0.15	5.4 abc	2.3 ab	8.8 ab	0.19
2	1	0	1.12	0.15	5.4 abc	2.4 ab	9.2 ab	0.19
3	1	0	1.50	0.15	6.0 ab	2.6 a	10.9 ab	0.18
4	1	0	0.85	0.14	4.8 cde	2.0 bcd	6.5 cd	0.19
1	1	1	1.27	0.15	5.8 ab	2.3 ab	9.5 ab	0.19
2	1	1	1.17	0.15	5.7 abc	2.3 ab	9.2 ab	0.19
3	1	1	1.47	0.13	5.9 ab	2.5 ab	10.4 ab	0.18
4	1	1	0.75	0.15	4.1 e	1.8 d	5.2 d	0.19

註： 1.直行中英文字母相同者表示未達5%顯著差異。
2.2月7日調查。

表6. 剪枝時期、保溫及灌溉對春茶產量、產期及產值之影響

Table 6. Effect of pruning date, heat preservation by tunnel and irrigation on yield, harvest date and price of spring tea.

處理 Treatment	產量 Yield		產期 Harvest date		產值 Price	
	公克/株 g/bush	指數 %	日期 date	每公斤售價 price/kg	元/株 NT$/bush	指數 %
100	53.8 abc	84.3	3月 1日	165.8	8.912 bc	93.8
200	63.8 abc	100.0	3月 6日	149.0	9.499 abc	100.0
300	70.0 ab	109.7	3月10日	135.6	9.492 abc	99.9
400	13.8 e	21.6	3月25日	85.3	1.173 f	12.3
101	58.8 abc	92.2	3月 2日	162.4	9.541 abc	100.4
201	63.8 abc	100.0	3月 4日	155.7	9.926 ab	104.5
301	68.8 ab	107.8	3月 7日	145.7	10.024 ab	105.5
401	26.5 de	41.5	3月28日	475.2	1.993 ef	21.0
110	41.3 7cd	64.7	3月 3日	159.1	6.563 cd	69.1
210	52.5 bc	82.3	3月 2日	162.4	8.526 bc	90.1
310	55.0 abc	86.2	3月 5日	152.4	8.382 bc	88.2
410	8.8 e	13.8	3月23日	92.0	0.805 f	8.5
111	27.5 de	43.1	3月 3日	159.1	4.375 de	46.1
211	70.0 ab	109.7	3月 4日	155.7	10.899 ab	114.7
311	77.5 a	121.5	3月 3日	159.1	12.331 a	129.8
411	9.3 e	14.6	3月25日	85.3	0.768 f	8.1

1.品種爲台茶12號。
2.處理代號如材料與方法。
3.茶菁售價係以圖 1 之結果推算所得。
4.表中直行數字後英文小寫字母相同者表示未達5% 顯著差異。

表7. 剪枝時期、保溫及灌溉對春茶產量之影響

Table 7. Effect of pruning date, heat preservation by tunnel and irrigation on yield of spring tea.

處　理 Treatment	產量 yield 公克/株 g/bush
剪枝時期 Pruning date 月/日 month/date	
12/ 5	45.31 b
12/22（對照）（CK）	62.50 a
1/ 8	67.81 a
無剪枝 Without pruning	14.26 c
保溫處理 Heat preservation	
無保溫 Without	52.23 a
有保溫 With	42.72 a
灌溉處理 Irrigation	
無灌溉 Without	44.69 a
有灌溉 With	50.25 a

註：表中直行數字後英文小寫字母相同者表示未達5%顯著

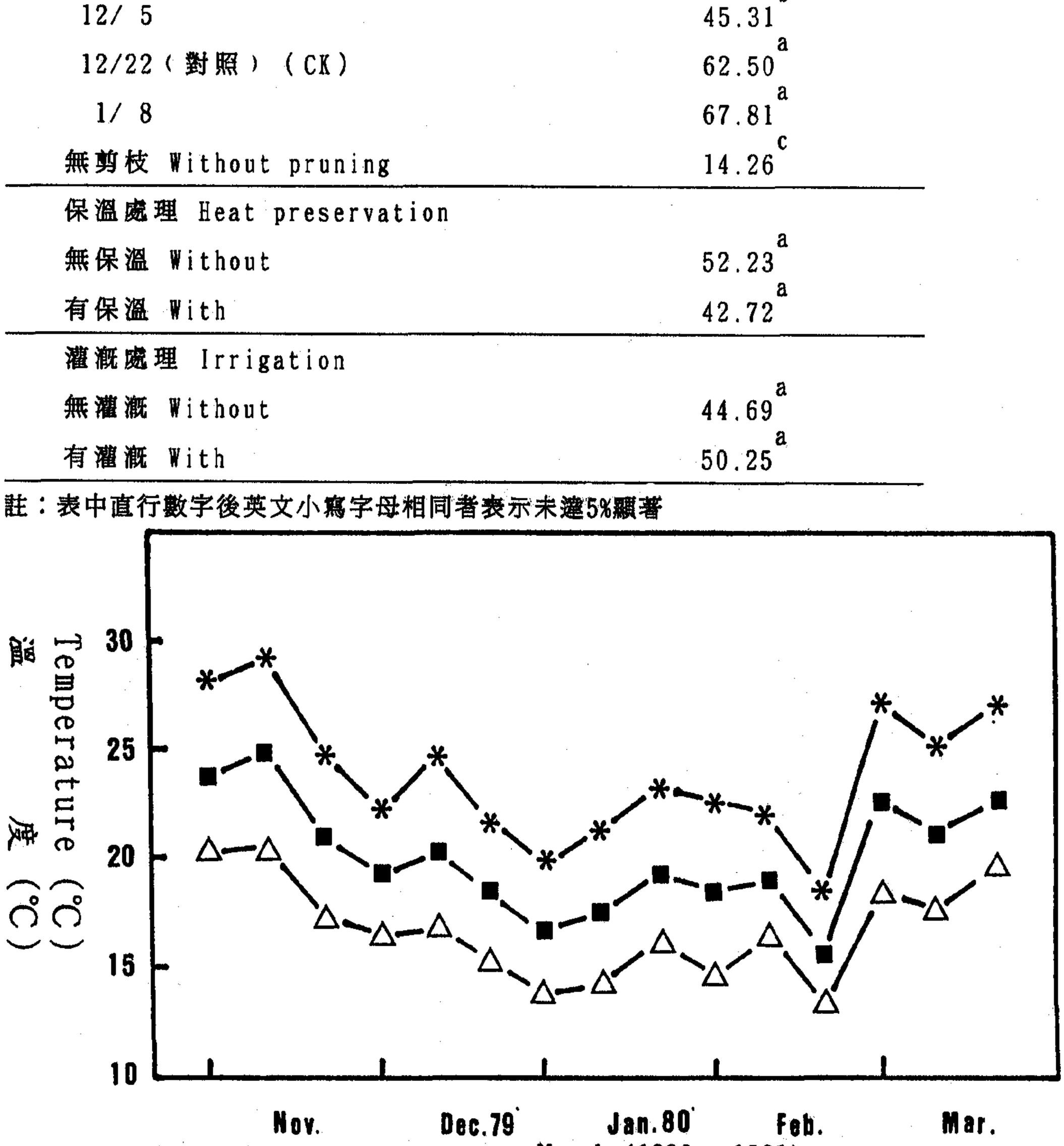


圖 1. 試驗期間每旬平均溫度。

Fig 1. Average temperature of every 10 days during treatment.

■平均溫度 Mean temp.　＊最高溫度 Max temp.　△最低溫度 Min temp.

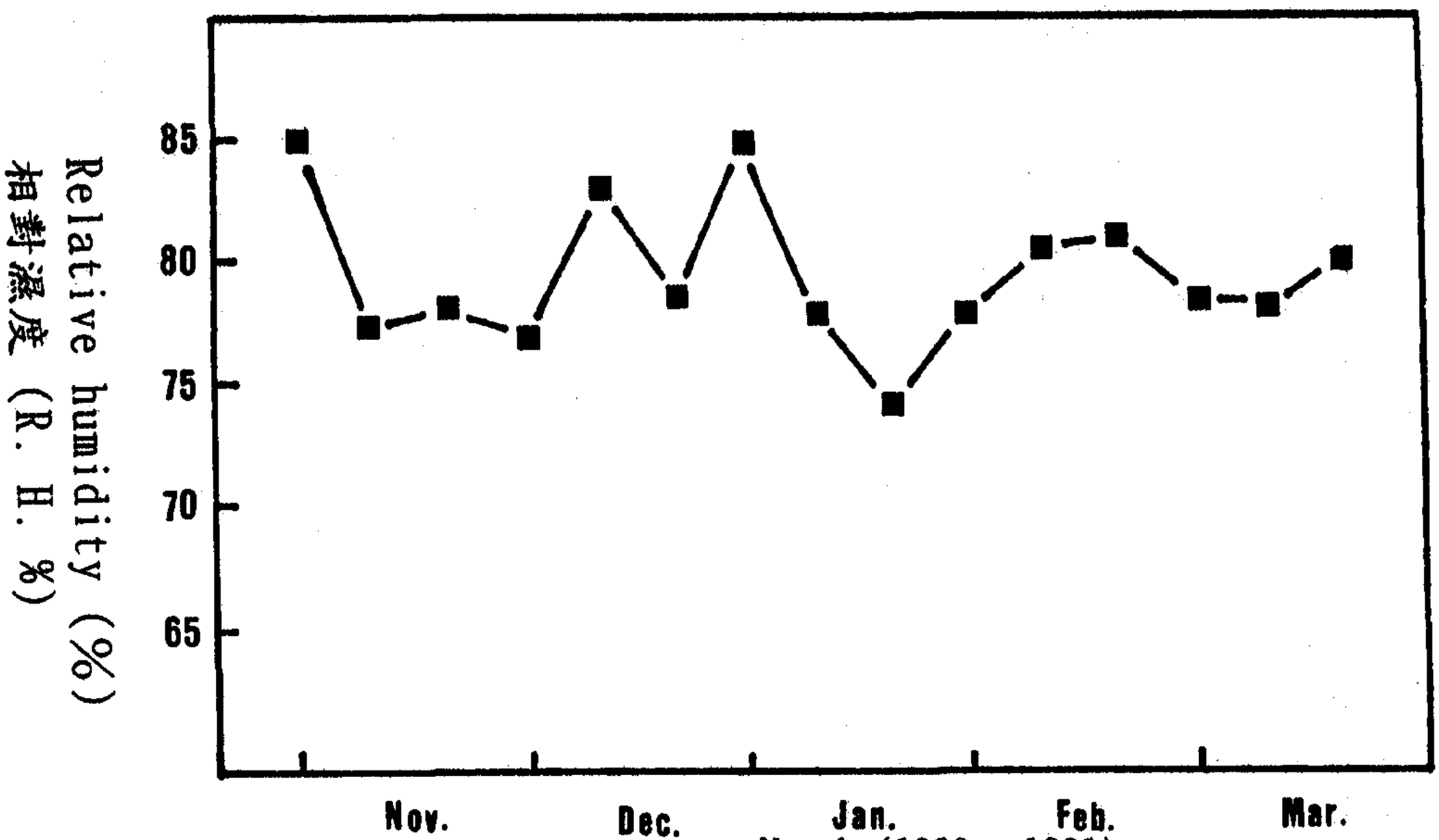


圖 2. 試驗期間每旬平均相對濕度。

Fig 2. Average relative humidity of every 10 days during treatment.

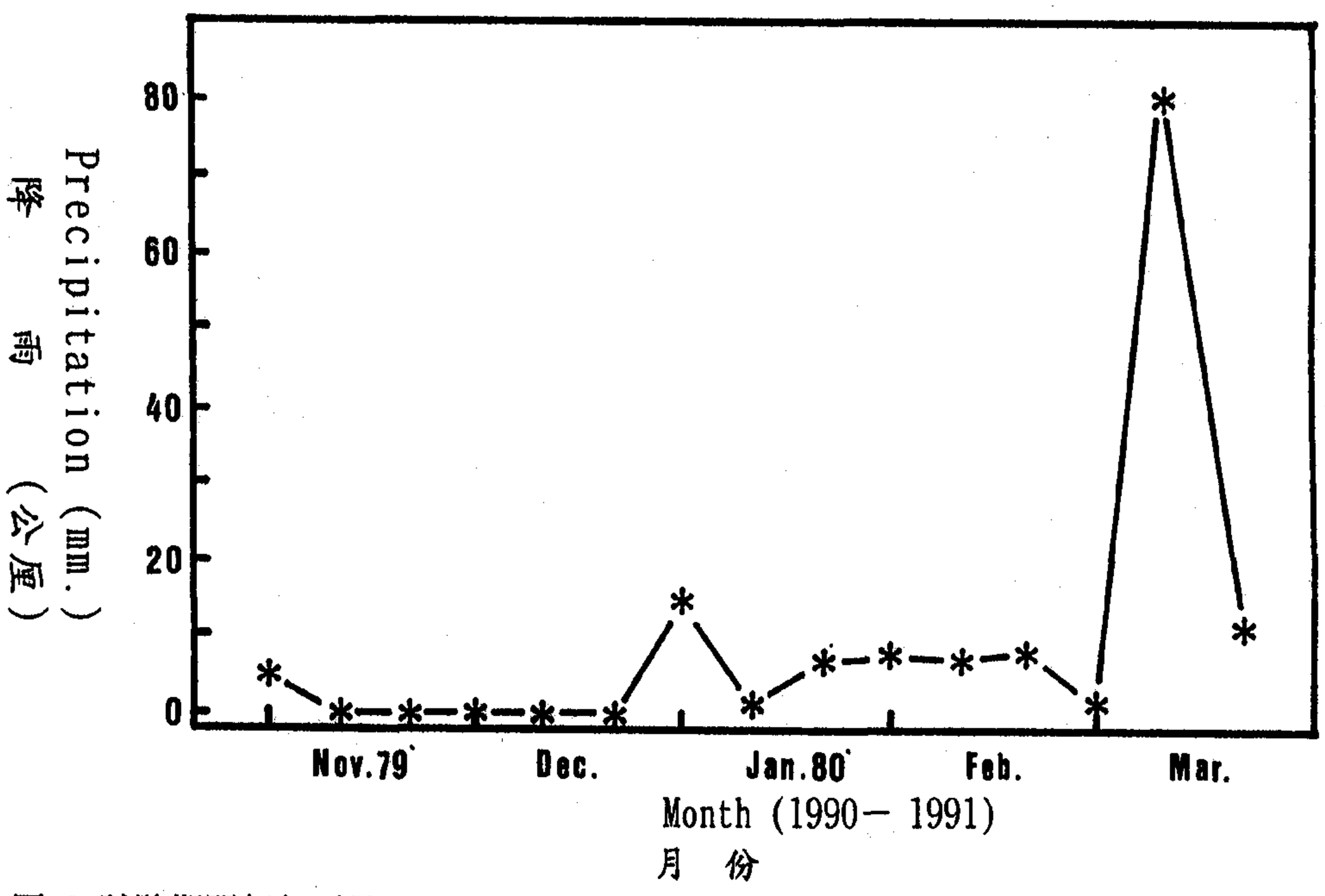


圖 3.試驗期間每旬雨量。

Fig 3. Precipitation of every 10 days during treatment.

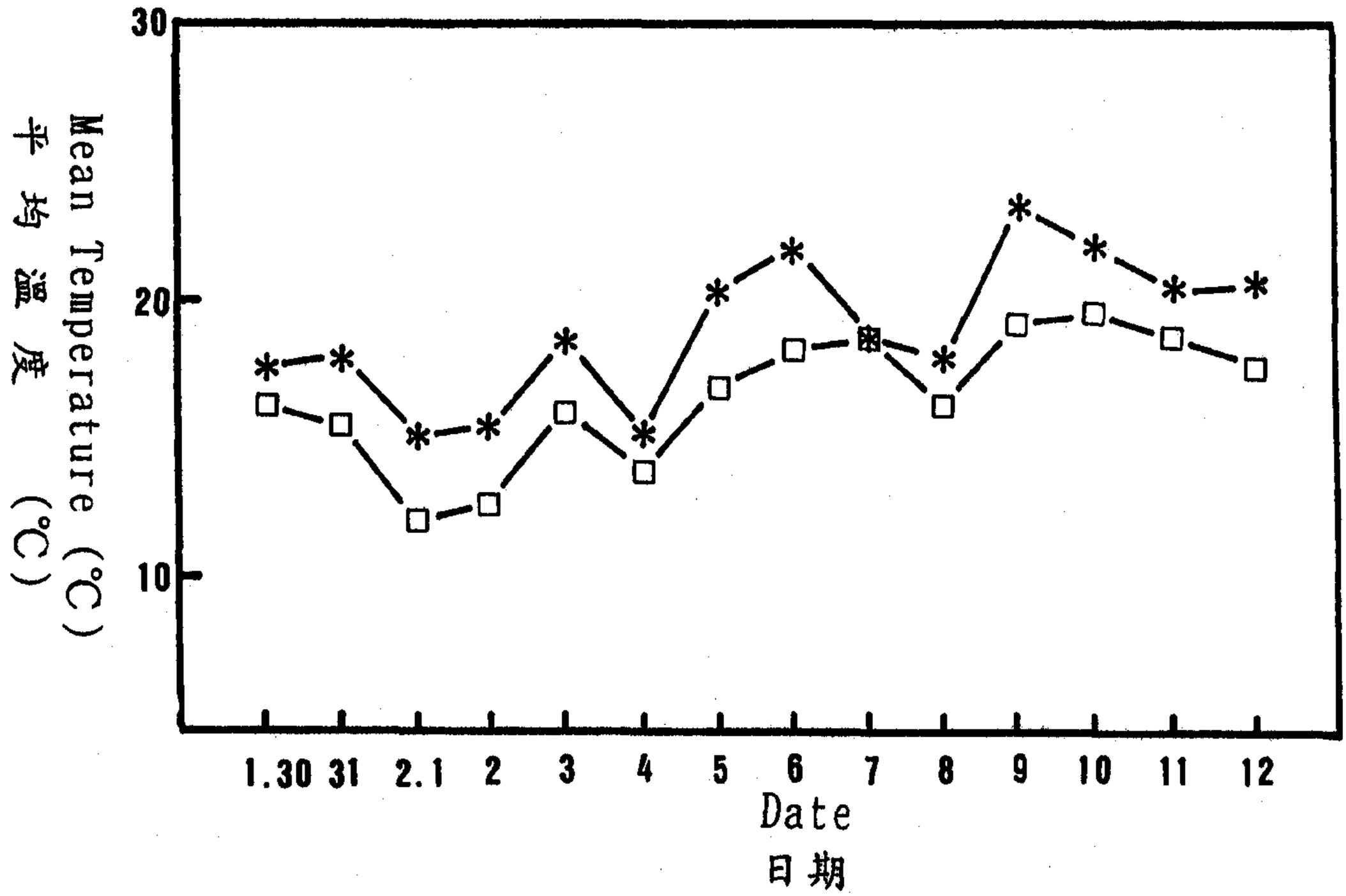


圖 4. 隧道式保溫與對照處理溫度比對

Fig 4. Comparison of temperature between outdoor and tunnel.

□對照 Control　　＊燧道式保溫 Tunnel

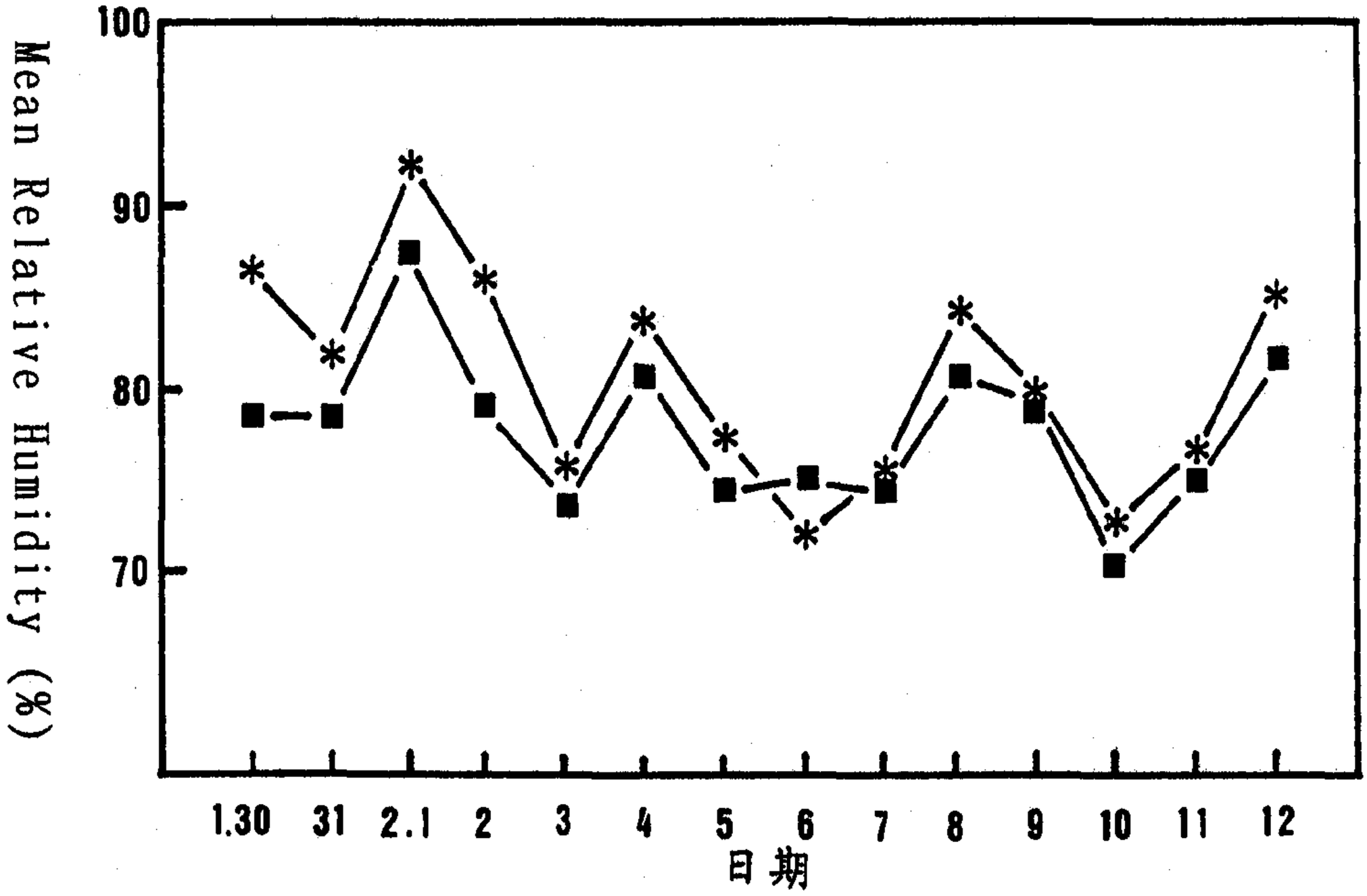


圖 5. 保溫與對照處理相對濕度比較。

Fig 5. Comparison of relative humidity between outdoor and tunnel.

■對照 Control　　＊燧道式保溫 Tunnel

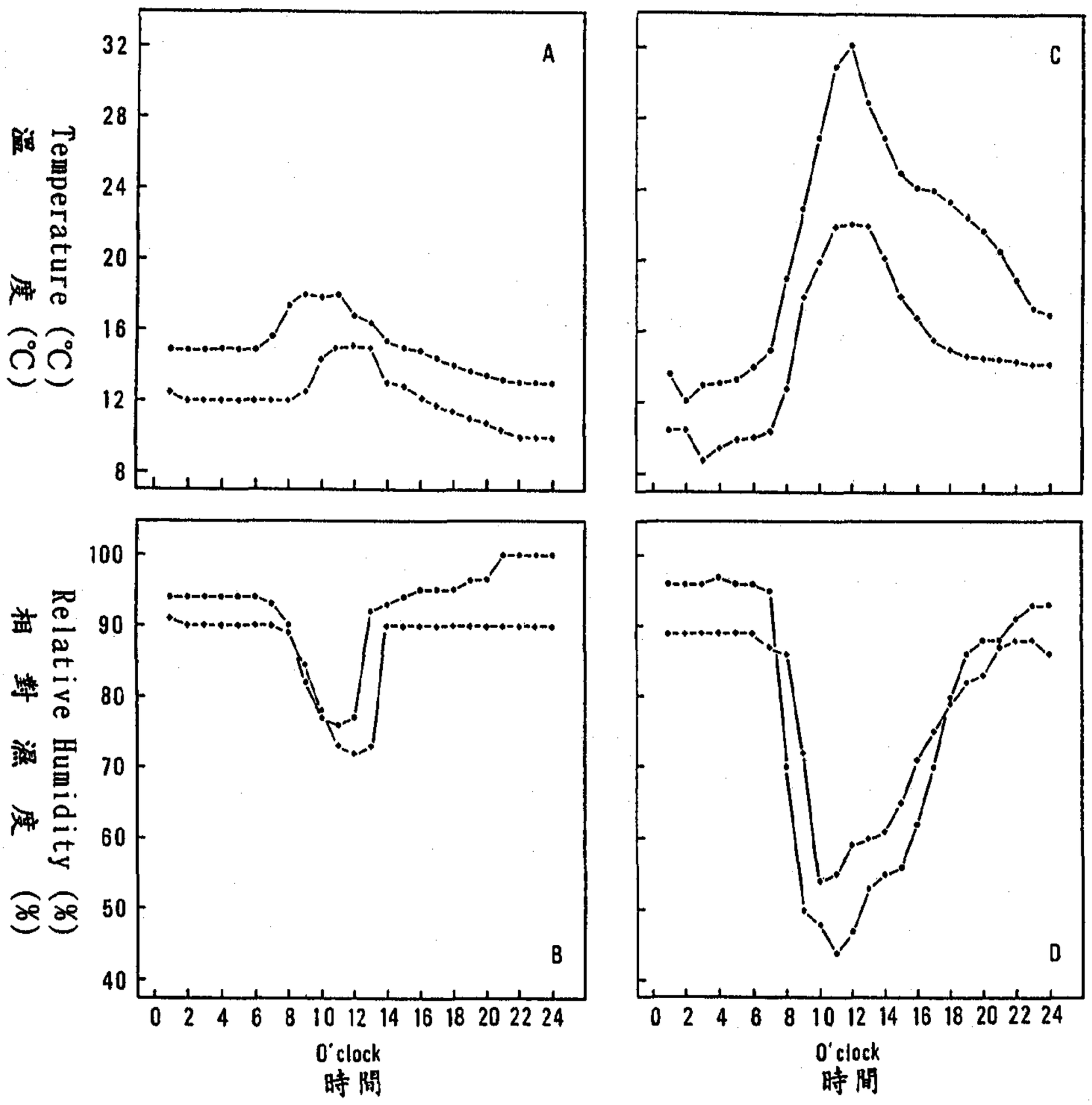


圖 6. 塑膠隧道式保溫茶樹對一日內溫度與相對濕度之影響。

Fig 6. Effect of tunnel on daily variation of temerature and relative humidity around tea bush.

—◆— 大氣之實測值 Ambient temperature

—●— 隧道內之實測值 Temperature in tunnel

圖 A. 2 月 1 日陰天且較冷涼下之溫度變化

圖 B. 2 月 1 日陰天且較冷涼下之相對濕度

圖 C. 2 月 6 日晴天高溫下之溫度變化

圖 D. 2 月 6 日晴天高溫下之相對濕度變化

Fig A. Temperature of cloudy day.

Fig B. Relative humidity of cloudy day.

Fig C. Temperature of shiny day.

Fig D. Relative humidity of shiny day.

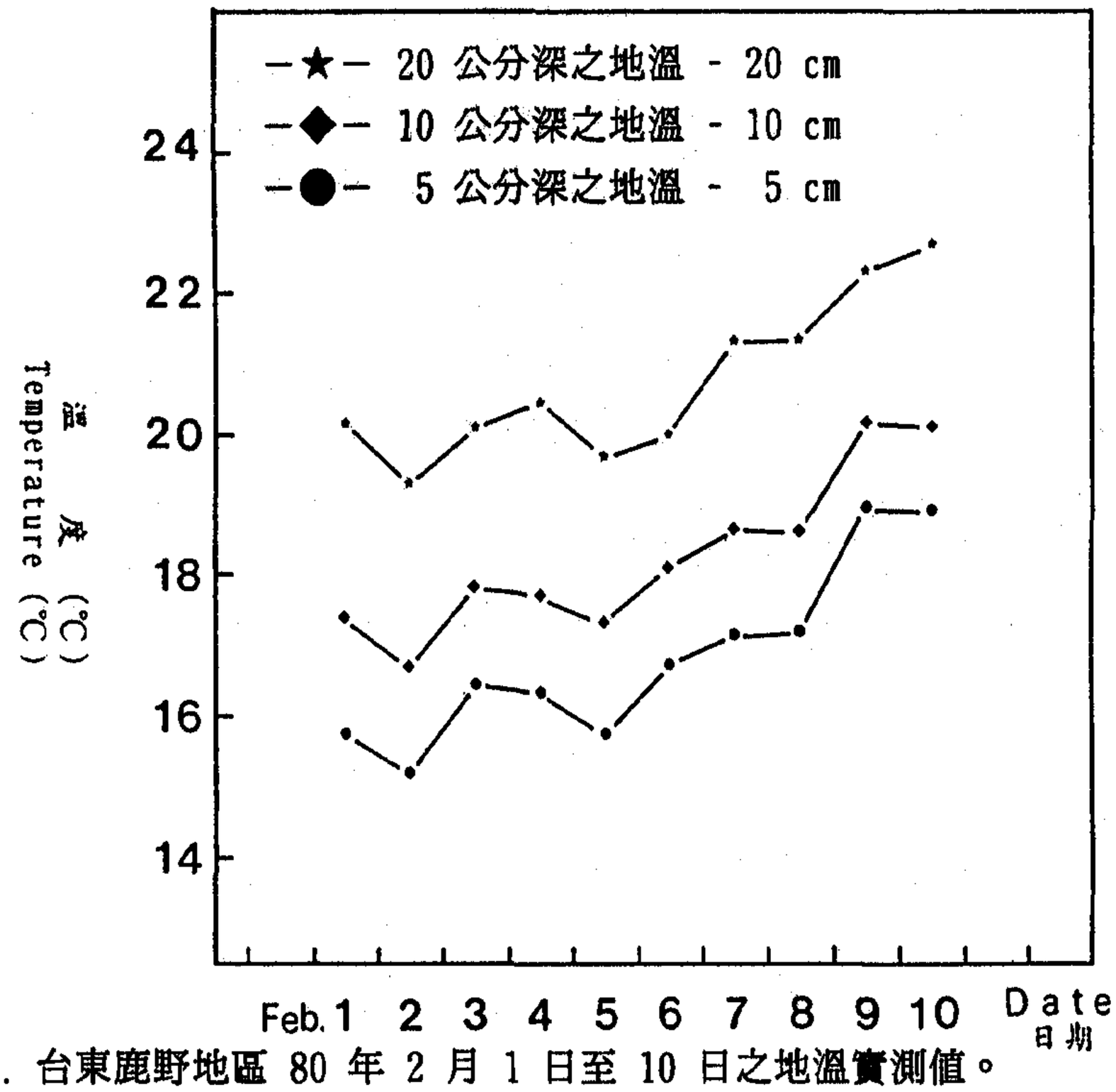


圖 7. 台東鹿野地區 80 年 2 月 1 日至 10 日之地溫實測值。

Fig 7. Soil temperature of Taitung Luyeh from Feb. 2. to Feb. 10. 1991.

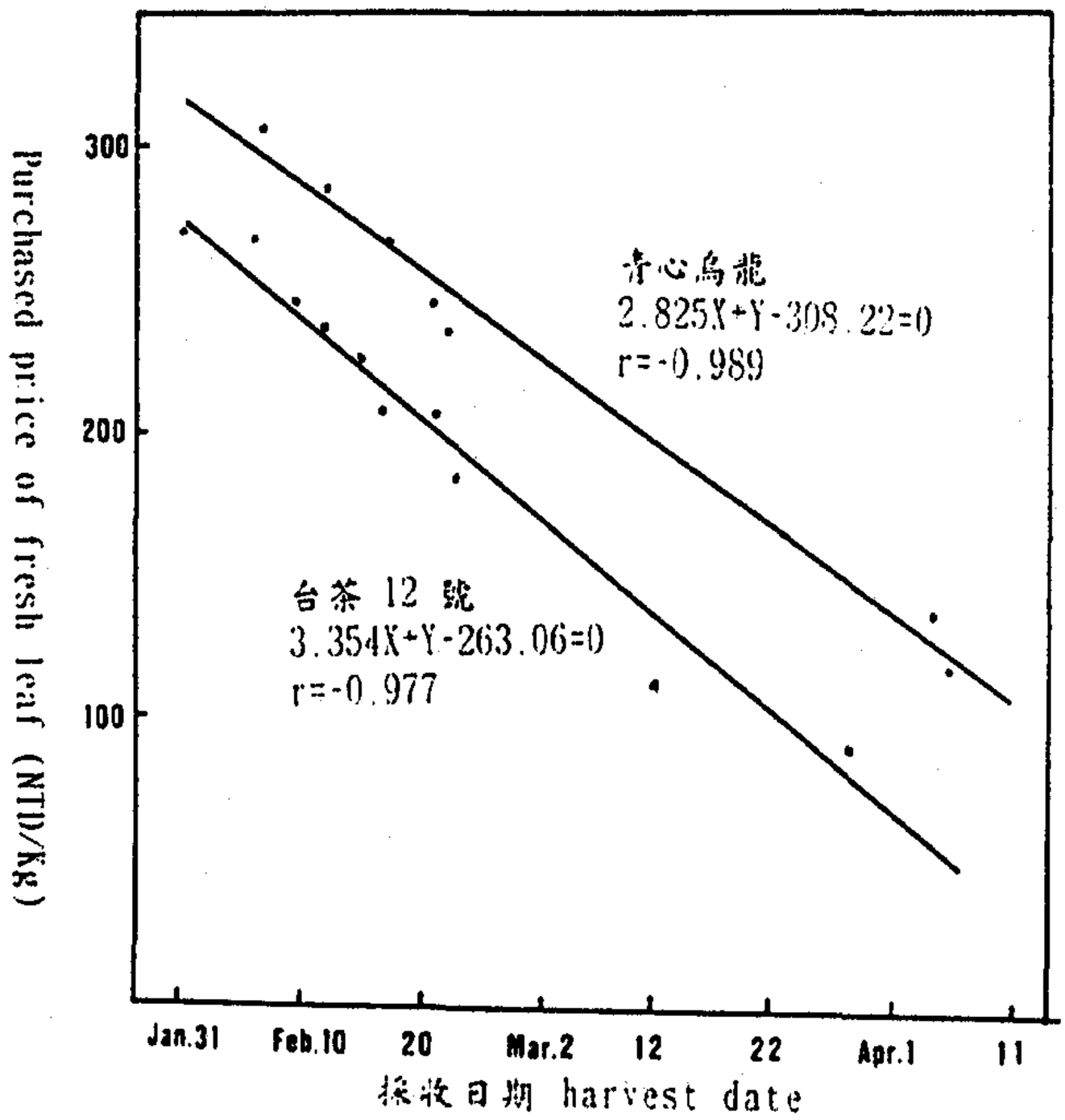


圖 8. 台東地區民國 80 年春茶產期與價格之關係。

Fig 8. Correlation between harvest date to fresh leaf purchased price in spring of Taitung area.

參考文獻

1. 王鎮恆， 段建眞. 1978. 茶樹栽培學. 浙江農業大學編 P.109-111。
2. 吳振鐸. 1964. 茶葉 P.24-25. 農業要覽第七輯第三篇抽印本. 台灣。
3. 陳　玄. 1991. 氣象因子對本省茶園分布之影響. 土壤及農業氣象資源應用研討會專刊 ·P.105-133. 台灣省茶業改良場。
4. 陳　玄，林木連，陳右人，曾信光，馮鑑淮，蔡右任，王兩全，郭寬福. 1991. 氣候因子對青心烏龍種茶樹生長周期與茶菁品質之影響調查. 80農建-9. 1-林-25（20）甲報告。
5. 陳右人. 1988. 根溫對檬果開花之影響. 台大園藝系博士論文 P. 192。
6. 陳右人，馮鑑淮. 1990. 高海拔茶區茶樹生態及品質調查. 茶改場79年年報 P.20-21。
7. 馮鑑淮. 1982. 淺剪枝時期對茶芽特性、產量及製茶品質的關係研究. 台灣茶業研究彙報 .1:30-42。
8. 馮鑑淮. 1986. 栽培法促進春茶提早萌芽試驗. 茶改場75年年報 P.6-7。
9. 馮鑑淮. 1987. 栽培法促進春茶提早萌芽試驗. 茶改場76年年報 P.6-7。
10. 馮鑑淮，陳右人. 19792. 萌芽促進物質對春茶產量、產期與品質之影響. 台灣茶業研究彙報. 11:1-10。
11. 黃騰鋒. 1983. 灌溉頻率對茶樹生育之影響. 台灣茶業研究彙報. 2:18-24。
12. 蔡俊明. 1985. 茶樹淺剪枝時期對萌芽期及收量之影響研究. 台灣茶業研究彙報. 4:113 -120。
13. 蔡俊明，陳右人. 1990. 不同淺剪枝時期對茶菁生產周期調整與品質之影響. 茶改場78年年報 P.14-15。
14. 賴宏輝，陳右人. 1984. 檬果開花前後樹體光合產物之運移與利用. 中國園藝. 30:180-186。
15. Chen, W. S. 1987. Endogenous growth substances in relation to shoot growth and flower bud development of mango. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:360-363.
16. Fordham, R. 1970. Ann, Rep. Tea. Res. Foundation Malawai. 1969-1970:71-130.
17. Haseba, T. 1975. Studies of transpiration in relation to the environment. (6) Simulation of transpiration production by change in air-humidity. Memoirs of the college of Agriculture, Ehime University 20:154-166.
18. Mooby, J. and C. T. Graves. 1980. Root and air temperature effect on growth and yield of tomato and lettuce. Acta Hort. 98:290-43.
19. Mwakha, E. 1985. Tea shoot growth at different altitude in western Kenya. Tea 6:19-24.
20. Obaga, S. M. O., C. Othieno and J. K. Lang'et. 1989. Observations on the effect of altitude on yield attributes of some tea clones-growth and density of shoot. Tea 10:73-79.
21. Obaga, S. M. O., G. R. Sguire. and J. K. Lang'at. 1988. Altitude, temperature and the growth rate of tea shoots. Tea 9:28-33.

22. Sauders, P. 1978. Phythormones and bud dormancy. In "Phytohormones and Related Compounds-A Comprehensive Treatise, Vol. II" eds. by Letham, Gooduin and Higgin . Elsevier/North-Holl and Biomedical Press. 423-445 PP.
23. Takatori, F. H., L. F. Lippert. and F. L. Whiting. 1964. The effect of petroleum mulch and polyethylene films on soil temperature and plant growth. P. Amer. Soc. Hort. Sci. 85:532-540.
24. Tanton, J. W. 1979. Some factors limiting yield of tea (*Camellia sinensis L.*) Expt. Agric. 15:187-191.
25. Tanton, T. W. 1982. Environmental factore affecting the yields of tea (*Camellia sinensis L.*) I. Affects of air temperature. Exp. Agric. 18:47-52.
26. Wickremaratue, W. R. T. 1981. Genotype-environment interscetions in tea (*Camellia sinensis L.*) and their implication on tea breeding and selection. J . Agric. Sci. Cambridge 96:471-478.
27. White, R. A. T. 1981. Air temperature, soil warming and phosphorus nutrition of greenhouse tomatoes. Acta Hort. 115:235-245.

Effect of Pruning, Heat Preservation and Irrigation on Bud Burst and Shoot Growth of Spring Tea Shoot in Eastern Taiwan

Chian-Hoai Fong[1] Kuo-Renn Chen[2] Iou-Zen Chen[3]

Abstract

Heat Preservation (with polyethylene and 75% shade net tunnel) and irrigation were used in a tea plantation with different pruning date, to overcome low temperature and drought during winter season in Taitung area of Taiwan.

Bud burst, shoot growth and yield were very poor and harvesting date was very late in non pruning plot. Early pruning date got early harvest but a slightly lower yield than control, while late pruning plot got 7 days later than early pruning plot, but had the highest yield. Irrigation could advanced harvest date and yield of late pruning plot, but no effect on early pruning plot. Heat preservation could increase temperature around tea bush, but temperature increment would be too high and resulted in the relative humidity too low (lower then 50% RH) in the noon, this environments retarded bud burst, growth and yield of tea bush. These disadvantage factors could be overcome by irrigation in the tunnel.

Key words : tea plant, pruning, heat preservation, irrigation, bud burst

---

1.Associate Agronomist and the Head of Department of Agronomy of Taiwan Tea Experiment Station Taitung Substation, Luyeh, Taitung, Taiwan.

2.Director, Taitung Substation of Taiwan Tea Experiment Station.

3.Senior Agronomist, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.

臺灣茶業研究彙報13：27-40（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：27-40（1994）

東部茶區早春及晚冬時期茶樹芽葉生長模式與化學成分之研究

陳國任

摘　要

本文主要目的乃探討東部地區早春及晚冬時期茶樹芽葉生長模式及化學成分之分析，作爲採摘作業及製茶品質之參考，試驗結果如下：

1.不論早春或晚冬季節，台茶十七號萌芽期最早而青心烏龍最晚；晚冬季節東部茶區正值乾旱時期，青心烏龍種芽短，產量低，生長明顯地受到抑制。

2.早春時期青心烏龍、青心大冇、台茶十二號及台茶十七號芽葉生長模式分別適合方程式 $Y= 0.458+0.127x+0.001x^2$、 $Y= 0.299+0.124x+0.001x^2$、 $Y=0.411+0.172x+0.002x^2$及 $Y=\exp(-0.281+0.1x-0.001x^2)$，式中Y爲芽長，X爲萌芽後生長日數。

3.晚冬時期青心烏龍、青心大冇、台茶十二號及台茶十七號芽葉生長模式分別適合方程式 $Y=0.826+0.078x^2$、 $Y= \exp(-0.961+0.166x-0.003x^2)$、$Y=\exp(-0.737+0.145x-0.002x^2)$及$Y =\exp(-0.505+0.127x-0.002x^2)$，式中Y爲芽長，X爲萌芽後生長日數。青心烏龍種其線性迴歸生長曲線呈水平狀態，反應其生長速率極緩慢。各品種晚冬季節推算均方值較小，反應實測值接近生長模式方程式之推算值，準確性較高。

4.早春晚冬季節與春冬季比較，可溶分、兒茶素類及胺基酸含量較低，可溶性醣類含量較高；品種間兒茶素含量以台茶十七號較高，而台茶十二號較低。

關鍵字：生長模式、推算均方、採摘、早春、晚冬、化學成分

前　言

茶樹（*Camellia sinensis* (L.) Kuntze）係多年生作物，因分枝性狀的差異，可分爲喬木型、半喬木型及灌木型等三類型。目前本省栽植之茶樹大多屬灌木型，由於受到外界環境的

茶業改良場台東分場分場長

影響而表現不同的生長特性。茶樹可由頂芽、腋芽及枝條上的不定芽發育生長出新梢，俗稱芽葉，其幼嫩之一心二葉或三葉爲採摘加工利用的部分。芽依生長形態可分爲生長芽（growing shoot）、對口芽（banjhi shoot）及休眠芽（dormant shoot）；按生長季節可分爲春芽、夏芽、秋芽及冬芽；春夏形成者在夏秋季生長，夏秋季形成者在秋冬季生長。由於芽葉生長易受到氣溫、日照、水分及養分狀態等諸環境因子所影響[21]，致新生芽葉之外部形態及化學成分變異頗大，而影響產量及品質。

近年來，隨著國民所得提高，生活品質提昇，國人飲茶風氣盛行，茶葉內銷量增加。爲了供應國人消費之需求，茶園分佈擴及以往從未種茶之南部及東部，生產重心由北向南發展，種植面積逐年增加，東部茶區由於氣候溫和，日照長，在每年二月早春時期即有芽葉可供採摘，在茶葉市場上捷足先登，且十二月至翌年一月晚冬時期，正值本省其他茶區進入冬眠時期，仍有芽葉生長，一年採摘次數可達七次，全年茶園皆在採茶，形成東部茶區特殊景觀，以致早春及晚冬兩季茶菁價格高，爲東部茶區茶農重要收入來源。然而由於受氣象因子及剪枝作業之影響，該茶區主要栽培茶樹品種芽葉生長速率不一，採摘期零亂，致使茶葉品質和價格不甚穩定。過去學者曾對茶樹提早剪枝[8]、採摘標準[4]、缺水[6]、遮蔭覆蓋[10、11]及溫度[22]對萌芽期、萌芽密度、萌芽後生長速率[17]及產量之影響等作研究，但對東部茶區早春、晚冬芽葉之生長模式及化學成分未作深入的探討。因此，本研究針對極早生種、早生種、中生種及晚生種在東部茶區之芽葉生育、生長模式與產期之關係，預測品種間採摘期差異加以探討，作爲調節產期，分散採茶及製茶人力，降低生產成本之依據。此外，此二季節不同萌芽期品種芽葉化學成分含量亦加以分析，提供茶農選擇品種及製茶品質之參考。

材料及方法

一、供試品種

本試驗在台灣省茶業改良場台東分場（台東縣鹿野鄉）之品種園舉行，供試茶樹品種爲樹齡八年之台茶17號（極早生種）、台茶12號（早生種）、青心大冇（中生種）及青心烏龍（晚生種）等。田間設計採逢機完全區集，四品種，四重覆，每小區10株，行距1.5公尺，株距40公分。

二、方法及步驟

冬季剪枝後，俟翌年腋芽萌發後，於每株樹冠中央處 900 cm^2 內取 5枝條，並掛牌識別，于1991年早春（二月）、春（四月）、冬（十一月）及1992年晚冬（一月）調查下列項目：

㈠萌芽期及採摘期：腋芽鱗片展開掉落後，調查萌芽期，俟芽葉長至一心三葉以上之有效芽並70％呈對口狀態，或第三葉片質地纖維成熟化，調查其採摘期及生長日數。

㈡產量及價格：採摘一心二葉秤重計算每欉產量，並調查芽葉原料價格。

㈢芽葉生長模式（shoot growth model）：萌芽後每三日調查芽長，以下列方程式求其生長曲線模式：

1.線性迴歸方程式(simple regression equation)：$Y=a+bx$

2.二次式迴歸方程式(quadratic regression equation)：

$Y=a+bx+cx^2$

3.指數方程式(exponential equation)：$Y=a\times\exp(b\times x)$

4.二次指數方程式(quadratic exponential equation)；$Y=\exp(a+bx+cx^2)$

5.推理曲線方程式(logistic curve equation)：$Y=Y_0/(1+a\times\exp(-bx))$

6.古博曲線方程式(Gompertz curve equation)：$Y=Y_0\times\exp(-\exp(a-bx))$

以上Y爲芽長，x爲萌芽後生長日數，所求方程式經下列程式進行適合度測驗：

(1)卡方測驗 (chi-square test)：

$\chi^2=\sum_{i=1}^{n}(Yi-\widehat{Yi})^2/Yi$，$\widehat{Yi}=f(x)$，Yi爲推算值，n爲觀測值數，若$\chi^2<\chi_a^2$(a爲顯著水準，自由度n-1)，則實測值與方程式之推算值相符，反之不符合。

(2)推算均方 (Predicted Mean Square，PMS)

$PMS=\sum_{i=1}^{n}(Yi-\widehat{Yi})^2/n$，$\widehat{Yi}=f(x)$，Yi爲推算值，若PMS很小，則實測資料很接近推算值，反之則否。

㈣芽葉化學成分分析：將一心二葉新鮮芽葉置70℃烘乾48小時，進行下列化學成分分析：

1.兒茶素類(catechins)：參照Sarkar和Howarth[20]；的方法，秤3公克茶樣加150ml沸水煮1小時，趁熱以whatman No.41濾紙過濾，以Vanillin溶液(40%，w/v溶於甲醇）呈色，測其在波長500nm之吸光度。另以兒茶素製備標準曲線，換算兒茶素類含量爲1公克乾物重中佔多少毫克。

2.咖啡因(caffeine)：以PVPP(polyvinyl polypyrrelidone，Sigma)去除茶湯多元酚類，測其在波長276nm 吸光度；另以咖啡因(caffeine)製備標準曲線，換算咖啡因含量爲乾物重百分比。

3.胺基酸(amino acid)和可溶性醣類(soluble sugars)：取1公克一心二葉乾燥粉末，加1公克PVPP放入燒杯中，在80℃之80%乙醇萃取20分鐘，共三次，萃取液過濾後倒入50ml定量瓶中，用80％乙醇定量至50ml，以鋁箔紙包裹。取2ml萃取液，加新鮮配置之1ml ninhydrin試劑，在100℃水浴20分鐘，急速冷卻後加5ml之5% propanol，振盪均勻後在波長570nm測其吸光度。另以L-isoleucine 製備標準曲線，換算胺基酸含量爲1 公克乾物重中佔多少毫克。另取40ml萃取液，在100℃水浴中濃縮至5ml，加水定量至50ml，取0.2ml加 1.8ml水及 4ml anthrone試劑，在冰浴中迅速混合均勻後，置入100℃水浴中7.5分鐘，取出以冰浴急速冷卻，回溫後在波長630nm 測其吸光度。另以葡萄糖(glucose) 製備標準曲線，換算可溶性醣類含量爲乾物重百分比。

4.可溶分：上述烘乾後之茶葉3公克，以150ml沸水沖泡 1小時，茶湯以濾紙過濾，取50ml濾液乾燥後稱其重量，並換算爲乾物重百分比。

結果與討論

一、早春及晚冬茶萌芽期、採摘期和採摘週期之比較

東部茶區早春時期氣溫仍低（表1），青心烏龍種芽葉生長速率遲緩，其萌芽期(1月20日）比台茶12號（1月15日）及台茶17號（1月12日）分別遲5天和8天，採摘週期也較長（表2），但平均芽長9.7公分及展開葉數4.1片（表3）適合一心二葉採摘標準，因此青心烏龍種

仍適合東部茶區雨量適中而冷涼之早春生長環境。台茶17號萌芽期最早且採摘週期較短，發揮其早生特性，宜實施一心一葉嫩採標準製作白茶類[3]，增加東部茶區製茶種類，提供消費者嗜好性茶類之多種選擇。種植面積日漸擴充之台茶12號比主要栽培品種青心烏龍種之採摘期提早9天，可紓解採茶人力而解決僱工採茶之困難。不論任何品種早春時期採摘週期均比春季最多達 10天（表3），此與氣溫介於 16～24℃ 範圍內芽葉生長速率與氣溫呈正相關[15]、低溫減緩芽葉生長速率[5]之結果是一致的。

晚冬時期平均氣溫比冬季低（表1），但採摘週期較短（表2），此因晚冬時期東部茶區嚴重乾旱抑制芽葉生長，因此乾旱期間芽葉生長速率與氣溫之相關性降低[22]，爲顧及一心二葉芽葉品質而宜提前採摘。

表1. 試驗期間台灣東部茶區各月份平均雨量、氣溫及相對濕度之分佈

Table 1. Monthly rainfall, air temperature and relative humidity during experimental period in the eastern tea district of Taiwan.

Month	Rainfall (mm)	Air temperature(℃) Min.	Max.	Mean	Relative humidity (%)
1	71	13.4	19.7	16.3	84.7
2	162.5	13.3	19.8	16.4	85.4
3	22.5	17.5	25.2	21.3	84.5
4	134.5	19.5	25.3	22.4	85.9
5	49.5	21.1	27.9	24.4	82.1
6	60.0	23.7	31.9	27.7	82.0
7	49.5	24.1	34.4	28.7	77.4
8	446.5	13.7	32.7	27.9	81.4
9	302.0	23.2	31.3	26.9	83.3
10	11.5	19.4	27.9	23.3	75.5
11	14.0	16.0	24.9	19.9	74.3
12	11.0	16.4	25.1	20.0	77.3

表2. 供試驗品種之萌芽期、採摘期及採摘週期

Table 2. Comparison on the sprouting date, plucking date, and plucking period among varieties in the eastern tea district of Taiwan.

Season	Variety	Sprouting date	Plucking date	plucking period (days)
Early spring	Chinshin Oolong	Jan.20	Mar.8	49
	Chinshin Dapang	Jan.18	Mar.4	47
	TTES No.12	Jan.15	Feb.28	44
	TTES No.17	Jan.12	Feb.22	41
Spring	Chinshin Oolong	Mar.23	Apr.31	39
	Chinshin Dapang	Mar.21	Apr.27	37
	TTES No.12	Mar.20	Apr.25	36
	TTES No.17	Mar.14	Apr.19	36
Winter	Chinshin Oolong	Oct.6	Nov.20	45
	Chinshin Dapang	Oct.3	Nov.11	39
	TTES No.12	Sep.30	Nov.6	36
	TTES No.17	Sep.27	Oct.30	33
Late winter	Chinshin Oolong	Nov.30	Dec.28	28
	Chinshin Dapang	Nov.25	Dec.28	33
	TTES No.12	Nov.21	Dec.26	35
	TTES No.17	Nov.20	Dec.22	32

二、早春及晚冬茶樹芽葉生長、產量及價格

每年十二月晚冬時期，東部茶區月降雨量平均11mm，屬抗旱性弱之青心烏龍種，芽葉生長受抑制，節間縮短，葉面積小，俗稱「冬片」，平均每12天展開一葉，平均芽長2.7公分，生長速度甚慢，長至一心三葉時即行對口狀態(banjhi leaf)，爲防止芽葉過度成熟而影響製茶品質，必須立刻採摘，採摘週期縮至28天，爲各品種及季節間最短者。每年一、二月間早春時期平均氣溫比十一、十二月低，但因降雨量較高，因此早春時期不論任何品種其生長勢比晚冬時期較佳。影響茶樹生長的因素中，除溫度外，雨量亦爲重要因子。屬春茶型之青心烏龍種，由於晚冬時期產量低（12公克／欉），同時節間及芽短，採摘時又必須在枝條上留一或二本葉，以促進芽葉生長[4]，因此實施手採困難，工資及成本相對提高，建議必須在十二月上旬提早實施剪枝作業，健全樹勢，提早春茶萌芽期，並提高芽葉產量，早春市場捷足先登，增加農民收益。因此東部茶區冬季提早剪枝爲茶園栽培管理作業重要措施之一。據表3 資料分析，雖然晚冬時期青心烏龍芽葉原料每公斤300元比早春250元高，但早春產量爲晚冬之五倍，基於經濟效益之立場，乃應著重早春芽葉的生育。台茶12號晚冬時期仍有很強的生長勢(72公克／欉、平均芽長7.7公分)，若以每公頃12000株及原料每公斤180元計算，每公頃收入155520元，與早春146880元比較，經濟效益差異較小，晚冬採收後於十二月下旬實施剪枝，平衡早春及晚冬芽葉生長及發育。台茶17號屬極早生型，生長勢強，基於紓解採茶及製茶人力及多種茶類之平衡發展，其產量及生育之分佈資料可作爲茶園更新品種選擇之參考依據。

表3. 早春及晚冬茶芽生育、產量及價格之比較

Table 3. Comparison on the shoot development, yield, and price in the early spring and late winter seasons.

Season	Variety	Shoot length (cm)	Unfolding leaf number	Yield (g/bush)	Price (NT$/kg)
Early spring	Chinshin Oolong	9.7	4.1	62	250
	Chinshin Dapang	10.6	3.9	84	120
	TTES No.12	10.4	4.1	102	180
	TTES No.17	11.2	5.2	150	—
Spring	Chinshin Oolong	18.5	4.8	86	150
	Chinshin Dapang	18.2	5.2	92	60
	TTES No.12	17.4	5.3	112	80
	TTES No.17	14.7	5.6	164	—
Winter	Chinshin Oolong	8.0	5.0	28	200
	Chinshin Dapang	8.5	5.0	36	80
	TTES No.12	9.2	4.9	80	150
	TTES No.17	9.4	5.7	140	—
Late winter	Chinshin Oolong	2.7	2.6	12	300
	Chinshin Dapang	5.8	3.2	22	140
	TTES No.12	7.7	3.5	72	180
	TTES No.17	8.3	4.5	136	—

三、早春及晚冬時期茶樹芽葉生長分析

茶樹經冬季剪枝於早春萌芽後，每三日調查芽葉生長情形，所得資料經一次迴歸等六種生長模式統計方法，再經卡方及推算均方適合度測驗，求得東部茶區各品種及季節間之最適

生長模式方程式，如圖1－4，茲分析如下：

早春及春茶：由圖1、2生長曲線顯示，青心烏龍、青心大冇、台茶十二號及台茶十七號芽葉生長模式分別爲： $Y = 0.458+0.127x+0.001x^2$、$Y = 0.30+0.124x+0.001x^2$、$Y=0.411+0.172x+0.002x^2$ 及 $Y=\exp(-0.281+0.1x-0.001x^2)$。$R^2$ 值分別爲 0.894、0.891、0.887及0.844。其中二次式指數方程式適合台茶十七號芽葉生長，反映萌芽初期生長慢，中期快而末期又趨緩慢。同樣地二次式指數生長曲線較符合春季四品種生長模式（圖2），反映芽葉生長末期易形成對口狀態，而生長趨於緩慢，必須掌握採摘期而避免芽葉原料完熟老化，其採摘期控制較早春茶嚴格。

青心烏龍、青心大冇、台茶十二號及十七號PMS值在早春分別爲0.941、1.28、1.11及2.392，其中以台茶十七號PMS值較大，顯示早春芽長實測值與推算值差距較大，且較爲分散而芽長不一，因而必須分批採摘而提高芽葉品質；青心烏龍種PMS 值最小，芽葉生育整齊而分佈較爲集中。與春茶PMS值分別爲4.93、9.59、5.98及3.301(圖2) 比較，其值較春茶皆小，反映早春芽長實測值與推算值差距較春茶小，採摘期芽長較爲集中。在春季溫度高而雨量充沛的季節，台茶12號樹冠中央處展葉速率快而兩側展葉速率較慢，形成芽長不一而交錯的現象，且第三葉片質地生硬，應分批採摘，同時宜採用一心二葉嫩採標準。

晚冬及冬茶：由圖3、4生長曲線顯示，青心烏龍、青心大冇、台茶十二號及十七號芽葉生長模式分別爲 $Y = 0.826+0.078x$、$Y = \exp(-0.961+0.166x-0.003x^2)$、$Y=\exp(-0.737+0.145x-0.002x^2)$及 $Y=\exp(-0.505+0.127x-0.002x^2)$，$R^2$值分別0.884、0.923、0.914及0.91 。其中青心烏龍種生長曲線趨於水平狀態，採摘週期27天，芽長2.7公分，與冬季呈二次式指數生長曲線，採摘週期48天，芽長 8.0公分比較，晚冬季節青心烏龍種芽葉生育明顯地受到抑制。青心烏龍、青心大冇、台茶十二號及十七號在晚冬時期PMS 值分別爲0.088、0.799 、1.172及0.774比冬季PMS值1.11、1.549、2.042及1.239（圖3.）皆小，意謂芽長實測值接近預測值，利用生長方程式預測晚冬芽長其準確性較高。

綜合以上的結果顯示，二次式指數方程式適合東部茶區芽葉生長模式，春茶芽葉生長末期呈「生理上」的對口狀態而晚冬時期呈「乾旱逆境上」的對口狀態而停止生長，必須行一心二葉或三葉採摘，促進下季芽葉之生育。

四芽葉化學成分分析

一般認爲可溶分、胺基酸、兒茶素類、咖啡因及可溶性醣類是影響製茶品質之主要化學成分[18]，這些化學成分不但在品種間具有高度差異性[12]，且受氣候環境之影響。由表4 分析結果顯示，可溶分含量以早春茶最低，晚冬茶次之，以春茶含量最高，此與東部茶區早春及晚冬特色茶滋味淡薄之現象有關，尤以台茶12號最爲明顯。多元酚類是茶葉的主要成分，其所以受重視，不僅因爲含量多，約佔乾物重10～30%[13]，且對香氣、滋味及水色具有莫大的貢獻，其中兒茶素類是多元酚類之主要成分，約佔多元酚類成分總含量70～80%，帶澀味，其含量與品種及製茶過程[2]有關；在製茶過程中兒茶素類的氧化聚合是主要的茶葉發酵化學反應，其生成物與茶湯滋味及水色形成有關。兒茶素含量，晚冬茶以台茶17號含量最高，青心大冇及青心烏龍次之，台茶12號最低，早春茶亦有類似的趨勢。此二季節含量低，可能因乾旱而影響其合成[16、19]，宜實施一心二葉嫩採標準，提高芽葉品質。春茶兒茶素類含量比早春茶含量較高，此與東部茶區春季雨量較充沛，氣溫較高有關[6]，在採摘標準上宜著重適採（一心三葉）而降低澀味。早春及晚冬茶胺基酸含量較低而春茶含量較高，

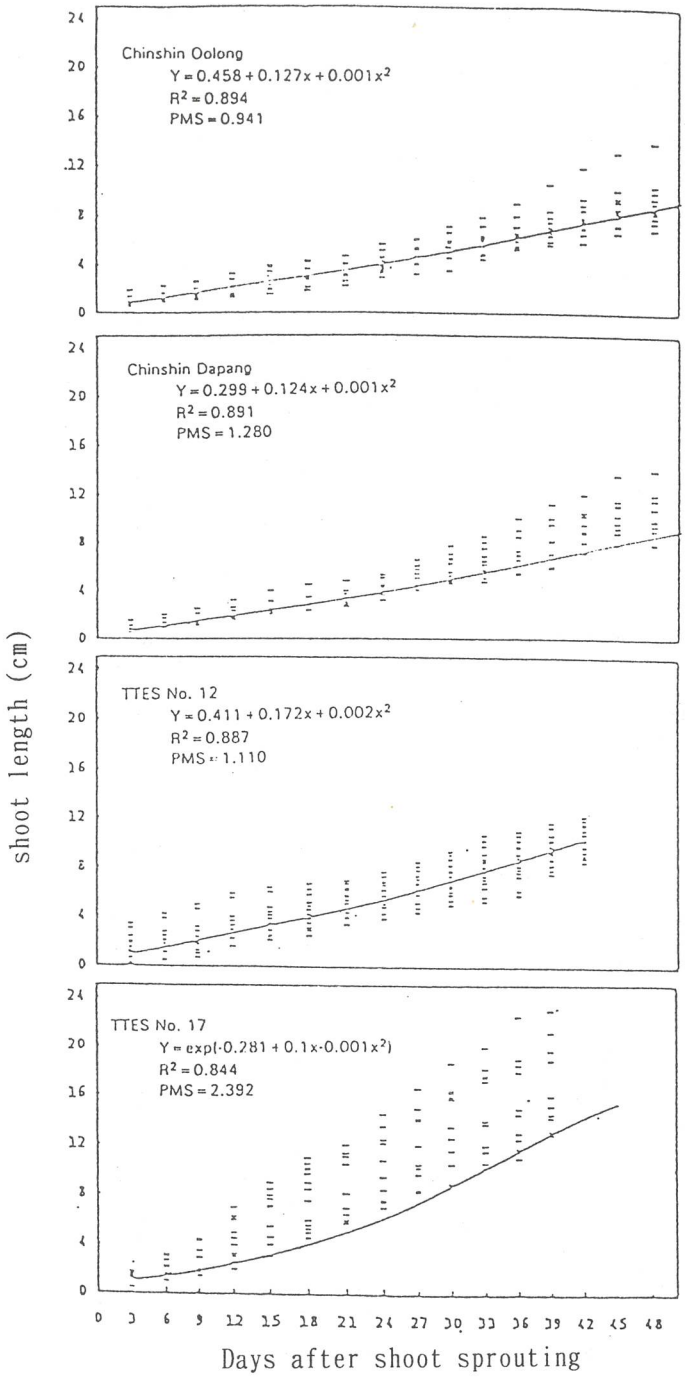


圖1. 東部茶區早春時期茶樹芽葉生長模式

—：預測值

Fig. 1. Growth model of tea shoot during early spring in the eastern tea district of Taiwan

—: fitted value

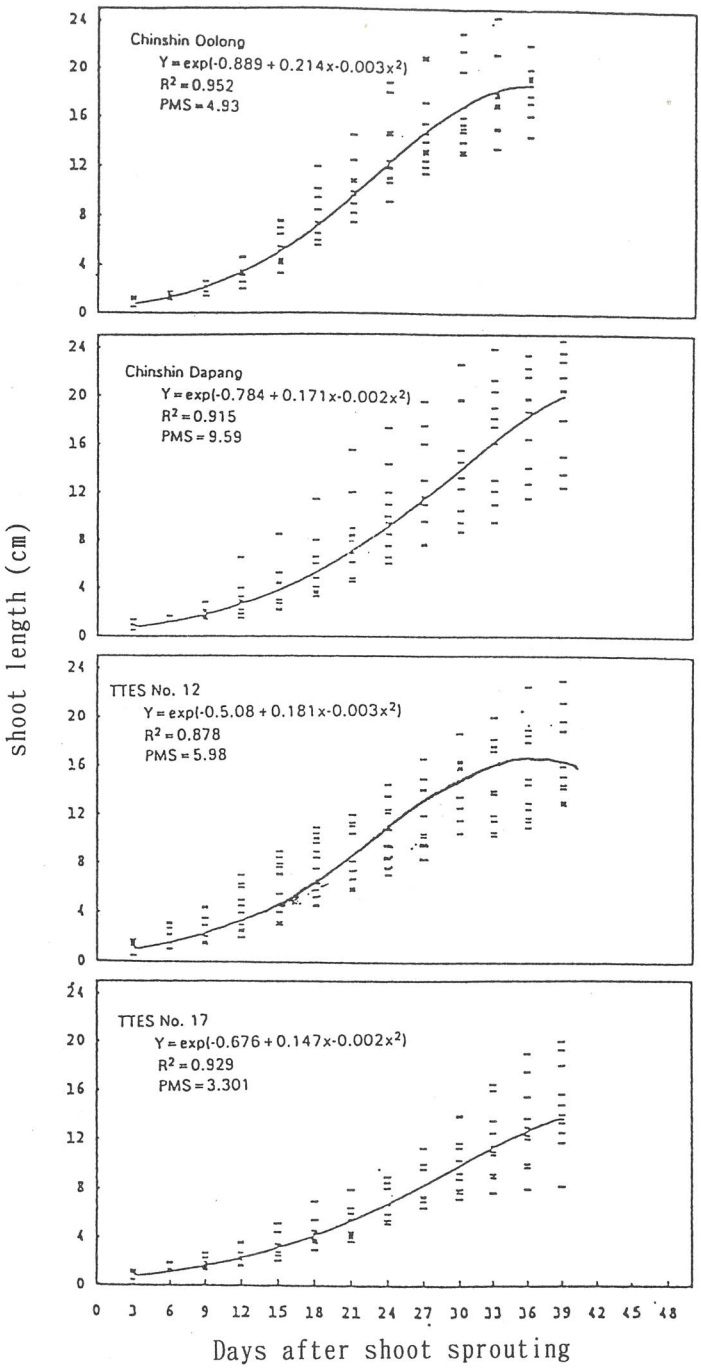


圖2. 東部茶區春季茶樹芽葉生長模式

—：預測值

Fig. 2. Growth model of tea shoot during spring in the eastern tea district of Taiwan

—: fitted value

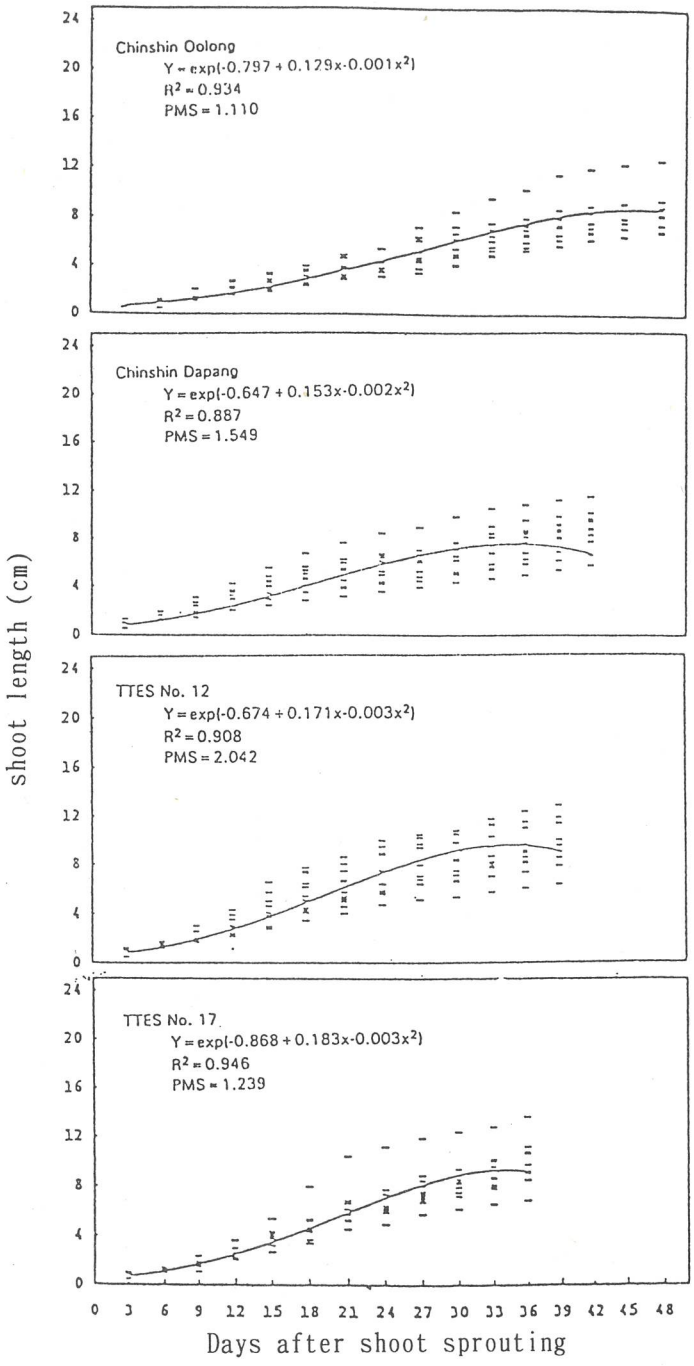


圖3. 東部茶區冬季茶樹芽葉生長模式
—：預測值

Fig. 3. Growth model of tea shoot during winter in the eastern tea district of Taiwan
—: fitted value

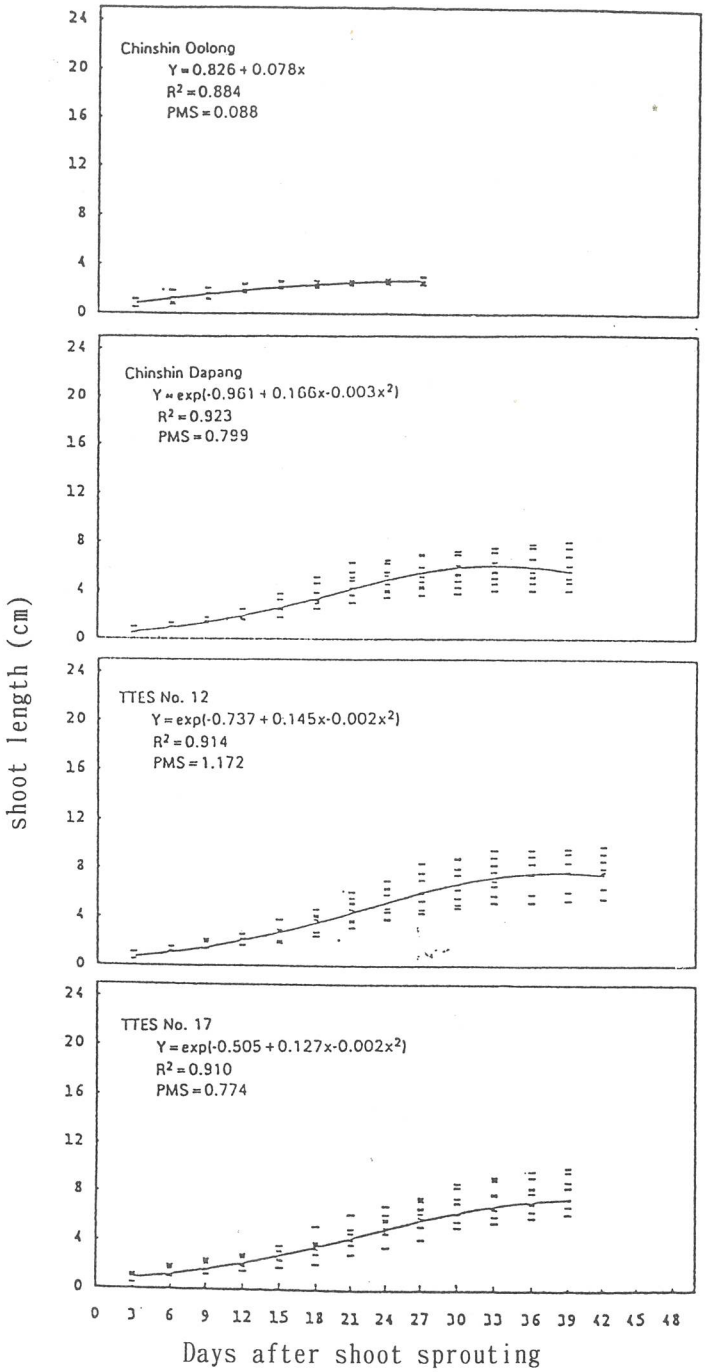


圖4. 東部茶區晚冬時期茶樹芽葉生長模式
—：預測值

Fig. 4. Growth model of tea shoot during late winter in the eastern tea district of Taiwan
—: fitted value

以春季青心烏龍種含量最高。由於胺基酸對包種茶品質有正向貢獻，且與滋味甘醇有關(12)，因此在本省東部青心烏龍種爲適製包種茶品種。可溶性醣類含量以冬季最高，早春及晚冬茶次之，以春季含量最低；不論早春或晚冬季節，青心烏龍、青心大冇及台茶12號等適製包種茶品種其可溶性醣類含量較台茶17號適製白茶類品種爲高。雖然茶葉香味是各化學成分的綜合表現，影響因子較爲複雜，至今仍無法以單一化學成分含量高低來評定，但以上不同季節及品種間各種化學成分之分佈，可作爲種植品種之選擇及製茶品質之參考依據。

表4. 不同季節及品種茶樹芽葉（一心二葉）之重要化學成分

Table 4. Chemical composition of different season and varieties of tea shoot (two leaves & one bud).

Season	Variety	Soluble solids (%DW)	Catechins (mg/gDW)	Soluble sugars (mg/gDW)	Amino acids (mg/gDW)	Caffeine (%DW)
Early spring	Chinshin Oolong	28.6	51.9	38.6	11.2	2.26
	Chinshin Dapang	29.4	52.0	39.2	10.8	2.12
	TTES No.12	27.2	43.9	37.4	11.8	2.46
	TTES No.17	30.6	65.5	22.8	10.6	2.76
Spring	Chinshin Oolong	35.8	70.7	25.3	17.8	2.83
	Chinshin Dapang	34.0	61.8	29.3	15.4	3.02
	TTES No.12	41.2	61.2	22.5	15.8	3.12
	TTES No.17	39.9	79.0	23.1	13.2	3.48
Winter	Chinshin Oolong	33.8	52.5	43.3	12.8	2.45
	Chinshin Dapang	30.5	55.6	33.5	11.6	2.62
	TTES No.12	32.0	68.9	43.5	11.8	2.84
	TTES No.17	33.3	73.6	30.9	11.6	3.02
Late winter	Chinshin Oolong	30.2	48.2	40.5	11.0	2.25
	Chinshin Dapang	31.2	50.6	41.1	10.8	2.40
	TTES No.12	29.0	40.2	39.5	11.4	2.72
	TTES No.17	31.5	62.8	25.9	10.2	2.86

結　論

茶樹的生長發育、萌芽期及採摘期的控制，端視氣候環境及栽培管理而定，品種間表現不同的生長特性。東部地區由於氣候暖和、日照長，年平均採摘次數可達七次，是本省其它茶區所不能及，尤其早春及晚冬茶爲茶農主要收入來源，其生長模式及化學成分分析有待深入研究。晚冬時期東部茶區正值乾旱時期，品種間表現出不同之耐旱性程度，主要栽培品種青心烏龍耐旱性弱，產量低，芽短不易採摘，相形之下提高採工成本及降低茶菁原料品質；但早春時期該品種仍有很強的生長勢，因而在冬季提早實施剪枝作業，健全樹勢而調節其產期。台茶17號及12號生長勢強，萌芽期早，提供該茶區種植品種之選擇。以上各品種及季節間生長模式方程式之建立及化學成分之差異性，可作爲採摘期控制、生長分析及製茶品質之參考。

參考文獻

1. 阮逸明、李秀娟. 1977. 不同季節不同部位之茶葉咖啡因含量分析. 茶業改良場65年年報 P.105—106。
2. 阮逸明. 1987. 包種茶水色形成與速溶茶萃取及抗結塊之研究. 國立台灣大學食品科技研究所博士論文. 台北. 台灣。
3. 吳振鐸、馮鑑淮. 1984. 七十二年度命名茶樹新品種台茶十四－十七號的育成. 台灣省茶業改良場研究特刊第一號。
4. 陳國任、黃資國. 1984. 不同採摘法對茶樹品種及季節間茶芽特性之影響. 台灣茶業研究彙報3：81－90。
5. 陳國任、謝邦昌、蔡文福. 1989. 水分、溫度對茶樹生育及茶芽特性之影響. 台灣地區農業氣象資源應用研討會P.73－94。
6. 陳國任、蔡文福. 1992. 缺水及不同溫度處理對茶樹芽葉生育之影響. 台灣茶業研究彙報11：31－44。
7. 陳國任、蔡文福. 1992. 缺水及不同溫度處理對茶樹芽葉化學成分及製茶品質之影響. 台灣茶業研究彙報11：45－46。
8. 陳右人、蔡俊明. 1990. 不同淺剪枝時期對茶菁生產週期調整與品質之影響. 台灣省茶業改良場79年年報P.16－20。
9. 陳右人. 1991. 氰胺對冬茶產量與生長之影響. 台灣茶業研究彙報10：23－32。
10. 馮鑑淮. 1987. 栽培法促進春茶萌芽方法之研究. 茶業改良場75年年報P.6－7。
11. 馮鑑淮. 1991. 剪枝時期配合遮蓋與灌溉對春茶萌芽及產量之影響. 茶業改良場年報 P. 171－174。
12. 蔡永生、區少梅、張如華. 1990. 不同品種包種茶官能品質與化學成分之特徵與判別分析. 台灣茶業研究彙報9：79－97。
13. Bokuchava, M.A. and Skobeleva, N.I. 1969. The chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture. Advances in Food Research 17：215-229.
14. Forrest, G.I. and Bendall, D.S. 1969. The distribution of polyphenols in the tea plant. Biochem. J. 113：741-755.
15. Hord, E.M. and Squire, G.R. 1976. Observation on the winter dormancy of tea in Malawi. J. Horti. Sci. 51：267-279.
16. Iwasa, K. 1977. Biosynthesis of catechins in tea plant. Bulletin of the National Research Institute of Tea 13：101-126.
17. Mwakha, E. 1985. Tea shoot growth of different altitudes in western Kenya. Tea 6(2)：19-24.
18. Nakagawa, M. and Ishima, N. 1971. Evaluation of green tea liquor. Study of Tea 41：41-44.
19. Saijo, R. 1980. Effects of shade treatment on biosynthesis of catechins in the tea plant. Plant & Cell Physiol. 6(2) ：989-998.

20. Sarkar, S.K. and Howarth, R.E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. J. Agric. Food Chem. 24：317-320.
21. Tanton, T.W. 1979. Some factors limiting yields of tea (*Camellia sinensis* L.) Expt. Agric. 15：187-199.
22. Tanton, T.W. 1982. Environmental factor affecting the yield of tea (*Camellia sinensis* L.) I.Effects of air temperature. Expt. Agric. 18：47-52.
23. Wickremaratne, W.R.T. 1981. Genotype-Environment interactions in tea (*Camellia sinensis* L.) and their implication on tea breeding and selection. J. Agric. Cambridge 96：471-478.

臺灣茶業研究彙報第 13 號 (1994)

Studies on the Growth Model and Chemical Composition of Tea shoot in Eastern Taiwan

Kuo-Renn Chen

Summary

The main purpose for this study was to investigate the shoot growth model and chemical composition of tea leaves in eastern Taiwan. Results were summarized as follows :

1. The sprouting date of TTES NO.17 was earliest and Chinshin Oolong was latest either in early spring or late winter season. In the period of late winter, it was less rainfall and dry. The growth of shoot was severely inhibited, so that shoot length and yield of Chinshin Oolong was short and low.
2. The growth models of tea shoot in the period of early spring for Chinshin Oolong, Chinshin Dapang, TTES No.12 and TTES No.17 were $Y=0.458+0.127x+0.001x^2$ 、$Y=0.299+0.124x+0.001x^2$ 、$Y=0.411+0.172x+0.002x^2$ and $Y=\exp(-0.281+0.1x-0.001x^2)$, respectively, where Y means the length of tea shoot and x means days after shoot sprouting.
3. The growth models of tea shoot in the period of late winter for Chinshin Oolong, Chinshin Dapang, TTES No.12 and TTES No.17 were $Y=0.826+0.078x$ 、$Y=\exp(-0.961+0.166x-0.003x^2)$ 、$Y=\exp(-0.737+0.145x-0.002x^2)$ and $Y=\exp(-0.505+0.127x-0.002x^2)$, respectively, where Y means the length of tea shoot and x means days after shoot sprouting. The growth model of Chinshin Oolong was in horizontal condition indicating that growth rate was slow. Predicted mean square was less in the period of late winter indicating the observed values approached to the fitted values.
4. Soluble solids, catechins and amino acids content were less and soluble sugar content was high in early spring and late winter than spring and winter plucking seasons. The catechins content of TTES No.17 was significantly more than TTES No.12.

Key word: growth model, predicted mean square, plucking, early spring, late winter,chemical composition

---

Director, Taitung Substation of TTES.

臺灣茶業研究彙報13：41-54（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：41-54（1994）

不同氮源對茶樹生長發育之影響

邱垂豐[1]　朱德民[2]

摘　要

本試驗以台茶12號和青心烏龍爲供試品種，探討不同氮源處理對茶樹生長發育之影響。爲避免土耕過多干擾因子，採用砂耕栽培法，每週更換營養液一次，經過一段時間處理後，按春茶、夏茶、六月白、秋茶及冬茶等不同季節取樣調查分析。藉此尋求最佳氮素肥培管理。

二供試品種茶樹植株生長發育及乾物重的表現均以尿素處理最好，硫酸銨處理次之，硝酸態氮(硝酸鉀和硝酸鈣)處理最差，植株生長勢亦最弱，對於整個茶樹生育幾乎沒有促進效果。

關鍵字：氮源、茶樹、生長發育

前　言

茶樹是多年生的特用作物，每季從茶樹上採去大量的芽葉；在本省一年中採摘次數達4～7 次因此要新梢强有力的不斷生長，就應源源不斷地供給養分（方和吳，1985)。茶樹合理施用氮肥的目的，就是既要充分發揮施氮的增產作用，又要維持强盛且正常的生長發育，因此茶樹對氮素的要求較其他作物更爲迫切（石垣，1978；河合，1980；1983；保科，1985；小西，1978）。

由於茶樹需氮量高，在生長過程中如果土壤中氮素含量低，或者在茶樹栽培過程中氮素供應不足，嚴重的會出現缺氮症狀，影響到茶樹生長發育(石垣,1977；小西,1978)。石垣(1977)試驗結果指出，在缺乏氮素狀況下，茶樹生育差，葉綠素含量減少，葉片呈淡黃色，葉尖和葉緣發生枯斑，纖維增加且硬化，繼而老葉發生自行脫落，並且茶芽生育差，新葉小；缺氮嚴重時，生育幾乎停止，隨著時間的延長而逐漸枯死。林等(1991)亦指出茶樹在尚未形成經濟產量的幼齡時期，茶樹的生長高度、幅度、莖粗度和分枝數目等各項生長，凡施氮肥處理比不施氮肥處理的茶樹植株生育良好。因此可見茶樹的生長發育受氮肥影響相當大(保科，1985；奧村，1985；Wilson，1975；Meskhidze，1985；Malenga，1987；Malenga and Grice，1991)。

1.台灣省茶業改良場助理研究員
2.國立中興大學教授

目前本省茶樹栽培氮肥施用型態，主要可分爲銨態氮、硝酸態氮肥料及尿素態氮肥料三種。不同型態氮素對茶樹生長發育均有明顯的影響。基於茶樹生長發育對氮素的需求性，因此有必要就氮素型態對茶樹生長發育做進一步研究探討，藉此尋求最佳氮素肥培管理選擇的依據。

材料與方法

一試驗材料：台茶12號和青心烏龍一年生之扦插苗。

二試驗地點：台灣省茶業改良場之溫室。

三栽培介質：爲了避免土耕之過多干擾因子，本研究採用砂耕（石英砂）種植法。石英砂先以自來水洗清。

四養液配方：1.銨態氮：硫酸銨　2.尿素態氮：尿素　3.硝酸態氮（硝酸鉀和硝酸鈣）三處理。養液肥料濃度爲 N 40ppm，P(KH_2PO_4) 3.1ppm，K(K_2SO_4) 40ppm，Ca(CaCl) 30ppm，Mg($MgSO_4$) 25ppm，Fe(EDTA) 0.35ppm，B(H_3BO_3) 0.1ppm，Mn($MnSO_4$) 1ppm，Zn($ZnSO_4$) 0.1ppm，Cu($CuSO_4$) 0.025 ppm，Mo(Na_2MoO_4) 0.05 ppm，Al [$Al(SO_4)_3$] 10.8ppm。

五試驗方法：茶苗於石英砂定植後(定植日期爲78年7月)，每日每株茶樹灌水約300ml，約二個月後茶樹已成活，改以培養液灌溉，每天每株注下約300ml。每週更換培養液一次，並且每隔一天利用氫氧化鉀及硫酸調整 pH 值在於5.0～5.5左右。

六調查項目：在各茶季（春茶、夏茶、六月白、秋茶和冬茶)分別取樣三棵，調查各處理之茶樹生長發育。調查項目包括有:

1.株高　2.分枝數　3.葉片數　4.根長　5.莖徑　6.全株乾物重

七統計分析：所有測定分析結果之資料，均先進行變方分析，若達顯著水準者，再依 L.S.D. 法進行平均值顯著性測驗。

結果與討論

本試驗採用砂耕法，1989年7月移植，成活後當年9月開始以三種不同氮源處理，處理後最初五個月，茶樹植株幾乎沒有生長，植株高度也沒有任何變化，直到1990年3月溫度開始上升，植株才開始生長。台茶12號，以尿素處理植株生長迅速，硫酸銨或硝酸態氮處理，則生長緩慢。至1990年12月，經過15個月累積處理後，尿素處理株高已達約60cm左右，硫酸銨或硝酸態氮處理，其株高只有35cm左右，二者植株高度相差幾達一倍。青心烏龍品種反應略有不同。植株生長不似台茶12號迅速，仍以尿素處理較好，硝酸態氮處理的植株生長極微，但硫酸銨處理之植株生長反應與尿素處理，二者植株高度差異小（圖1)。調查茶樹分枝數目，台茶12號經尿素處理後，茶樹分枝數目較多，在15個月試驗處理期間，分枝數目由原有5個增加到23個，增加達四倍之多，而硝酸態氮處理增加數目最少，在最後收穫時分枝數目只有15個左右；硫酸銨處理之植株分枝數目則介於尿素及硝酸態氮處理之間。青心烏龍品種其分枝數目較台茶12號爲少，分枝數目以尿素或硫酸銨處理爲多，在15個月累積處理生長後，分枝數目約增加二倍之多，而硝酸態氮處理數少，分枝數目上略有增加（圖2)。

另一方面，茶樹葉片生長反應在不同氮源之間亦表現相當明顯的差異。就葉片數目而言，

每株台茶12號以尿素處理，處理後二個月茶樹葉片數目就開始增加，爾後茶樹葉片數目隨著生育而明顯增加，由原有每株12片葉增加至收穫時每株81枚葉片；硫酸銨處理者，葉片數目增加次之，在收獲時每株亦有69枚葉片，但硝酸態氮處理，每株平均只有49枚葉片。青心烏龍在處理初期四個月葉片數目幾乎沒有增加，而後快速增加，收穫時，以尿素及硫酸銨處理，每株可達46枚葉片以上，但硝酸態氮處理只有27枚葉片（圖3）。不但如此，硝酸態氮處理者，葉片色澤較淡，葉片黃化稍捲曲變厚，出現壞疽現象，嚴重時葉片易老化脫落(圖4)。

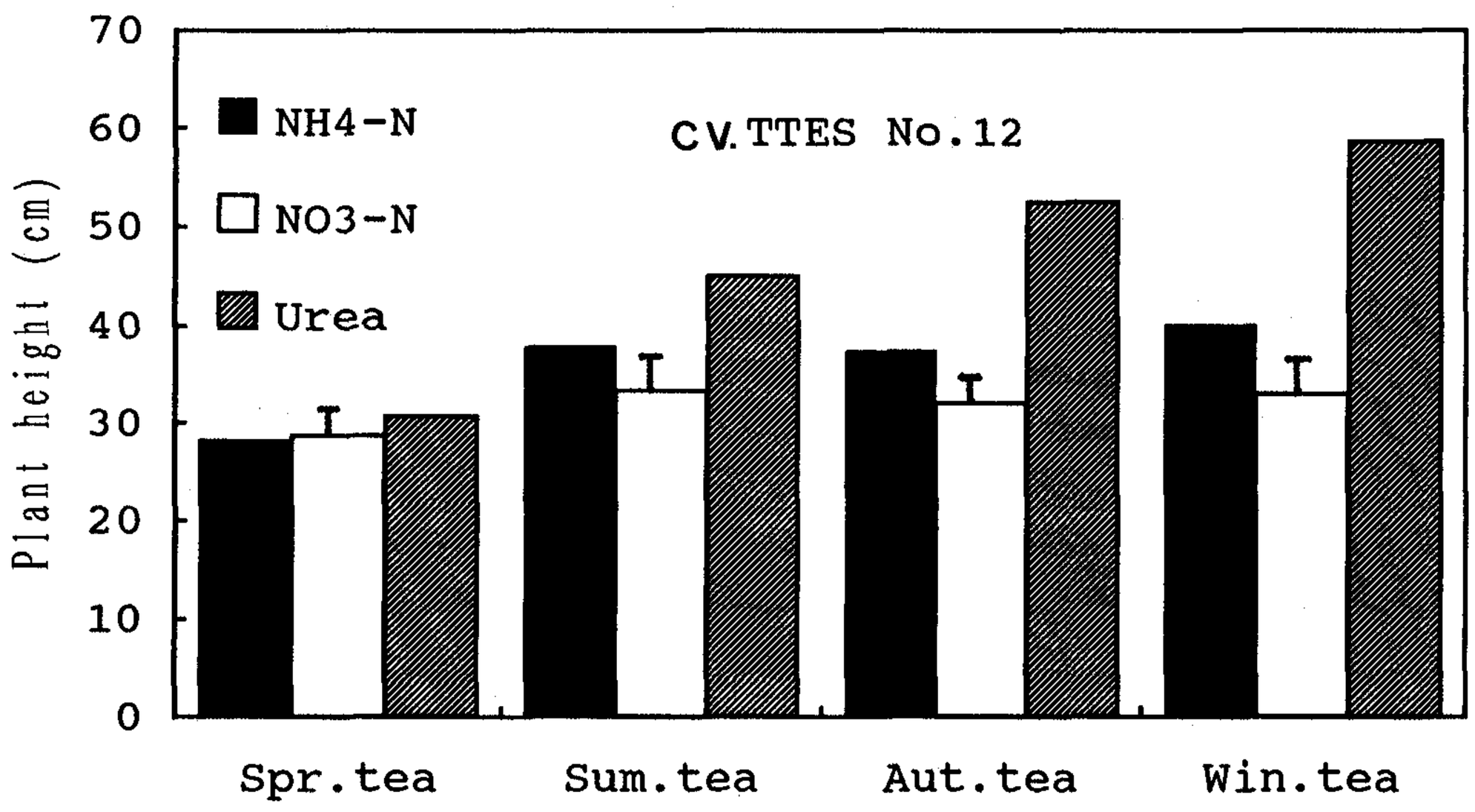
此外調查茶樹莖徑亦發現台茶12號茶樹的莖徑在每一季節取樣測定處理間並沒有明顯差異，但秋茶及冬茶茶樹莖徑均較春茶、夏茶爲大。其中冬茶尿素處理莖徑爲0.64mm，硫酸銨處理爲0.66mm，而硝酸態處理只有0.57mm (表1)。同樣地，青心烏龍秋茶、冬茶茶樹莖徑較春茶、夏茶茶樹爲大，顯示茶樹生長，不但茶樹株高增加、分枝數目增多、葉片數目增加、莖徑亦加粗。由上述調查結果可以明顯看出，不同氮源對茶樹生長發育均有明顯影響。無論台茶12號或青心烏龍，均以尿素或硫酸銨處理茶樹植株生長發育最爲旺盛，不但植株較高、分枝多、葉片多，莖徑也較粗，而硝酸態氮處理植株生長勢較弱（圖5）。

茶樹根部生長由圖6 可以看出，在台茶12號以尿素、硫酸銨處理、根生長健全、根毛多且呈白色；但硝酸態氮處理，根尖呈暗褐色，且木栓化。青心烏龍根部生長雖不似台茶12號來得旺盛，但仍以尿素處理最好，硝酸態氮處理根數目少，且根尖粗呈腐爛及褐色。若測定根長，台茶12號以尿素、硫酸銨處理爲最長，硝酸態氮處理最短；青心烏龍亦有相同反應。雖然根的長度在統計上沒有明顯差異，但仍以尿素處理最長，硫酸銨處理次之，硝酸態氮處理最短(表2)。

進一步比較茶樹全株乾物重，三種氮源處理間有明顯差異，不論台茶12號或青心烏龍以尿素處理全株乾物重爲最重，硝酸態氮處理最輕。以冬茶爲例，二供試品種尿素處理全株乾物重較硝酸態氮處理幾乎高約一倍左右(圖7）。

至於硝酸態氮（硝酸鈣和硝酸鉀）處理的茶樹植株生長勢較弱，對整個茶樹生長發育而言，促進生長、發育效果較小，此結果所表現與石垣 (1978)、保科等（1978）及河合（1980）等試驗結果相一致。 由表3 進一步可以發現，施以尿素較硫酸銨肥料能夠促進茶樹地上部生長，而硫酸銨處理則較有利於根部生長。Obatolu (1985) 亦提出相同結果，推測可能與銨離子吸收、代謝作用有關係。

台茶12號施用尿素或硫酸銨能促使茶樹分枝數明顯的增加，其增加幅度達四倍之多，葉片數目亦增加七倍左右。青心烏龍亦有類似結果表現，使得茶樹的採摘面相對擴大，對往後茶菁收量有相當的幫助。據何和張（1985）調查指出,茶樹的分枝數目與茶菁收量呈極顯著的正相關($r=0.947$)。一般所知，葉片進行光合作用，形成碳水化合物，爲氮素代謝提供能源和碳架，因此提高茶樹分枝或葉片數目可以提高茶樹生產能力。故茶樹的分枝數目和著葉數目之多寡，直接或間接影響到茶樹的生育及茶菁產量。至於施用硝酸態氮不僅使得茶樹分枝數少，葉片數目亦較少，且葉片色澤較淡呈黃色現象，葉緣出現壞疽斑點，嚴重時全株葉片易老化脫落，此試驗結果與石垣（1977）研究相類似。對於硝酸態氮處理造成植株生育不良，可能歸因於茶樹根部生育不良，根變得粗短，根毛數目亦較少，並出現木栓化之不正常現象，使得根對離子吸收及進行同化作用受到阻障，水分的吸收亦減少，養分的貯藏和運輸功能亦相對降低，最後導致整個茶樹生育不佳，生長勢減弱。



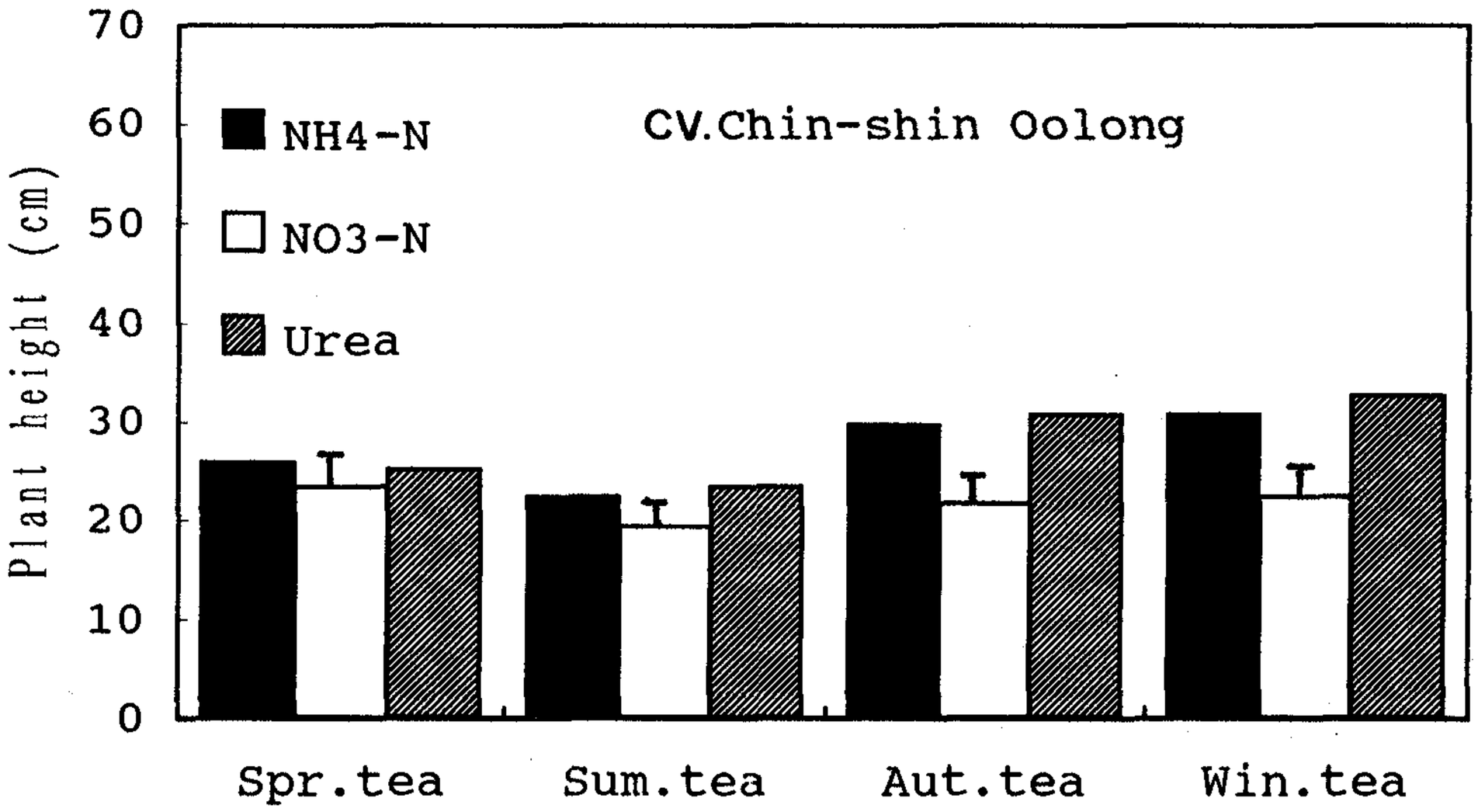
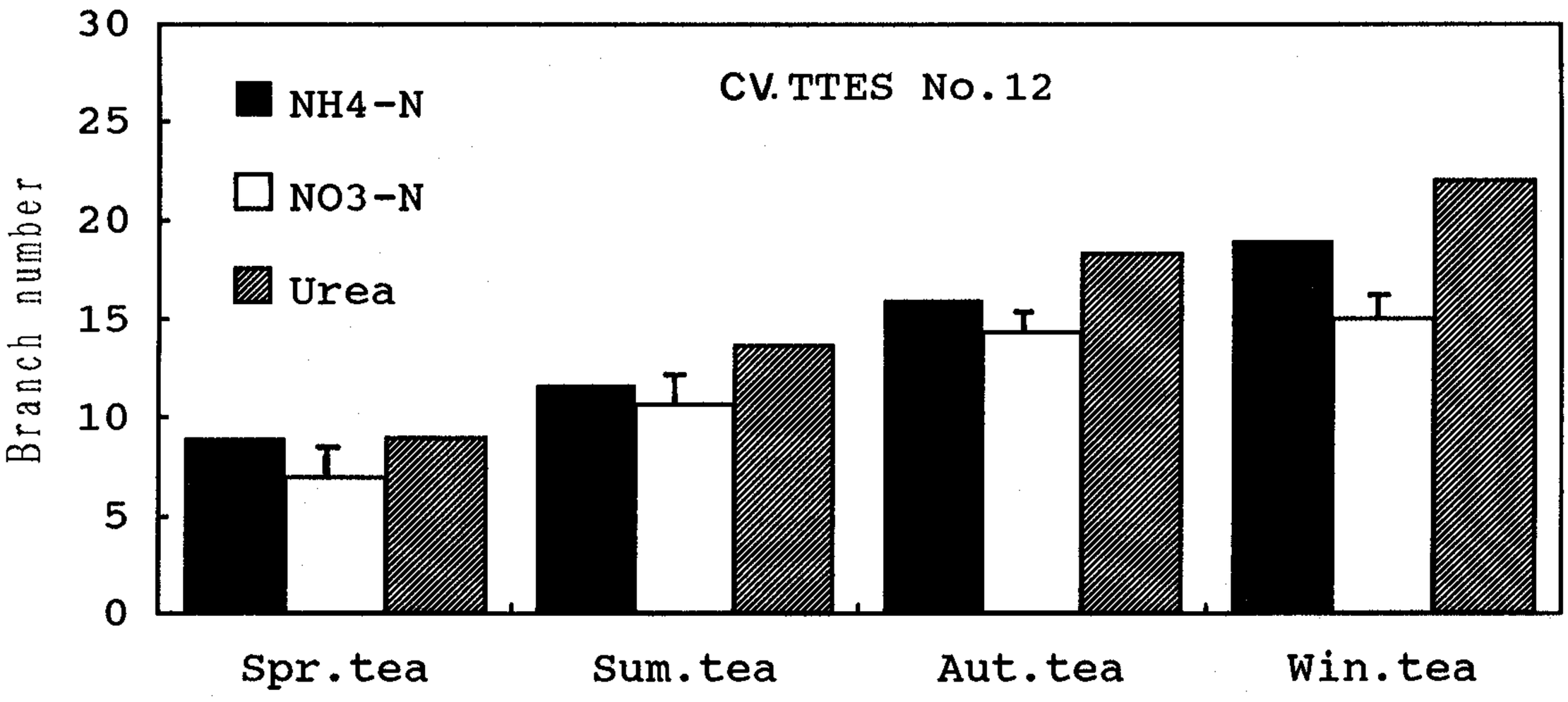


圖1. 不同氮源對茶樹株高之影響

Fig. 1. Effects of nitrogen sources on plant height in two tea cultivars (1990).

I: LSD.05

不同氮源對茶樹生長發育之影響



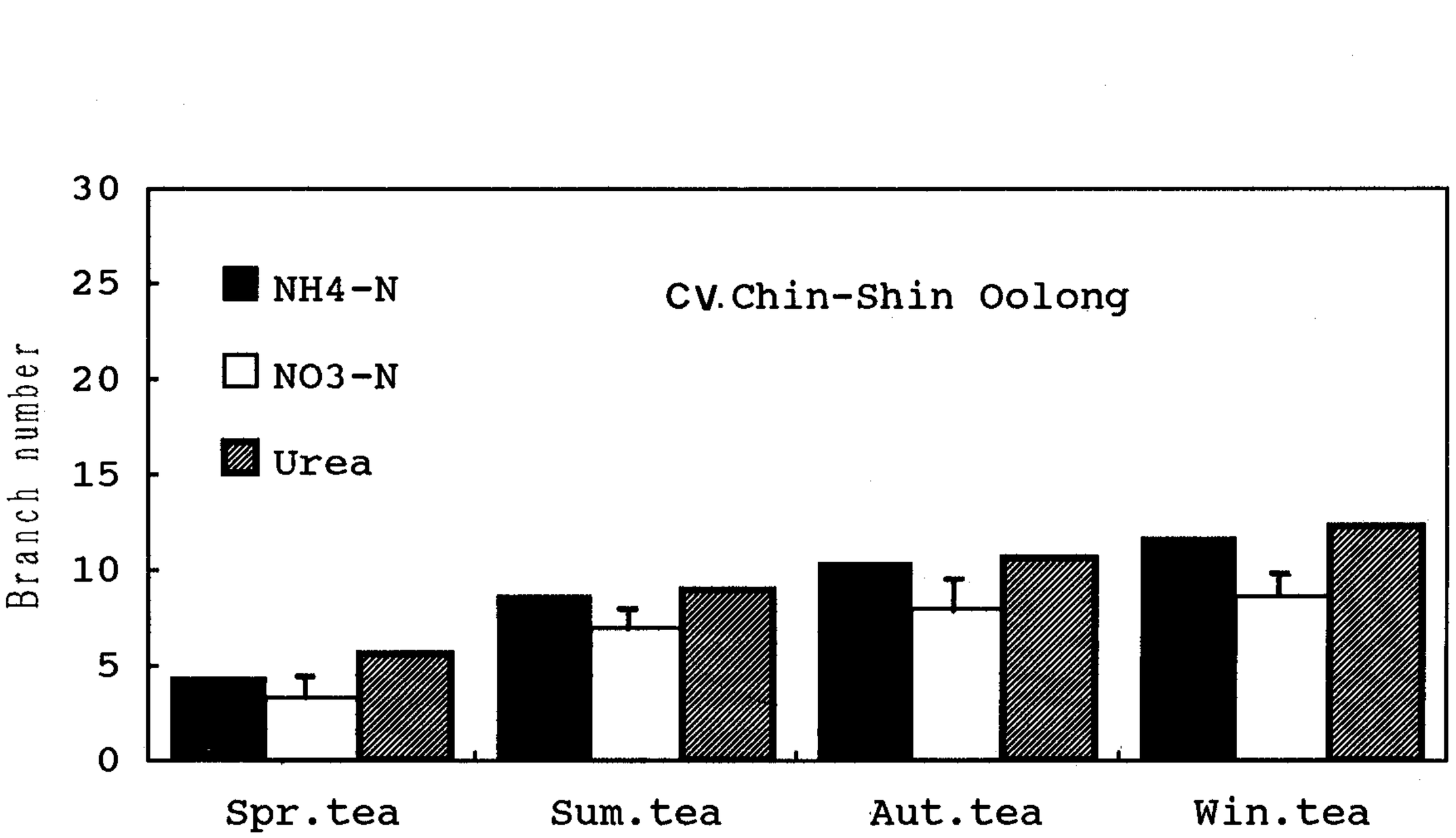
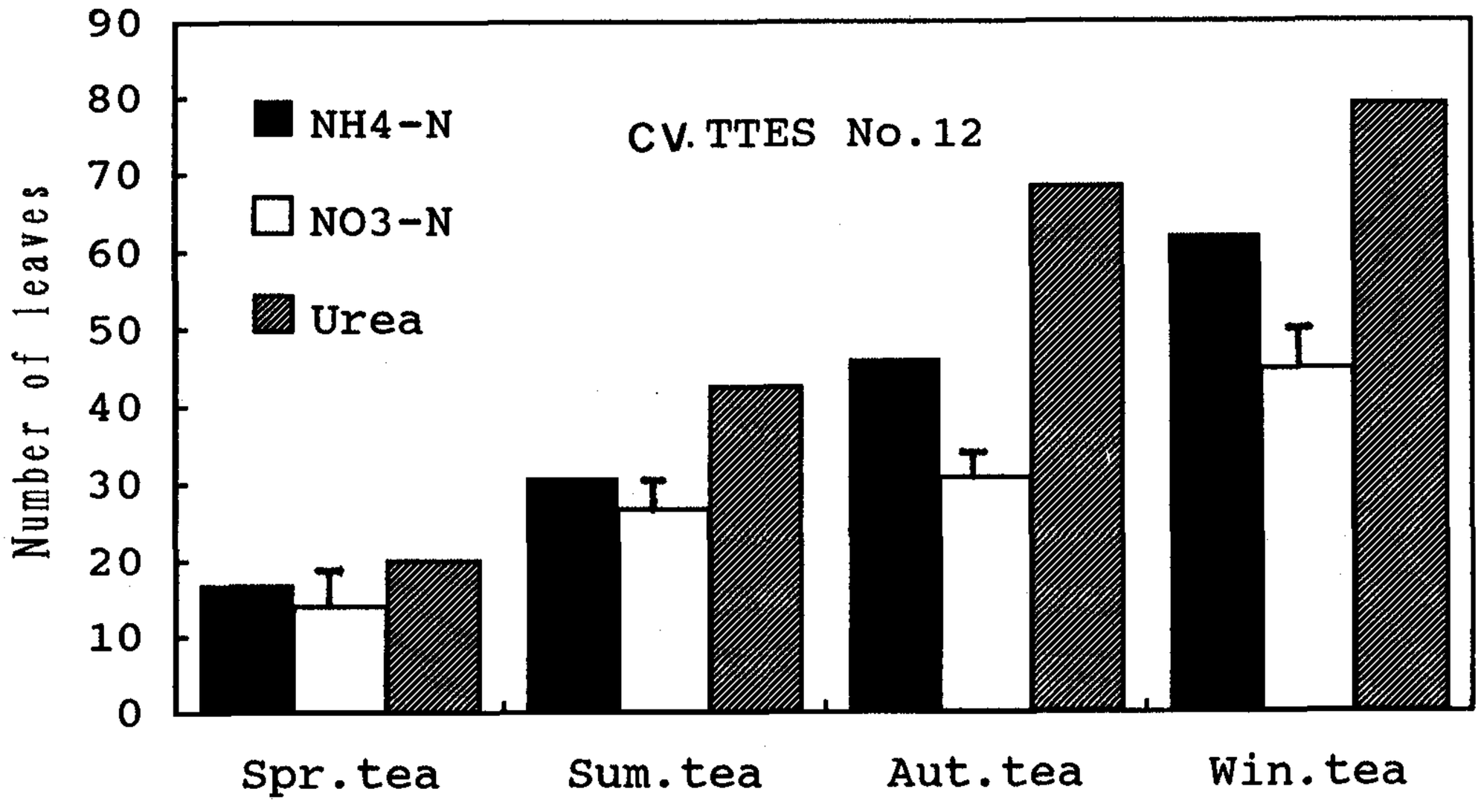


圖2. 不同氮源對茶樹分枝樹目之影響

Fig. 2. Effects of nitrogen sources on branch number in two tea cultivars (1990).

I: LSD.05



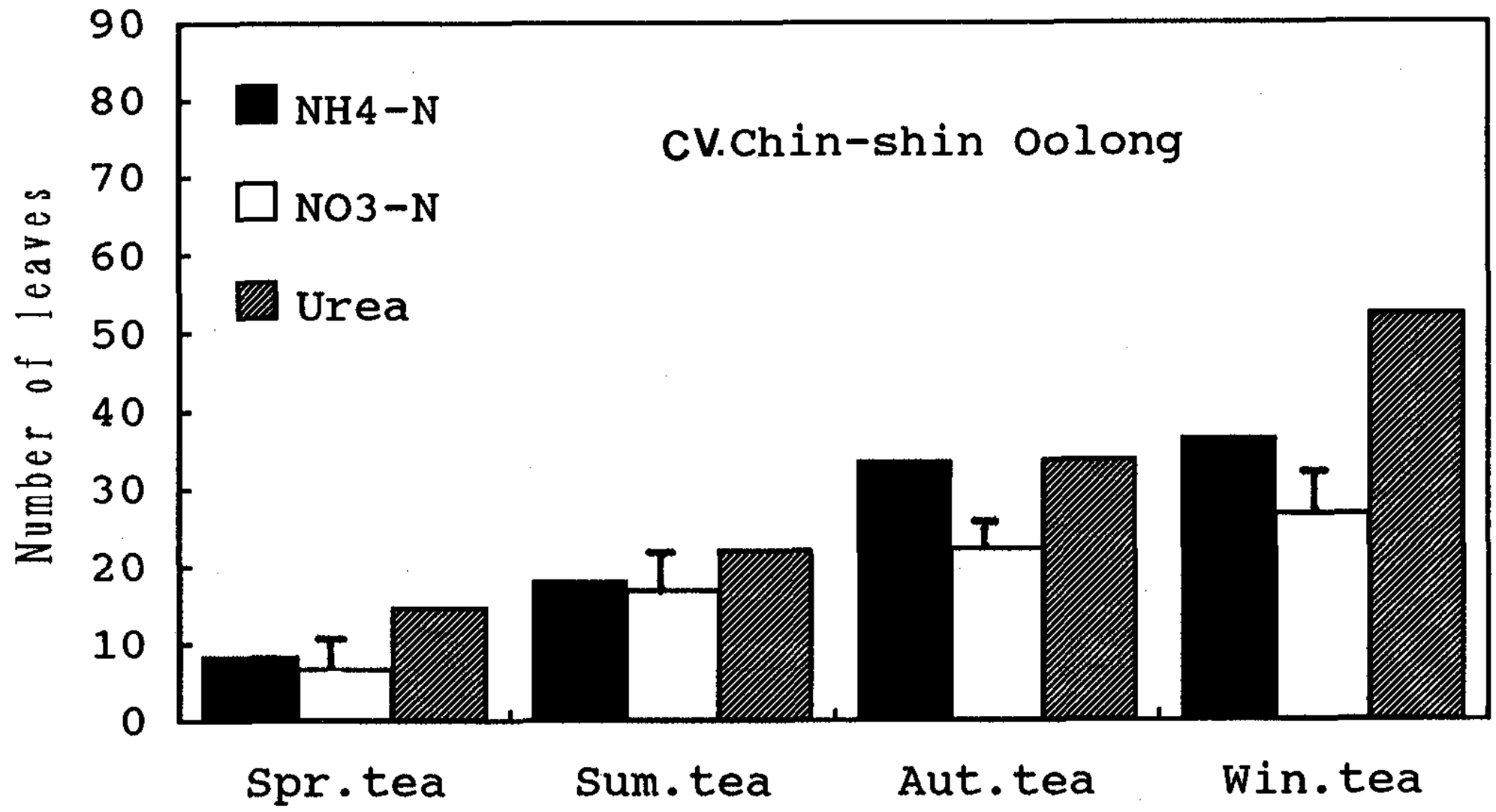


圖3. 不同氮源對茶樹葉片數目之影響

Fig. 3. Effects of nitrogen sources on number of leaves in two tea cultivars (1990).

I: LSD.05



圖4. 硝酸態氮處理對茶樹葉片生長發育之影響

Fig. 4. Effects of nitrate treatment on tea leaves growth in two tea cultivars.

表1. 不同氮源處理對茶樹莖徑之影響

Table 1. Stem diameter of tea plants response to various nitrogen source treatments (1990).

Cultivar	Treatment	Spr.tea	Sum.tea	Aut.tea	Win.tea
		mm			
		*			
TTES No.12	NH_4-N	0.53a	0.57a	0.59a	0.66a
	NO_3-N	0.50a	0.54a	0.55a	0.57a
	Urea	0.49a	0.58a	0.63a	0.64a
Chin-Shin Oolong	NH_4-N	0.37a	0.37a	0.52a	0.49a
	NO_3-N	0.37a	0.36a	0.32b	0.42b
	Urea	0.41a	0.37a	0.49a	0.59a

* Means of the cultivar under different treatment followed by a common letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表2. 不同氮源處理對茶樹根部長度之影響

Table 2. Root length of tea plants response to various nitrogen source treatments (1990).

Cultivar	Treatment	Spr.tea	Sum.tea	Aut.tea	Win.tea
		cm			
		*			
TTES No.12	NH_4-N	32.33a	34.33a	33.50a	34.17a
	NO_3-N	29.67a	32.17a	31.50a	29.00b
	Urea	34.67a	37.00a	32.50a	35.50a
Chin-Shin Oolong	NH_4-N	29.00a	30.67a	26.00a	37.17a
	NO_3-N	23.67a	28.67a	25.33a	32.33a
	Urea	31.33a	31.17a	38.33a	39.67a

* Means of the cultivar under different treatment followed by a common letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表1. 不同氮源處理對茶樹莖徑之影響

Table 1. Stem diameter of tea plants response to various nitrogen source treatments (1990).

Cultivar	Treatment	Spr.tea	Sum.tea	Aut.tea	Win.tea
		mm			
		*			
TTES No.12	NH_4-N	0.53a	0.57a	0.59a	0.66a
	NO_3-N	0.50a	0.54a	0.55a	0.57a
	Urea	0.49a	0.58a	0.63a	0.64a
Chin-Shin Oolong	NH_4-N	0.37a	0.37a	0.52a	0.49a
	NO_3-N	0.37a	0.36a	0.32b	0.42b
	Urea	0.41a	0.37a	0.49a	0.59a

* Means of the cultivar under different treatment followed by a common letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表2. 不同氮源處理對茶樹根部長度之影響

Table 2. Root length of tea plants response to various nitrogen source treatments (1990).

Cultivar	Treatment	Spr.tea	Sum.tea	Aut.tea	Win.tea
		cm			
		*			
TTES No.12	NH_4-N	32.33a	34.33a	33.50a	34.17a
	NO_3-N	29.67a	32.17a	31.50a	29.00b
	Urea	34.67a	37.00a	32.50a	35.50a
Chin-Shin Oolong	NH_4-N	29.00a	30.67a	26.00a	37.17a
	NO_3-N	23.67a	28.67a	25.33a	32.33a
	Urea	31.33a	31.17a	38.33a	39.67a

* Means of the cultivar under different treatment followed by a common letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.



圖5. 不同氮源對茶樹生長發育之影響

Fig. 5. Effects of nitrogen sources on tea plant growth in two tea cultivars.



圖6. 不同氮源對茶樹根部生長發育之影響

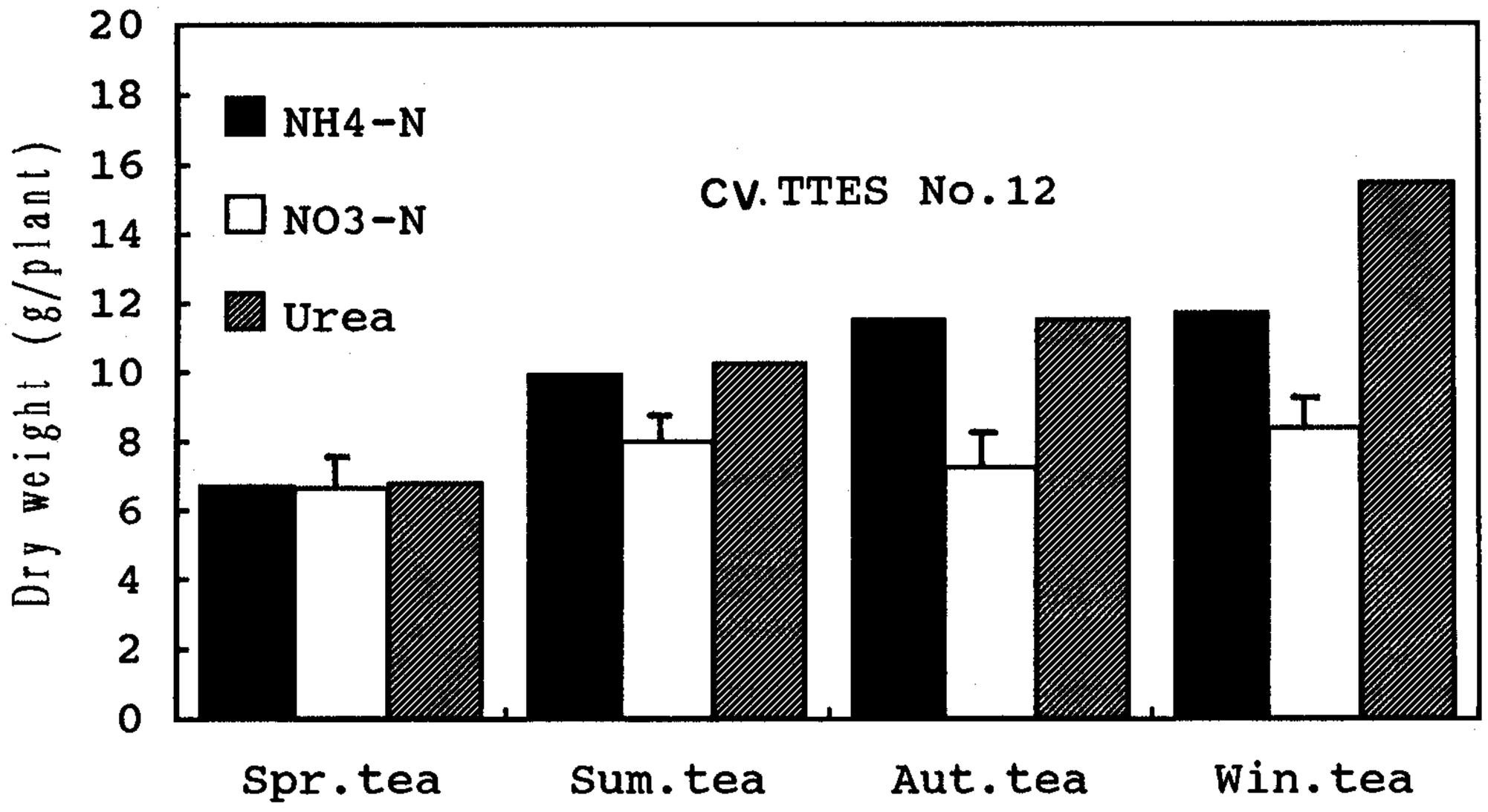
Fig. 6. Effects of nitrogen sources on tea roots growth in two tea cultivars.

表3. 不同氮源處理對茶樹地上部和地下部乾物重比率之影響

Table 3. Shoot and root ratio of tea plants response to various nitrogen source treatments (1990).

Cultivar	Treatment	Spr.tea	Sum.tea	Aut.tea	Win.tea
		----------Shoot/Root ratio----------			
	NH_4-N	2.08a	2.46a	1.53b	1.90b
TTES No.12	NO_3-N	2.70a	2.59a	2.06a	1.94b
	Urea	2.68a	2.45a	2.28a	2.98a
	NH_4-N	2.00a	1.66a	2.13a	1.81ab
Chin-Shin	NO_3-N	2.38a	1.85a	2.15a	1.40b
Oolong	Urea	2.16a	1.96a	1.96a	2.11a

* Means of the cultivar under different treatment followed by a common letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.



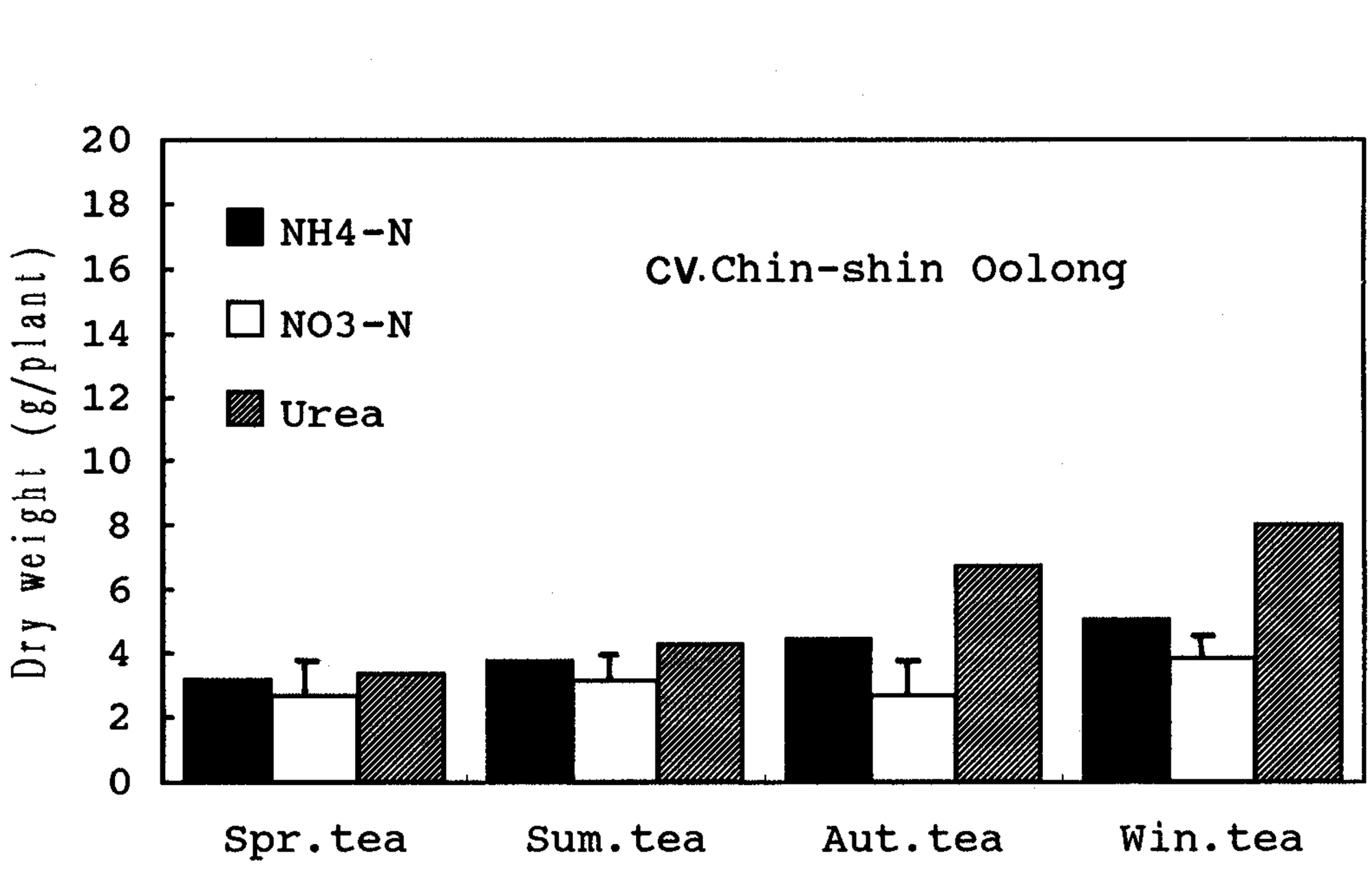


圖7. 不同氮源對茶樹乾物重之影響

Fig. 7. Effects of nitrogen sources on tea plant dry weight in two tea cultivars (1990).

I:LSD.05

茶樹由於是多年生作物，根部的生長發育格外重要。李（1986）和吳（(1989）認爲茶樹根部在生育期間隨地上部新芽持續生長，而將水分、養分或同化產物經由木質部往上輸送。根據試驗結果證明，施以尿素或硫酸銨處理對茶樹整個根系生長及樹冠的形成有良好的促進作用。茶樹猶如其他作物地上部與地下部表現出兩個相互依存的關係，因而凡根系生育良好的茶樹，樹冠亦必旺盛，茶菁產量亦因此提高。

在銨態氮肥料處理下，茶樹植株各項生育有良好表現，可能與茶樹嗜酸性有關。由於施用硫酸銨肥料，茶樹易吸收大量銨離子，硫酸鹽則吸收較少，故在土壤中容易產生累積（石垣，1978；小菅，1987；Chamuah, 1988）；此外，當 NH_4^+ 被植株吸收後，直接分解爲 NH_3^+ 和H^+，其中 H^+ 離子的增加亦會導致組織內、外 pH 值的下降，造成土壤酸化，有利於土壤酸性的維持（小西，1978；吉田，1980；吳和林，1991)。

很多研究報告指出，茶樹對銨態氮肥料的吸收利用較硝酸態氮肥料爲多，肥效的利用率亦較高，因此茶樹又被稱爲嗜銨態氮的作物（石垣，1977；小菅，1987）在本試驗中亦發現以銨態氮肥料處理二供試品種，其全株乾物重較硝酸態氮肥料處理爲重。一般硝酸鹽離子及銨離子均易溶於土壤溶液中，銨離子可被土壤膠體離子所吸附，但硝酸鹽離子則否，容易流失，導致土壤中氮素含量減少，茶樹根部對氮的吸收亦相當減少，最後造成植株生育不良，此亦是原因之一。

結　論

茶樹是一種適於酸性土壤生長的嗜銨態氮的作物，施用銨態氮及尿素態氮肥料較硝酸態氮肥料能夠促進茶樹生長發育，使其植株生長勢旺盛，特別是分枝數目及葉片數目的增加，使得茶樹的採摘面擴大，對往後茶菁的收量會有相當大裨益。依據實驗結果，可對不同氣候環境、不同土壤質地、品種特性、以及預期採摘量等條件，選擇合理有效的氮肥型態，對於促進茶樹的生長發育有利。

誌　謝

本文爲第一作者碩士論文之一部份，承農委會經費補助得完成，試驗進行中承林木連博士及楊盛勳主任的鼓勵；羅桂香和曾玲蓉小姐協助茶樹管理及調查工作，均謹致謝意。

參考文獻

1. 方興改、吳采. 1985. 礦質元素對茶樹生長的影響. 中國茶葉 3:7～10。
2. 何信鳳、張清寬. 1985. 大葉種幼木茶樹樹冠擴展方法比較試驗. 臺灣茶業研究彙報 4：137～153。
3. 李娟. 1986. 茶樹秋冬季的氮代謝與養分利用. 中國茶葉 3：10～12。
4. 吳洵. 1986. 茶樹的營養調控與茶園施肥. 中國茶葉 4：2～5。
5. 吳洵. 1989. 關于茶樹葉面肥問題. 中國茶葉 1：28～29。
6. 吳洵、林智. 1991. 茶樹喜酸及茶園土壤酸化問題的研究結果及進展. 茶葉文摘 1：1～7。

7. 林心炯、郭專、周慶惠、張文錦. 1991. 施肥對烏龍茶產量品質的影響. 茶葉科學 11：109～116。
8. 小西茂毅. 1978. 茶樹にける窒素の吸收利用に關する研究. 日本土壤肥料科學雜誌 49：221～225。
9. 小菅伸郎. 1987. 茶園土壤にける適正 pH について. 茶業研究報告 66：98～101。
10. 石垣幸三. 1977. 作物營養と養分吸收の知識. 茶 30：16～20。
11. 石垣幸三. 1978. 茶樹の營養物特性に關する研究. 茶業試驗場研究報告 14：27～42。
12. 吉田勝二. 1980. 土壤酸度による生育への影響. 茶 33：26～30。
13. 河合惣吾. 1980. 茶園の肥培論. 茶 33：54～59。
14. 河合惣吾. 1983. 茶樹の營養特性に基づく茶園の施肥. 茶 36：24 ～30。
15. 保科次雄. 1985. 茶樹による施肥窒素吸收に關する研究. 茶業試驗場研究報告 20：1～41。
16. 保科次雄、香西修治、石垣幸三. 1978. 茶樹にぉける夏肥窒素の吸收代謝に及ぼす施肥時期及び窒素形態の影響. 茶業技術研究 54：28～32。
17. 奧村茂夫. 1985. 多肥栽培の問題點. 茶 38：20～26。
18. Chamuah, G. S. 1988. The effect of nitrogen on root growth and nutrient uptake of young tea plants grown in sand culture. Fertilizer Res. 16:59～65.
19. Malenga, N. E. A. 1987. The effect of different levels of nitrogen on the Yield, quality and value of made tea from clones in agronomy trials. Quart. Newsle. 87: 6～10. (Abstract)
20. Malenga, N. E. A., W. J. Grice. 1991. The effects on yield of change nitrogenlevels in mature Indian hybrid tea. Quart. Newsle. 103:12～14. (Abstract)
21. Meskhidze, A. M. 1985. Effect of nitrogen fertilizer form on tea productivity . Subtropicheskie kul. 5:55～58. (Abstract)
22. Obatolu, C. R. 1985. Preliminary results on the comparative effects of two nitrogen sourcec on the growth of young tea (*Camellia sinensis L.*) cuttings. Cafe cacao 29:107～112. (Abstract)
23. Wilson, K. C. 1975. Studies on the mineral nutrition of tea.II. Nitrogen. Plant & Soil 42: 501～516.

Effects of Various Nitrogen Sources on Growth of Tea Plant

Chwei-Feng Chiou[1] Teh-Ming Chu[2]

Summary

The objective of this experiment was to evaluate the effect of various nitrogen sources on the growth of tea plant. Two tea cultivars, TTES No.12 and Chin-Shin Oolong, were grown in sand culture which various form of nitrogen were supply with 40 ppm of ammonium 、 nitrate (from calcium nitrate and potassium nitrate) and urea respectively. The expermint was conduct- ed all the year fron 1989-1990 in Taiwan Tea Experiment Statiom, and tea plants were samplied during the growth period.

The results indicated that plant height 、 branch number 、 number of leavers 、 stem diameter 、 root length and total plant dry weight were higher for plant grown under urea and ammonium -N than those under nitrate-N. The growth of tea plants treated with urea and ammonium-N was superior than plants treated with nitrate-N.

Key word: Nitrogen sources 、 Tea 、 Growth

---

1. Assistant Agronomist, Taiwan Tea Experiment Station.

2. Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University.

臺灣茶業研究彙報13：55-60（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：55-60（1994）

溶磷細菌對茶樹吸收磷素之影響

張鳳屏

摘　要

以青心烏龍及台茶12號兩品種茶樹，種植於內裝平鎮系紅壤之黑色塑膠筒內，接種外來溶磷細菌菌種（*Pseudomonas* sp.），利用放射性 ^{32}P 技術，探究對茶樹磷素的吸收效應。結果顯示，接種外來溶磷細菌菌種（*Pseudomonas* sp.)有助青心烏龍及台茶12號茶樹磷素的吸收，本試驗所用溶磷細菌菌種（*Pseudomonas* sp.），可做爲生物性肥料應用。

關鍵字：溶磷細菌、磷吸收、台茶12號、青心烏龍

前　言

植物養分吸收途徑可由根部及葉面進行，早期有許多學者應用放射性同位素^{32}P 研究各種植物對磷之吸收運轉與分佈，成果甚爲豐碩（林，1989），而有關茶樹對磷的研究範圍均集中在土壤化學性質與磷肥對茶樹磷養分吸收之影響，所得成果有土壤中各種磷酸鹽型態對茶樹磷之吸收量有所不同，嫩葉含磷量以吸收磷酸鈣較多，磷酸鐵次之，磷酸鋁較少（河合和池ヶ谷，1966)，土壤磷酸吸收係數愈大，土壤有效性磷釋放愈少，茶樹吸收磷量亦減少（池ヶ谷和河合，1967)。施用苦土石灰 3000 kg/ha，可增加土壤有效性磷含量，且增加磷酸鐵而減少磷酸鋁量（池ヶ谷和平峰，1968)。石垣（1978）利用水耕法探究茶樹不同部位對 ^{32}P 吸收量之影響，得知細根＞主根＞芽＞1葉＞2葉＞3葉、莖＞老葉，^{32}P 放射比活度愈強，轉移到地上部愈快，pH 5.0 以下對 ^{32}P 吸收量較高。

對外來人工培養之溶磷細菌接種到茶樹是否能對磷吸收有所助益，仍未有充分證明。故本試驗以 ^{32}P 追蹤探討土生及外來溶磷細菌對茶樹磷之吸收能力，以供未來培養優良溶磷細菌菌種之參考，並供茶園施用溶磷細菌爲生物性肥料之依據。

台灣省茶業改良場 助理

材料與方法

一、平鎮系紅壤：

本試驗採用茶改場平鎮系紅壤，其一般性質如表 1。分析方法，質地以比重計法 (王，1981)，pH (水：土＝1：1) 用玻璃電極，有機質用比色法，有效性磷、交換性鉀、鈣、鎂、鐵、鋁用 Mehlich No.3 法抽出，以ICP測定 (Mehlich, 1984)。

表1. 平鎮系紅壤一般性質

Table 1. General properties of Pinchen soil

質地	pH	有機質	有效性	交換性					溶磷細菌
			磷	鉀	鈣	鎂	鐵	鋁	
		%	---------- mg/kg ----------						$\times 10^3$ cfu /g soil
粘土	4.5	1.48	26	80	120	16	90	1428	5

二、茶樹品種及栽培方式：

以台茶12號及青心烏龍一年生茶苗，種植於內裝平鎮系紅壤之黑色塑膠筒(長×寬＝32公分×9公分) 內，每筒一株，經半年生長正常後，選取發育一致之茶樹，供本試驗處理用。

三、試驗計設：

茶樹品種爲台茶12號及青心烏龍二種，處理方式(1)對照（不施溶磷細菌及 ^{32}P）。(2)施溶磷細菌。(3)施溶磷細菌及^{32}P。(4)施 ^{32}P，三重複。

1. 溶磷細菌菌種來源：溶磷細菌菌種由中興大學土壤學研究所楊秋忠教授提供，菌屬爲 *Pseudomonas* sp.，原液溶磷細菌菌數約10^9 cfu/ml，每株茶樹施用原液 1ml。
2. ^{32}P 施用：於民國80年7月12日每株茶樹加入 ^{32}P 放射比活度爲 1μCi/ml，各20 ml，總放射比活度爲20μCi。
3. ^{32}P 測定：於民國80年7月22日將各處理茶樹植體放入裝有蒸餾水之5升塑膠筒內，並速抽拉3次後取出，放入70℃恆溫箱中，烘乾12小時，再分主根、細根、莖、嫩葉、老葉等部位磨細，7月24日以蓋氏計數器（GM counter）測定其 ^{32}P。土壤分表土（0～15公分）及底土（16～30公分），經風乾後，以蓋氏計數器測定 ^{32}P。由植體與土壤測得之cpm，再以 ^{32}P 之半衰期計算方程式推算出茶樹各部位所含 ^{32}P 放射比活度及土壤所含 ^{32}P 放射比活度。

結果與討論

一、試驗後各處理茶樹各部位乾物重

各處理試驗經歷11天後，將二品種植體切分爲主根、細根、莖、老葉與嫩葉五部分，各部位乾物重如表2 所示。各處理對青心烏龍與台茶12號各部位乾物重皆無明顯差異，顯示供試茶樹生長平均整齊，符合試驗要求。

表2. 各處理青心烏龍與台茶12號植體乾物重

Table 2. Dry weight of Chin-Hsin Oolong and TTES No.12 tea plant in different treatments

處　理	青心烏龍						台茶12號					
	主根	細根	莖	老葉	嫩葉	地上部——比地下部	主根	細根	莖	老葉	嫩葉	地上部——比地下部
	克/株						克/株					
對　照	1.07	0.62	2.41	1.33	0.87	2.73	0.54	1.33	3.54	1.43	1.37	3.39
溶磷細菌	1.01	0.74	2.38	1.21	0.92	2.62	0.50	1.26	3.75	1.52	1.25	3.70
溶磷細菌+ ^{32}P	1.21	0.80	2.50	1.48	0.72	2.34	0.48	1.24	3.52	1.50	1.31	3.68
^{32}P	1.19	0.79	2.47	1.39	0.75	2.33	0.45	1.20	3.46	1.42	1.27	3.73

二溶磷細菌對青心烏龍茶樹磷含量之影響

施用與不施用溶磷細菌（皆未加 ^{32}P）之處理，青心烏龍各部位吸收 ^{32}P 放射比活度皆無明顯差異。施用溶磷細菌並加 ^{32}P 處理與僅 ^{32}P 處理，比較青心烏龍各部位磷含量，結果如表3 所示，施用溶磷細菌加 ^{32}P 處理，青心烏龍各部位磷含量皆明顯高於 ^{32}P 處理，尤其施用溶磷細菌後根部吸收磷含量較無施用溶磷細菌處理高約3倍，再由根部運送轉移到地上部之莖與葉磷含量亦高約2至4倍。顯示接種溶磷細菌（*Pseudomonas* sp.）有助青心烏龍根系吸收磷之功效，並將吸收之磷往地上部運輸，尤其嫩葉磷含量之增高，對製成包種茶品質將有良好貢獻（張，1993）。

表3. 施用溶磷細菌對青心烏龍茶樹各部位磷含量之影響

Table 3. Effects of P-solubilizing bacteria on the phosphorous content in different tissue of Chin-Hsin Oolong tea plants

處　理	主根	細根	莖	老葉	嫩葉
	%*				
溶磷細菌+ ^{32}P	0.28a**	0.73a	1.58a	0.24a	0.38a
^{32}P	0.10b	0.24b	0.72b	0.06b	0.11b

* 此百分比% ＝ (各部位^{32}P含量÷所加入^{32}P總量)×100。

** 表中直行有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

三溶磷細菌對台茶12號茶樹磷含量之影響

施用與不施用溶磷細菌(皆未加 ^{32}P)之處理，台茶12號各部位吸收 ^{32}P 放射比活度皆無明顯差異。施用溶磷細菌加 ^{32}P 之處理，台茶12號各部位除主根外，其他部位磷含量皆較 ^{32}P 之處理明顯增高（表4)。溶磷細菌對台茶12號細根吸收磷素的能力明顯增強，較無施用溶磷細菌處理者細根磷含量高約4倍，再由根運往地上部之莖與葉磷含量亦高約2～3倍，顯然接種溶磷細菌（*Pseudomonas* sp.）有助台茶12號細根吸收磷之功效。

表4. 施用溶磷細菌對台茶12號茶樹各部位磷含量之影響

Table 4. Effects of P-solubilizing bacteria on the phosphorous content in different tissue of TTES No.12 tea plants

處　　理	主 根	細 根	莖	老 葉	嫩 葉
	----------	----------	%*	----------	----------
溶磷細菌+ ^{32}P	0.07a**	4.56a	2.23a	0.59a	0.79a
^{32}P	0.07a	1.05b	1.09b	0.20b	0.42b

* 此百分比% ＝ (各部位 ^{32}P 含量÷所加入 ^{32}P 總量)×100。
** 表中直行有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

四溶磷細菌對青心烏龍及台茶12號吸收磷效果比較

青心烏龍與台茶12號二品種，根系形態分佈不同，青心烏龍主根乾物重較細根乾物重約重1.5倍，而台茶12號細根乾物重則較主根乾物重約重2.5倍，以主根乾物重相比較，青心烏龍則較台茶12號約重2倍，細根乾物重則以台茶12號較重，以致接種溶磷細菌（*Pseudomonas* sp.）對此二品種根系磷之吸收有所不同，溶磷細菌對幫助青心烏龍主根吸收磷之能力較台茶12號主根爲強，對細根則以台茶12號較青心烏龍吸收磷之能力較強，由根部吸收之磷往上輸送到地上部磷之含量則以青心烏龍效果較台茶12號爲佳，可見接種溶磷細菌對生長勢弱之青心烏龍根系磷之吸收與地上部磷之累積有促進之功效，對生長勢強之台茶12號，亦有促進磷素吸收之效果。

五試驗後各處理土壤中 ^{32}P 放射比活度比較

各處理經11天試驗後，土壤中 ^{32}P 放射比活度在對照與溶磷細菌處理皆未達差異顯著（表5）。加 ^{32}P 與溶磷細菌處理，表土中 ^{32}P 放射比活度皆比 ^{32}P 處理低，顯然有溶磷細菌幫助 ^{32}P 吸收，使表土中 ^{32}P 殘留量減少。種植台茶12號之表土殘留 ^{32}P 放射比活度比種植青心烏龍之表土低，可見台茶12號吸收 ^{32}P 較青心烏龍高，由表3 及表4 可得之。但底土各處理皆在背景值無明顯差異，可知磷酸在土壤中移動性小。雖然茶樹有能力再吸收此難溶性磷酸鹽類，然土壤中有益微生物，如溶磷細菌與菌根菌（張和楊，1992），對茶樹磷素之吸收亦有正面的功能。由本試驗結果可得，所接種之溶磷細菌菌種（*Pseudomonas* sp.）有助茶樹吸收磷素之效果。

表5. 試驗後各處理土壤中 ^{32}P 放射比活度比較

Table 5. Comparison of radioactive ^{32}P in different treatments of soils

處　　理	種青心烏龍之土壤		種台茶12號之土壤	
	表　土	底　土	表　土	底　土
	----------	$\times 10^{-3}$ μCi/g soil	----------	
對　照	2.1^{c}	2.1^{a}	1.6^{c}	2.2^{a}
溶磷細菌	1.9^{c}	2.0^{a}	2.2^{c}	2.1^{a}
溶磷細菌+ ^{32}P	38.9^{b}	2.4^{a}	27.3^{b}	2.6^{a}
^{32}P	48.3^{a}	2.2^{a}	34.8^{a}	3.6^{a}

*表中直行有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

誌　　謝

試驗承國立中興大學土壤學研究所楊秋忠教授提供寶貴菌種，文成後承台灣大學農化系張則周教授提供寶貴意見，陳鴻基老師技術指導與指正，特此致謝。

參考文獻

1. 王新傳. 1981. 鮑氏土壤機械分析法. 作物需肥診斷技術. 台灣省農試所特刊13:27-29。
2. 林安秋. 1989. 放射性同位素利用技術. 東興文化出版社 PP.167-256。
3. 張鳳屏、楊秋忠. 1992. 囊叢枝菌根菌與溶磷細菌對塑膠袋茶樹扦插苗生長之影響. 台灣茶業研究彙報 11:79-89。
4. 張鳳屏. 1993. 茶園土壤特性對新品種茶樹產量與品質之影響.台灣茶業研究彙報 12:93-102。
5. 石垣幸三. 1978. 茶樹の營養特性に關する研究. 茶業試驗場研究報告 14:1-152。
6. 池ヶ谷賢次郎. 河合惣吾. 1967. 土壤の種類と茶樹によるリン酸吸收.茶業技術研究 35: 65-69。
7. 池ヶ谷賢次郎. 平峰重郎. 1968. 苦土石灰の施用が茶樹のリン酸吸收に及ほす影響.茶業技術研究 36:27-31。
8. 河合惣吾. 池ヶ谷賢次郎. 1966. リン酸鹽の形態と茶樹による吸收との關係. 茶業技術研究 32:45-48。
9. Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant : modification of Mehlich 2 extratant. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 15(2):1409-1416.

臺灣茶業研究彙報第 13 號 (1994)

Effects of P-Solubilizing Bacteria on P Absorption of Tea Plants

Feng-Ping Chang

Summary

^{32}P was applied to investigate the effects of P-solubilizing bacteria (*Pseudomonas* sp.) on P uptake of tea plants. The soils used were acidic red soils of Pinchen Series, with cv Chin-Hsin Oolong and TTES No.12 as tested varieties. The results showed that inoculation with P-solubilizing bacteria (*Pseudomonas* sp.) was beneficial for P absorption in both varieties. The species of P-solubilizing bacteria (*Pseudomonas* sp.) used in the trial was a good species which would have a pretty good potential to be used as biological fertilizer.

Key word: P-solubilizing bacteria, P uptake, Chin-Hsin Oolong, TTES No.12

Assistant, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

臺灣茶業研究彙報13：61-69（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：61-69（1994）

茶園土壤管理對溶磷細菌之影響

張鳳屏

摘　要

溶磷細菌數量在茶園根圈土壤較非根圈土爲高，且根圈土壤pH亦較非根圈土壤低，可能爲根系分泌有機酸及溶磷細菌相互作用的關係。相同環境土壤管理下，不同品種茶樹根圈土壤中溶磷細菌數量無多大改變。施用極低量與過量化學肥料將降低溶磷細菌數量，有機質肥料與化學肥料適量配合使用，可增進溶磷細菌族群繁殖，土壤有機質豐富可提供溶磷細菌能源而大量增殖。土壤 pH、有效性磷（Mehlich No.3）、交換性鉀、鈣、鎂、錳、鋅及鋁含量與溶磷細菌數量無明顯相關，但土壤pH低於3.8，交換性鈣低於50 mg/kg或高於1000 mg/kg、土壤排水不良且施肥量過多，將減少溶磷細菌數量。

關鍵字：茶園根圈土壤、溶磷細菌、土壤管理

前　言

近年來經濟發達，環保意識抬頭，國人生活水準提高，消費型態已由物質需求滿足轉變爲質之提昇，使有機農業日益受到重視（Liebhardt and Harwood, 1985; 黃，1989）。土壤微生物所扮演的角色與有機農業更有密不可分之關係，如接種豆科根瘤菌可增加豆科作物氮素來源（Young *et al.*, 1982; Young *et al.*, 1988a）。各種分解菌可加速堆肥或有機物之分解（Subba Rao, 1982)，菌根菌可增加作物根系表面積，增進作物吸收各種養分及促進作物生長（Carling and Brown, 1980；楊等，1986; Young *et al.*, 1988b)，以及具有溶解難溶性磷酸鹽與礦質化有機磷功能之溶磷菌（phosphorus-solubilizing microorganisms），此等微生物包括細菌如*Bacillus* sp.、*Pseudomonas* sp.、*Micrococus* sp.、*Mycobacterium* sp.與*Flavobacterium* sp.等（Taha *et al.*, 1969）、眞菌如*Aspergillus* sp. 與*Penicillum* sp.等（Khan and Bhatnagar, 1977）及放線菌如*Streptomyces* sp.（Subba Rao, 1982)，等溶磷菌可增進作物吸收磷素及生長（Saber *et al.*, 1975; Banik and Dey, 1982; Khalafallah *et al.*, 1982, 1983; Young, 1990）。舊土中接種菌根菌與溶磷細菌可促進青心烏龍及台茶

台灣省茶業改良場 助理

12號扦插苗之生長（張和楊，1992b）。

茶樹適宜生長在土壤pH4.0～5.5範圍（張，1989），然此土壤中所含鐵及鋁之活性甚高，對磷固定能力甚強，使土壤中可溶性磷大量轉變成難溶性磷酸鐵與磷酸鋁，茶樹爲吸收磷素乃利用根系分泌各種有機酸，以吸收被固定之磷酸鐵與磷酸鋁（Jaymann and Sivasubramaniam, 1975)，至於茶園根圈土壤溶磷細菌所擔任之角色如何，研究資料尙缺乏。據筆者，調查茶園根圈土壤發現溶磷細菌主要菌種爲 *Pseudomonas* sp.及 *Bacillus* sp. 此二種菌屬與其他國家所鑑定之常見菌屬相似（Subba Rao, 1982）。並得知氣溫高，雨量足，有利溶磷細菌繁殖；氣溫低，雨量少，則降低其活動。施用適量磷肥有助溶磷細菌族群繁殖（張，1991)。而有關茶樹品種、施用化學肥料量、有機質肥料及各種土壤管理之不同，對溶磷細菌族群之影響，則尙無報導。本研究以影響溶磷細菌族群分佈密度之主要因子如不同品種茶樹、土壤理化性、施肥種類等加以探討，並從中篩選具溶磷能力强且長期存活之溶磷細菌，以大量培養，供往後生物肥料之用。

材料與方法

一茶園土壤中溶磷細菌菌落數

依Paul和Sundara Rao（1971）以平板計數法（Plate count）測數。

二土壤理化性質分析

土壤樣本經風乾磨細過 2mm 篩網供理化分析，質地以比重計法(王，1981）pH（1: 1）用玻璃電極測定， 有機質用比色法，有效性磷、交換性鉀、鈣、鎂、錳、鋅與鋁用Mehlich No.3 法，以 ICP 測定（Mehlich, 1984)。

三葉片分析

茶葉經 70℃熱風乾燥箱乾燥12小時，取出磨細供分析。全氮用 Kjeldahl 法，P、K、Ca、Mg、Mn、Zn與Al測定，則將葉片放入高溫灰化爐灰化，先以200℃，2小時上升至500℃，6小時，冷卻以酸液（300ml HCl＋100ml HNO_3 加去離子水稀釋至1升）溶解，過濾，濾液以ICP測定（Jones，1985)。

四不同品種茶樹根圈溶磷細菌之分佈

於1992年 5月採取茶改場各品種（青心烏龍、青心大冇、武夷、台茶12、13、14及17號）一心三葉茶菁與根圈土壤供化學成分分析，及溶磷細菌測數。

五不同化學肥料量對溶磷細菌之影響

試區在茶改場，以水泥方形框盆栽試驗（80公分×80公分×100公分），從1989年定植至1993年爲第4年，品種爲台茶12號。肥料用台肥1號複肥，肥料量分六等級即 5、20、60、100、150及200（克/株），三重複，肥料年分三次施用即春、秋及冬肥。於1993年4月採茶菁一心三葉調查產量及分析養分含量。土壤於採茶後採樣，分析化學性質及溶磷細菌測數。

六有機質肥料對溶磷細菌之影響

試區在茶改場凍頂工作站，品種爲青心烏龍(4年生），肥料處理

1.化肥區：採用台肥1號複肥（20-5-10），全年施用量1250公斤/公頃，年分三次施用即春、夏與秋肥。

2:半量化肥加半量有機肥區：台肥 1號複肥625公斤/公頃，加雞糞有機堆肥4公噸/公頃及豆

粕 1.3 公噸/公頃。

3.有機肥區：完全用雞糞有機堆肥 8 公噸/公頃，春肥一次施用，另加豆粕2.6 公噸/公頃，春與秋肥施用。

1992年12月採土壤樣本，分析理化性質及溶磷細菌測數。

七全省主要茶區土壤理化性質與溶磷細菌之關係

1991年9～11月調查全省主要茶區包括10縣48鄉鎮茶園根圈土壤，分析其理化性質及溶磷細菌測數。

八正常與不正常茶園根圈土壤中溶磷細族群之分佈

1991年9月調查全省四地區茶園包括嘉義梅山、南投鹿谷、苗栗大湖及台北坪林，各選一處正常與不正常茶園，採取其土壤分析理化性質及溶磷細菌族群分佈。

結果與討論

一根圈與非根圈土壤中溶磷細菌之分佈

採茶改場平鎮系紅壤，茶樹品種爲台茶12號，分根圈土與非根圈土分析 pH、有效性磷及溶磷細菌菌落數，結果如表1 所示，根圈土 pH 較非根圈土 pH 稍低，其原因爲茶樹對氮素吸收主要以氨態氮爲主，茶樹體內細胞爲維持電荷平衡，使根系分泌出各種有機酸（Jaymann and Sivasubramaniam, 1975），而降低根圈土壤 pH 值。土壤微生物藉茶根分泌物提供之能源，而加以利用，使得根圈土溶磷細菌數量較非根圈土高出約30倍，土壤有效性磷含量根圈土亦較高。因此土壤中養分的有效性仍由土壤物理、化學和生物特性所主導，尤其根圈 pH 值、根系分泌物、微生物種類、數量與活性的改變，而決定根圈養分的動態。

表1. 根圈與非根圈土壤pH、有效性磷及溶磷細菌之比較

Table 1. Comparison of pH, P and P-solubilizing bacteria in rhizospheric and non-rhizospheric soils

	pH	P	溶磷細菌
		mg/kg	$\times 10^3$ cfu/g soil
根圈土	4.2	24	276
非根圈土	4.3	18	10

二不同品種茶樹與溶磷細菌之關係

不同品種茶樹對養分之吸收受到各種因素之影響，其中台茶12號及青心烏龍葉磷含量似較其他品種爲高（張，1993），本試驗亦得相同結果如表2。各品種土壤中有效性磷（Mehlich No.3）含量稍低，交換性鉀與鎂則適中， 交換性鈣則偏低，溶磷細菌數量在各品種間根圈土中無明顯差異，顯示在相同氣候、土壤及栽培管理下，溶磷細菌族群在不同品種茶樹根圈土中活動力相似，無多大改變。

表2. 不同品種茶樹葉片成分、土壤成分含量與溶磷細菌之關係

Table 2. The relationship between contents of varieties leaves with number of P-solubilizing bacteria in tea rhizospheric soils

品種	葉片成分					土壤成分				溶磷細菌
	N	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	
	%					mg/kg				$\times 10^3$ cfu /g soil
青心烏龍	4.23	0.34	1.57	0.41	0.21	26	137	76	18	64
青心大冇	4.05	0.30	1.63	0.42	0.22	35	125	86	16	98
武夷	3.79	0.27	1.49	0.38	0.18	29	120	70	19	83
台茶12號	4.43	0.32	1.56	0.30	0.17	40	137	92	12	146
台茶13號	4.16	0.30	1.53	0.30	0.18	56	109	98	26	85
台茶14號	4.10	0.28	1.50	0.40	0.19	35	111	72	16	120
台茶17號	4.05	0.30	1.70	0.32	0.20	28	100	80	12	60

三不同化學肥料量對溶磷細菌之影響

以盆栽試驗不同化學肥料量對茶樹養分含量、土壤pH、有效性磷及溶磷細菌之影響，結果如表3，全氮含量隨肥料量增加而顯著提高，磷與鋅含量則無明顯趨勢，鉀以極低肥料量台肥1號複肥5（克/株）爲最低，其餘處理差異不顯著，鈣、鎂、錳與鋁則以極低肥料量5（克/株)爲最高，其餘差異亦不顯著。土壤 pH 值隨施肥量之增加而降低，有效性磷（Mehlich No.3）隨肥料量增加而提高，溶磷細菌數量以20（克/株)處理區最高，菌落數在 3×10^5個/克乾土與60（克/株）及100（克/株）處理區則無明顯差異，5（克/株）及150（克/株）處理區則降低在 2×10^4 個/克乾土，200（克/株）極高肥料量區則無溶磷細菌菌落出現，可能與該試驗無施用有機質肥料之故有關。以上顯示施用適量化肥有助茶樹養分吸收，並可提供溶磷細菌活動生存，過低及過高化肥則降低其繁殖。

表3. 不同化學肥料量對茶樹葉片成分、土壤成分與溶磷細菌之影響

Table 3. Effects of different amounts of chemical fertilizer on tea leaves ingredients，soil elements，and P-solubilizing bacteria

肥料量*	葉片成分								土壤成分	溶磷細菌
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Al	Zn	pH	P
克/株	%					μg/g				mg/kg	$\times 10^3$ cfu /g soil
5	3.26c**	0.35ab	1.49b	0.49a	0.24a	920a	427a	63a	4.7a	9c	20b
20	4.45b	0.38a	1.55a	0.27b	0.17b	676b	315b	60a	4.6a	15bc	310a
60	4.55b	0.33b	1.55a	0.30b	0.19b	770a	300b	63a	4.4b	26b	136a
100	4.66b	0.37a	1.60a	0.25b	0.18b	882a	332b	70a	4.4b	32ab	120a
150	4.94a	0.36a	1.56a	0.26b	0.18b	730b	289b	65a	4.2c	37a	25b
200	5.22a	0.34b	1.60a	0.23b	0.17b	584b	226b	63a	4.1c	49a	0c

* 施用台肥1號複肥($N-P_2O_5-K_2O=20-5-10$)

** 直行英文字母相同者，表未達5%顯著差異。

四有機質肥料對土壤化學性質及溶磷細菌之影響

本試區在本場凍頂工作站進行，有機肥區連續施用雞糞有機堆肥及豆粕二年，而無施用化學肥料，致茶菁產量稍爲減少，但與化肥區及各半量化肥與有機肥區產量並無明顯差異。土壤 pH 在有機肥區呈明顯升高，土壤有機質、磷、鉀、鈣與鎂亦明顯增加，溶磷細菌菌落數在8×10^3個/克乾土。化肥區土壤 pH4.4，土壤有機質及其他養分含量充足，溶磷細菌菌落數在1.6×10^4個/克乾土。半量化肥與有機肥區，溶磷細菌菌落數較高約在9.5×10^4個/克乾土，土壤 pH 亦上升，其他養分含量亦豐富。以上顯示茶園施肥仍應化肥與有機肥兩者配合調節施用，才能維持茶樹養分需求，確保茶菁產量與品質。若完全施用有機肥時，必須考慮其種類及成分，以免常年固定施用同種類肥料，而改變土壤 pH 過高，因 pH 高於6.5以上時，對茶樹生理反應會有不良影響，尤其對養分吸收會不均衡，而導致提早衰老茶菁產量降低。因此適量施用化肥與有機肥可保持土壤肥力，且適合土壤中各種有益微生物活動，如囊叢枝菌根菌（張和楊，1992a）與溶磷細菌即是其中一例。

表4. 有機質肥料對土壤化學性質及溶磷細菌之影響

Table 4. Effects of organic fertilizer on the chemical properties of soils and number of P-solubilizing bacteria in tea rhizospheric soils

處　　理	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Mn	Al	Zn	溶磷細菌
		g/kg	----------		mg/kg		----------			$\times10^3$ cfu /g soil
化　肥	4.4c*	20b	80b	88b	211b	28c	81a	1323a	2a	16b
½化肥＋½有機肥	5.7b	23a	248a	229a	1062a	88b	96a	1184b	4a	95a
有 機 肥	6.3a	23a	237a	267a	1375a	127a	121a	1136b	5a	8b

* 直行英文字母相同者，表未達5%顯著差異。

五全省主要茶區土壤理化性質與溶磷細菌之關係

採集全省10縣48鄉鎮茶園根圈土壤，經分析理化性質變異甚大，pH在3.6～5.1，有機質8～56g/kg，有效性磷12～500mg/kg，交換性鉀70～404mg/kg，交換性鈣60～1100mg/kg，交換性鎂10～160mg/kg，交換性錳4～80mg/kg，交換性鋅2～13mg/kg，交換性鋁1008～1765mg/kg，而溶磷細菌菌落數從無到10^6個/克乾土。經統計分析結果，如表5，土壤中有機質含量與溶磷細菌族群呈顯著正相關，顯示土壤有機質含量豐富，可提供溶磷細菌大量繁殖。其他土壤性質如pH、有效性磷、交換性鉀、鈣、鎂、錳、鋅與鋁，則與溶磷細菌菌落數無明顯相關。本省茶園分佈大部分在山坡地，高溫多雨，土壤有機質消耗較速，加上化學肥料施用過多，有機質肥料補充較少，導致甚多茶園土壤有機質含量偏低，因此爲保持及提高土壤肥力與水資源免受污染，應加強有機質肥料之施用，尤其要使用政府登記有案（註明肥料登記字號）之有機質肥料，以確保有機質肥料之品質。

表5. 土壤化學性質與溶磷細菌菌落數之相關

Table 5. The correlation between chemical properties of soils with number of P-solubilizing bacteria in tea rhizospheric soils

	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Al
溶磷細菌菌落數	0.16	0.38*	0.21	0.09	0.18	0.10	-0.14	0.20	-0.11

* 顯著相關

六正常與不正常茶園土壤中溶磷細菌之分佈

選擇四地區正常與不正常茶園，調查其土壤理化性質與溶磷細菌族群分佈結果如表6 所示。梅山地區正常茶園（7年生青心烏龍）土壤中溶磷細菌菌落數甚高約在106個/克乾土，土壤中有效性磷57mg/kg，交換性鈣160mg/kg與鎂25mg/kg適中，有機質24g/kg、土壤pH4.5皆適宜茶樹生長，該茶園每年施用化學肥料(台肥1號複肥) 約2000公斤，有機質肥料（酸酵堆肥）施用量約10公噸/公頃，土壤管理、施肥方式與茶園管理皆相當勤奮細心，製茶技術亦優秀，故產製茶葉品質與產量皆佳。另一處茶園（6年生青心烏龍)則根系粗短淺發育不良，地上部易開花且不萌芽伸展，茶菁產量極低，經採樣與詢問調查發現該茶園幼木期即施用過多化學肥料與有機質肥料，並分析土壤中交換性鈣含量結果甚豐(Ca 840 mg/kg)、溶磷細菌菌落數約在6.9×10^4個/克乾土。

表6. 正常與不正常茶園土壤性質與溶磷細菌族群比較

Table 6. Population density of P-solubilizing bacteria in normal and abnormal tea garden soils

地點	茶樹生長	質地	pH	OM	P	K	Ca	Mg	溶磷細菌
				g/kg	-------		mg/kg	-------	$\times10^3$ cfu /g soil
梅山	正常	砂壤土	4.5	24	57	100	160	25	960
	不正常	砂壤土	5.1	20	23	230	840	39	69
鹿谷	正常	壤土	4.1	50	112	80	40	9	65
	不正常	壤土	3.6	24	168	80	30	5	42
大湖	正常	砂粘壤土	4.3	25	234	360	560	149	506
	不正常	砂粘壤土	5.0	17	118	200	3920	144	38
坪林	正常	粘壤土	4.1	39	16	240	50	15	30
	不正常	粘壤土	3.8	16	27	140	20	8	32

鹿谷正常與不正常茶園（皆爲10年生青心烏龍）溶磷細菌菌落數皆在4～6×10^4個/克乾土，無明顯差異。惟不良茶園土壤 pH 3.6 爲極強酸性，加上土壤底層有硬盤排水較不易，且施用肥料又多，皆爲限制茶樹生長之重要因子。

大湖不正常茶園（12年生台茶12號）可能經年施用化學肥料，致土壤中養分含量甚豐，

尤其交換性鈣含量達3920mg/kg，惟土壤有機質含量較低（19g/kg)，溶磷細菌菌落數亦低約3.8×10^4個/克乾土。正常茶園（10年生台茶12號）則土壤養分適宜，溶磷細菌族群亦較多約5×10^5個/克乾土。

坪林正常與不正常茶園溶磷細菌菌落數亦無明顯差異，皆約爲3.0×10^4個/克乾土。然不正常茶園（15年生菁心烏龍）土壤 pH 3.8呈極強酸性，土壤交換性鈣（20 mg/ kg）與鎂（8mg/kg）偏低，有機質含量亦低(16 g/kg)，顯然該茶園長年僅施用化學肥料，且該區雨量較爲豐沛，致土壤偏極強酸性，吸收土壤中養分不平衡，加上茶樹樹齡已高有老化之現象，故產量低。正常茶園（8年生青心烏龍）土壤有機質含量高（39 g/ kg)，土壤交換性鈣與鎂含量偏低，使溶磷細菌菌落數較少約在3.0×10^4 個/克乾土。

由以上四地區茶園可見土壤pH值若低於3.8，交換性鈣低於50mg/kg，或高於1000 mg/kg，及土壤排水不良等問題皆影響溶磷細菌族群之活動，因此保持良好茶園必須適時、適量、適法的土壤管理與施肥技術，配合當地氣候條件、栽培方法及茶農親身體驗與勤勉的心力才可達成。如此之土壤有益微生物(如溶磷細菌)才能發揮其所長，助茶樹生長與茶菁品質一臂之力。

參考文獻

1. 王新傳. 1981. 鮑氏土壤機械分析法. 作物需肥診斷技術. 台灣省農試所特刊13:27-29。
2. 黃山內. 1989. 有機農業之發展及其重要性. 有機農業研討會專集 21-30。
3. 張鳳屏. 1989. 茶樹營養診斷與施肥管理. 台灣省茶業改良場編。
4. 張鳳屏. 1991. 茶園土壤中囊叢枝菌根菌與溶磷細菌之調查及其應用. 國立中興大學土壤學研究所碩士論文。
5. 張鳳屏、楊秋忠. 1992a. 囊叢枝菌根菌在茶園土壤中之生態調查. 台灣茶業研究彙報 11: 63-77。
6. 張鳳屏、楊秋忠. 1992b. 囊叢枝菌根菌與溶磷細菌對塑膠袋茶樹扦插苗生長之影響. 台灣茶業研究彙報 11:79-89。
7. 張鳳屏. 1993. 茶園土壤特性對新品種茶樹產量與品質之影響. 台灣茶業研究彙報 12: 93-102。
8. 楊秋忠、趙震慶、張永輝. 1986. 台灣酸性土壤接種菌根菌及施用磷礦石粉對玉米生長之影響. 中華農學會報 新 136:15-24。
9. Banik, S., and B.K. Dey. 1982. Available phosphate content of an alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate solubilizing microorganisms . Plant Soil 169:353-364.
10. Carling, D.E., and M.F. Brown. 1980. Relative effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and yield of soybeans. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:528-532.
11. Jaymann,T.C., and S. Sivasubramaniam. 1975. Release of bound iron and aluminium from soil by the root exudates of tea (*Camellia sinensis*) plants. J. Sci. Fd. Agric. 26:1985-1898.

12. Jones, J.B.Jr. 1985. Soil testing and plant analysis: Guides to the fertilization of horticultural crop p.1-68.
13. Khan, J.A., and R.M. Bhatnagar. 1977. Studies on solubilization of insoluble phosphates by microorganisms. I. Solubilization of Indian phosphate rocks by *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp. Fertil. Technol. 14:329-333.
14. Khalafallah, M.A., M.S.M. Saber, and H.K. Abd-El-Maksoud. 1982. Influence of phosphate-dissolving bacteria on the efficiency of superphosphate in a calcareous soil cultivated with Vicia faba. Z.Pflanzenernahr. Bodenkd. 145: 455-459.
15. Khalafallah, M.A., M.S.M. Saber, and H.K. Abd-El-Maksoud. 1983. Effect of phosphate-dissolving bacteria on P-uptake by barley plants grown in a salt affected calcareous soil. Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 146:545-550.
16. Liebhardt, W., and R. Harwood. 1985. Organic farming. In Technology, Public Policy, and the Changing Structure of American Agriculture, USDA.
17. Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: modification of Mehlich 2 extractant. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 15(2)1409-1416.
18. Paul, N.B., and W.V.B. Sundara Rao. 1971. Phosphate-dissolving bacteria in the rhizosphere of some cultivated legumes. Plant Soil 35:127-132.
19. Saber, M.S., A.G. El-Sherif., and A.Z. Osman. 1975. Studies on microbial fertilizers. III. Effect of phosphate and silicate dissolving bacteria on uptake of phosphorus and potassium from calcareous soil by Sorghum helepensis. Z.Pflanzenernaehr. Bodenkd. 6:613-619.
20. Subba Rao, N.S. 1982. Biofertilizers in agriculture. Sunil Printers, New Delhi . p.128-136.
21. Taha, S.M., A.S.Z. Mahmoud, A. Halim El-Damaty, and A.M.Abd El-Hafez. 1969. Activity of phosphate-dissolving bacteria in Egyptian soils. Plant Soil. 31: 149-160.
22. Young, C.C., M.H.Wu, and T.C. Juang. 1982. Selection and use of *Rhizobium* in Taiwan. Food and Fertilizer Technology Center 66:1-9.
23. Young, C.C., J.Y. Chang, and C.C. Chao. 1988a. Physiological and symbiotic characteristics of *Rhizobium fredii* isolated from subtropical-tropical soils. Biol. Fertil. Soils 5:350-354.
24. Young, C.C., T.C. Juang, and C.C. Chao.1988b. Effects of *Rhizobium* and vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculations on nodulation, symbiotic nitrogen fixation, and yield of soybean in subtropical-tropical fields. Biol. Fertil. soils 6:165-169.
25. Young, C.C. 1990. Effects of phosphorus-solubilizing bacteria and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. Soil. Sci. Plant Nutr. 36:225-231.

Population of P-solubilizing Bacteria in Tea Soils in Relation to Soil Management

Feng-Ping Chang

Summary

Population of P-solubilizing bacteria sp. (PSB) in rhizospheric soils of tea garden was apparently higher than that of non-rhizospheric soils. The pH of rhizospheric soils was lower than that of non-rhizospheric soils, suggesting that the interaction between root-excreted acids and P-solubilizing bacteria may play an important role in this phenomena. Under the same soil management, the PSB number (based on the plate count) in the rhizopheric, oils did not vary with plant vari-eties. Low or high application of fertilizers resulted in reducing the PSB number in soils. Appropriate application of chemcial and organic fertilizers benefited the increase of PSB population. PSB number was significantly correlated with soil organic matter content. Low soil pH (<3.8) , inappropriate soil Ca (exchangeable, <50 mg/kg or >1,000 mg/kg) and bad soil drainage with over dosage of fertilizers wold lower down the PSB number in tea soils.

Key words: Tea rhizospheric soils, P-solubilizing bacteria, Soil management

---

Assistant, Taiwa Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

臺灣茶業研究彙報13：71-80（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：71-80（1994）

碎型包種茶製程及貯藏性之改良研究[1]

徐英祥　阮逸明　蔡永生　張連發
林義恆　邱瑞騰　吳文魁[2]

摘　要

本試驗乃利用剪採茶菁試製碎型包種茶。結果顯示，茶菁若先切碎再行日光萎凋或日光萎凋後再切碎，所製成之碎型包種茶，其風味近似全發酵之紅茶，茶湯亦偏紅褐色，缺乏包種茶應有之特色。室內萎凋後再切碎製成之包種茶品質可以提昇，唯香氣欠佳。綜合言之，以殺菁後切碎或揉捻後再切碎以及初乾後再切碎，所製成之碎型包種茶品質與傳統加工之包種茶較爲相似。不同季節所製之碎型包種茶以春、秋茶品質較優，夏茶較差；惟夏季茶菁製造碎型袋泡包種茶，可顯著提高其附加價值。利用螺旋壓榨機製造碎型包種茶，切碎速率與產能雖高，但成茶之品質不佳。碎型包種茶利用低溫貯藏，可以有效延長貯藏時期。經焙火處理者，亦可延緩品質之劣變。

關鍵字：碎型包種茶、製造方法、貯藏性

前　言

台灣地區飲茶者沖泡茶葉之方式，除了以休閒爲目的之小壺工夫茶泡法以及家庭式之大壺沖泡法外，在講求速簡、方便之前提下，袋茶（Tea Bag）普遍受到年輕人及公司行號所喜愛（廖，1991）。

目前銷售的包種茶袋茶，大多是利用精製後之副茶（茶角）爲原料或將包種茶直接切碎後包裝爲包種茶袋茶，但前者所製成之袋茶品質低劣，後者則耗損率高，粒度亦不均勻，因此若能在包種茶製造過程中予以切碎，直接製成碎型包種茶，不但可降低生產成本，同時亦可大量生產品質均一的碎型包種茶，如此將有助於本省包種茶袋茶的發展。

碎型包種茶由於體形細碎，貯藏期間極易吸濕、氧化，故不耐貯藏，爲確保碎型茶貯藏時期之品質，目前業者大抵採用中、高程度焙火處理，一則以延緩貯藏時期之劣變，二則可改善風味。本試驗目的即在探討改良碎型包種茶之製作技術，期以提供業者參考。

1.本報告承行政院農委會經費補助，謹致謝意。（編號81農建-12.2-糧-12(5)）
2.台灣省茶業改良場：研究員、場長、副研究員、凍頂工作站主任、文山分場助研員、魚池分場助研員。

材料與方法

一、供試材料：茶菁原料以桃竹苗茶區之青心大冇爲主要參試品種。

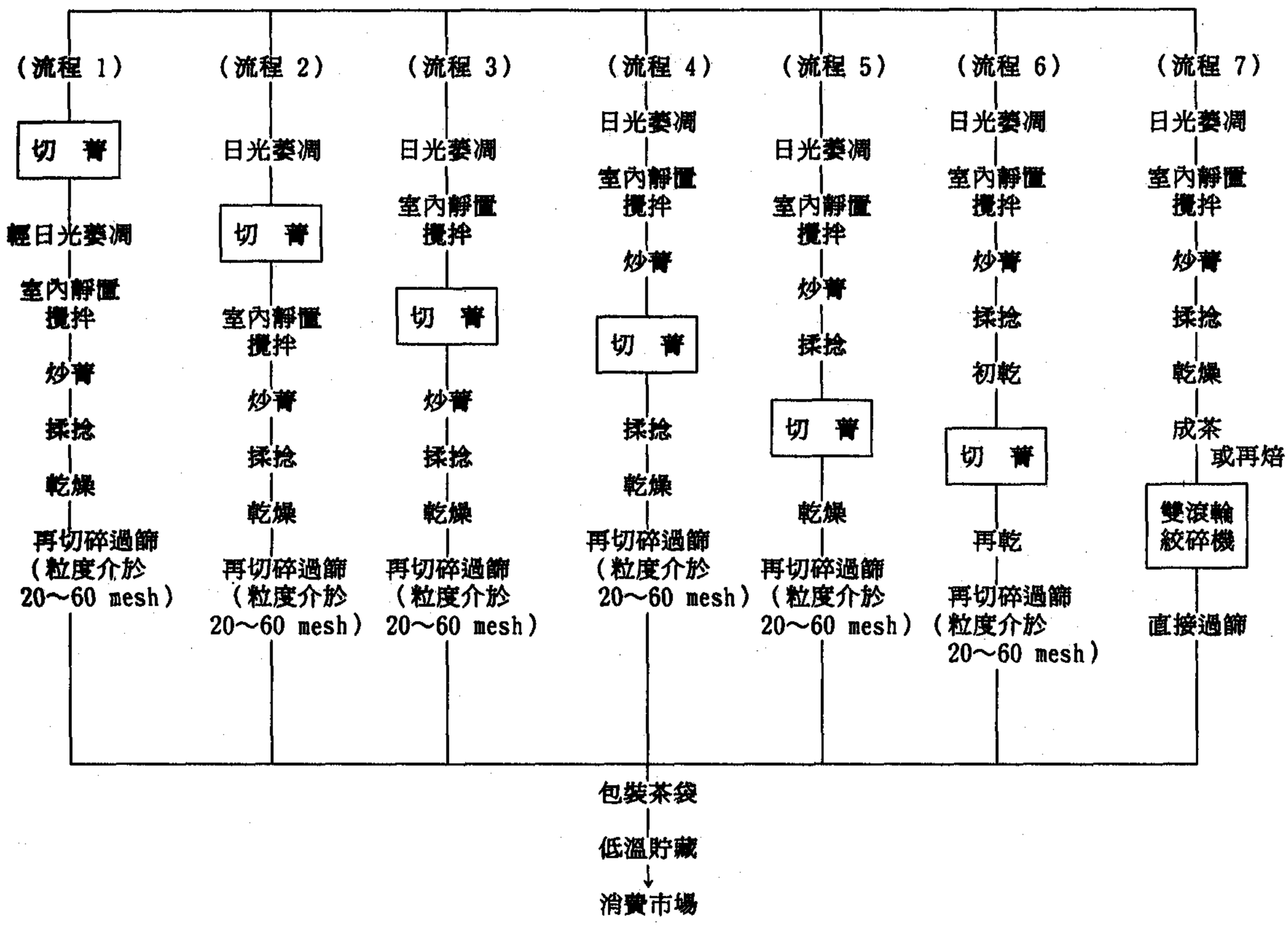
二、試驗方法：

1.切菁時機：

主要分六種：(1)切菁後日光萎凋(2)日光萎凋後切菁(3)室內萎凋後切菁(4)殺菁後切菁(5)揉捻後切菁(6)初乾後切菁等六種，另以一般正常包種茶製程所製之成茶樣品爲對照（處理(7)）。如表1。

表1. 碎型包種茶之製造流程

Table 1. The flow diagram of manufacturing of chip-type Paochung tea.



2.切碎方法：

利用大吉食品廠所產之切菜機行之。每處理茶菁重量爲一公斤，重覆三次，並分別於春、第一次夏茶、第二次夏茶及秋茶四個茶期製造試驗。所用茶菁原料皆爲機剪樣品，茶菁進廠後分別於前述切菁時機進行切碎，切碎方式係由切菜機上之輸送帶送至前端，再以迴轉式刀片二片呈直角方向切碎，每處理均進行二次切碎。另在魚池分場進行的製茶試驗是利用旋轉式壓榨機（Rotorvane）。

3.碎型包種茶貯藏試驗：

依據上述方法所製成之茶葉樣品分別貯藏於室溫及低溫(9℃)，比較在不同溫度之貯藏條件下品質之變化，另以120℃焙火4、6、8小時，調查品質變化情形。

4.品質鑑定：

依現行茶改場官能評審法評定茶湯水色(20%)、香氣(30%)、滋味(30%)及外觀色澤(20%)，形狀則不計分，總計總分最高100分。

結果與討論

一、各處理製造過程中茶菁重量減少情形：

各處理於製造碎型包種茶過程中茶菁之萎凋率示如圖1，即原來茶菁重量若爲100克，經扣除各製茶過程損失之重量後剩下之茶菁餘重（萎凋率）。由圖顯示六處理中，(1)〈切菁後日光萎凋〉及(2)〈日光萎凋後切菁〉兩處理由於切口多，茶菁水分快速蒸散，於進行第四次攪拌前茶菁餘重已減少至72.8%與72.9%，而與其餘四處理及對照組比較，茶菁含水量呈明顯差異，後四處理與對照組在進行第四次攪拌前茶菁餘重平均仍達75%。從圖1 重量減少變化曲線可看出，(1)〈切菁後日光萎凋〉與(2)〈日光萎凋後切菁〉兩處理重量減少率與(3)〈室內萎凋後切菁〉、(4)〈殺菁後切菁〉、(5)〈揉捻後切菁〉、(6)〈初乾後切菁〉和(7)〈對照組〉等五處理呈明顯差異，又後五處理重量減少變化率彼此並無顯著差異。

茶菁完成室內萎凋後以高溫殺菁5～7分鐘，葉中所含水分快速蒸散。各處理殺菁後之重量減少率仍以殺菁前切碎者爲高，分別爲(1)〈切菁後日光萎凋〉減少60.7%，(2)〈日光萎凋後切菁〉減少61.2%，(3)〈室內萎凋後切菁〉減少59.1%，此三處理之殺菁前、後之餘重減少了31.4%、32.2%、35.0%，平均爲32.9%。而其餘四處理之餘重平均減少了16.5%，即先行切碎後殺菁者，其細碎葉中之水分比完整葉之水分多蒸散一倍，而一般包種茶之製造，完成殺菁後之重量減少率約在40%左右，即餘重仍達60%左右（阮，1982)。

二、不同處理後之碎型包種茶品質：

1.生茶之製茶品質：

本試驗經過二年製茶試驗，第一年以六種切菁處理分春茶、第一次夏茶、第二次夏茶及秋茶四季茶製造，每季均製造二次，全年四季共製造八次，每次各處理重複三次，共24班次。從第一年試驗結果得知，剪採經(1)〈茶菁先切菁後日光萎凋〉或(2)〈日光萎凋後切菁〉處理者，碎型茶色澤呈紅褐色具紅茶味，(3)〈室內萎凋後切菁〉之湯色亦不佳，故第二年將此三處理予以刪除，僅保留(1)〈殺菁後切菁〉、(2)〈揉捻後切菁〉、(3)〈初乾後切菁〉及(4)〈對照〉等進行試驗。各處理碎型包種茶之品質均以五厘篩分（約12 mesh以下），再取二公克以紙袋包裝成袋茶後評審其成績。成茶成績之形狀，因各處理採用同樣機械切碎二回，故未加以評分，其色澤、水色、香氣、滋味均分別評分，又色澤一項則以散茶評之，茲將二年碎型包種茶製造試驗的品質成績列於表2。

各處理碎型包種茶之品質，因處理(1)、(2)先行切碎關係，茶葉在日光萎凋或日光萎凋後，極容易褐變，本試驗雖然予以輕微之日光萎凋，但其成茶水色仍甚紅褐，品質甚低，香氣與滋味亦欠良，(3)〈室內萎凋後切菁〉者，其水色、香氣、滋味亦欠佳，均不如(4)～(7)四處理，(4)～(7)四處理之品質，則以第(6)初乾後切菁(65.6) 及第(7)對照（65.3）較優

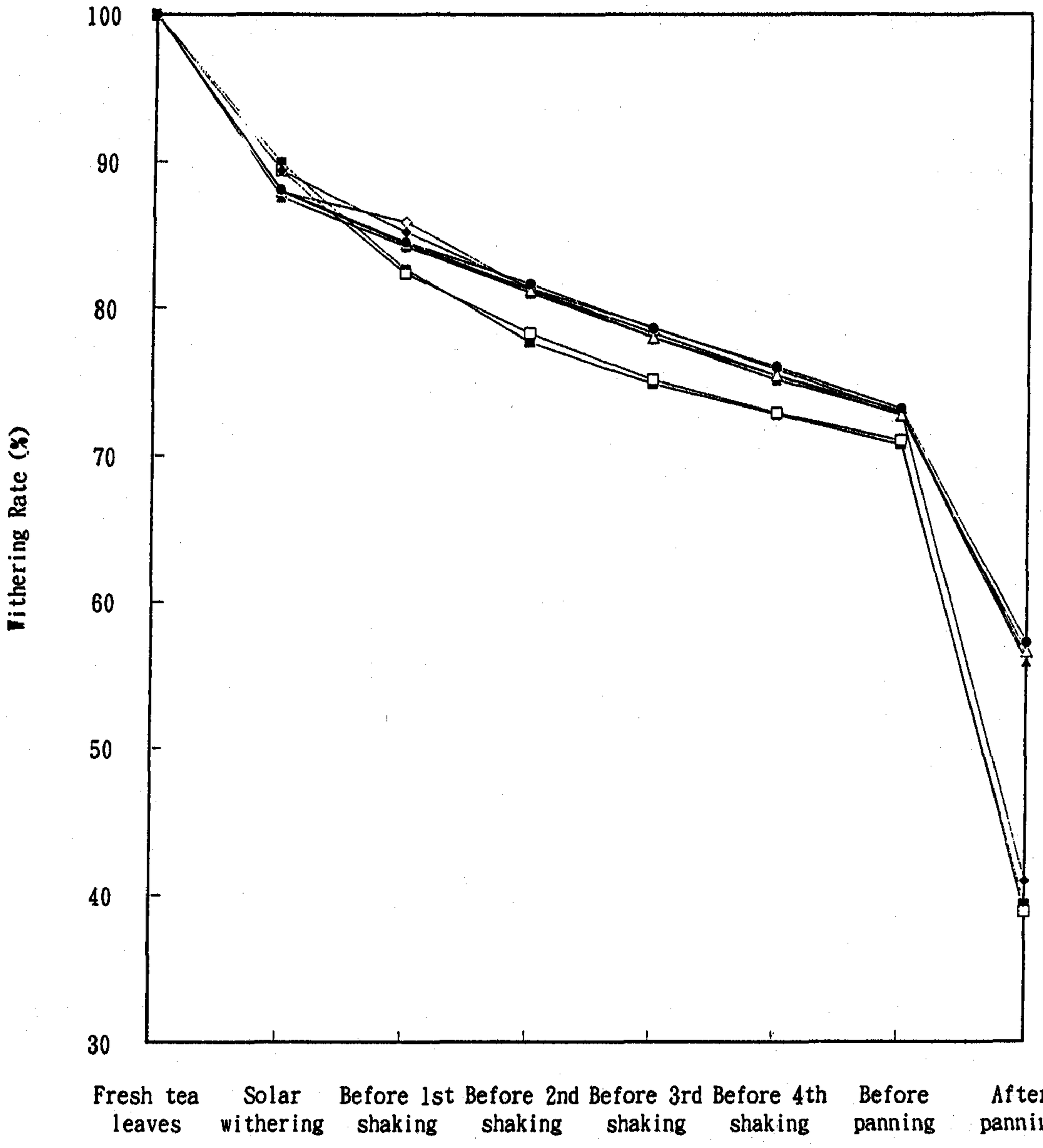


圖1. 碎型包種茶製造過程中萎凋率變化

Fig. 1. Changes of withering rate during manufacturing process of chip-type Paochung tea.

表2. 各處理碎型包種茶製茶品質

Table 2. Quality scores of chip-type Paochung tea

製茶處理別	茶季別	品質	生茶					120℃ 焙火四小時					120℃ 焙火六小時					120℃ 焙火八小時					
			色澤	水色	香氣	滋味	合計	色澤	水色	香氣	滋味	合計	色澤	水色	香氣	滋味	合計	色澤	水色	香氣	滋味	合計	備註
①切青後日光萎凋	春茶		—	8.0	17.5	14.3	39.8																
	第一次夏茶		10.4	9.8	13.0	13.3	46.5																
	第二次夏茶		—	9.4	15.0	15.4	39.8		9.2	16.5	16.7	42.4											
	秋茶		6.5	11.4	20.3	20.8	59.0		10.6	19.2	19.0	48.8											
	年平均		8.5	9.7	16.5	16.0	50.7		9.9	17.9	17.9	45.7											
②日光萎凋後切青	春茶		—	9.5	19.3	15.8	44.6																
	第一次夏茶		10.0	9.8	13.5	13.9	47.2																
	第二次夏茶		—	9.7	15.7	15.6	41.0		9.1	16.8	17.0	42.9											
	秋茶		5.9	10.5	19.3	19.2	54.9		9.8	19.0	18.5	47.3											
	年平均		8.0	9.9	17.0	16.1	51.0		9.5	17.9	17.8	45.2											
③室內萎凋後切青	春茶		—	12.8	21.5	17.0	51.3																
	第一次夏茶		12.4	11.6	16.5	17.0	57.5																
	第二次夏茶		—	12.1	17.9	18.2	48.2		11.7	19.0	19.1	49.8											
	秋茶		7.4	13.8	21.9	21.9	65.0		12.6	20.0	20.0	52.6											
	年平均		9.9	12.6	19.5	18.5	60.5		12.2	19.5	19.6	51.3											
④殺青後切青	春茶		7.4	15.0	22.2	20.9	65.5																
	第一次夏茶		9.9	14.1	19.5	19.4	62.9	6.1	15.2	19.9	20.0	61.2	6.1	15.2	19.6	19.6	60.4		14.6	20.5	20.4	55.5	
	第二次夏茶		6.7	14.3	19.8	19.5	60.3	5.8	13.2	19.3	19.2	57.5	5.7	11.9	19.3	20.4	57.3	5.6	11.7	19.4	19.0	55.6	
	秋茶		6.9	14.4	21.8	22.1	65.2	6.1	13.2	20.5	20.9	60.7	6.0	13.0	20.8	20.6	60.4	5.9	12.4	20.2	20.2	58.6	
	年平均		7.7	14.5	20.8	20.5	63.5	6.0	13.9	19.9	20.0	59.8	5.9	13.4	19.9	20.2	59.4	5.8	12.9	20.0	19.9	56.6	
⑤採捻後切青	春茶		8.0	15.1	22.4	21.3	66.8																
	第一次夏茶		10.1	13.9	19.5	19.7	63.2	6.4	14.7	20.1	19.8	54.6	6.3	14.9	19.7	19.8	60.7		14.6	20.5	20.6	55.6	
	第二次夏茶		7.0	14.5	20.6	20.6	62.7	5.8	13.2	20.1	20.1	59.2	5.7	12.1	19.5	20.1	57.4	5.6	12.3	19.2	19.0	56.0	
	秋茶		7.3	14.5	22.2	22.7	66.9	6.2	13.2	20.7	21.1	61.2	6.2	12.8	20.7	20.8	60.4	5.7	12.4	20.2	20.4	58.7	
	年平均		8.1	14.5	21.2	21.1	64.9	6.1	13.7	20.3	20.3	60.4	6.1	13.3	20.0	20.2	59.5	5.7	13.1	20.0	20.0	58.8	
⑥初乾後切青	春茶		8.0	15.3	22.3	22.3	67.9																
	第一次夏茶		10.3	14.1	20.3	20.7	65.4	6.5	15.0	20.7	20.5	62.7	6.3	14.9	20.1	20.0	61.2		14.8	20.7	20.5	55.9	
	第二次夏茶		7.0	14.5	20.6	20.8	62.9	5.8	13.2	19.8	20.0	58.8	5.7	11.9	19.6	19.4	56.6	5.6	12.1	18.8	18.8	55.3	
	秋茶		7.0	14.4	22.1	22.7	66.2	6.2	13.2	20.5	21.0	60.9	6.2	12.9	20.8	20.9	60.7	5.8	12.5	20.4	20.4	58.9	
	年平均		8.1	14.6	21.3	21.6	65.6	6.2	13.8	20.3	20.5	60.8	6.1	13.2	20.2	20.1	59.5	5.7	13.1	20.0	19.9	58.7	
⑦對照	春茶		7.8	15.2	22.4	22.7	68.1																
	第一次夏茶		10.1	14.4	20.0	20.3	64.8	6.3	14.8	20.4	20.4	61.9	6.3	14.7	20.1	20.3	61.4		14.8	20.8	21.0	56.6	
	第二次夏茶		6.7	14.2	20.9	21.1	62.9	6.3	13.2	19.9	20.1	59.5	6.2	13.1	20.4	20.7	60.3	5.7	12.5	19.0	19.2	56.4	
	秋茶		6.5	14.1	21.7	21.8	64.1	6.0	13.0	20.1	20.5	59.6	6.0	13.1	20.7	20.4	60.1	5.7	12.4	20.2	20.0	58.3	
	年平均		8.0	14.5	21.3	21.5	65.3	6.2	13.7	20.1	20.3	60.3	6.2	13.6	20.4	20.5	60.6	5.7	13.2	20.0	20.1	59.0	

註：試驗第一年以①～⑦七處理辦理，第二年因處理①、②、③品質欠佳而取消，僅保留④、⑤、⑥、⑦四種處理繼續試驗。

。從表中得知，第二次夏茶以(4)～(6)處理製造碎型包種茶，其平均成績與(7)對照之差異就經濟觀點而言，並非太大，除香氣與滋味二項成績略遜外，利用中次級茶製造袋包包種茶仍屬可行。另以不同茶期而言，碎型包種茶之品質仍以春茶爲優，秋茶次之，夏季二期之品質略差，但春、秋二期茶適宜製造傳統條型或半球型之包種茶，夏季茶菁因品質較差，難以製作品質良好之傳統包種茶，故可用於製造碎型茶以提昇其經濟價值。

2.120℃焙火四小時之成茶品質：

碎型包種茶由於單位重量之表面積較大，在貯存過程較容易變質不耐貯存，故市售袋包包種茶，大多加以適度焙火，以利延長保存期間並藉火候彌補香氣與滋味之不足。本試驗各處理以120℃烘焙四小時後其品質詳如表2。結果顯示，碎型茶經過焙火後顯著退色較生茶低2分，水色亦因焙火略呈紅褐色，較生茶略遜，香氣與滋味二項亦有明顯差異。處理間除(1)、(2)、(3)處理品質較差外，(4)、(5)、(6)、(7)四處理之合計評分差異較少。

3.120℃焙火六小時之成茶品質：

各處理以120℃焙火六小時之品質，評茶成績與四小時者無明顯差異；但焙火時間增長，滋味略顯火味。

4.120℃焙火八小時之成茶品質：

各處理以120℃焙火八小時後，茶葉及茶湯色澤均較生茶褐變甚多，香氣略差，亦比焙火四小時、六小時之處理更爲紅褐。但其香氣幾無差異。即碎型茶經過120℃焙火四小時後，其香氣大致固定，雖然延長焙火時間，但對香氣之影響不大。滋味之變化亦然，僅略呈火味。

從不同焙火時間對品質影響可知，碎型包種茶以未經焙火者爲佳，而貯存後碎型包種茶品質變化仍有待探討。

三利用螺旋壓榨機（Rotorvane）製造碎型包種茶之試驗：

上述試驗乃利用切菜機先進行微量試驗，以探討碎型包種茶製造之最適切菁時機，若爲大量產製碎型包種茶，以切菜機進行切菁則因每台切菜機產能不足，有待改進。爲大量產製碎型包種茶，本試驗乃利用製造碎型紅茶之螺旋壓榨機進行大量碎型包種茶製造。試驗結果如表3 所示；利用螺旋壓榨機製造碎型包種茶，若於初乾前進行壓榨，與對照樣品比較，不論色澤、水色、滋味、香氣等品質評分均差。若於乾燥後再進行壓榨，則品質評分大幅提昇，僅外觀色澤仍有待改進。從以上結果顯示，螺旋壓榨機乃適於製造碎型紅茶之機械，用於製造碎型包種茶時，可能由於茶菁在壓榨切碎過程中仍進行非酵素褐變，以致外觀色澤及香味品質與傳統方法所製之包種茶頗有差距。

表3. 利用螺旋壓榨機製造碎型包種茶品質成績

Table 3. Quality scores of chip-type Paochung tea made by Rotorvane machine.

處　　理	色　澤	水　色	滋　味	香　氣	總　分
炒菁後壓榨	8.0	13.5	14.0	13.0	48.5
揉捻後壓榨	8.0	13.0	13.0	13.0	47.0
初乾後壓榨	9.0	12.0	13.0	12.0	46.0
乾燥後壓榨	9.0	14.5	18.0	17.5	59.0
對　　照	14.0	15.0	18.0	17.5	64.5

四碎型包種茶貯藏期間之品質變化：

1.不同溫度貯藏之影響：

表4 爲碎型包種茶貯藏期間外觀色澤、茶湯水色、香氣及滋味四項品質總分之變化，最高總分爲100分（形狀不計分）。由表顯示，碎型包種茶在室溫貯存超過四個月後品質即明顯劣變，貯存八個月後劣變非常明顯，尤以香氣及滋味之劣變最大（未列表），此與一般推測碎型茶由於體形細碎，空氣接觸面大，貯藏期間易氧化變質有關。以低溫（9℃）貯藏，貯藏至六個月，品質劣變甚少，貯藏八個月者劣變始稍明顯，此說明利用低溫貯藏確可延緩碎型包種茶貯藏劣變速率（如圖2）。

2.120℃不同時間焙火後貯藏期間品質變化：

利用低溫保藏茶葉截至目前仍被公認爲有效的保藏方法（吳和阮，1976；張，1990），此外，一般利用中、高溫焙火處理以穩定茶葉品質、改善風味，亦爲有效之茶葉保藏方法，尤其對易氧化變質之碎型包種茶其效果更爲顯著，所以目前業者大抵採用焙火處理以穩定碎型包種茶貯藏期間之品質。本試驗利用120℃分別焙火4、6、8小時後觀察其貯藏期間品質變化（同表4），結果顯示經焙火處理後，不論在低溫或常溫貯存皆較未焙火處理者耐貯存，尤其焙火時間愈久(愈重焙火)，其貯藏性愈佳。唯焙火愈重，品質愈差，此則有待改善之處（如圖3）。

表4. 碎型包種茶貯藏期間品質變化

Table 4. Changes of sensory quality for chip-type Paochung tea during storage.

焙火方式	製造處理	貯存時間	室溫貯存				低溫貯存（9 ℃）			
		貯存溫度	二個月	四個月	六個月	八個月	二個月	四個月	六個月	八個月
生茶	殺青後切菁		58.7	59.0	57.6	57.0	59.0	59.1	59.0	56.8
	揉捻後切菁		57.9	58.6	57.2	56.6	59.1	59.0	58.5	57.0
	初乾後切菁		58.9	57.9	56.9	56.9	59.0	58.7	58.3	56.6
	對照		59.8	57.9	57.2	57.8	59.8	59.1	58.6	57.2
120℃焙火四小時	殺青後切菁		54.7	54.7	55.0	53.6	55.6	56.6	55.8	53.8
	揉捻後切菁		55.1	54.7	55.2	53.4	55.7	56.9	56.0	53.7
	初乾後切菁		55.5	55.5	54.8	54.2	56.2	56.4	56.0	54.7
	對照		56.5	56.4	55.4	54.8	59.8	59.1	58.6	57.2
120℃焙火六小時	殺青後切菁		54.5	54.4	53.8	53.8	55.8	56.4	54.6	52.9
	揉捻後切菁		54.3	54.2	53.4	54.0	55.0	55.8	54.6	54.5
	初乾後切菁		54.3	54.3	53.8	53.6	54.9	55.7	54.9	53.9
	對照		54.3	54.4	54.0	53.7	56.2	56.6	56.1	53.9
120℃焙火八小時	殺青後切菁		52.7	52.7	53.2	52.7	53.2	55.6	54.1	52.5
	揉捻後切菁		53.2	53.1	53.4	53.2	53.2	55.3	54.0	52.7
	初乾後切菁		53.1	53.4	52.9	53.0	53.1	55.1	53.8	53.1
	對照		53.6	53.3	53.3	53.4	53.8	55.5	54.1	52.8

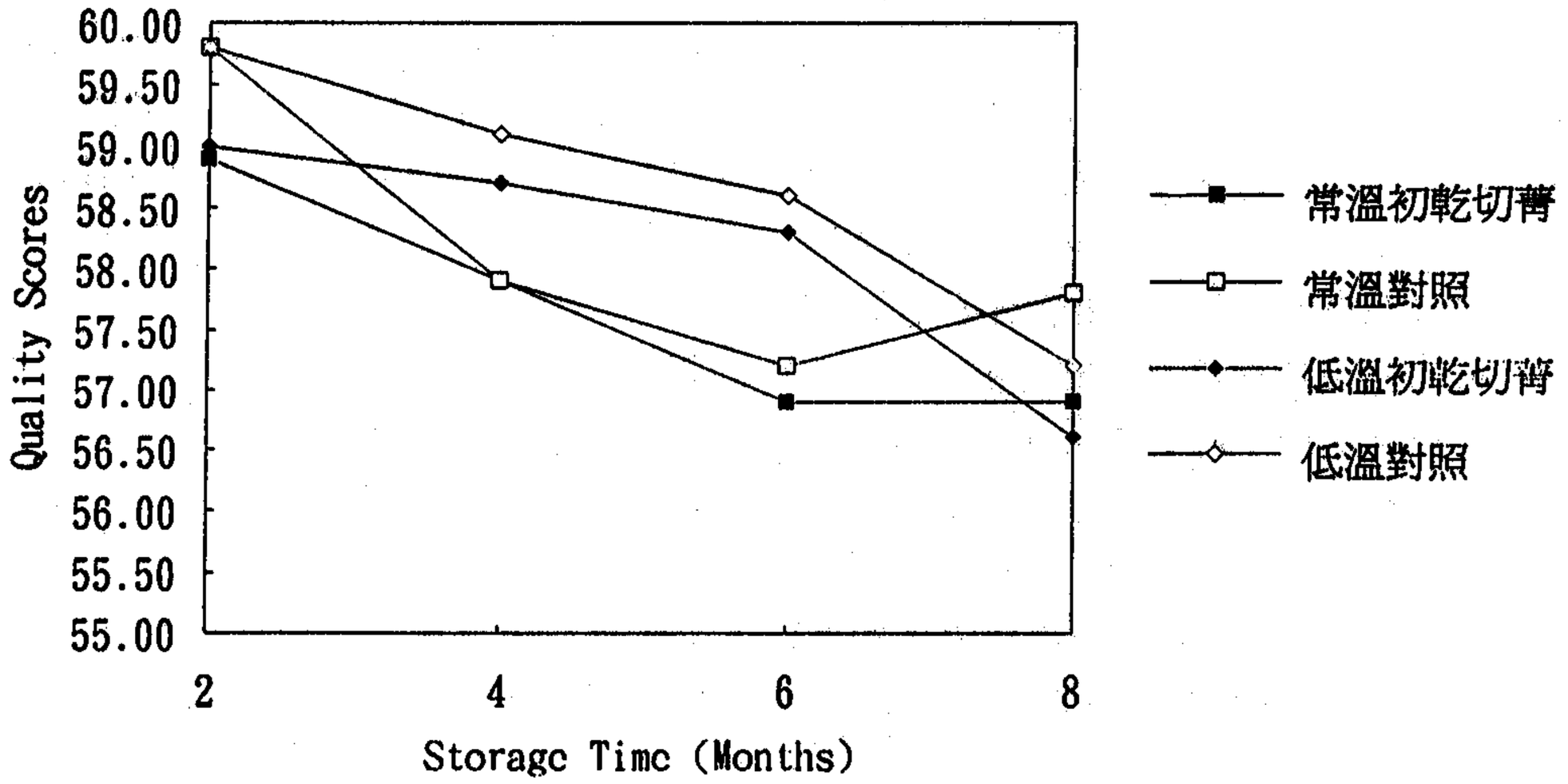


圖2. 碎型包種茶於不同溫度下貯藏之品質變化

Fig. 2. Changes of sensory quality for chip-type paochung tea during sorage in different temperature.

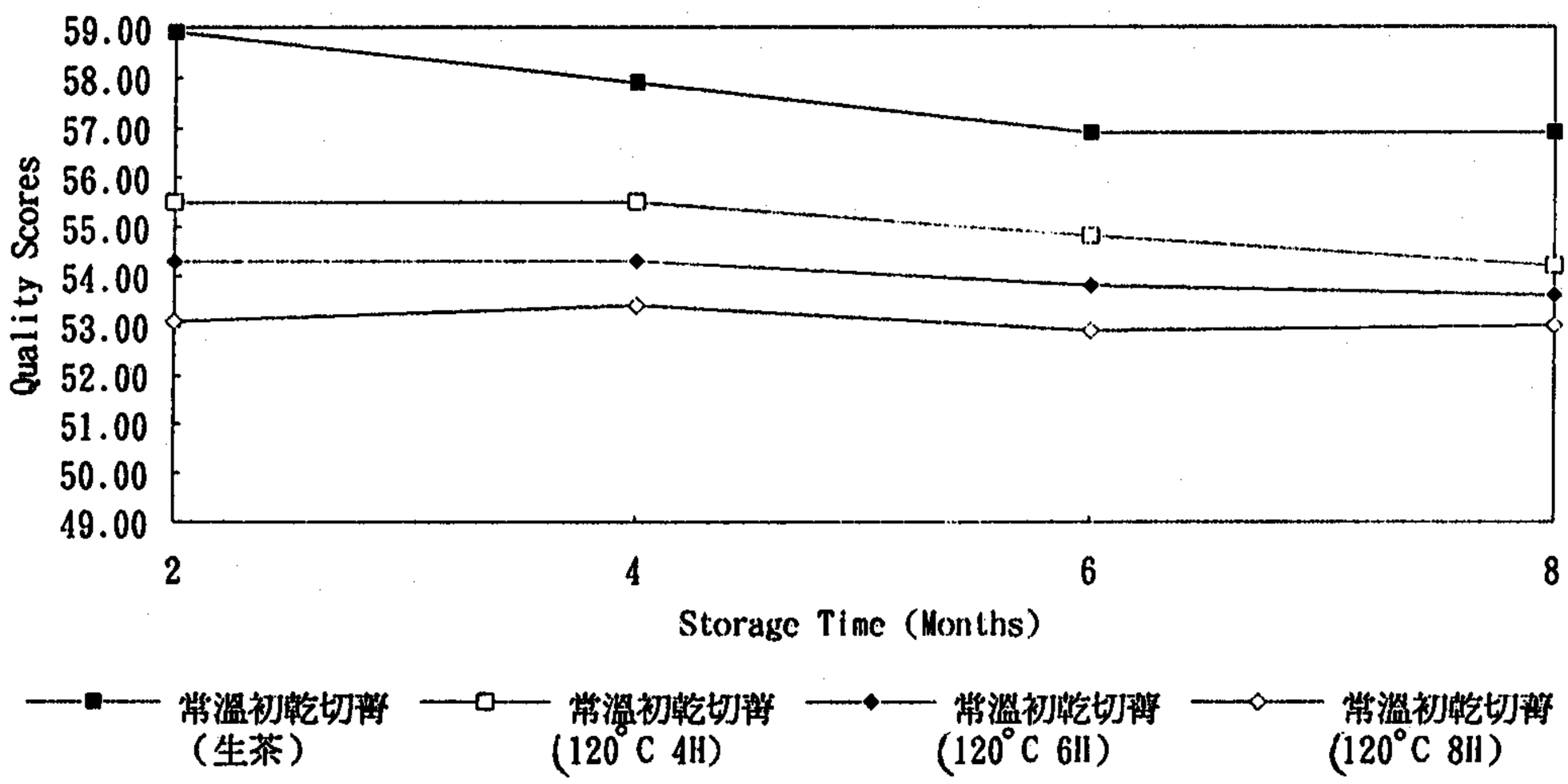


圖3. 120℃不同時間焙火後於常溫下貯藏之品質變化

Fig. 3. Changes of sensory quality during storage at room temperature after firing treatment with 120℃.

結　　論

爲因應工商業社會競爭激烈、生活繁忙緊湊，一切要求簡速方便前提下，袋茶爲近年急速興起成長之茶葉製品，然而傳統袋茶消費者普遍有三大缺憾，即一爲品質普遍欠佳，此與傳統袋茶大抵以茶角或茶末再加工包裝有密切關係。其二爲較高品質之袋茶雖以正茶再研磨製成，普遍貯藏性不佳，此外由於茶片細碎，貯藏銷售過程中極易自動氧化變質，因此袋茶遠比一般正茶（未經研磨者）不耐貯藏，基於以上三點，再加上本省茶葉消費者習慣飲用傳統之條型或半球型茶，所以本省袋茶之發展遠較其它先進國家緩慢，惟據調查（廖，1991）近幾年本省袋茶消費已有急速上昇之趨勢。

爲改進傳統袋茶研製之缺點及提昇本省袋茶品質，本試驗從不同製茶階段進行切碎處理，經多次試驗結果顯示，製造碎型包種茶時，切菁處理宜在室內萎凋後爲之，原因有二，一爲包種茶特有之香味乃自室內萎凋進行中緩慢發酵所形成（Tokitomo, et al., 1984），室內萎凋前即進行切菁處理將導致茶葉快速發酵，其發酵過度，而失去包種茶應有之香味與水色。二則因茶菁已經破碎將使揉捻困難。至於殺菁後進行切菁，雖然品質可大幅提昇，但後續揉捻步驟則因茶菁體形細碎，較爲困難。故整個流程仍以揉捻完成後再行切菁較爲適當。

就大量製造碎型包種茶觀點而論，現有製茶設備仍有困難，若以製造碎型紅茶之螺旋切揉機製造，品質普遍欠佳，因此如何設計一套較有效率之切菁機製造碎型包種茶，仍有待研究。至於碎型包種茶之貯藏問題，試驗結果顯示，利用低溫貯藏效果甚佳。另以焙火處理亦可有效延長貯藏壽命，唯焙火時間及溫度應稍控制以免有損品質。

參考文獻

1. 阮逸明. 1982. 包種茶及烏龍茶製造法. 台灣省茶業改良場技術推廣小冊。
2. 吳振鐸、阮逸明. 1976. 茶葉充氮包裝貯藏對保持茶葉品質之研究. 食品科學 3(1):9-20。
3. 張瑞珠. 1990. 貯藏期間包種茶之陳味成分及其影響因子之探討. 國立中興大學食品科學研究所碩士論文。
4. 廖武正. 1991. 茶葉購買與消費行爲之調查研究. 台灣茶業發展研討會專集 P.75～101. 國立中興大學農產運銷系編印. 台灣. 台中。
5. Tokitomo, Y. *et al*. 1984. Effects of withering and massrolling process on the formation of aroma components in pouchung tea. Agric. Biol. Chem.48(1):87-91.

Studies on the Manufacturing and Storage of Chip-type Paochung Tea

Ying-Siang Shyu I-Ming Juan Yung-Sheng Tsai Lian-Fa Chang

I-Hen Lin Rei-Tang Chiu Wen-Kuei Wu

Summary

Chip-type Paochung tea made by cutting machine in each steps included: Cutting before solar withering, cutting after solar withering, cutting after indoor withering, cutting after panning, cutting after rolling, cutting after drying, and made by formal steps were investigated by this experiments. The results show that sensory quality of chip -type Paochung tea made by cutting after panning、cutting after rolling or cutting arter drying are better than those cutting before solar withering、cutting after solar withering and cutting after indoor withering, which show poor quality of flavor and color of infused liquid. The quality of chip-type Paochung tea made by spring or fall seasons are better than that of summer. Thermal treatment of chip-type Paochung tea at 120℃ for 4、6、8 hours will cause the quality drop down significantly. Sensory quality of chip-type Paochung tea made by rotorvane machine has a poor appearance and flavor, to comparing with other cutting machine storage at low temperature condition will keep the qulity better than that at room temperatare.

Key words: Chip-type Paochung tea, Manufacturing, Storage

---

1. Agronomist, Director, Associate Biochemist, Assistant Agronimist of TTES., Wen-Shan Substation and Yuchih Substation.

臺灣茶業研究彙報13：81-90（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：81-90（1994）

萎凋溫度與時間對製造碎型包種茶之影響

張如華[1]　李敏雄[2]

摘　要

生葉經日光萎凋後，先進行切菁處理，再進行室內萎凋及攪拌、炒菁、揉捻、乾燥等步驟，製成碎型包種茶。由試驗結果得知，茶菁經過切菁處理後，只要在室溫萎凋2小時即能產生包種茶色澤；若提高溫度至35℃行萎凋處理，則所需萎凋時間可縮短爲1小時，較一般傳統條型包種茶之製造（萎凋 8 ～10小時）節省許多時間。

關鍵字：萎凋溫度與時間、製造、碎型包種茶

前　言

繼運動飲料之後，近幾年罐裝茶飲料在飲料市場又掀起一股風潮。茶飲料在裝罐前，必須先將茶葉中可溶性成分萃取成茶液。茶葉之製造又必須將採摘後的茶菁依照一般一連串正常製茶程序（萎凋、炒菁、揉捻、乾燥等步驟）製成成茶。而在茶葉萃取步驟中，需先將茶葉切碎以增加萃取率。又在工商業繁忙的現今社會，簡便沖泡式袋茶及速溶茶的需求量日益增加。這兩種新型態茶的製造需包括成茶切碎及茶湯萃取的處理。由於傳統式製作條型或半球型包種茶之製造過程相當費時且耗費人力（甘等，1984），尤其是在萎凋階段，往往耗時長達8-10小時，約占整個製程的四分之三強。因此，如何縮短茶葉製程，以節省罐裝茶、速溶茶及袋茶之原料茶的成本乃製茶業者及廠商之重要研究目標之一。

正常的茶葉生長細胞，兒茶素與酵素因受分佈位置不同的影響，兩者中間被一層內細胞膜隔離，酵素遂無法作用於兒茶素，故沒有發酵作用。爲促使茶葉進行發酵，因此茶葉必須先進行萎凋。萎凋目的之一即在促進細胞膜滲透性，使酵素與兒茶素能接觸而進行發酵作用（Sanderson, 1964）。此時，茶中多元酚類成分因氧化而轉變尤其具有重大意義，因爲它的變化不僅祇是本身形式的轉變，而且還推動了其它成分的轉變，或和其它成分發生作用。這一系列反應結果，造成茶葉特有的色澤、水色、香氣和滋味。因此萎凋的作用是在讓茶菁緩慢進行一連串的生化學反應或變化（Bhatia, 1964; Sanderson, 1964），及香氣成分之形成（Takeo, 1984; Tokitomo等, 1984; Kobayashi等, 1985）。

1.台灣省茶業改良場助理
2.國立台灣大學農業化學系教授

以一般傳統方法製造條型紅茶需要重萎凋（萎凋收率60%；需時18 ～22小時），而製造碎型（CTC）紅茶則只要輕萎凋（萎凋收率爲75%；需時 8～12小時）即可。碎型紅茶萎凋收率高之原因爲茶菁經切碎後可增加酵素與基質的接觸，因而化學反應速率加快，故輕萎凋即可（Mahanta等，1989; Orchard 等，1989）。而在製造碎型包種茶之萎凋處理方面，至今仍無報告。 Takeo（1981）利用機械打碎茶菁時發現大葉種（*Assamica*）香氣成分主要爲linalool，而小葉種（*Sinensis*）主要爲geraniol。茶菁一旦受傷害（機械打碎或化學藥劑monoiodoacetate, malonate 處理後），Z-3-pentenol, n-hexanol, E-3-hexenol, E-2-hexenol, linalool 及其氧化產物，nerol, geraniol, phenyl methanol 和 2-phenyl ethanol等均顯著增加。這些成分在紅茶的發酵過程中亦呈顯著增加，但以正常發酵的香氣成分增加最多，其次爲機械處理，而化學藥劑處理者增加最少（Saijo等, 1973)。金（1989）發現茶菁打碎後於發酵期間大部分揮發性化合物之含量皆隨時間增加而遞增，至30分鐘時含量最高，但發酵太久（60分鐘）含量反而下降。茶菁打碎後於35℃發酵30分鐘所產生之揮發性成分含量最高。有鑑於此，本試驗擬探討先行切菁處理後萎凋時間對成茶品質及化學成分之影響，期以縮短包種茶之製造時間。以此成茶作爲罐裝茶、速溶茶及袋茶之原料茶，則可節省茶農人力及廠商成本。

材料與方法

一、試驗材料

試驗材料爲台灣省適製包種茶之茶樹品種青心大冇及台茶17號。以嫩葉對口開面存芽點爲採摘時期。每樣本皆取樣1.5公斤，經各試驗處理，再經炒菁、揉捻、乾燥等步驟製成碎型包種茶。成茶以鐵罐裝封，貯藏於4℃。

二、試驗設計

㈠茶多元酚氧化酶活性之分析

1.打碎茶菁多元酚氧化酶活性分析

茶菁採摘後即刻打碎，在不同溫度（30℃，35℃，40℃，50℃）及時間（30分鐘，60分鐘）處理下測其多元酚氧化酶活性。

2.包種茶萎凋過程中多元酚氧化酶活性分析

茶菁在遠紅外線照射後，再於不同溫度（20℃，25℃，35℃）下進行室內萎凋攪拌及靜置處理，在萎凋1小時、2小時、3小時、4小時分別取樣，測其多元酚氧化酶活性。

㈡碎型包種茶之製造：

茶菁採摘進廠後，立即進行室外日光萎凋，並在進行室內萎凋之前先利用切菁機將茶菁切碎，然後於室溫及35℃分別進行室內萎凋與攪拌，並依傳統製茶步驟控制於同一條件製成碎型包種茶。對照組則不經切菁處理，乃是依照傳統製茶程序製造成條形包種茶。將製得之成茶再進行官能分析、茶湯水色測定及成分分析。

三、分析方法：

㈠茶多元酚氧化酶活性分析 （Coggon等，1973）

1.茶多元酚氧化酶之抽取

茶樣以液態氮凍結，取出加入丙酮，均質3分鐘後過濾。將殘渣以丙酮洗滌三次後，再過濾風乾而得丙酮粉末，冷凍貯存備用。

2.粗酵素液之製備

稱取茶葉丙酮粉末5.0g，加入50mL pH7.0 之 0.05M磷酸緩衝液（內含10%Iso-Vitamin C 及 1M NaCl），於4℃攪拌抽取2小時，離心20分鐘（15,000×g)。將上層液通入Sephadex G-50 Column（2.6×30cm)，以 pH7.0 磷酸緩衝液流洗（流速90 mL／Hr）後測定酵素活性。

3.多元酚氧化酶活性之測定（Takeo, 1966）

多元酚氧化酶活性以氧電極（Oxygen monitor）測定。

反應液爲2.9mL含下列物質之溶液：

0.1M 磷酸緩衝液 pH5.5

0.005M (+) -catechin

酵素稀釋液 0.1mL

活性單位（unit）：於 30℃下每分鐘所消耗 1 nmole之氧氣之酵素定爲 1活性單位。

㈡官能分析

以經過茶業改良場甄試合格，獲頒品評證書之品評員 5～7 人作爲本試驗之品評小組。樣品品評方式採茶業改良場現行標準評茶法進行品評，品評項目共計四項。取茶樣3公克置於審茶杯中，加150 mL沸水沖泡後靜置 5分鐘濾出茶湯，俟溫度降至50℃左右時請各品評員就成茶之形狀色澤（20%）及茶湯之水色（20%）、滋味（30%）、香氣（30%）進行品評。

㈢茶湯水色分析（阮，1987）

茶湯水色之測定係取茶樣 3.0 g加入150mL沸水沖泡五分鐘，濾出茶湯靜置 30 分鐘後，以色差計（Nippon Denshoko Kogyo, ND-1001 DP）測定。參考樣品以全透光X=100,Y=98 ,Z=118爲標準值。

㈣非揮發性化學成分之分析

1.可溶性固形物分析（A.O.A.C., 1983）：

稱取2.0g磨碎茶樣於 500 mL三角瓶中，加入 200mL沸水置於電熱板上加熱迴流萃取2小時，待冷卻後，抽氣過濾，濾液定量至 250mL，取50mL於蒸發皿以沸水浴蒸乾，再置於烘箱（100℃～ 105℃）加熱烘至恆重。

2.茶單寧分析（Iwasa, 1975）：

⑴茶湯萃取

稱取磨碎茶樣0.1g，加入沸水80mL於水浴鍋上萃取1小時，定量至100mL，過濾備用。

⑵茶單寧之定量分析：

取茶葉萃取液5mL置於25mL之定量瓶中，添加5mL呈色劑（註1），再以 pH 7.5之磷酸緩衝液（1/15 M）定量至25mL，然後測定其在540nm之吸光度。

註１：呈色劑之製備：取100mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 及500mg $C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$溶解於蒸餾水，並調整其最後體積爲100mL。此呈色劑因不安定須於使用前配製。

3.植物鹼分析：（張，1983）

以高效能液相層析儀（HPLC）分析，計分析咖啡因、可可鹼和茶鹼三種植物鹼

HPLC分析條件：

分離管：Waters μ-Bondapak C18, 3.9 mm×300 mm

注射量：20 μL
檢測器：紫外光檢測器，波長 278 nm
移動相：CH_3CN：CH_3COOH：H_2O＝6：1：93
流　速：2.0 mL/min

4.游離胺基酸分析（Kubota 等, 1973）：

精稱1.0g磨碎茶樣於三角燒瓶，加入85mL沸水，於電熱板上迴流萃取1小時，冷卻後過濾收集濾液，加0.8g之 PVPP（Polyvinyl-polypyrrolidone）以去除多元酚類。靜置30分鐘後以雙層濾紙抽氣過濾。濾液倒入塑膠杯中進行冷凍乾燥（取代減壓濃縮），所得乾燥粉末再以 pH 2.2之緩衝溶液洗至定量瓶中並定量爲50mL，經 0.45μm 濾膜過濾，再以胺基酸自動分析儀（Beckman 6300機型）分析定量。

結果與討論

一、打碎茶菁之多元酚氧化酶活性

茶葉中的多元酚氧化酶（polyphenol oxidase; PPO; EC 1.10 .3.1）是茶中多元酚類成分氧化反應的催化劑。多位學者對此酵素曾作過廣泛的研究，了解此酵素的性質（Reeves, 1983）及其在茶葉製造過程中所扮演的角色及重要性（Owuor, 1982）。本研究爲明瞭溫度對多元酚氧化酶活性的影響，將茶菁採摘後即刻打碎，再分別置於 30℃、35℃、40℃及50℃水浴中，30分鐘及60分鐘後即刻以液態氮凍結，再進行多元酚氧化酶活性測定。分析結果如圖1 所示。若以茶菁之活性定爲100，則由圖1 可看出，打碎茶菁之多元酚氧化酶活性，在35℃ 30分鐘後仍維持約70%；將溫度提高至40℃，處理30分鐘，其活性只有原來茶菁活性的40%；在30℃處理60分鐘後，其活性則僅存41%；而在50℃處理60分鐘後之活性幾乎已完全消失。此結果顯示多元酚氧化酶之最適作用溫度不能高於35℃。

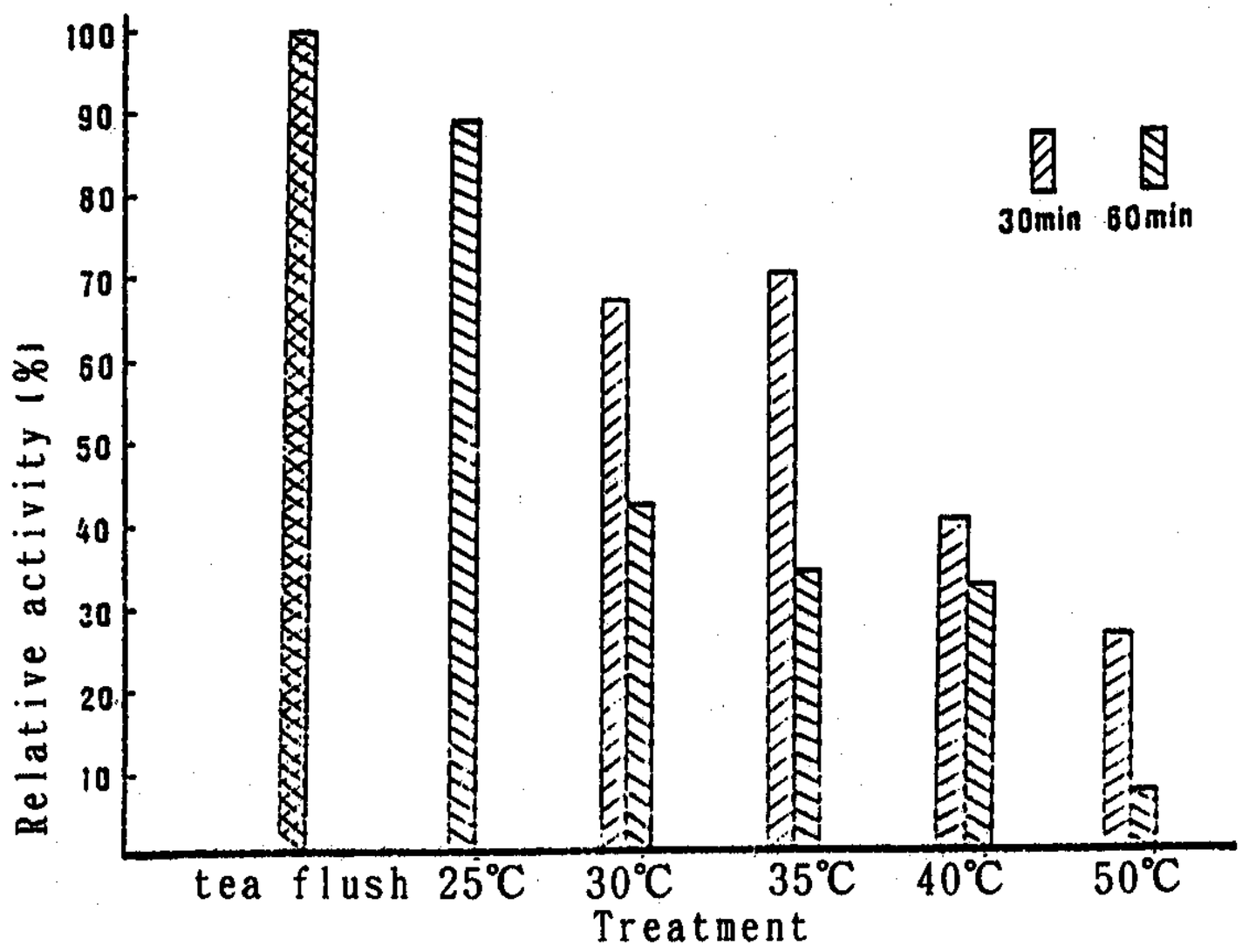


圖1. 打碎茶菁在不同溫度下之多元酚氧化酶活性變化（青心大冇）

Fig 1. The changes of polyphenol oxidase activity in disrupted tea leaves at different temperature. (C.S.Dapan)

二包種茶萎凋過程中多元酚氧化酶活性變化

圖2 爲製造包種茶之萎凋過程中多元酚氧化酶活性在不同溫度之變化。圖中顯示，在35℃下萎凋，在萎凋初期（萎凋後2小時以內）可促進多元酚氧化酶的活性，但隨著萎凋時間的延長（3小時起），活性慢慢下降。而在一般較低溫（20℃及 25 ℃）萎凋時，多元酚氧化酶活性在萎凋3小時後才慢慢提高。由此可知，提高萎凋溫度可以促進多元酚氧化酶活性快速升高。

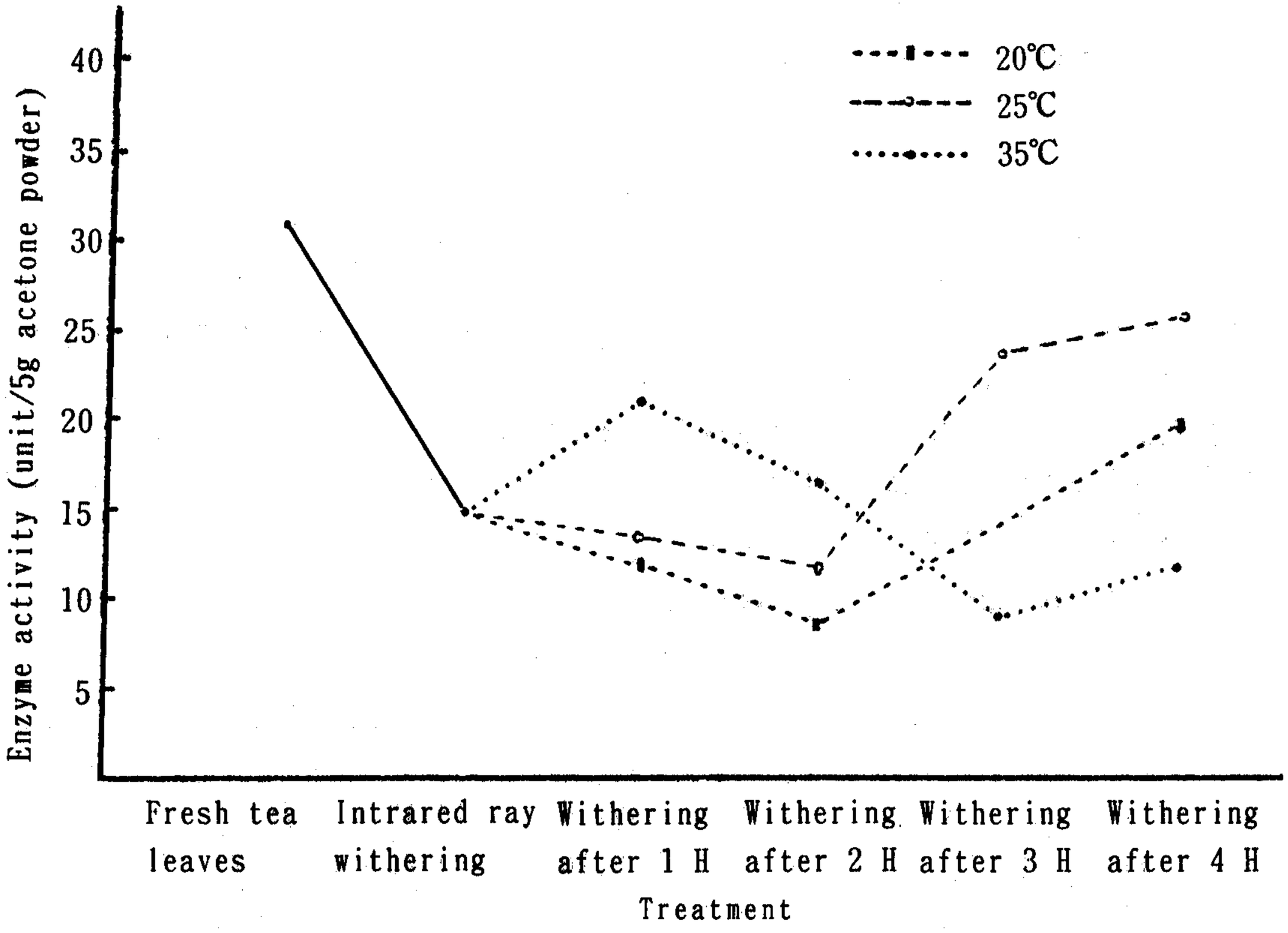


圖2. 多元酚氧化酶活性在製造包種茶萎凋過程中之變化（青心大冇）

Fig.2 Changes of polyphenol oxidase activity during withering stage of Pouchong tea. (C.S.Dapan)

三室溫下萎凋時間對碎型包種茶品質之影響

表1 是茶菁於日光萎凋處理後即刻進行切菁處理，再於室溫（20±2℃）進行萎凋及攪拌、炒菁、揉捻、乾燥等步驟製成碎型包種茶時，其萎凋時間對包種茶品質及茶湯水色之影響。官能品質分析結果顯示，經切菁處理後，萎凋4～5小時其成茶外觀色澤、茶湯水色即已紅變，香氣及滋味趨向於紅茶；而只要萎凋2～3小時，即具有包種茶的色澤，但成茶品質評分比較對照組（傳統條型者）差，香氣不足且滋味淡薄帶菁味。利用色差計測定茶湯水色之分析結果，與官能品質鑑定結果相似。

表1. 室溫下萎凋時間對包種茶官能品質及茶湯水色之影響（台茶17號）

Table 1. Effect of withering time, at room temperature on sensory quality and liquor color of Pouchong tea (TTES 17)

Treatment	Appearance 20%	Liquor color 20%	Aroma 30%	Taste 30%	Overall quality 100%	L	a	b	△E
1Hr	15.2^{bc*}	13.4^{cd}	19.0^{b}	20.0^{c}	67.6^{c}	87.5	-1.7	20.5	24.0
2Hrs	15.0^{bc}	13.6^{cd}	20.8^{c}	20.8^{d}	70.4^{d}	84.9	-2.4	21.9	26.6
3Hrs	14.6^{b}	13.6^{cd}	19.2^{b}	19.2^{b}	67.6^{c}	87.7	-2.5	20.4	23.9
4Hrs	14.6^{b}	13.2^{c}	18.0^{a}	19.0^{b}	64.6^{b}	85.2	-1.9	20.1	25.0
5Hrs	14.4^{b}	12.0^{b}	18.0^{a}	18.0^{a}	62.4^{a}	87.9	-2.5	18.8	22.4
CK	15.8^{c}	13.8^{d}	21.0^{cd}	23.0^{e}	73.6^{e}	84.1	-2.1	17.8	23.9

* : Values are average of six panelists.
a-e: Values with different letter on each column are significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test .
CK : The sample withered for about 8 - 10 hours.

表2 是化學成分分析結果。表中顯示可溶分、茶單寧、可可鹼、茶鹼及咖啡因含量等均隨著萎凋時間的延長逐漸減少，而個別游離胺基酸的含量變化較不規則。但是經切青處理後製得的碎型包種茶，其化學成分均比較傳統條型包種茶含量少；可可鹼、茶胺酸約減少1/3，咖啡因減少約1/5，其原因可能是切青處理造成茶葉中化學成分部分流失，因此使得茶湯滋味及香氣較爲淡薄。

表2. 室溫下萎凋時間對包種茶非揮發性化學成分之影響*（台茶17號）

Table 2. Effect of withering time,at room temperature on non-volatile chemical components of Pouchong tea * (TTES 17)

Component	CK	2Hrs	3Hrs	4Hrs	5Hrs
Solube Solids** (%)	41.40	39.78	39.40	39.33	38.95
Tannins** (%)	15.93	14.60	14.51	14.18	14.38
Theobromine (%) %	1.16	0.76	0.75	0.71	0.74
Theophylline (%) %	0.93	0.72	0.69	0.66	0.65
Caffeine (%)	2.11	1.71	1.65	1.60	1.58
Amino acid (mg/g)					
Lys	0.97	0.64	0.57	0.61	0.81
Thr	0.78	0.55	0.46	0.43	0.52
Ala	0.95	0.90	0.73	0.70	0.85
Leu	0.26	0.13	0.15	0.08	0.14
Ser	1.42	1.08	0.86	0.96	0.92
Tyr	0.57	0.15	0.23	Trace	0.37
Glu	2.83	2.78	2.66	2.34	2.09
Val	0.64	0.37	0.31	0.34	0.44
Phe	0.46	0.39	0.14	0.29	0.42
Asp	3.08	2.70	2.38	2.32	2.48
Gly	0.19	0.17	0.09	Trace	0.13
Ile	0.18	0.10	0.11	Trace	Trace
Gln	0.57	0.62	0.46	0.61	0.53
Theanine	13.83	9.01	8.74	7.59	9.33
γ -aminobutyric acid	0.31	0.32	0.25	0.28	0.25
β -Ala	0.16	Trace	0.12	0.06	Trace
Total Amino Acids	27.20	19.91	18.26	16.61	19.28

* : All data are on dry basis.
**: Average of three experiments.
CK: The sample withered for about 8-10 hours.

四35℃時，萎凋時間對碎型包種茶品質之影響

由溫度與多元酚氧化酶活性試驗中得知，35℃以下的條件下萎凋，提高溫度有使多元酚氧化酶活性快速提高的趨勢，因而加快化學反應速率。因此本試驗利用切碎茶菁於35℃空調室中進行萎凋及攪拌。表3 是茶菁經日光萎凋處理後，將茶菁切碎再於35℃空調室中進行萎凋及攪拌，製成碎型包種茶之官能品質鑑定及茶湯水色分析結果。由表中官能鑑定結果可知，切菁後於35℃空調室中進行萎凋及攪拌，只要萎凋 1小時，即可得到與傳統條型包種茶相似的色澤與品質，但成茶仍然具有滋味淡薄及香氣不足的缺點，而萎凋時間一旦延長（≧3小時），則成茶品質類似紅茶。

表3. 35℃時萎凋時間對包種茶官能品質及茶湯水色之影響 （台茶 17號）

Table 3. Effect of withering time, at 35℃, on sensory quality and liquor color of Pouchong tea (TTES 17)

Treatment	Appearance 20%	Liquor color 20%	Aroma 30%	Taste 30%	Overall quality 100%	L	a	b	△E
1Hr	15.2*^{bc}	13.6^{cd}	21.4^{cd}	20.8^{d}	71.0^{d}	85.8	-2.8	19.6	24.3
2Hrs	15.2^{bc}	13.0^{c}	20.6^{c}	20.6^{c}	69.4^{d}	86.9	-2.7	19.2	23.3
3Hrs	14.6^{b}	12.2^{b}	18.2^{a}	19.2^{b}	66.2^{c}	86.3	-2.4	23.2	27.0
4Hrs	14.6^{b}	12.0^{b}	18.2^{a}	19.4^{b}	64.2^{b}	86.7	-2.1	16.9	21.5
5Hrs	13.2^{a}	11.0^{a}	18.4^{a}	18.2^{a}	60.8^{a}	86.3	-2.1	16.8	23.3
CK	15.6^{c}	13.8^{d}	21.6^{d}	22.8^{e}	73.8^{e}	84.1	-2.2	22.2	26.7

*,a-e: Referred to table 1.
CK: The sample withered for about 4 hours

表4 是35℃時，萎凋時間對包種茶化學成分之分析結果。由表中得知，經切菁處理製得的碎型包種茶，其茶單寧、可可鹼、茶鹼、咖啡因及個別胺基酸含量均比條型茶低。此結果與在室溫萎凋試驗結果相同。由本試驗結果得知，製造碎型包種茶於35℃萎凋較室溫（20±2℃）萎凋可縮短製程約1/2。

表4. 35℃時萎凋時間對包種茶非揮發性化學成分之影響*（台茶 17號）

Table 4. Effect of withering time, at 35℃, on non-volatile chemical components of Pouchong tea * (TTES 17)

Component	CK	1Hr	2Hrs	3Hrs	4Hrs
Solube Solids** (%)	39.49	40.85	40.60	39.41	39.21
Tannins** (%)	16.22	15.03	15.93	13.94	14.18
Theobromine (%)	1.14	0.72	0.78	0.84	0.87
Theophylline (%)	0.80	0.65	0.69	0.71	0.66
Caffeine (%)	1.92	1.59	1.71	1.66	1.66
Amino acid (mg/g)					
Lys	0.83	0.76	0.86	0.63	0.70
Thr	0.89	0.54	0.63	0.72	0.67
Ala	1.02	0.93	0.95	1.21	1.19
Leu	0.50	0.16	0.21	0.41	0.34
Ser	1.79	1.22	1.34	1.27	1.32
Tyr	0.89	0.22	0.36	0.74	0.63
Glu	4.27	3.80	3.87	3.34	3.06
Val	0.61	0.46	0.56	0.54	0.63
Phe	0.59	0.33	0.35	0.54	0.74
Asp	3.35	2.08	2.38	2.04	2.14
Gly	0.17	0.16	0.10	0.08	0.16
Ile	0.23	0.11	0.25	0.28	0.21
Gln	0.58	0.34	0.52	0.39	0.51
Theanine	12.35	8.21	8.78	8.00	8.81
γ-mino butyric acid	0.52	0.34	0.36	0.55	0.51
β-Ala	0.11	Trace	Trace	Trace	0.86
Total Amino Acids	28.70	19.66	21.52	20.74	22.48

* :All data are on dry basis.
** :Average of three experiments.
CK :The sample withered for about 4 hours.

結　論

茶菁在進行日光萎凋後即刻進行切菁處理，再經室內萎凋及攪拌、炒菁、揉捻、乾燥等步驟可製成碎型包種茶。綜合以上結果，切菁確實可以加速茶葉發酵作用的進行。在室溫只要萎凋 2小時；而在35 ℃所需時間更短，僅需 1小時即可達到一般包種茶所需萎凋程度。唯其成茶品質略遜於一般條型包種茶，主要是滋味較淡薄。若萎凋時間延長則有成爲紅茶之虞。因此，要提高此種碎型包種茶的品質，必須有效控制切菁葉片的均一性，以避免發酵不均及切菁時汁液流失而造成茶湯滋味淡薄之問題。

參考文獻

1. 甘子能和林義恒. 1984. 認識台灣的包種茶 附:怎樣評審茶葉的品質. 台灣省茶業改良場文山分場。
2. 阮逸明. 1987. 包種茶水色形成與速溶茶萃取及抗結塊研究. 國立台灣大學食品科技研究所博士論文。
3. 金曉珍. 1989. 烏龍茶製茶過程香氣成分變化之研究. 私中國文化大學家政研究碩士論文。

4. 張如華. 1983. 利用 HPLC 分析茶中植物鹼含量變化之研究. 台灣省茶業改良場 72 年年報: 51-56。
5. A.O.A.C.1984. Official Methods of Analysis,14th ed.P.275, Assosiation of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
6. Bhatia, I. S., 1964. Chemical and physical wither in relation to quality of CTC teas. Two and A Bud 11:118-121.
7. Coggon,P., Moss, G.A. and Sanderson G.W., 1973. Tea catechol oxidase: isolation , purification and kinetic characterization. Phytochemistry 12:1947-1955.
8. Iwasa, K., 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ. 9 (3) :161-164.
9. Kubota, E. and Nakagawa, M., 1973. A quantitative determination of amino acids in tea by automatic amino acid analyzer, Study of Tea 45: 51-57.
10. Kobayashi, A. et al., 1985. Effects of solar-withering and turnover treatment during indoor withering on the formation of Pouchong tea aroma. Agric. Biol. Chem. 49(6):1655-1660.
11. Mahanta, P. K. and Baruah, S., 1989. Relationship between process of withering and aroma characteristics of black tea. J. Sci. Food Agric. 46:461-168.
12. Orchard, J. E. and Owuor, P. O., 1989. Black tea quality: Effects of manufacturing practices on tea quality. Tea 10(2):147-160.
13. Owuor, P. O., 1982. Can theaflavins content alone be adequate parameter in black tea quality estimation? A review. Tea:36-40.
14. Reeves, S. G., 1983. Polyphenol oxidase and model systems and their use in the study of tea manufacture—A review. Tea 4(2):36-40.
15. Saijo, R. and Takeo, T., 1973. Volatile and non-volatile forms of aroma compounds in tea leaves and their changes due to injury. Agric. Biol. Chem. 37(6):1367-1373.
16. Sanderson, G. W., 1964. The theory of withering in tea manufacture. Tea Quarterly 35(3):146-163.
17. Takeo, T., 1966. The leaf polyphenol oxidase III. Studies on the changes of polyphenol oxidase activity during black tea manufacture. Agric. Biol. Chem. 30(6):529-535.
18. Takeo, T., 1981a. Variation in amounts of linalool and geraniol produced in tea shoots by mechanical injury. Phytochemistry 20(9):2149-2151.
19. Takeo, T., 1984. Withering effect on the aroma formation found during oolong tea manufacturing. Agric. Biol. Chem. 48(4):1083-1085.
20. Tokitomo, Y., Ikegami, M., Yamanishi, T., Juan, I-M. and Chiu, W. T-F., 1984. Effects of withering and mass-rolling processes on the formation of aroma components in pouchong type semi-fermented tea. Agric. Biol. Chem. 48(1):87-91.

Effect of Withering Temperature and Time on Manufacturing of Chip-Type Pouchong Tea

Ru-Hwa Chang[1] Min-Hsiung Lee[2*]

Summary

In this study, the tea flush was subjected to cutting soon after solar withering, and then subjected to indoor-withering, panning, rolling and firing to produce chip-type pouchong tea. The results showed that, The cutting treament could shorten the indoor-withering process to 2 hours, at room temperature, to produce the color of pouchong tea, and when the temperature was raised to 35℃, the withering time could be even shortened to only 1 hour, Comparative to traditional type of pouchong tea, it saved time by 6 hours or more.

Key words: Withering temperature and time, Manufactuning, Chip-type Pouchong tea.

---

1. Assistant, Department of Tea Manufacture, Taiwan Tea Experiment Station.
2. Professor, Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan , R.O.C.

臺灣茶業研究彙報13：91-112（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：91-112（1994）

台茶12號製造條形包種茶之研究

鄭正宏

摘　要

根據試驗結果，我們提供以台茶12號製造文山包種茶的標準方法給予茶農參考：包括茶菁原料的採摘、萎凋的方式、殺菁的條件、揉捻的時間、乾燥的方法等。

茶菁採摘之最適條件爲：當茶樹之採摘面達百分之三十至百分之四十開面時，採摘其一心二葉至三葉之嫩葉部分。至於茶菁之日光萎凋條件，以正常萎凋爲佳，並以茶菁之失水量爲7.0%左右時爲最恰當。至於室內萎凋的條件，首先應考慮當日之室溫，當室溫高於25℃時，應施行四回式攪拌方式，低於25℃時，則應採用五回式攪拌方式。四回式之攪拌次數每回分別爲 3，6，12，24次，其靜置時間則分別爲90分，90分，90分，120分；五回式之攪拌次數分別爲3，6，12（搖菁機5分，5轉／分），24（搖菁機8分），36次（搖菁機15分），靜置時間則分別爲 90分，90分，90分，120分，150分。而室內萎凋其茶菁之失水量，應控制在18%～22%之間。室內萎凋要採行幾回式攪拌方式，應在茶菁進廠時就要決定。以上條件爲室內之相對濕度在70%左右時使用。殺菁條件以250℃～260℃（出風口溫度）、時間4 分鐘至5分鐘爲佳，殺菁後茶菁之失水量應控制在38%～41%左右。揉捻時間約在4分鐘至5分鐘之間。幼嫩茶菁揉捻時間應減爲3～4 分。乾燥方式，先以乙種乾燥機溫度100℃、30分鐘初乾，再以電熱循環烤箱80℃、2小時烘至全乾。至於茶菁成熟度較高者，建議採行四回式之攪拌方式，攪拌次數分別爲3，8，18，38次，靜置時間爲90，100，120，180分鐘，其餘製茶過程中的處理皆相同。

關鍵字：條形包種茶，台茶12號，製造條件

前　言

文山茶區泛指坪林、石碇、深坑、南港、汐止等地區，其中南港是本省包種茶的發源地，坪林、石碇是文山包種茶兩個最大產區，其中坪林更可說是茶鄉，約有百分之九十以上之農民是茶農，茶葉的收入是鄉民的主要經濟來源，所產製之茶葉，更可說是文山包種茶之代表。民

＊：臺灣省茶業改良場文山分場製茶課長

間常以『北包種，南烏龍』來分別本省之茶葉，其中之『北包種』即產於文山茶區。在此古老的茶區種植的品種以老祖宗傳下來的青心烏龍爲最多，其次爲青心大冇、竹葉紅心、大葉烏龍、武夷及其他早生種。經由茶業改良場苦心培育的優良品種台茶十二號，在此地已種植的面積約有三、四十公頃，且有增加之趨勢。此品種有異於青心烏龍及其他品種，無論是在茶菁特性方面，茶菁發酵的速度方面，製茶過程的技術方面，都有極大的差異，而農友對此新品種無論在茶菁採摘的成熟度方面，製茶過程的技巧方面，無不以青心烏龍的採製方式爲依歸，導致製茶品質的低落，而怪罪於品種，以致阻礙此新品種在此地區的推廣。實則台茶十二號在文山茶區栽種，不但樹勢好，產量高，且屬早生種，在此人力缺乏時不但可調整產期，早春茶價格高，皆是優點。因而急需吾人針對文山茶區台茶十二號在茶菁特性及採摘品質，製茶過程之技巧方面，做一套完整之探討，提供製造優良文山包種茶的方法，使茶農能更有依據，增加對其產製的信心，才能成爲日後茶園更新品種的參考。

材料與方法

一試驗材料：

以本分場試驗茶園所生產之台茶12號手採菁爲主要原料，並配合石碇、坪林地區農家所生產之茶菁原料爲輔。

二實施方法：

1.茶菁原料分爲下列二種：

(1)一心二葉或三葉，心芽未開面者。

(2)一心二葉或三葉，對口葉形成者。

2.試驗設計：（每處理茶菁數量爲六公斤）

(1)日光萎凋：

葉面溫度：30－38℃

時間：15－25分鐘，以適度爲宜。

萎凋程度：（以肉眼判斷）

Ⅰ、 輕萎凋。II、正常萎凋。III、重萎凋。

萎凋後移入室內，置於舖麻布埕之地板，約20-30分後，再輕輕攪拌一兩次，薄薄攤置笳籃內靜置萎凋。

(2)室內萎凋：（靜置及攪拌）

靜置時間：依經驗判斷，兩回攪拌間之間隔約一至二小時，記錄實際時間以供參考。

攪拌回數：分四回式或五回式攪拌，視室溫及走水情形而定，記錄溫度及時間供參考。

攪拌方式：Ⅰ、3 次，6 次，12次，24次，48次。

II、3 次，5 次，9 次，18次，27次。

(3)殺菁：

外鍋溫度：Ⅰ、240 ℃　II、250 ℃　III、260 ℃

時間：4－6分鐘，視水分而定，記錄實際時間。

殺菁機轉速爲14轉/分。

(4)揉捻：

正常揉捻，時間約四至七分鐘，記錄實際時間。

(5)解塊：

以人工抖散解塊。

(6)乾燥：

Ⅰ、以乙種乾燥機，100℃初乾，再以相同乾燥機，80℃烘至全乾。

Ⅱ、乙種乾燥機，100℃初乾，再以電熱循環式烤箱80℃焙至全乾。

(7)品質鑑定：

以官能評審法鑑定茶葉品質。

結果與討論

茶葉品質的優劣決定於二大因素，一是茶菁原料品質，一是製茶技術，其中原料品質更是決定茶葉品質的最重要因素。

由於品種的特性，台茶12號茶菁萌芽時有向上徒長的趨勢，等到對口葉形成時，茶菁已是過老，根據這些年來觀察茶菁在樹上生長的情形及第一年試驗結果，其最適之採摘時期，爲當茶菁在樹上之採摘面達到百分之三十至百分之四十對口葉時爲最適當。若茶菁之成熟度超過上面所述，則所製成之毛茶黃片多、條索鬆、香氣淡、滋味薄。從第一年之試驗結果即已得知，因而茶菁之採摘條件即定爲，在茶樹上之採摘面達百分之三十至百分之四十開面時，採摘其一心二葉至三葉之嫩葉部分。

第一年試驗，其重點在於探討適當之日光萎凋及室內萎凋條件。夏茶試驗在決定日光萎凋之程度。試驗時日光萎凋之葉溫爲40℃，輕萎凋者曬菁時間爲七分鐘，正常者爲十四分鐘，重者爲二十分，其間之判斷完全以肉眼爲之；當日室溫爲30℃，相對濕度爲63%，室內萎凋採四回式攪拌方式，其靜置時間一律爲九十分鐘，每回攪拌次數分別爲3，6，12，24次，殺菁條件爲250℃，5分鐘，揉捻使用望月式揉捻機，時間爲 4分30秒，乾燥方式採慣行法爲之。（乙種乾燥機100℃、30分鐘初乾，再以電熱循環烤箱80℃、二小時烘至全乾)。同日進行相同之試驗，日光萎凋時葉溫爲38℃，其萎凋程度也以肉眼來判斷，輕者時間爲14分，正常者時間爲20分鐘，重者時間爲28分鐘，其餘條件相同。茲將茶菁在整個萎凋過程之失水情形詳列於表1。毛茶經官能品評結果明列於表2。

表1. 不同日光萎凋程度其萎凋過程茶菁失水量情形 (Summer crop '90)

Table 1. Water content removed from fresh leaves during withering process with different degree of solar withering(by wt.%)

日光萎凋程度 Degree of solar withwring	日光萎凋後 After solar withering	萎凋過程茶菁失水量 Water content removed from fresh leaves during withering process 第一回攪拌前 Before 1st shaking	第二回攪拌前 Before 2nd shaking	第三回攪拌前 Before 3rd shaking	第四回攪拌前 Before 4th shaking	殺菁前 Before panning
輕 (A) Light	4.4	7.8	11.1	13.3	14.4	16.7
正常 (A) Natural	6.6	11.1	14.4	16.6	17.7	18.9
重 (A) Hard	8.8	14.4	16.7	17.7	20.0	21.1
輕 (B) Light	3.7	8.5	13.4	15.9	16.0	19.5
正常 (B) Natural	4.9	9.8	14.6	17.1	17.2	20.7
重 (B) Hard	7.0	12.2	15.2	18.3	20.7	22.0

*(A)、(B)代表同日兩次不同之試驗。

表2. 不同日光萎凋程度對茶葉品質之影響 (Summer crop '90)

Table 2. Effect of tea quality by different degree of solar withering

日光萎凋過程 Solar withering process 萎凋程度 Degree of withering	失水量 loss weight (wt.%)	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total	備註
輕 (A) Light	4.4	6.5	6.0	12.0	16.5	18.0	59.0	水淡、菁味
正常 (A) Natural	6.6	6.5	6.0	14.0	19.0	19.5	65.0	蜜綠
重 (A) Hard	8.8	5.5	6.0	13.0	18.0	17.0	59.5	水黃、味淡
輕 (B) Light	3.7	6.5	6.0	12.0	16.5	17.0	58.0	水淡、菁味
正常 (B) Natural	4.9	6.5	6.0	12.0	16.5	18.0	59.0	水淡、菁味
重 (B) Hard	7.0	6.5	6.0	14.0	21.0	19.5	67.0	蜜綠

根據表2 之結果得知，用肉眼來判斷日光萎凋程度不太標準，最好能以茶菁之失水量來判斷程度之高低。日光萎凋其茶菁之失水量爲7.0%及6.6%者，茶之品質較高，水色蜜綠，香氣發揚，滋味較佳；而失水量低於 6.6%者，其茶湯顏色較淡，略帶菁味；失水量高於8.8者，則毛茶條索較鬆，水色略黃，滋味較薄。因而吾人可將台茶12號之輕萎凋定義爲茶菁之失水量低於6.0%以下者，正常萎凋定義爲茶菁之失水量爲6.0%～8.0%者，重萎凋定義爲茶菁之失水量高於8.0%以上者。其中以正常萎凋者製成毛茶之品質較優。

由於在不同季節，甚至在相同季節，其室內溫度及其相對濕度都會不同；因而在室內萎凋時，茶菁之走水情形就不盡相同，其靜置的時間、攪拌的回數及每回攪拌的次數，都是本試驗應該探討的。

第一年冬茶試驗在決定當氣溫低於25℃時，其室內萎凋應採行之方式。試驗時茶菁爲茶樹採摘面達35%開面時，採擷其一心二至三葉的嫩芽部分，日光萎凋葉溫爲35℃，時間爲20分鐘屬正常萎凋，當日室溫爲21℃，相對濕度爲70%，室內萎凋分爲四回式及五回式兩種攪拌方式，各三重複，每回攪拌次數分別爲3、6、12、24及48次（五回式），攪拌後之靜置時間都爲90分鐘，殺菁前之靜置爲150分鐘，以240℃、4分30秒殺菁，揉捻時間爲4分30秒。乾燥方式採慣行法。製成毛茶之官能品評列於表3。

表3. 室內萎凋不同攪拌方式對茶葉品質之影響 (Winter Crop 1 '90)

Table 3. Effect of tea quality by different type of shaking during indoor withering

攪拌方式 Shaking type	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	香味 Flavour 滋味 Taste	總分 Total
四回式 Four stages	7.0	7.0	16.5	19.0	19.0	68.5
五回式 Five stages	7.0	7.0	15.5	21.0	22.5	73.0

* 表內數據爲三重複之平均值

由表3 結果可知，當室溫低時，其室內萎凋採行五回式攪拌方式，所製得毛茶之香氣發揚，滋味較醇厚。使用四回式攪拌方式者，僅在湯色方面較爲蜜綠，然茶湯略帶菁味及澀味。推論此乃室溫低，茶菁之走水及發酵情形較慢之故。推論四回式者，其第四回攪拌後之靜置時間，若能由90分延長至120分，則毛茶的香味更能發揚。

隔日試驗其茶菁之條件依然相同，日光萎凋時，其葉溫爲35℃，時間依然爲20分鐘，其間經十分鐘後將茶菁輕輕攪拌一次，以使其走水能夠均勻。茶菁經日光萎凋後，移入室內筛歷上爭置，經九十分鐘後進行第一回攪拌。室內萎凋之處理條件詳列於表4。試驗時室內溫度爲21℃，相對濕度69%。

表4. 室內萎凋採行五回式攪拌方式其不同處理條件 (Winter crop 2 '90)

Table 4. Different treatments and their conditions for indoor withering process with five stages type of shaking methods

處理 Treatments (11 公斤茶菁) 11 kg. leaves	室內萎凋過程 Indoor withering process					
	攪拌回數 Order of stage	第一回 1st	第二回 2nd	第三回 3rd	第四回 4th	第五回 5th
A (control)	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	24	48
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	90	120	135
B	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	* 5 min. * 15 min. (by machine, 8 rpm)	
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	90	120	135
C	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	* 5 min. * 15 min. (by machine, 8 rpm)	
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	120	120	135
D	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	* 5 min. * 15 min. (by machine, 8 rpm)	
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	120	135	150
	筋萎數 Numbers of leaf collection plate	12	10	8	5	2

* 搖菁機之轉速爲8轉／分鐘

茶菁（十一公斤）經五回式攪拌後，由原有的12個筋歷逐漸收攏，至殺菁前成爲二個。殺菁條件爲240℃、 5分鐘。揉捻時間爲 5分10秒。乾燥方式爲慣行法。製成之毛茶經官能評審後列表於表5。

表5. 室內萎凋不同處理條件其製茶品質 (Winter crop 2 '90)

Table 5. Quality of tea making by Different indoor withering treatments

處理 Treatments	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour		總分 Total	備註
				香氣 Aroma	滋味 Taste		
A	7.5	7.5	15.0	21.0	22.5	73.5	control
B	7.5	7.0	15.0	21.0	22.0	72.5	微澀
C	7.5	7.0	15.0	19.5	21.0	69.5	味淡
D	7.5	7.0	14.0	18.0	18.0	64.0	雜味

由表5 中得知，對照處理採手拌方式，比起其他處理以搖菁機攪拌方式在香氣方面較能發揚，滋味也佳。處理B 與 A兩者，前者以搖菁機代替手拌，其靜置時間相同，毛茶品質也無太

大差異。處理 B及 C兩者，前者在第三回攪拌後之靜置時間加長30分鐘，但造成毛茶條索較鬆，香氣不揚，滋味淡薄。處理 D，延長第三、四回攪拌後之靜置時間各30分鐘，敢造成毛茶品質更差，可能因靜置時間過長，茶菁消水過多，不但條索較鬆且香味俱差。以此試驗觀察其結果，對照中採五回式攪拌，其次數分別爲 3、6、12、24、48次，靜置時間爲90分、90分、90分、120分、135分，所製成的茶葉品質，已達到我們的要求，似可做爲冬茶製作的標準。

第一年春茶之試驗，首先要探討的是室內萎凋之條件，究竟應採行四回式或是五回式攪拌。日光萎凋時葉溫爲40℃，萎凋時間分別爲10分（輕）、14分（正常）、20分（重），室內萎凋之攪拌次數分別爲手拌 3次、 6次、機拌 5分（5轉／分）、機拌8分、機拌15分（五回式）。室溫爲20℃、相對濕度80%。攪拌後之靜置時間皆爲90分鐘。殺菁條件爲250℃、4分50秒，揉捻時間爲4分30秒，及乾燥依慣行法爲之。毛茶評審結果明列於表6。

表6. 不同日光萎凋及室內攪拌方式其製茶之品質 (Spring crop 1 '91)

Table 6. Quality of tea making by different solar withering and different indoor withering treatments

日光萎凋 Solar withering	室內萎凋 Indoor withering	形狀	色澤	水色	香味 Flavour		總分
程度 Degree	攪拌方式 Shaking type	Appearance	Color	Color of liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	Total
輕 Light	四回式 Four stages	7.0	7.0	14.0	19.5	20.0	67.5
正常 Natural	四回式 Four stages	7.0	7.0	15.0	19.5	21.0	69.5
重 Hard	四回式 Four stages	7.0	7.0	14.0	19.5	21.0	68.5
輕 Light	五回式 Five stages	7.5	7.5	17.0	21.0	21.0	74.0
正常 Natural	五回式 Five stages	7.5	7.5	16.0	22.5	21.0	74.5
重 Hard	五回式 Five stages	7.0	7.0	14.0	19.5	18.0	65.5

由表6 之結果我們可以推論，春季時當室溫低於25℃時，其室內萎凋與冬季時相同。應採行五回式攪拌方式。另外日光萎凋也應採行正常日光萎凋之方式。其中重萎凋攪拌五回式者，不但條鬆、水黃且香氣不揚，滋味淡澀，不宜採行。

春茶第二次試驗，室溫爲28℃，相對濕度68%，茶菁之各種萎凋處理及其製茶品質如表 7所示，靜置時間及攪拌方式，殺菁、乾燥條件與前一次試驗皆相同。其中五回式攪拌者，在殺菁前葉緣部分都已明顯紅變。

表7. 不同日光萎凋及室內攪拌方式其製茶之品質 (Spring crop 2 '91)

Table 7. Quality of tea making by different solar withering and different indoor withering treatments

日光萎凋 Solar withering 程度 Degree	室內萎凋 Indoor withering 攪拌方式 Shaking type	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total
輕 Light	四回式 Four stages	7.5	7.5	16.0	19.5	21.0	71.5
正常 Natural	四回式 Four stages	7.5	7.5	16.0	22.5	21.0	74.5
重 Hard	四回式 Four stages	7.5	7.5	16.0	18.5	21.0	70.5
輕 Light	五回式 Five stages	7.5	7.5	16.0	18.0	18.0	67.0
正常 Natural	五回式 Five stages	7.5	7.5	15.0	19.5	19.5	69.0
重 Hard	五回式 Five stages	7.0	7.0	14.0	18.0	18.0	64.0

由表7 中之結果可知，當室溫高於25℃時，室內萎凋方式以採行四回式之攪拌方式較爲恰當；其中又以正常日光萎凋者製得之茶葉品質爲佳，已達吾人所要求之水平。

春茶第三次試驗，室溫爲23℃，相對濕度75%，日光萎凋時葉溫爲35℃，時間分別爲11分、13分、16分。日光萎凋至第一回攪拌之置時間爲90分。各回攪拌後之靜置時間分別爲90分、90分、90分、120分、170分。各回攪拌處理分別爲手拌3次、6次、機拌5分、機拌8分、機拌15分，機拌時其搖菁機之轉速爲5轉／分。室內萎凋其茶菁失水量情形如表8 所示，四回式攪拌處理，其殺菁前之茶菁失水量同表中第五回攪拌者。殺菁、乾燥條件皆與前相同。製成毛茶之品質評審結果如表9。

表8. 不同日光萎凋程度其萎凋過程茶菁失水量情形 (Spring crop 3 '91)

Table 8. Water content removed from fresh leaves during withering process with different degree of solar withering(by wt.%)

日光萎凋程度 Degree of solar withering	萎凋過程茶菁失水量 Water content removed from fresh leaves during withering process						
	日光萎凋後 After solar withering	第一回攪拌前 Before 1st shaking	第二回攪拌前 Before 2nd shaking	第三回攪拌前 Before 3rd shaking	第四回攪拌前 Before 4th shaking	第五回攪拌前 Before 5th shaking	殺菁前 Before panning
輕 Light	4.5	7.2	9.0	10.7	12.4	15.7	16.7
正常 Natural	5.6	8.1	10.5	11.1	12.5	15.8	16.7
重 Hard	7.1	10.8	12.6	13.5	14.3	17.5	18.0

表9. 不同日光萎凋及室內攪拌方式其製茶之品質 (Spring crop 3 '91)
Table 9. Quality of tea making by different solar withering and different indoor withering treatments

日光萎凋過程 Solar withering process		室內萎凋 Indoor withering	形狀	色澤	水色	香味 Flavour		總分
程度 Degree	失水量(%) Loss weight	攪拌方式 Shaking type	Appearance	Color	Color of liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	Total
輕 Light	4.5	四回式 Four stages	7.5	7.0	17.0	20.5	18.0	70.0
正常 Natural	5.6	四回式 Four stages	7.5	7.5	16.0	21.0	18.5	70.5
重 Hard	7.1	四回式 Four stages	7.5	7.5	16.0	22.5	20.0	73.5
輕 Light	4.5	五回式 Five stages	7.5	7.5	17.0	21.0	18.5	71.5
正常 Natural	5.6	五回式 Five stages	7.5	7.5	16.0	21.0	19.5	71.5
重 Hard	7.1	五回式 Five stages	7.5	7.5	16.0	22.5	21.0	74.5

表9 中其日光萎凋的程度，都是根據師傅經驗以肉眼來作判斷，所謂之重萎凋，實際爲吾人上述所定義之正常日光萎凋，其餘兩者皆屬於輕萎凋之方式，其製茶品質仍是以茶菁之失水量爲7.1%者爲最佳，這又一次証明應以茶菁失水量來表示其日光萎凋程度。製茶當日之室溫爲24℃，剛好處於室內萎凋究應採取四回式或五回式攪拌方式之臨界點，其結果仍以五回式者略佳，然與四回式差異極微。

由第一年的結果，初步的結論爲，茶菁之採摘最適條件爲，當茶樹之採摘面達百分之三十至百分之四十開面時，採摘其一心二葉至三葉之嫩葉部分。至於茶菁之日光萎凋條件，以正常萎凋爲佳。吾人並將台茶12號之輕萎凋定義爲茶菁之失水量低於6.0%以下者，正常萎凋爲茶菁之失水量爲6.0%～8.0%者，重萎凋爲茶菁之失水量高於8.0%以上者。至於室內萎凋其攪拌回數以當日之室溫來做考慮，室溫低於25℃時，應施行五回式攪拌，高於25℃時，則應採用四回式攪拌方式。室內萎凋要採行幾回式攪拌方式，應在茶菁進廠時就要決定。殺菁條件以240℃～250℃、時間 4分30秒至 5分爲佳，揉捻時間約在 4分30秒至 5分之間。

第二年試驗乃根據第一年試驗之初步結果：茶菁之採摘條件爲在茶樹之採摘面達30～40%開面時採摘其嫩葉部分。日光萎凋則以正常日光萎凋爲宜（茶菁失水量約 7.1%）。本年試驗之目的乃在決定台茶12號製造條形包種茶，其室內萎凋之最適條件，包括攪拌回數、攪拌次數、靜置時間等。

夏茶試驗其室內萎凋之處理，分爲四回式及五回式攪拌兩種處理方式，其靜置時間分別爲90，90，120，120及120分（五回式），此爲實際試驗記錄。攪拌次數方法又分爲兩種㈠3，6，12，24次及48次 (五回式)。㈡ 3，5，9，15次及25次(五回式)，各作三個重複。其中日光萎凋平均失水量，四回式爲7.08%，五回式爲7.05%，室內萎凋平均失水量，四回式爲23.3%，五回式爲25.8%；殺菁條件爲260℃、 4分鐘，殺菁後平均失水量，四回式爲41.3%，五回式爲43.3%，揉捻時間爲 4分鐘。結果顯示出，室內攪拌以採四回式攪拌者爲佳，五回式攪拌者條形較爲粗鬆，水色較紅，香氣不揚，滋味淡薄微澀。攪拌次數則以3，6，12，24次者之方法較

佳。另一結論則爲，若夏茶製作要採用五回式攪拌方式者，則要採取輕攪拌之方式，攪拌次數應以3，5，9，15，25次爲佳。初步推論其最後一次攪拌次數應以24 次左右爲宜。因夏季室溫較高，水分蒸發較快，不宜採用五回式攪拌。其結果詳列如表10。表中數值爲各處理方式其三重複之平均值，處理之攪拌次數A 爲3次，6次，12次，24次，48次，B 爲 3次，5次，9次，15次，25次。夏茶其室內萎凋茶菁之失水量應以23%以下爲宜，失水量太高則會造成條鬆、滋味淡薄及水色差的現象。

表10. 不同室內萎凋方式其製茶之品質 (Summer crop '91)

Table 10. Quality of tea making by using different indoor withering processing treatments

室內萎凋方式及其茶菁失水量 Indoor withering using methods and their water content removed from fresh leaves			形狀	色澤	水色	香味 Flavour		總分
攪拌方式 Shaking type	手拌次數 Shaking times	失水量(%) Loss weight	Appearance	Color	Color of liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	Total
四回式 Four stages	3,6,12,24, (by hand)	23.5	7.5	7.0	15.0	21.5	20.5	71.5
四回式 Four stages	3,5,9,15, (by hand)	23.2	7.3	6.7	15.6	21.0	19.5	70.1
五回式 Five stages	3,6,12,24,48, (by hand)	26.0	6.7	6.0	13.0	19.5	18.0	63.2
五回式 Five stages	3,5,9,15,25, (by hand)	25.6	7.2	6.7	13.3	20.0	19.5	66.7

秋茶試驗時茶菁條件相同，室溫爲29℃，相對濕度爲66%，其室內萎凋之處理條件如表11，殺菁溫度爲260℃、時間 4分鐘，製成毛茶之品質評定如表12。

表11. 秋茶萎凋處理過程中茶菁失水量及室內萎凋採行方式 (Autumn crop '91)

Table 11. Different type of treatments for indoor withering process and their water content removed percentage from fresh leaves through withering process

處理 Treatments	室內萎凋過程 Indoor withering process						茶菁失水量(%) Water removed from fresh leaves		
	攪拌回數 order of stage	一回 1st	二回 2nd	三回 3rd	四回 4th	五回 5th	日光萎凋 Solar withering	室內萎凋 Indoor withering	殺菁 Panning
A	手拌次數(by hand) shaking times	2	3	5	9	-	6.7	20.6	41.7
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	90	130	-			
B	手拌次數(by hand) shaking times	3	5	9	15	-	7.0	20.2	38.0
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	90	130	-			
C	手拌次數(by hand) shaking times	2	3	5	9	15	7.5	22.6	40.0
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	90	90	130			
D	手拌次數(by hand) shaking times	3	5	9	15	25	7.6	22.4	39.0
	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	90	90	130			
E	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	24	-	7.5	22.2	38.0
Control	靜置時間(分) setting time(min.)	90	90	90	130	-			

表12. 室內萎凋過程不同處理方式對茶葉品質之影響 (Autumn crop '91)

Table 12. Effect of tea quality by using different treatments in indoor withering process

處理 Treatment	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total	備註
A	7.5	7.5	15.0	18.0	18.0	66.0	菁味、淡澀
B	8.0	7.5	15.0	19.5	19.5	69.5	菁味、淡澀
C	8.0	7.5	15.0	21.0	19.5	70.0	菁味
D	8.0	7.5	15.0	21.5	21.5	73.5	
E	8.0	7.5	16.0	22.5	21.5	75.0	

表中數值爲三重複之平均值。處理 A及 B同屬四回式輕攪拌方式，由表12中可知，因攪拌不足，茶湯皆帶菁臭味，香氣無法充分發揮，且滋味淡澀。處理 C及 D同屬五回式輕攪拌方式，其中 C處理之茶湯仍帶微菁味，香氣較佳，滋味仍淡薄。對照之方式即根據上述試驗之最佳方法，經証明其製茶品質也是最好，香氣較能發揚，滋味醇厚。D處理屬五回式之輕攪拌方式

，然亦不是最好方法。因而在氣溫高時，仍應採行四回式之攪拌方式，攪拌次數分別爲 3，6，12，24次，靜置時間分別爲90，90，90，130分。若要採用五回式之攪拌方式，則應使用輕攪拌之方式，其每回攪拌次數建議爲 3，5，9，18，27次。

綜合以上試驗，室內萎凋應控制在茶菁之失水量18～23%爲度，殺菁後茶菁之失水量應控制在38～41%左右。

冬茶試驗茶菁條件相同，日光萎凋時，葉溫爲29℃，時間爲40分鐘，屬正常萎凋。試驗當天由於天冷，室溫僅有20℃，爲使其葉內水分蒸發加速，故室內以熱風方式加溫並保持室溫爲23℃左右，相對濕度60%，稍爲乾燥。室內萎凋之處理如表13，其中攪拌五回式者其平均失水量爲20%，六回式者爲21.2%。每回攪拌後之靜置時間分別爲65，85，90，100，110，110分鐘（六回式），各處理其殺菁前之靜置時間都爲110分鐘。殺菁條件皆爲260℃，5分鐘，殺菁後其茶菁平均失水量爲37.9%。揉捻時間爲4分30秒。各處理毛茶經官能評審後列於表14。

表13. 室內萎凋過程不同攪拌方式相同靜置時間其處理條件 (Winter crop '91)

Table 13. Different type of shaking methods with same setting time for indoor withering process

處理 Treatments	室內萎凋過程 Indoor withering process						
	攪拌回數 order of stage	一回 1st	二回 2nd	三回 3rd	四回 4th	五回 5th	六回 6th
	靜置時間(分) setting time(min.)	65	85	90	100	110	- 110
A	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	24	32	-
B	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	24	15min. (by machine, 5 rpm)	-
C	手拌次數(by hand) shaking times	2	4	8	16	28	-
D	手拌次數(by hand) shaking times	2	4	8	16	15min. (by machine, 5 rpm)	-
E	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	24	28	32
F	手拌次數(by hand) shaking times	3	6	12	24	28	15min. (by machine, 5 rpm)
G	手拌次數(by hand) shaking times	2	4	8	16	28	32
H	手拌次數(by hand) shaking times	2	4	8	16	28	15min. (by machine, 5 rpm)

表14. 室內萎凋過程不同攪拌方式相同靜置時間其處理方式對茶葉品質之影響(Winter crop '91)

Table 14. Effect of tea quality by using different type of shaking methods with same setting time for indoor withering process

處理 Treatments	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	香味 Flavour 滋味 Taste	總分 Total
A	7.5	7.0	14.0	25.5	22.5	76.5
B	7.5	7.0	14.0	22.5	21.0	72.0
C	6.5	6.5	13.0	22.5	20.0	68.5
D	6.5	6.5	13.0	22.5	20.5	69.0
E	7.5	7.0	14.0	22.5	19.5	70.5
F	7.5	7.0	14.0	21.0	19.5	69.0
G	6.5	6.5	13.0	21.0	19.5	66.5
H	6.5	6.5	13.0	21.0	20.0	67.0

由表14的結果顯示出，室內萎凋採用五回式攪拌方式者比六回式者好，尤以處理A，攪拌次數爲3，6，12，24，32次者，香氣發揚，滋味最佳。而處理B以搖菁機（5轉／分）代替手拌方式，可能因攪拌太重，靜置時間不夠，香氣及滋味較差，但品質水準仍夠，若減少攪拌時間，可能會提升製茶品質。處理C及D屬輕攪拌方式，而其靜置時間相同，茶湯因而水薄、香氣不揚且外形條索較鬆。六回式攪拌處理之E～H，其製成之毛茶，香氣較差，滋味較薄，其輕攪拌方式者，茶湯也略帶澀味。

春茶第一次試驗時，茶菁仍非常幼嫩，茶樹的開面程度只有20%左右，日光萎凋時溫度爲33℃，相對濕度爲75%，萎凋時間爲35分鐘，其各處理茶菁平均失水量爲7.1%，當日室溫爲24℃，相對濕度爲 80%，夜晚時上升至25℃，相對濕度則降爲72%，室內萎凋之靜置時間分別爲90，100，120，120及150分鐘（五回式）。開始萎凋時，因濕度高走水較慢，故第二、三回之靜置時間由90分、90分，延長爲100分、120分。殺菁條件爲250℃、4分鐘，揉捻時間爲3分鐘，乾燥使用慣行法爲之。其製成毛茶經官能評審結果如表15。

表15. 室內萎凋不同攪拌方式相同靜置時間其處理方式對茶葉品質之影響(Spring crop 1 '92)

Table 15. Effect of tea quality by using different type of shaking methods with same setting time for indoor withering proces

處理 Treatments	室內萎凋過程 Indoor withering process 攪拌方式 Shaking type	室內萎凋過程 Indoor withering process 手拌次數 Shaking times	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	香味 Flavour 滋味 Taste	總分 Total
A	四回式 Four stages	3,6,12,24, (by hand)	8.5	8.0	17.0	25.5	25.5	84.5
B	四回式 Four stages	3,5,9,18, (by hand)	8.5	8.0	14.0	21.0	22.5	74.0
C4 (Control)	四回式對照 Five stages	3,6,16,31, (by hand)	8.5	8.0	15.0	24.5	24.5	80.5
D	五回式 Five stages	3,6,12,22,36, (by hand)	8.5	8.0	15.0	25.5	25.5	82.5
E	五回式 Five stages	3,5,9,15,27 (by hand)	8.5	8.0	16.0	25.5	26.5	84.5
C5 (Control)	五回式對照 Five stages	3,6,12,18,33, (by hand)	8.5	8.0	15.5	25.5	25.5	83.0

四回式B處理屬輕攪拌方式，不但茶湯水色淡且帶青澀味，香氣也不能發揚。處理C4及C5爲攪拌四回式、五回式之對照，由經驗豐富的老師傅來做，並紀錄其每回實際攪拌次數。四回式對照可能因第三及第四回攪拌次數較多，以致水色微黃，香味略差。五回式攪拌者處理D、E及C5其製成之毛茶差異不大，其中以使用輕攪拌方式之處理 E品質較佳。

根據上述試驗，幼嫩茶菁其室內萎凋之攪拌宜輕，殺菁溫度應以250℃，4分鐘即可。揉捻時間以3分鐘爲宜，室內萎凋若要採行五回式攪拌方式宜採輕攪拌方式，其次數要稍微減少，否則製成毛茶之水色、滋味都會較差。建議四回式之攪拌次數爲 3，6，12，24次，靜置時間爲90，100，120，120分，五回式者爲 3，5，9，15，27次，靜置時間爲90，100，120，120，150分。

第二次試驗茶菁之品質爲3%開面，可說是台茶12號品種最適合之採摘時期。處理分爲四回式攪拌、五回式攪拌及對照等。當日之室溫爲23℃，濕度爲56%，稍乾，日光萎凋採正常日光萎凋，葉表面溫度爲32℃，時間爲15 分鐘，八分鐘時輕輕翻拌一次，茶菁失水量，各處理平均爲7.03%。移入室內後繼續進行萎凋工作，並記錄其實際處理條件。經靜置90分鐘後進行第一回攪拌，對照試驗由製茶師傅依經驗判斷來作，並記錄實際資料。茲將製茶流程簡單製作如圖1，製成毛茶後品質評審結果詳列於表16。表中數值爲試驗二重複之平均值，攪拌方式 A爲手拌 3，6 ，12，24及36次（五回式）攪拌方式 B爲手拌 3，5 ， 9，17及26次（五回式），攪拌方式C4爲四回式之對照，次數爲手拌 3，6 ，16，33次，攪拌方式C5爲五回式之對照，次數爲手拌 3，6 ，12，18及33次。

表16. 室內萎凋不同攪拌方式其處理方式對茶葉品質之影響 (Spring crop 2 '92)

Table 16. Effect of tea quality by using different type of shaking methods for indoor withering proces

處 理 Treatments	室內萎凋過程 Indoor withering process		形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour		總分 Total
	攪拌方式 Shaking type	手拌次數 Shaking times				香氣 Aroma	滋味 Taste	
A4	四回式 Four stages	3,6,12,24, (by hand)	8.5	8.0	17.0	24.7	24.7	83.4
B4	四回式 Four stages	3,5,9,17, (by hand)	8.5	8.0	17.0	21.0	22.5	77.5
C4 (Control)	四回式對照 Four stages	3,6,16,33, (by hand)	8.5	8.5	17.0	25.0	25.0	84.0
A5	五回式 Five stages	3,6,12,24,36, (by hand)	8.5	8.5	18.0	26.5	26.5	88.0
B5	五回式 Five stages	3,5,9,17,26 (by hand)	8.5	8.5	17.0	24.5	25.0	83.5
C5 (Control)	五回式對照 Five stages	3,6,12,18,33, (by hand)	8.5	8.5	17.0	25.5	25.0	84.5

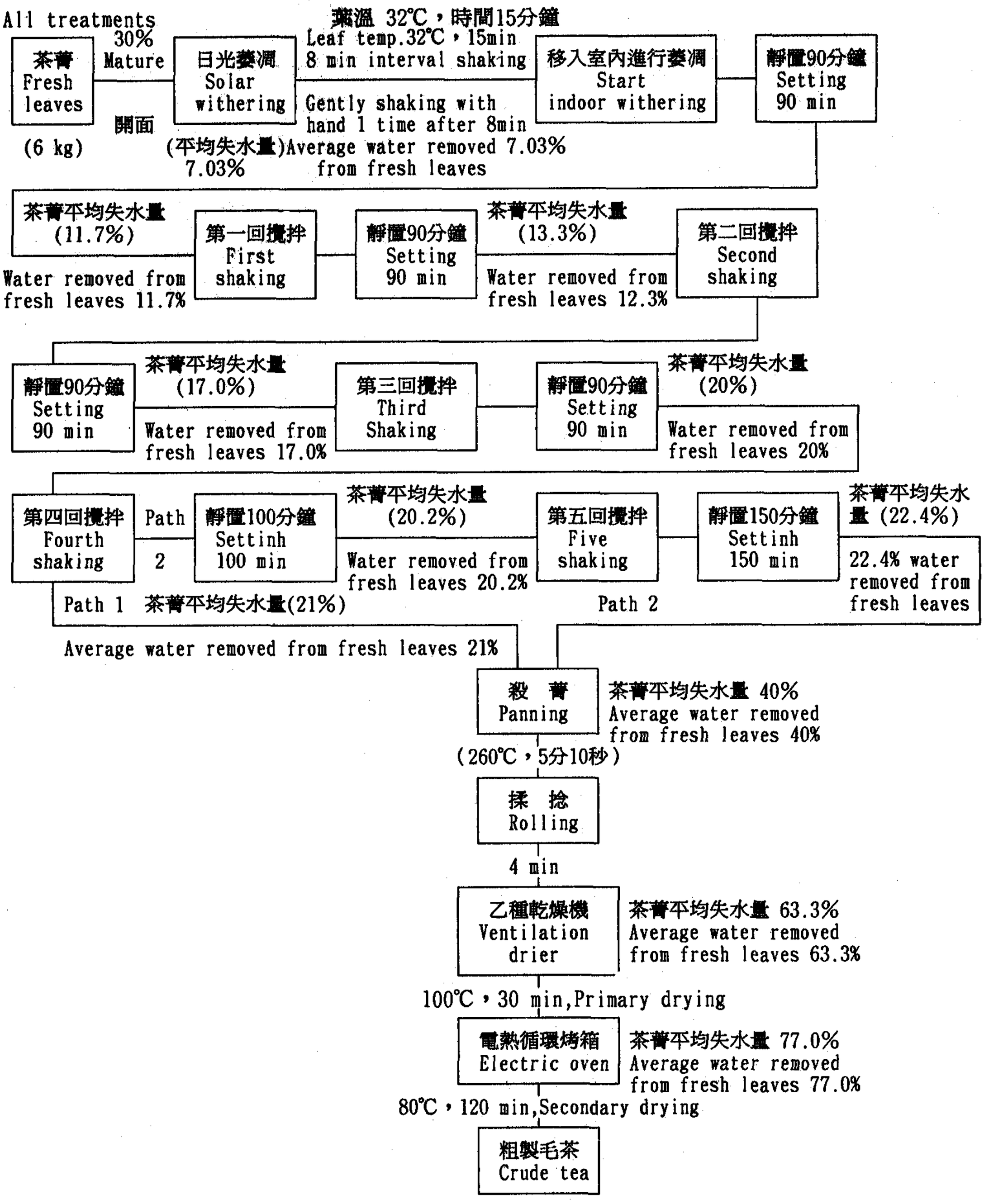


圖1. 春茶試驗製茶流程 (Spring crop 1 '92)

Fig. 1. Flow chart of tea making process for spring crop

其中攪拌四回、方式B 者，帶菁味且茶湯帶澀味，顯示出攪拌不夠，臭菁味仍保留在內。而攪拌五回、方式B 者也是相同的情形，茶湯略帶菁味。由表16中可知，毛茶在形狀、色澤、水色等方面幾無差異，攪拌四回式者，茶湯滋味較薄，且稍帶菁味，攪拌五回式者，茶湯滋味口感較厚實，且水帶甜香。資料中顯示，室溫低仍以五回式之攪拌方式爲宜，回數則應以方式A 來作，若決定使用四回式攪拌方式，則第三、四回之攪拌次數應增加爲16次及33次，並縮短靜置時間爲90分，140分如此才可去除茶湯中之菁味，提高部分品質。

秋茶試驗主要在探討殺菁溫度對製茶品質之影響，茶菁以手採菁爲之，當日之室溫爲27℃，濕度爲66%，日光萎凋時葉溫爲38℃，時間爲15分鐘，其間七分鐘時輕輕翻拌，以使茶菁平均萎凋。室內萎凋時使用四回式攪拌方式，攪拌次數分別爲3、6、12、24 次，靜置時間則爲90分、90分、120分、120分。殺菁後照一般正常方式處理製成毛茶。其評審結果詳列如表17。

表17. 不同殺菁溫度對茶葉品質之影響 (Autumn crop '92)

Table 17. Effect of tea quality by using different panning temperature

殺菁過程 Panning process		形狀	色澤	水色	香味 Flavour		總分
殺菁溫度 Panning temperature	總失水量(%) Total Loss weight	Appearance	Color	Color of liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	Total
250℃	40.3	7.7	7.2	16.0	22.0	20.5	73.4
260℃	40.9	7.2	7.0	15.7	21.5	19.0	71.4
270℃	40.1	7.0	7.5	14.7	21.5	19.0	69.7
280℃	40.8	6.8	7.3	14.7	21.0	19.0	68.8

*表中數值爲各處理其茶樣三重複經評審後其分數之平均值。

由上可知，殺菁溫度應以 250℃爲宜，殺菁溫度高者，毛茶色澤較爲翠綠，然條索較不緊結，水色較淡，香氣及滋味不能充分發揚。此試驗中日光萎凋時茶菁的失水量平均爲6.4%，室內萎凋後茶菁之失水量平均爲23.8%，殺菁後茶菁之平均失水量爲40.4%，乾燥後茶菁之平均失水量爲78.4%。此亦証明殺菁條件以 250℃爲宜。

冬茶試驗以手採茶菁爲之，茶菁100公克中，對口葉部分佔25公克，開面程度約爲25%，當日室溫爲25℃，相對濕度爲50%，日光萎凋時葉溫爲32℃，時間爲20分鐘，其間15分鐘時輕輕翻拌三次，並將其再平均攤薄於日光下萎凋。由於室溫較低，故採行五回式攪拌之方式，靜置時間分別爲60分、60分、105分、120分、145分，攪拌次數分別爲手拌3次、6次、搖菁機機拌3分、 6分、20分，其容量爲20斤，每分鐘爲四轉。殺菁處理分爲三種，260℃、5分，260℃、6分，280℃、5分，殺菁後經揉捻四分鍾，乙種乾燥機初乾（100℃，30分鐘），電熱循環烤箱再乾（80℃，120分鐘）後即爲粗製毛茶。殺菁試驗之流程如圖2 所示。毛茶之品質評定結果列表於表18，表中評分爲四次評審之平均值。對照試驗由製茶師傅依經驗判斷來作，其攪拌方法爲手拌3次，6次，12次，18次，機拌20分（5轉／分）。

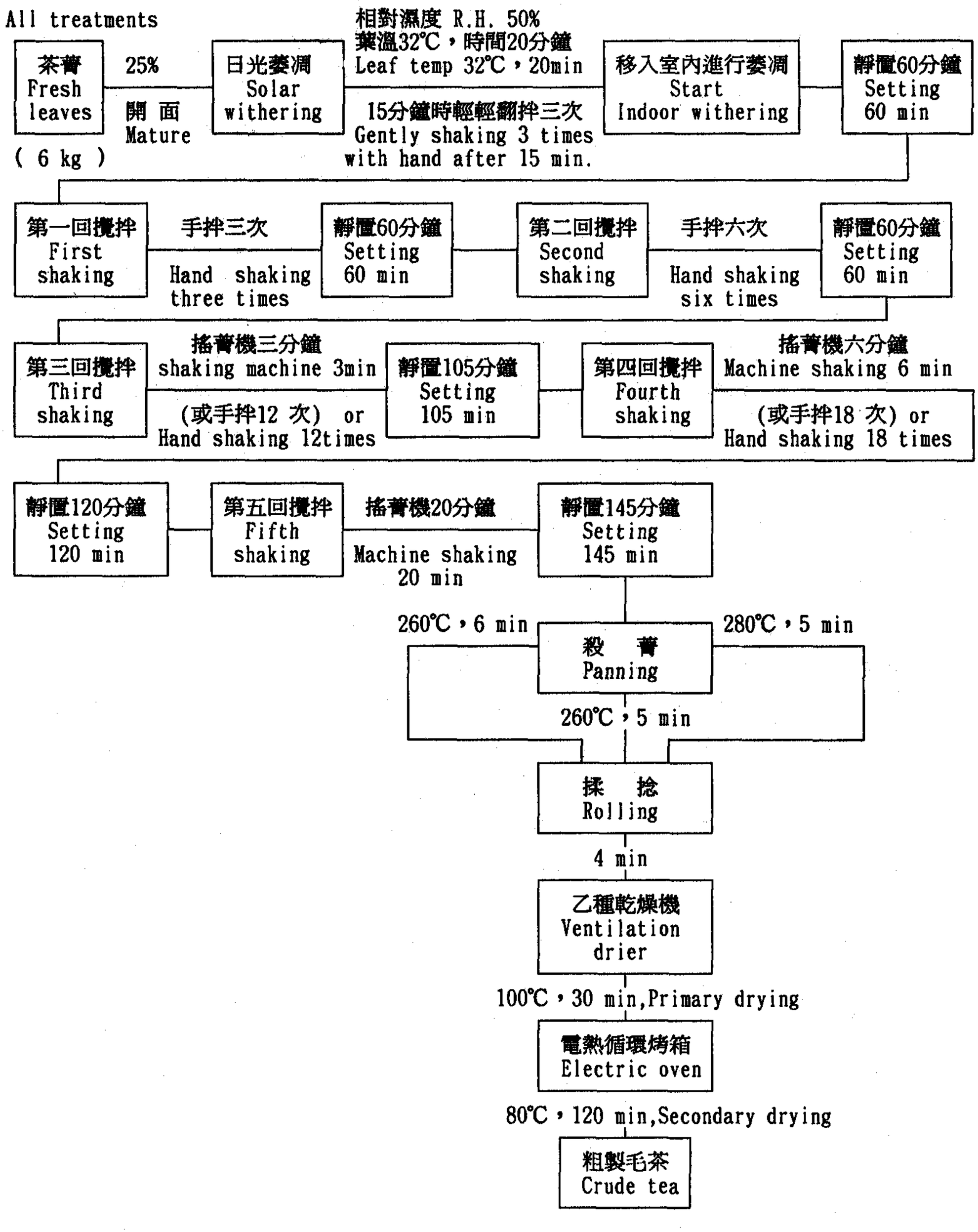


圖2. 殺菁試驗製茶流程圖 (Winter crop '92)

Fig. 2. Flow chart of tea making process for different panning conditions

表18. 不同殺菁條件對茶葉品質之影響 (Winter crop '92)
Table 18. Effect of tea quality by using different panning conditions

殺菁條件 Panning conditions	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	香味 Flavour 滋味 Taste	總分 Total	備註
260℃,5 min.	7.5	7.5	16.0	24.8	24.3	80.1	菁味
260℃,6 min.	7.5	7.5	15.0	24.3	23.3	77.6	菁澀、悶味
280℃,5 min.	7.0	7.0	14.8	22.5	23.1	74.4	條鬆、黃片

由表18可知，殺菁之最適條件以溫度260℃，時間五分鐘爲宜。相同溫度，時間增爲六分鐘，則會產生悶味且茶湯微帶澀味。溫度提高爲280℃，時間五分鐘，則毛茶外形條鬆且會產生黃片，茶湯味淡、微澀、微悶味。以第一次泡完之茶渣再泡，時間仍爲五分鐘，則260℃，6分鐘及280℃，5分鐘條件製成之毛茶其缺點更爲明顯，茶湯微濁帶黑，且都帶有微火焦味。由於相對濕度低，水分蒸散快，第一、二回之靜置時間縮短爲60分、60分。而攪拌次數在第四回減至18次。

冬茶另一次試驗爲乾燥方式之比較。將經萎凋、殺菁、揉捻過後之茶菁分爲二種方式來乾燥，第一種處理爲先以乙種乾燥機100℃、30分鐘初乾，再以相同機械80℃、90分烘至全乾，另一種處理爲以乙種乾燥機100℃、30分鐘初乾後，再以電氣循環烤箱80℃、2小時烘至全乾，每處理做三重複。兩種處理製成之毛茶，在形狀、色澤、水色方面都無差異，香氣方面以第一種方式處理者，香味較清，然香氣逸失較大，且茶湯略帶菁味及澀味。另一種處理在香氣方面略帶濃香，而滋味也較厚實。比較起來以乙種乾燥機初乾，再以電熱循環烤箱乾燥之方式較佳。

無論在茶菁條件、日光萎凋程度、室內萎凋方式、殺菁條件、揉捻時間，乾燥條件等都已初步完成。前面試驗以手採茶菁進行試驗，近年來由於採工之不足及其他原因，在文山茶區也逐漸實行機採，因而有需要針對剪採茶菁做一些探討。

春茶試驗在探討室內萎凋時攪拌輕重及揉捻時間長短對成茶品質之影響，並建立成熟採茶菁及剪採茶菁之適製條件。春茶試驗以剪採茶菁爲之，茶菁長短參差不齊，所製成之毛茶外形較差，黃片多且條鬆。當日室溫爲20℃，相對濕度爲80%，日光萎凋時葉溫爲30℃時間爲30分鐘，其間15分鐘時以手輕輕翻拌三次，並將其再平均攤薄於日光下萎凋。日光萎凋茶菁之失水量爲6.4%。由於茶菁較老，若採行五回式攪拌方式之室內萎凋，則成茶滋味會較淡，故室內萎凋採行四回式攪拌方式。其中攪拌方式有四種處理，揉捻方式依時間長短分爲兩種處理，合計共八種處理。處理IV及處理VIII爲對照，採手拌方式，由製茶老師傅依經驗判斷來作。而其靜置時間分別爲90分、90分、120分、180分。室內萎凋攪拌輕重暨揉捻時間之處理及其茶菁失水量百分比詳列於表19。每處理茶菁量爲5.5公斤。機拌搖菁機容量爲12公斤，每分鐘四轉。

表19. 春茶試驗製茶過程各相關條件及處理 (Spring crop '93)
Table 19. All relation conditions and their treatments of tea making procedure for the experiment

處理 Treatments	室內萎凋過程 Indoor withering process				殺青條件 Panning condition
攪拌回數 Order of stage	第一回 1st	第二回 2nd	第三回 3rd	第四回 4th	
攪拌方式 Shaking type	手拌 (by hand)	機拌 (by machine,	4 rpm)	機拌	260℃, 5 min
靜置時間(分) Setting time(min.)	90	90	120	180	揉捻時間
茶菁失水量(%) Total lose weight	9.1	11.8	13.6	14.6	Rolling time
I 攪拌方法 shaking methods	3 times	2 min	4 min	16 min	5 min
II 攪拌方法 shaking methods	3 times	3 min	6 min	18 min	5 min
III 攪拌方法 shaking methods	3 times	4 min	8 min	25 min	5 min
IV 攪拌方法 shaking methods	3 times	6 times	12 times	32 times (All by hand shaking)	5 min
V 攪拌方法 shaking methods	3 times	2 min	4 min	16 min	6 min
VI 攪拌方法 shaking methods	3 times	3 min	6 min	18 min	6 min
VII 攪拌方法 shaking methods	3 times	4 min	8 min	25 min	6 min
VIII 攪拌方法 shaking methods	3 times	6 times	12 times	32 times (All by hand shaking)	6 min

各處理茶菁經室內萎凋後，以260℃，5 分鐘殺菁，殺菁機之迴轉速爲14轉／分。殺菁後其茶菁平均失水量爲34.6%。其後各處理茶菁以表1 所列時間分別揉捻五分鐘或六分鐘，再以乙種乾燥機初乾（100℃，30分鐘），電氣循環烤箱再乾（90℃，90分鐘）後即爲粗製毛茶。毛茶之品質經官能評審評定結果詳列於表20。

表20. 春茶試驗不同製茶處理過程對茶葉品質之影響 (Spring crop '93)
Table 20. Effect of tea quality by using different tea making procedure

處理 Treatments	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Color of liquor	香味 Flavour 香氣 Aroma	香味 Flavour 滋味 Taste	總分 Total	備註
I	6.5	6.5	17.0	21.0	19.5	70.5	微菁澀
II	6.5	6.5	17.0	21.5	21.0	72.5	微澀
III	6.5	6.5	16.5	22.5	22.5	74.5	清香圓滑
IV	6.5	6.5	16.0	21.0	19.0	69.0	澀味
V	6.5	6.0	16.5	19.5	19.5	68.0	微菁澀
VI	6.5	6.0	16.5	20.0	20.0	69.0	微澀
VII	6.5	6.0	17.0	21.5	21.0	72.0	微澀
VIII	6.5	6.0	15.0	20.0	18.0	65.5	澀味

※處理Ⅴ至Ⅷ與處理Ⅰ至Ⅳ相比，茶湯中茶沫多且湯色較紅。
※處理Ⅴ至Ⅷ與處理Ⅰ至Ⅳ相比，毛茶外觀色澤較黃。

試驗之茶菁較成熟，且由於屬剪採茶菁，因而長短參差不齊。由表20中可知，處理III（攪拌時間較長）無論在香氣及滋味方面都較適當，而處理 I （屬輕攪拌方式）香氣較差，且茶湯中帶微菁味及微澀味，處理II屬正常攪拌方式，香氣稍差且茶湯微澀，對粗老茶菁較不適合。處理IV爲手拌方式，由表中資料來看，可能攪拌次數不夠，建議修改爲3次，8次，18次，38次，以爲將來成熟採茶菁製作之條件。經由以上討論，剪採且較成熟之茶菁，其室內萎凋之攪拌方式，應採取比嫩採茶菁較重之攪拌方式爲之。處理Ⅴ至Ⅷ與處理 I 至IV相比，毛茶外觀色澤較黃，茶湯中茶沫多且湯色較紅。揉捻時間增加，對成熟度較高之茶菁而言，不但對茶葉之外觀、條索沒有幫助，且促使茶葉香氣之逸失，茶沫增加茶湯較濁，茶湯滋味變澀。

綜合以上之結論，機採且較成熟之茶菁在製作文山包種茶時，其室內攪拌之方式應爲手拌三次、機拌四分、機拌八分、機拌二十五分爲宜，而搖菁機其迴轉速應定爲每分鐘四轉爲當。至於揉捻時間應爲五分鐘，其間並應鬆揉一至二次，避免悶味及湯色變紅。

根據三年來針對台茶12號製造條形包種茶之研究，在此我們可以提供一種標準的製茶方式，包括茶菁原料的採摘、萎凋的方式、殺菁的條件、揉捻的時間、乾燥的方法等。

茶菁採摘之最適條件爲，當茶樹之採摘面達百分之三十至百分之四十開面時，採摘其一心二葉至三葉之嫩葉部分。至於茶菁之日光萎凋條件，以正常萎凋爲佳，並以茶菁之失水量爲7.0%左右時爲最恰當。吾人並將台茶12號之輕萎凋定義爲茶菁之失水量低於6.0%以下者，正常萎凋爲茶菁之失水量爲6.0%～8.0%者，重萎凋爲茶菁之失水量高於8.0%以上者。至於室內萎凋的條件，首先應考慮當日之室溫，當室溫低於25℃時，應施行五回式攪拌，高於25℃時，則應採用四回式攪拌方式。室內萎凋要採行幾回式攪拌方式，應在茶菁進廠時就要決定。四回式之攪拌次數分別爲3，6，12，24次，其靜置時間則分別爲90分，90分，90分，120分；五回式之攪拌次數分別爲3，6，12（搖菁機5分，5轉／分），24（搖菁機8分），36次（搖菁機15分），靜置時間則分別爲90分，90分，90分，120分，150分。而室內萎凋其茶菁之失水量，應控制在18%～22%之間。以上條件爲室內之相對濕度在70%左右時使用。當相對濕度在65%左右時，四回式攪拌的方法都不變，而五回式攪拌的次數不變，但是靜置時間則應變爲90，90，90，90，140分。當相對濕度在55%左右時，四回式攪拌的方法都不變，但攤葉要較厚，而五回式攪拌的次數變爲3，6，12，18，33次，靜置時間變爲60，60，90，90，140分。當相對濕度在75%左右時，四回式攪拌的方法都不變，但攤葉要較薄，而五回式攪拌的次數不變，靜置時間則應變爲90，90，90，120，170分。當相對濕度高於80%時，應採行五回式攪拌方式，攪拌次數爲3，5，9，15，27次其靜置時間則爲90，100，120，120，150分。殺菁條件以250℃～260℃、時間4分鐘至5分鐘爲佳，殺菁後茶菁之失水量應控制在38%～41%左右。揉捻時間約在4分鐘至5分鐘中間。幼嫩茶菁揉捻時間應減爲3～4分。乾燥方式，先以乙種乾燥機 100℃、30分鐘初乾後，再以電熱循環烤箱80℃、2小時烘至全乾。至於茶菁成熟度較高者，建議採行四回式之攪拌方式，攪拌次數分別爲3，8，18，38次，靜置時間爲90，100，120，180分鐘，其餘製茶過程中的處理皆相同。

誌　　謝

本試驗承蒙農委會80一農建－7.1－糧－107(8) 經費補助，並承茶業改良場文山分場製茶課全體同仁協助試驗工作及內子詹玉燕協助資料整理始能完成，謹致謝意。

參考文獻

1. 林馥泉. 1956. 烏龍茶及包種茶製造學. pp.109～129。
2. 鄭正宏等. 1991. 台灣省茶業改良場年報. pp.122～125。
3. 鄭正宏等. 1992. 台灣省茶業改良場年報. pp.116～119。
4. 鄭正宏等. 1993. 台灣省茶業改良場年報. pp. 99～104。

Study on Manufacture of Strip Type Paochung Tea with Variety of T.T.E.S. No.12

CHENG-HUNG CHENG

Summary

According to our experiment results, we can offer a standard procedure for making Wen-Shan Paochung tea with the variety of T.T.E.S. No.12. That will cover the best way for plucking tea leaves, processing methods for solar and indoor withering, panning conditions , rooling time, drying methods etc..

For T.T.E.S. No.12, the best material for processing is two or three leaves and a bud, with hand plucking by the time of the surface area of tea trees being 30～40% mature. As for solar withering process , we suggest using natural withering method with around 7% by weight of water content removed from fresh leaves. For indoor withering, the processing condition is room temperature dependent. So we should consider it first. If the room temperature higher than 25℃, then use four stages type of shaking process with hand gently shaking 3, 6, 12 , 24 times in each stage, afterwards setting for 90, 90, 90, 120 minutes with respectively. Otherwise the room temperature lower than 25℃, then use five stages type of shaking process with hand gently shaking 3, 6, 12 (or by machine shaking 5 minutes, 5 rpm.), 24 (or by machine shaking 8 minutes), 36 (or by machine shaking 15 minutes) times in eeach stages , afterwards setting 90, 90, 90, 120, 150 minutes with respectively. The total amout of water removed from fresh tea leaves after indoor withering must control within 18～22% by weight. All what saying in the avove, are based on the relative humidity being 70%in the house. What type of shaking will be use for indoor withering process, should be decided as far as the material reach the factory. The condition for panning is 250℃～260℃ (outlet temperature), within 4～5 minutes. The total water content removed from fresh leaves after panning, should control in the range of 38～41%. The time for rolling process should be 4 to 5 minutes, but for young shoot 3 to 4 minutes only. For firing procedure, use type B ventilation drier, 100℃ and 30 minutes, for primary drying, then use electric oven with air circulation. 80℃ and 120 minutes, for secondary drying to dry through the raw tea. For high maturity leaves, we suggest using four stages type of shaking process, with hand shaking 3, 8, 18, 38 times in each stage, and afterwards setting 90, 100, 120, 180 minutes with respectively. Other process will be the same.

Key Words: Strip type Paochung tea, TTES.NO.12, Manufacturing conditions.

Associate Biochemist, Wen-Shan Substation of TTES.

臺灣茶業研究彙報13：113-119（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：113-119（1994）

東部茶區秋季包種茶烘焙試驗

陳惠藏[1]　陳國任[2]　莊瓊昌[3]

摘　要

茶葉精製過程中易吸濕，含水量超過 6%以上容易變質，經烘焙後使含水量低於4%，使茶葉安定有益貯藏。

本試驗茶樣以東部機採秋茶，屬於中級茶經撿梗後以五個溫段60℃、80℃、100℃、120℃、140℃及五個時段 2小時、4小時、6小時、8小時、10小時進行烘焙，試驗結果如下：烘焙溫度越高水分減少越多，烘焙 6小時五個時段水分減少率分別爲4.2%、4%、6%、6.9% 及7%，烘焙後水色加深，茶葉色澤轉褐、赤、黑等。

試驗茶樣中烘焙80℃ 8小時、10小時及100℃ 2小時、4 小時香氣最高，滋味以80℃4、6、8、10小時及100℃ 2、4、6、8小時滋味最好。綜合香氣及滋味東部秋茶烘焙以80℃～100℃ 6小時爲最適合。

關鍵字：東部茶區、包種茶、烘焙

前　言

傳統茶葉商品化之程序由茶菁經不同製造方法成爲粗製茶完成半成品，可沖泡飲用，要提高商品價值與售價，必須再精製去梗，去角、片、粉末、雜物或篩分粗細，大小整齊均一，包裝等手續（徐 1993a)，過程中均使茶葉再吸收水分，依茶葉出口標準，烏龍茶及包種茶水分含量不得超過5%（張 1992），茶葉安定含水率範圍在3～4%（陳等 1990），茶葉再乾使水份含量不高於4%比較耐貯存（徐 1993），含水超過6%以上爲不合格。

含水量過高，茶葉濕潤失去香味，滋味平淡容易發霉，因此烘焙除去茶葉水份外並產生香味（阮 1991)，藉烘焙減少青臭味（林 1961)，不同溫度烘焙產生熟香、火香、焦香，適合不同消費群之口味，但高溫烘焙易使香氣揮發消失，具幽雅香氣的包種茶烘焙溫度宜控制在80℃左右，最高不超過100℃ ，對次級包種茶改良其香味品質烘焙溫度可提高至100～120℃（阮 1991）。

1.茶業改良場台東分場副研究員兼課長
2.茶業改良場台東分場分場長
3.茶業改良場台東分場助理

因此烘焙是提高茶葉品質重要手續項目，本試驗有鑑於此，乃利用東部茶區之優良地方品種及改良茶樹品種所製作之包種茶進行烘焙試驗，以供茶農製茶技術之參考。

材料與方法

一茶樹品種：武夷、青心大冇、青心烏龍、台茶十二號A、B、台茶十三、十四、十五、十七號秋季機採及手採香橡種所製作之包種茶。

二包種茶均製造半球型，經撿梗去粗葉，秤重計算茶梗比率，再秤每茶樣20公克，分別用鋁箔紙折成小盒裝置，不同品種集中一起烘焙。（焙茶機電壓(V)220，相數(pH)3，電熱(KW)7，溫度(℃)160。）

三烘焙時間及溫度：溫度設定60℃、80℃、100℃、120℃及140℃，時間爲2 小時、4 小時、6小時、8小時、10小時，未烘焙者爲對照組共計260個茶樣。

四烘焙後再秤其重量，計算水分減少率。

五茶樣依現行台灣省茶業改良場官能評審方法秤取茶樣 3公克，以150ml沸水沖泡，靜置 5分鐘後將茶湯倒入審查杯中，按包種茶評審標準，香氣30%，滋味佔30%，水色佔20%，形狀及色澤各佔10%等五項目成績評審。另外茶葉沖泡前輕搖乾聞其香味，作爲品質鑑定之參考依據。

結果與討論

一烘焙對茶葉含水量減少之比較

烘焙溫度不變，到六小時後再延長烘焙時間對水份減少不影響，而隨溫度提升水份減少越多，以烘焙 6小時之時段比較不同溫度，各品種茶樣水份減少率比較如表1 所示，60℃和80℃烘焙溫水份減少率差異較小，若烘焙溫度提高至100℃則水分減少率增加，而溫度提高至120℃以上時則水份含量趨於穩定，減少率趨於減少。

表1. 烘焙六小時水份減少率比較 (%)

Table 1. Comparison on the loss of moisture content after roasting with 6 hours.(%)

烘焙	品種										平均
溫度	香橡	武夷	青心烏龍	青心大冇	台茶12號A	台茶12號B	台茶13號	台茶14號	台茶15號	台茶17號	%
60℃	1.5	2.5	5.0	3.5	3.5	4.0	5.5	7.0	5.0	4.5	4.2
80℃	1.0	2.5	5.0	6.5	2.5	3.5	5.3	5.5	4.5	4.0	4.0
100℃	3.5	5.0	6.0	7.0	4.5	5.0	7.5	8.0	7.5	5.5	6.0
120℃	4.0	5.5	8.0	9.0	5.5	6.0	8.0	9.0	7.5	6.5	6.9
140℃	5.0	6.0	9.0	9.5	6.5	7.0	8.5	9.5	8.0	8.0	7.0

二烘焙後乾茶香味比較

烘焙後之乾茶三公克置於審查杯內輕搖聞其香味，由各品種及烘焙溫度，時間不同有明顯差別，又因消費者需求不同，依品種特性，青心烏龍、台茶十二號、十三號屬於清香型，香橡、武夷、台茶十四號屬重滋味型，味強、甘醇回味強者爲優，但帶有香者更是難得佳品。

成茶火候程度，依各人喜好而異，烘焙後之茶葉品質因茶樹品種、溫度、時間、製茶原料老嫩及季節而有不同結果，本次試驗以秋茶，苦澀程度較重之中級半球型包種茶爲材料。烘焙2～6小時以100℃最佳，其次爲80℃，與100℃比較差異不顯著；8～10小時以80℃爲佳，120℃高溫烘焙 2小時比對照稍佳，但超過 4小時則品質下降，僅青心大冇及香橡以120℃高溫烘焙 6小時有熟香可接受，其他品種則有焦味。140℃烘焙 2小時品質不佳，而 4小時者產生焦味，因此140℃高溫不宜用來焙茶。

三烘焙對茶葉色澤，形狀品質之影響

初乾後形狀已成形，烘焙後不影響茶葉形狀；而色澤方面由墨綠轉爲褐色、灰褐色、赤褐色、墨黑及炭黑等，因品種而色澤變化有異。青心大冇60～100℃烘焙 8小時不影響其色澤，以後隨烘焙溫度及時間增加而色澤褐色加深；香橡種120℃烘焙4 小時有明顯轉赤；武夷於120℃烘焙 2小時色澤轉赤褐色，青心烏龍120℃ 4小時明顯轉黑，台茶十二號（B樣）120℃烘焙 4小時轉棕褐色，台茶十三號100℃烘焙 6小時加深褐色，120℃烘焙 4小時呈赤褐色，台茶十四號呈深褐色，台茶十五號呈黑褐色，而台茶十七號呈赤褐色。140℃ 4小時非常明顯赤化，6小時以上焦黑炭化，嚴重破壞茶葉本質，失去商品價值。

四烘焙對茶湯水色之影響

表2. 烘焙與茶湯水色比較

Table 2. Comparison between the liquor color and roasting treatment.

茶樹品種	水色評分與對照相同之處理	對照組水色(%)	水色評分比對照低之處理
青心大冇	60℃ 80℃ 2～10 小時 100℃	14.8	120℃ 2～10 小時 140℃
香橡	———	17.2	60℃ | 2～10 小時 140℃
武夷	60℃ 2～8 小時 80℃ 2 小時 100℃ 2、6 小時	17.2	60℃ 10小時 120℃ 2～10小時 80℃ 4～10小時 140℃ 100℃ 4、8、10小時
青心烏龍	———	18.8	60℃ | 2～10 小時 140℃
台茶十二號A	60℃ 2、4、6 小時 80℃ 2、4 小時	18.4	60℃ 8～10小時 120℃ 2～10小時 80℃ 6～10小時 140℃ 100℃ 2～10小時
台茶十二號B	60℃ 2 小時	17.6	60℃ 4～10小時 80℃ 100℃ 2～10小時 120℃ 140℃
台茶十三號	60℃ 2、4 小時 80℃ 2 小時	17.6	60℃ 6～10小時 100℃ 120℃ 2～10 小時 80℃ 4～10小時 140℃
台茶十四號	60℃ 6、10小時	18.8	60℃ 2、4、8小時 80℃ | 2～10小時 140℃
台茶十五號	60℃ 2、4、6 小時	18.4	60℃ 8、10小時 80℃ | 2～10小時 140℃
台茶十七號	60℃ 2、10小時	16.8	60℃ 4、6、8小時 80℃ | 2～10小時 140℃

茶葉經烘焙後茶湯水色加深，本次試驗僅青心大冇100℃烘焙10小時尚能與對照同級評分，可能是茶青粗老較耐烘焙，其次武夷100℃維持 6小時及 2小時，80℃台茶十二號（A樣）4小時，台茶十三號 2小時等處理。香椽及青心烏龍用60℃烘焙會影響水色，但對其他品種不影響。

五烘焙對茶葉香氣之變化

依目前台茶市場高香茶爲大眾所喜歡，烘焙過程損失香氣實爲可惜，因此在烘焙前應該有初步認識，試飲後才決定烘焙時間及溫度等。本試驗烘焙後香氣變化成績經變方分析結果如表3 所示。烘焙 6小時內均以100℃香氣最佳，依次80℃、60℃與對照差異不顯著。較長時間烘焙，8～10小時以80℃最佳，100℃次之，60℃再次之，統計差異不顯著。高溫120℃烘焙香氣受損評分不如對照，140℃更不佳。

表3. 烘焙後對香氣變化之比較

Table 3. Comparison on the change of aroma after roasting treatment.

品種	對照	60℃					80℃					100℃					120℃					140℃				
		2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時
青心大冇	22.2	22.2	22.2	22.2	22.8	25.2	22.8	23.4	23.4	23.4	25.8	23.4	23.4	21.6	21.6	25.8	22.2	21.6	21.0	21.0	24.6	22.2	21.6	21.6	21.0	19.2
香椽	25.2	25.7	26.4	26.4	25.8	25.8	25.8	26.4	26.4	26.4	26.4	25.8	25.8	25.2	25.2	24.6	25.2	24.6	24.6	24.6	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	19.2
武夷	25.8	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.0	27.0	27.6	27.6	27.6	27.0	27.0	27.6	28.2	27.2	27.2	25.8	24.0	24.0	24.0	24.6	24.0	22.8	21.0	18.6
青心烏龍	27.0	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	27.6	25.8	24.6	24.6	24.0	23.4	26.4	25.8	21.0	21.0	18.6
台茶十二A	27.6	27.6	27.6	27.6	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.8	28.8	28.8	28.8	28.2	28.2	25.8	24.6	24.6	23.4	22.8	25.2	24.6	22.8	22.2	18.0
台茶十二B	26.4	25.8	25.8	25.8	25.8	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.6	28.2	28.2	28.2	27.6	24.0	24.0	23.4	22.8	22.8	26.4	24.6	21.6	21.0	18.6
台茶十三	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	26.4	26.4	26.4	27.0	26.4	27.6	27.0	27.6	25.8	25.2	24.0	24.0	23.4	22.8	22.2	24.6	24.0	21.6	21.0	18.6
台茶十四	27.0	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	28.2	28.2	28.2	28.8	28.8	28.8	27.6	27.6	25.8	25.2	24.6	24.6	23.4	25.8	23.4	21.6	21.0	18.6
台茶十五	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	26.4	27.0	27.0	27.6	27.6	26.4	27.0	27.0	28.2	28.2	26.4	24.0	23.4	22.8	21.6	24.6	21.6	21.0	18.6	18.6
台茶十七	26.4	25.8	25.8	25.8	25.8	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.6	27.6	28.2	28.2	28.2	24.6	23.4	22.8	22.8	22.2	24.6	23.4	21.6	21.0	18.6

註：☆ L.S.D. 1%

六烘焙對茶葉滋味之影響

烘焙可以除去初製茶之菁味，降低苦澀味，喝起來順口舒暢，如何焙好茶，只有一個原則〝看茶做茶，看茶焙茶〞。本試驗結果如表四所示，青心大冇含梗率高達18.1%，機採原料粗老，能耐高溫烘焙140℃ 時間4～6小時，滋味尚比對照爲佳，其他茶樣則滋味變劣。香椽60℃烘焙未改善滋味，80～100℃以4～10小時，對滋味有助益而120℃以上時間越久更使滋味變劣，因此該品種烘焙必須特別小心照顧。武夷必須靠烘焙提升滋味品質，60～100℃均比對照爲佳，最好焙溫100℃，超過 120℃ 4小時滋味轉劣。青心烏龍品種特性清香，以80℃ 2～10小時，100℃ 2小時爲最佳溫段。台茶十二號 A、B 兩樣均以80℃ 4小時至100℃ 10小時爲最佳，有助滋味之提升。台茶十三、十四號情形似武夷60～100℃ 10小時內對滋味比對照爲佳，120℃ 2小時亦有好效果。台茶十五號80～100℃ 2～10小時爲佳，台茶十七號

以60℃ 6小時至120℃ 2小時均比對照佳。

滋味經變方分析，2～8小時均以100℃最佳，在4～8小時100℃與80℃差異不顯著，10小時100℃比80℃爲遜，但兩者差異不顯著，4、6、8、10小時100℃及80℃比60℃、120℃及140℃差異有極顯著。

表4. 烘焙後與滋味變化比較

Table 4. Comparison on the change of taste after roasting treatment.

品種	對照	60℃					80℃					100℃					120℃					140℃				
		2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時	2小時	4小時	6小時	8小時	10小時
青心大行	21.6	21.6	21.6	21.6	22.2	25.2	22.2	22.8	23.4	24.6	25.8	25.2	23.4	24.6	26.4	25.8	26.4	26.4	25.8	25.2	24.0	24.6	24.0	23.4	21.0	19.2
香椽	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.8	25.8	26.4	26.4	25.2	26.4	25.8	25.8	25.8	24.6	24.6	24.0	24.0	23.4	24.6	25.2	21.6	21.0	18.0
武夷	25.2	25.8	25.8	26.4	26.4	27.0	25.8	26.4	27.0	27.6	27.0	27.0	27.0	27.6	27.6	27.6	27.0	24.6	24.0	24.0	23.4	24.6	24.0	22.8	18.6	18.0
青心烏龍	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.6	28.2	28.2	27.6	25.8	26.4	26.4	25.8	25.2	24.6	24.0	23.4	22.8	25.8	25.2	21.0	21.0	21.0
台茶十二A	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.0	27.6	28.2	28.2	28.2	28.8	28.8	28.2	28.2	26.4	26.4	23.4	22.8	22.2	26.4	25.2	23.8	22.8	18.6
台茶十二B	26.4	25.8	25.8	25.8	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.6	28.2	28.2	28.2	28.8	28.8	28.2	26.4	25.8	25.2	24.6	24.0	25.8	24.6	24.0	21.0	18.6
台茶十三	25.8	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.6	28.2	28.8	28.2	27.6	27.6	27.6	27.0	26.4	24.6	24.0	24.0	23.4	26.4	25.8	24.0	21.0	18.6
台茶十四	25.8	25.8	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.6	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	27.0	26.4	25.2	24.6	23.4	21.0	25.2	23.4	21.6	21.0	18.6
台茶十五	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.6	27.6	27.6	28.2	28.2	28.2	27.6	28.8	28.8	29.4	29.4	26.4	25.8	25.8	24.6	24.0	25.8	21.0	21.0	19.2	18.6
台茶十七	25.8	25.8	25.8	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	27.0	27.0	27.0	27.0	27.6	28.2	28.2	27.6	27.0	26.4	25.8	25.2	24.6	26.4	23.4	22.8	21.6	18.6

註：☆ L.S.D. 1%

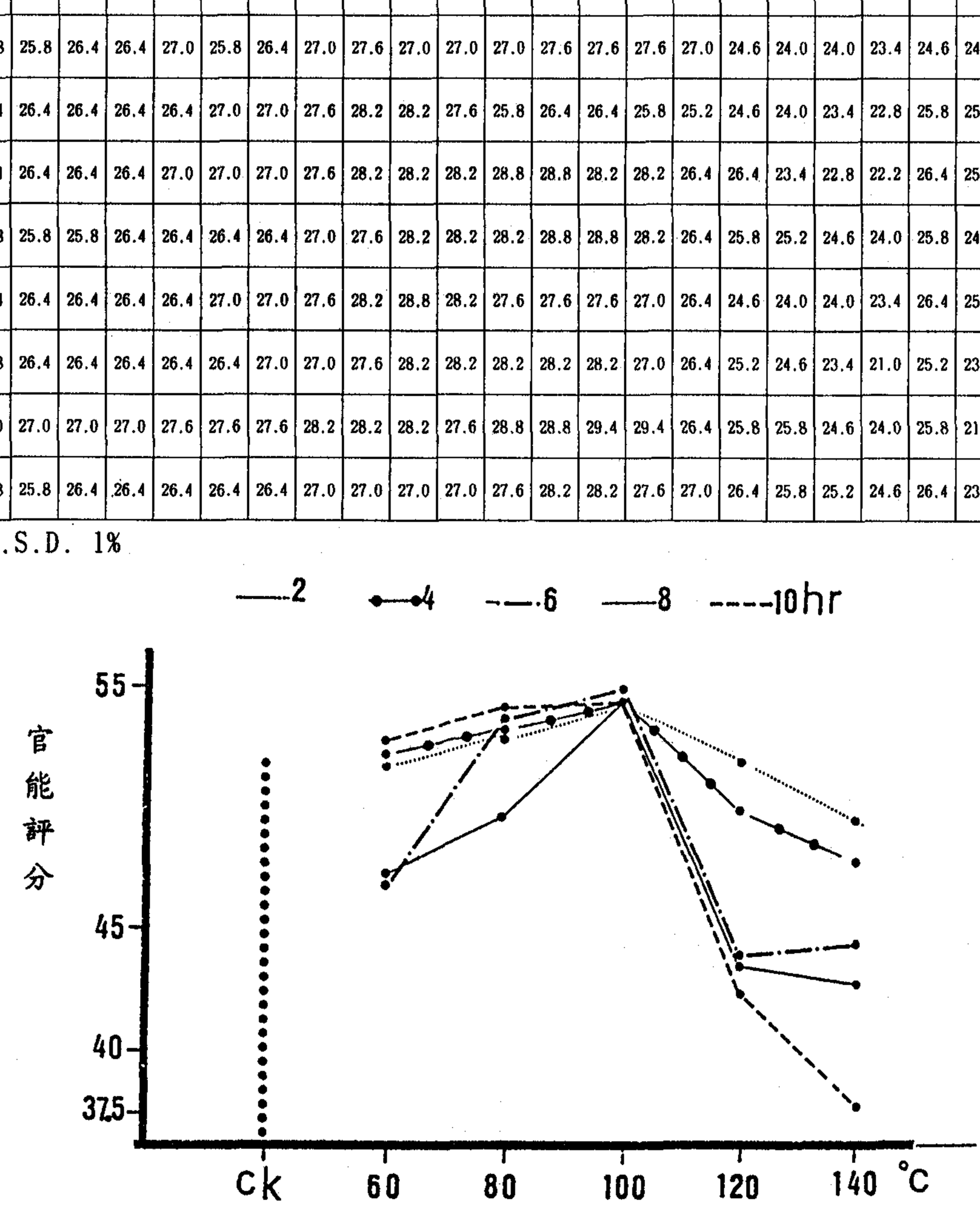


圖1. 烘焙後香氣滋味

Fig. 1. Comparison on the aroma and taste after roasting treatment.

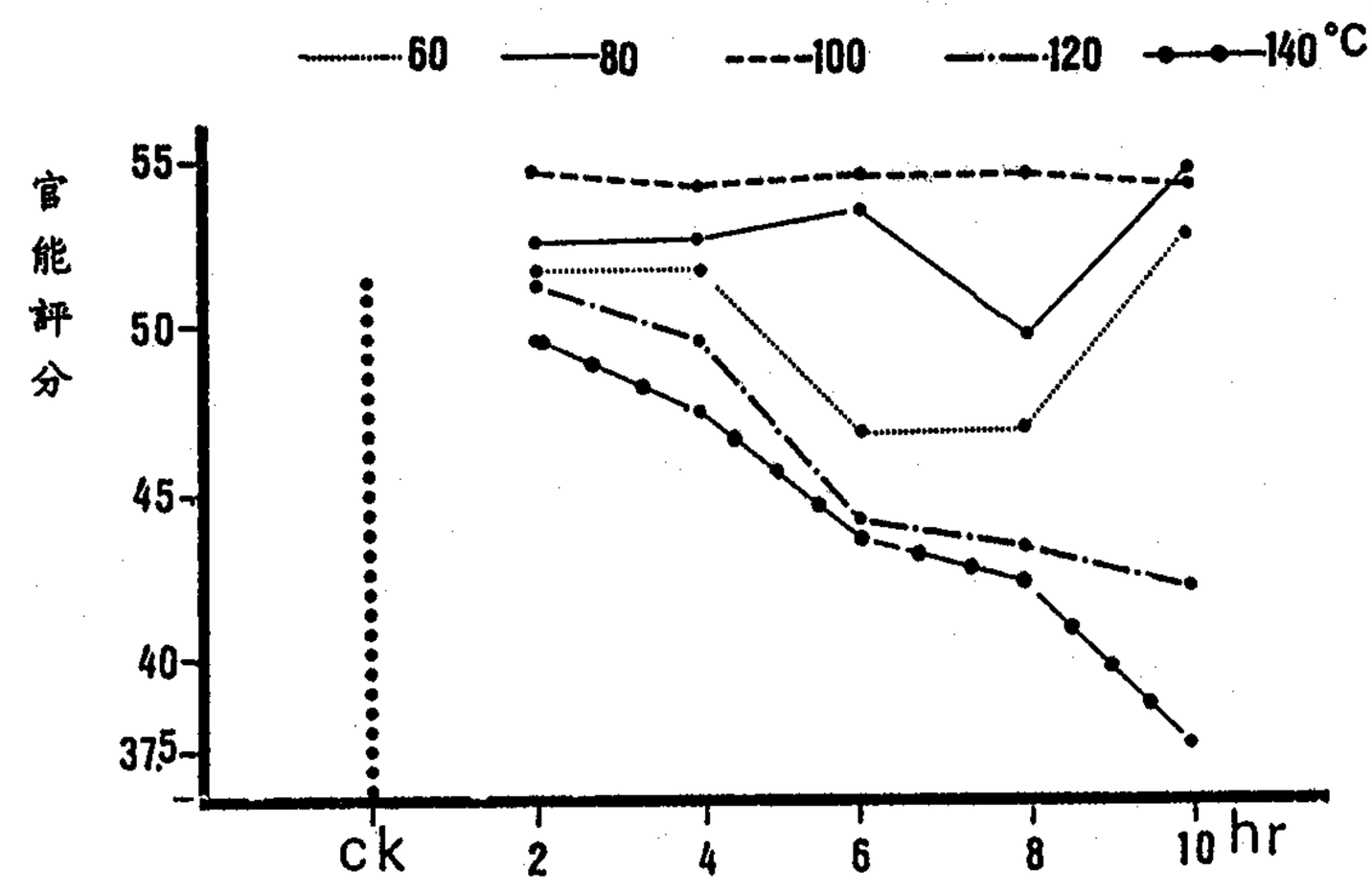


圖2. 烘焙與香氣、滋味之關係

Fig. 2. Correlation between the aroma , taste and roasting treatment.

綜合以上的結果，烘焙溫度及時間對茶葉之香氣及滋味之影響如圖1、2 所示，烘焙溫度在120℃以上時隨著時間之延長，其品質有劣變之趨勢，因此烘焙時間不宜過長。而在烘焙溫度低於100℃時，時間2 至6 小時爲安全時段，時間增加對茶葉香氣及滋味品質有助升的效果，因此80℃～100℃6小時爲關鍵時段及溫段，視初製茶之品質做適當的調整。

參考文獻

1. 甘子能. 1987. 製茶原理的生化觀. 台灣省茶業改良場文山分場刊印。
2. 阮逸明、張如華、張連發. 1989. 不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成分與品質之影響. 台灣茶業研究彙報 8：71－82。
3. 阮逸明、吳振鐸. 1979. 茶葉吸濕及其水份安全含量簡易呈色檢定法之研究. 食品科學 6(1)：6－7。
4. 阮逸明. 1991. 赴日本研習茶葉烘焙香氣分析技術報告. 台灣茶業研究彙報 10：109－104。
5. 林馥泉. 1961. 製茶基本學理通俗講解. 茶業通訊。
6. 徐英祥. 1993a. 包種茶的精製. 茶業專訊 3：7－8。
7. 徐英祥. 1993b. 包種茶的再乾與焙火. 茶業專訊 4：3－5。
8. 陳加忠、賴建洲、曹之祖. 1990. 烏龍茶茶葉吸濕性及品質維持之應用研究. 中華農業研究39(3)：239－257。
9. 張 慶. 1992. 茶葉檢驗. 茶譚 P115－122。
10. 竹尾忠一. 1983. 烏龍茶の香りとその特徵. 茶業技術研究 65：1－12。
11. 竹尾忠一. 1984. 產地別にみた烏龍茶の香氣特性. 茶業研究報告 60：50－53。
12. 高柳博次、河南豐正、池ヶ谷賢次郎、中川致之. 1984. 烏龍茶包種茶の化學成分含量. 茶業研究報告 60：54－5。

Effects of Roasting on the Quality of Pouchong Tea in the Eastern Taiwan

Huey-Tzang Chen　Kuo-Renn Chen　Chyong-Chang Juang

Summary

Five temperature levels (60, 80, 100, 120 and 140 ℃) were used to test the effect of roasting tea in combination with five time levels (2, 4, 6, 8 and 10 hours). The results were as follows : The higher roasting temperature, the less moisture content of made tea. The moisture content of made tea decreased 4.2, 4, 6, 6.9 and 7% respectively in 6 hours associated with five temperature levels.

After roasting the color of liquor turned to yellow and the appearance changed to brown, red and black. Roasting at 80℃ with 8, 10 hours and 100℃ wiht 2, 4 hours increased the aroma of made tea. During roasting in 80℃ with 4, 6, 8, 10 hours and 100℃ with 2, 4, 6, 8 hours, the taste became best.

To view the above results, the roasting level of 6 hours associated 80～100 ℃ were suitable for roasting tea in the eastern tea district.

Key words: Eastern Taiwan, Pou-chong Tea, Roast

---

1. Associate entomologist, Director, Assistant, Taitung Substation of TTES.

臺灣茶業研究彙報13：121-138（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：121-138（1994）

包種茶中無機成分之含量與其浸出率之研究

張鳳屏[1]　楊光盛[2]

摘　要

為明瞭包種茶無機元素含量與標準泡茶法所沖泡出的茶湯無機元素浸出量之關係，選取包種茶樣20點，經分析結果，茶葉磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、硼、鋁、鉬、鎳、鋁、鋇及矽含量與其第一泡茶湯諸元素浸出量皆呈極顯著正相關，而鋅、銅與鈉等元素二者間則無明顯相關。以標準泡茶法所沖泡之第一泡茶湯無機元素平均浸出率，磷為18.5%，鉀為 54.3%，鈣為1.4%，鎂為19.9%，鐵為1.2%，錳為13.2%，銅為7.0%，鋅為33.9%，硼為17.5%，鋁為6.8%，鈉為27.5%，鉬為7.0%，鎳為26.5%，鋁為5.2%，鋇為1.0%及矽為7.3%，鎘與鉛則濃度極低無法偵測出。無機元素浸出量第一泡茶湯明顯高於第二泡茶湯。

選擇包種茶比賽茶樣90點，以官能評審方式分成四個品級，再分析茶葉無機元素含量，結果中上品級以上的茶樣，磷含量在0.30% 以上；品質較差的茶樣，磷含量較低。鈣、錳、鋁、鋇、鋇與矽含量高之茶葉品質較差。

以包種茶標準泡茶法，探討不同浸泡時間，茶葉用量及水質對茶湯無機元素浸出濃度、可溶分濃度、電導度值與pH值之影響。在茶葉用量同為3克下，浸泡時間從4分鐘到7分鐘，茶湯可溶分濃度與電導度值隨之增高，pH值則稍為降低，磷、鉀、鋅、硼、鉬及鎳浸出量亦隨之增加，鎂、鐵、錳、銅、鈉與鋁浸出量則以浸泡6分鐘較 7分鐘稍高，鈣、鋇與鋇浸出量以5分鐘最多，6與7分鐘則降低，可能與茶葉內多元酚類或各種有機酸再吸附或複合及沈澱有關。在浸泡時間同為6分鐘，用水量均為140毫升，不同茶葉用量下，茶湯可溶分濃度與電導度值隨茶葉用量增加而升高，pH值隨茶葉用量增加而降低。1克茶葉用量，茶湯各種無機元素浸出率較高，但茶湯滋味淡薄；3克到6克茶葉用量，茶湯無機元素浸出率除鈉外，大部分皆維持在一定範圍內。包種茶標準泡茶法下，茶湯電導度值在0.50～1.00dS/m，可溶分濃度在2.5～5.5mg/ml範圍，低於此範圍則滋味平淡；高於此範圍則滋味濃烈且苦澀味加重。自來水中鉀、鈣、鎂、鋇、鋇與鈉等元素含量高，經沖泡出茶湯所含該項元素濃度亦高，茶湯水色較深暗，滋味較無新鮮感。蒸餾水因所含無機元素濃度甚低，所沖泡出茶湯中無機元素較易溶出，茶湯水色較明亮，滋味也較鮮醇。

關鍵字：包種茶、無機元素、浸出率、品質管制、品評

1.台灣省茶業改良場助理
2.台灣肥料公司研究員

前　言

茶葉品質的鑑定工作仍靠熟練、有經驗與敏銳的評茶員擔任，以其官能評審來確立茶葉品質之優劣。爲求評審之公平性，乃制定包種茶標準泡茶評茶法，即取 3克茶樣，以140毫升沸水倒入評茶杯，浸置 5分鐘(條型包種茶)或 6分鐘(半球型包種茶)後，倒入評茶碗，供評茶員評審。其中茶湯滋味爲組成茶葉品質主要項目之一，各種可溶於熱水物質的組成分，造成茶湯滋味的變化: 如兒茶素 (catechin) 具有較强的苦澀味，茶氨酸 (theanine) 有鮮甜味，可溶性糖類有甜醇味及咖啡因 (caffeine) 有苦味等綜合調配而成的。對以上有機成分與包種茶茶湯滋味的研究較多 (甘，1984)；而應用包種茶標準評茶泡法，對茶湯中無機成分濃度與浸出率之研究則少見。

目前國人飲茶風氣鼎盛，茶葉中無機元素含量約爲 5～7%，對人體礦物營養的補充亦有貢獻。因無機元素對人體生理機能如酸鹼平衡、細胞通透性、酵素調節功能與神經及肌肉的感應收縮等皆擔任重要職務 (黃和游，1983)。因此本試驗以先進之科學儀器感應耦合電漿光譜儀 (Inductively Coupled Argon Plasma Spectrophotometer, ICP)，針對半球型包種茶茶葉中無機元素含量及以包種茶標準評茶泡茶法所沖泡之茶湯中無機元素浸出量進行分析，求出兩者之相關性並探討茶湯中無機元素浸出率。另選取優良茶比賽茶樣分析其無機元素含量，以探求茶葉無機元素與包種茶品質之關係。茶湯滋味受茶/ 水比例、浸泡時間、溫度及水質影響甚大，乃以不同茶葉用量、浸泡時間及不同水質 (自來水與蒸餾水)，用包種茶標準評茶泡茶法，以探究沖泡之茶湯無機元素濃度與浸出率之差異，及茶湯滋味之優劣，供喜好飲茶人士們泡茶時之參考。

材料與方法

一、包種茶無機元素含量及其標準泡茶法茶湯中無機元素浸出量之分析

1992年冬季選擇本省茶區共20點包種茶樣，如表1，進行茶葉無機元素全量分析，分析方法取0.25克茶葉，置瓷坩鍋內，放入高溫灰化爐先以200℃，2小時再上升至500℃ 6小時，冷卻至室溫，加抽出液25ml (300ml濃HCl加100ml濃HNO3，稀釋至1升)，攪拌、過濾，濾液以感應耦合電漿光譜儀 (ICP)測定 P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Sr、Na、Mo、Ni、Cr、Cd、Al、Ba、Pb與Si等 (Jones,1985)。另分析以包種茶標準泡茶法取得之茶湯中無機元素含量，即取 3克茶葉於評茶杯中，加140ml沸水(蒸餾水)沖泡後浸置 6分鐘，倒入評茶碗中，此爲第一泡；隔 6分鐘，再以沸水140ml沖泡後浸置 6分鐘，倒入評茶碗中，此爲第二泡。俟溫度降至室溫時，以吸管吸取評茶碗中之茶湯，經濾紙過濾後，濾液以ICP測定P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Na、Al、Cr、Cd 與 Pb等元素。

表1. 茶樣採樣地點及品種

Table1. Locations and varieties of the tea samples

編號	地點	品種	編號	地點	品種
1	雲林、古坑	青心烏龍	11	南投、鹿谷	青心烏龍
2	南投、信義	青心烏龍	12	南投、鹿谷	台茶12號
3	南投、水里	青心烏龍	13	南投、名間	青心烏龍
4	南投、竹山	青心烏龍	14	苗栗、大湖	台茶12號
5	南投、竹山	早生種	15	嘉義、竹崎	青心烏龍
6	南投、魚池	青心烏龍	16	新竹、峨眉	台茶13號
7	南投、魚池	台茶12號	17	苗栗、大湖	青心大冇
8	嘉義、阿里山	青心烏龍	18	南投、鹿谷	青心烏龍
9	南投、名間	青心烏龍	19	南投、鹿谷	青心烏龍
10	南投、竹山	青心烏龍	20	南投、鹿谷	青心烏龍

二良茶比賽茶葉中無機元素之含量

選取1992年春季南投名間碧峰茶葉產銷班舉辦之優良茶比賽茶樣共90點，品種皆爲台茶13號，經四位有經驗之評茶員評審結果分成四個等級。茶葉無機元素分析方法如一。

三以不同浸泡時間測定包種茶茶湯中無機元素、可溶分濃度、pH值及電導度值

選取1993年 6月名間茶區青心烏龍品種所製之包種茶，依標準評茶泡茶法，茶葉用量3克，相同泡茶用具，以蒸餾水沖泡，惟浸泡時間不同，分別浸泡 4、5、6與7分鐘，倒入評茶碗靜置放冷至25℃，取茶湯25 ml過濾，濾液以ICP測定無機元素濃度濃度。另取50 ml茶湯，以80℃烘至涸乾後，再以 100℃烘至恆重，稱其乾物重，即可算出可溶分濃度。另茶湯在 25℃時，以酸鹼度計測其 pH 值，電導度計測電導度值，重複二次。

四以不同茶葉用量測定包種茶茶湯中無機元素、可溶分濃度、pH值及電導度值

茶葉樣本同三泡茶方法亦採標準泡茶法，惟茶葉用量不同，分別用秤取 1、2、3、4、5及 6克茶葉，浸泡 6分鐘茶湯放冷至25℃，分別取出茶湯測定可溶分、pH值、電導度值及無機元濃度，重複二次。

五以不同水質測定包種茶茶湯中無機元素、可溶分濃度、pH值及電導度值

選擇1993年凍頂秋茶與冬茶(青心烏龍製包種茶)，及1993年名間秋茶 (台茶13號製包種茶)，用自來水及蒸餾水，以標準泡茶法沖泡，茶湯、自來水與蒸餾水分別測定可溶分、pH值、電導度值及無機元素濃度，重複二次。

結果與討論

一包種茶無機元素含量

1992年冬季隨機選取全省20點茶區包種茶茶樣 (表1)，經分析茶葉中無機元素含量如表2 所示。茶葉中磷平均含量 0.32%，範圍在 0.27～0.41%間，以 2號信義茶樣磷含量最高爲0.41%，經官能評審結果品質甚佳，顯示茶葉磷含量高有助包種茶品質之提升 (張，1993)。

其餘茶樣磷含量皆在0.27%以上，顯示該地區茶樹磷素吸收充足。日本綠茶亦發現茶葉磷含量高，對茶品質有良好影響 (竹尾，1983)，可見茶葉磷含量對綠茶或包種茶品質有正面效果。茶葉鉀平均含量1.40%，範圍在1.12～1.75%間，變幅較大，尤其鉀含量低於1.30%以下

之茶樣，有 1號古坑、13號名間、15號竹崎、18、19及20號鹿谷，可能因該地區茶園偏重多施氮肥，或土壤中交換性鉀含量偏低，致使茶葉鉀含量偏低，但鉀含量高低對包種茶品質並無多大影響。茶葉鈣平均含量0.44%，範圍在0.30～0.66%間，鈣含量高於0.60%以上時，對包種茶品質有不良影響，因鈣含量偏高係茶菁採摘過遲或土壤養分不平衡使茶樹養分吸收不均，加速茶葉組織纖維化（老化）之故。日本綠茶品質與茶葉鈣含量呈極顯著負相關（竹尾，1983)，故茶葉鈣含量過高對包種茶與綠茶品質皆有不良影響。茶葉鎂平均含量 0.21%，範圍在0.18～0.26%間，皆在鎂含量適宜範圍內。

茶葉微量元素中鐵、銅、鋅、硼、錳平均含量分別爲 146.7μg/g、11.17μg/g、31.7μg/g、17.0μg/g及10.90μg/g。茶葉錳平均含量899μg/g，13號名間茶樣與16號峨眉茶樣錳含量過高分別爲1829μg/g與2010μg/g，顯示該茶菁亦有老化現象，所製包種茶品質亦欠佳。茶葉鋁含量超過1000μg/g或矽含量超過 286μg/g時，對包種茶有品質不良，如9號與13號名間茶樣、16號峨眉茶樣及17號大湖茶樣。而茶樹爲鋁累積植物，乃因一種原始性與地域性的關係所造成。蓋鋁累積植物長期生長於熱帶多雨地區，淋溶作用强烈，土壤pH值偏低呈强酸性，使土壤中鋁含量增高，致形成耐高濃度鋁的累積植物（高橋，1974)。而鋁對茶樹生育是有助益的（小西，1983)，鋁與磷適當比例可促進茶樹生長（小西和宮本，1984)。但土壤極度酸化（pH值低於4.0）將造成土壤中養分不平衡，尤其鈣、鎂、銅、硼等元素易流失而缺乏，鋁與錳易過多，使茶樹吸收過量鋁與錳，而影響茶菁原料品質，所製包種茶品質亦不佳。日本綠茶品質與茶葉鋁含量亦呈極顯著負相關（竹尾，1983)，認爲過多鋁對綠茶品質亦有不良影響，故土壤管理與施肥技術將會影響茶菁原料品質，需加以重視改良。

表2. 茶葉中之無機元素
Table 2. Inorganic elements in tea leaves

茶樣	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Sr
						μg/g				
1	3380	12070	4329	1991	140.3	735	10.84	30.2	19.8	11.94
2	4075	14330	5770	2567	98.6	452	11.22	29.9	16.2	27.25
3	3242	14970	3909	2158	119.2	837	11.13	25.9	16.0	8.14
4	3401	15850	3723	2449	185.2	648	11.68	29.0	19.6	6.86
5	3052	15890	3847	2005	188.7	367	10.52	24.3	14.6	10.10
6	2786	14990	3649	2427	102.3	197	9.59	21.9	16.4	5.43
7	3406	17520	3814	2028	120.0	191	12.77	27.4	17.5	5.92
8	3312	13710	3506	2076	129.1	912	10.08	30.8	17.0	4.31
9	2768	13890	3771	1769	163.0	955	9.79	26.5	16.8	6.98
10	2722	15080	3171	2008	149.2	346	10.43	32.0	15.2	7.71
11	3761	14090	3038	2150	112.7	883	8.24	37.8	11.7	6.93
12	3595	14010	3730	2073	134.4	1392	12.46	30.8	15.5	6.93
13	2834	11210	6579	1878	190.8	1829	12.24	38.2	20.1	18.62
14	3617	14000	3984	2277	128.0	1254	12.03	36.7	18.2	11.61
15	3430	11580	4331	1841	166.2	773	12.05	37.8	19.0	7.14
16	3105	15790	4513	1985	248.3	2010	10.84	36.2	21.6	6.93
17	3110	14730	5693	2394	160.8	1145	10.71	23.9	13.9	16.49
18	2781	12630	5233	2251	151.6	929	13.60	39.6	16.8	15.59
19	2684	11720	5782	2280	119.3	1142	10.90	36.7	16.7	18.15
20	2760	12950	5268	2277	126.8	984	12.30	37.7	17.7	14.90
平均	3191 ±396*	14050 ±1653	4382 ±994	2144 ±217	146.7 ±36.5	899 ±486	11.17 ±1.26	31.7 ±5.6	17.0 ±2.3	10.90 ±5.89

* 平均值±標準偏差

表2. 茶葉中之無機元素(續)

Table 2. Inorganic elements in tea leaves (continued)

茶樣	Na	Mo	Ni	Cr	Cd	Al	Ba	Pb	Si
	ug/g								
1	690	1.70	6.51	1.66	0.29	577.6	10.83	1.90	165.4
2	686	1.96	3.63	2.40	0.35	465.2	17.17	3.56	185.0
3	716	2.09	2.75	1.85	0.17	682.2	4.69	2.79	179.2
4	817	2.22	1.25	2.13	0.35	499.7	4.15	3.94	240.7
5	696	1.83	0.50	1.76	0.35	833.1	4.62	3.69	285.4
6	708	2.09	0.62	1.66	0.23	698.9	3.81	2.54	145.4
7	619	1.83	2.75	1.66	0.05	582.6	2.51	0.89	163.6
8	680	1.96	7.14	2.03	0.35	923.8	4.27	3.94	145.6
9	576	2.48	3.25	2.31	0.53	1043.0	9.75	5.21	286.2
10	811	2.22	0.62	1.94	0.11	585.4	3.81	2.41	211.3
11	619	1.96	6.01	2.77	0.64	635.5	7.19	5.47	143.5
12	407	1.96	4.26	3.98	0.64	529.2	4.75	5.21	202.2
13	609	3.93	6.01	5.37	1.00	1484.0	15.43	9.92	332.0
14	739	2.75	6.51	4.35	0.76	516.4	8.77	5.08	188.7
15	612	2.48	6.64	4.44	0.64	725.7	6.46	6.10	224.2
16	690	2.88	3.63	5.00	0.82	1068.0	8.80	8.14	288.9
17	770	3.01	7.27	5.18	0.70	1150.0	12.20	7.12	292.3
18	661	5.21	5.88	4.54	ND**	525.7	15.59	7.18	209.3
19	738	5.21	4.84	4.68	ND	565.3	12.77	10.20	206.3
20	635	5.21	5.37	3.61	ND	537.5	15.81	7.42	202.2
平均	673 ±91*	2.75 ±1.18	4.27 ±2.29	3.17 ±1.38	0.40 ±0.30	731.4 ±271.3	8.67 ±4.77	5.14 ±2.59	214.9 ±55.8

* 平均值±標準偏差

** 濃度極低，偵測不到

茶葉鈉平均含量673.9μg/g，範圍在407.7～817.0μg/g；鉬平均含量2.75μg/g，範圍在1.70～5.21μg/g。鎳平均含量4.27μg/g，變幅甚大，在0.50～7.27μg/g。少量鉻對植物體礦物營養代謝、水分利用和抗病虫害有幫助，茶葉鉻平均含量3.17μg/g，範圍在1.66～5.37μg/g，對茶樹生育應無毒害，人體每日正常鉻攝取量0.01～1.2mg，每日鉻攝取量超過200mg時對人體有害，故此茶樣中鉻含量亦屬正常，經測茶湯則鉻濃度極低無法偵測出，飲用上應無問題。鎘對大多數植物生長是有害的，茶樹亦不例外，本次調查茶葉鎘平均含量0.40μg/g，範圍從濃度極低，無法偵測到1.00μg/g，對茶樹生長無影響，人體每日正常鎘攝取量爲 0.007～0.3mg，每日攝取量超過 3 mg才對人體有害，而茶葉鎘含量皆在 1.0μg/g以下，且泡茶後茶湯鎘濃度極低無法偵測到，故飲用上應無問題。鋇含量變幅大，範圍在2.51～17.17μg/g，平均含量8.67μg/g，茶葉鋇含量多寡是否對茶樹生長有影響目前仍未明瞭。

低含量的鉛對植物生長有促進作用，高量鉛則會對植物產生毒害，且各種植物對鉛的耐受力不同，植物中允許的最高鉛容許量亦不同。日本規定茶葉中鉛含量最高允許限量爲 25μg/g，本調查茶葉鉛平均含量5.14μg/g，範圍從0.89μg/g到10.20μg/g，以 7號魚池茶茶樣最低0.89μg/g，13號名間、16號峨眉、17號大湖及18、19、20號鹿谷等茶樣含鉛量在7.00μg/g以上，皆低於 25μg/g應屬正常範圍，且泡茶後茶湯鉛濃度極低無法偵測出，飲

用應無問題。茶葉鉛含量高低決定于土壤母質與污染源，尤其污染源對茶葉鉛含量影響最大。例如汽油中添加四乙基鉛和四甲基鉛，經汽車引擎燃燒後轉化成 $PbBr_2$、PbBrCl、Pb(OH)Br 和$Pb(OH)_2PbBr_2$ 等鹵化物，其可溶性較高，降落土壤後與 CO_3^{2-} 和 PO_4^{3-} 等陰離子或有機物質結合，移動性變小。因此公路兩旁或鉛鋅礦冶煉廠附近土壤含鉛量較高，植物吸收鉛含量亦最多，而茶園大部分位於海拔較高之坡地，亦有部分在低海拔平地，受鉛污染程度不同。另外，人爲施用的有機廢棄物如垃圾堆肥含鉛量應予留意，噴灑含鉛農藥如砷酸鉛等都可導致土壤中鉛含量之增加，故平時注意土壤保養如有機質肥料的選擇與適時適量的施用，提高土壤 pH 值、增加土壤陽離子交換能力、磷肥之施用等措施皆可降低鉛在土壤中的活性，而減輕鉛對茶樹之污染。

二標準評茶泡茶法對包種茶茶湯無機元素浸出量及其浸出率之影響

1992年冬季20點包種茶茶樣以標準泡茶法沖泡，茶湯無機元素浸出量及其浸出率如表3所示。

表3. 以標準評茶泡法之包種茶茶湯中無機元素之浸出量及其浸出率

Table 3. Extracted amounts and percentages of inorganic elements in Paochung tea soup by standard tea-making method.

茶樣	P (μg/g) 第一泡	P (μg/g) 第二泡	K (μg/g) 第一泡	K (μg/g) 第二泡	Ca (μg/g) 第一泡	Ca (μg/g) 第二泡	Mg (μg/g) 第一泡	Mg (μg/g) 第二泡	Fe (μg/g) 第一泡	Fe (μg/g) 第二泡	Mn (μg/g) 第一泡	Mn (μg/g) 第二泡
1	702 (20.7)*	359 (10.6)	6832 (56.6)	3747 (31.0)	38 (0.9)	18 (0.4)	391 (19.6)	177 (8.9)	0.79 (0.6)*	0.42 (0.3)	95 (12.9)	58 (7.9)
2	1216 (29.8)	452 (11.0)	9966 (69.5)	4110 (28.7)	78 (1.4)	51 (0.9)	769 (30.3)	275 (10.7)	0.74 (0.7)	0.28 (0.3)	75 (16.6)	34 (7.5)
3	522 (16.1)	337 (11.6)	7000 (46.8)	4506 (30.1)	24 (0.6)	13 (0.3)	395 (18.3)	245 (11.4)	0.70 (0.6)	0.70 (0.6)	114 (13.6)	86 (10.3)
4	876 (25.7)	394 (11.6)	9960 (62.8)	5113 (32.9)	27 (0.7)	17 (0.5)	746 (30.5)	308 (12.6)	2.28 (1.2)	1.77 (1.0)	135 (20.8)	64 (9.9)
5	721 (23.6)	420 (13.8)	9520 (59.9)	5460 (34.4)	29 (0.8)	26 (0.7)	469 (23.4)	235 (11.7)	3.36 (1.8)	1.30 (0.7)	60 (16.3)	34 (9.3)
6	478 (17.1)	342 (11.3)	7373 (49.2)	4680 (31.2)	21 (0.6)	20 (0.5)	471 (19.4)	247 (10.2)	0.56 (0.5)	0.60 (0.6)	23 (11.7)	18 (9.1)
7	612 (18.0)	385 (11.3)	9193 (52.5)	5373 (30.7)	39 (1.0)	18 (0.5)	422 (20.8)	212 (10.5)	0.79 (0.7)	0.42 (0.3)	25 (13.1)	16 (8.4)
8	662 (20.0)	340 (10.3)	6160 (44.9)	4290 (31.3)	43 (1.2)	34 (1.0)	339 (16.3)	235 (11.3)	0.74 (0.6)	0.65 (0.5)	112 (12.3)	100 (11.0)
9	429 (15.5)	293 (10.6)	9426 (67.9)	4116 (29.6)	38 (1.0)	14 (0.4)	359 (20.3)	140 (7.9)	2.56 (1.6)	0.88 (0.5)	158 (16.5)	73 (7.6)
10	472 (17.3)	343 (12.6)	7653 (50.7)	4776 (31.6)	19 (0.6)	14 (0.4)	333 (16.6)	198 (9.9)	2.38 (1.6)	1.54 (1.0)	42 (12.1)	29 (8.4)
11	601 (16.0)	327 (8.7)	7466 (53.0)	4160 (29.5)	20 (0.7)	18 (0.6)	352 (16.4)	177 (8.2)	0.88 (0.8)	0.42 (0.4)	102 (11.6)	70 (7.9)
12	616 (17.1)	326 (9.1)	8866 (63.3)	4636 (33.1)	31 (0.8)	10 (0.3)	514 (24.8)	204 (9.8)	2.66 (2.0)	0.65 (0.5)	205 (14.7)	101 (7.3)
13	350 (12.3)	213 (7.5)	6393 (57.0)	3423 (30.5)	166 (2.5)	93 (1.4)	317 (16.9)	119 (6.3)	2.89 (1.5)	0.65 (0.3)	207 (11.3)	103 (5.6)
14	735 (20.3)	338 (9.3)	9045 (64.6)	4246 (30.3)	49 (1.2)	28 (0.7)	649 (28.5)	226 (9.9)	2.00 (1.6)	0.42 (0.3)	232 (18.5)	104 (8.3)
15	642 (17.7)	375 (10.9)	6885 (59.5)	3596 (31.1)	66 (1.5)	34 (0.8)	266 (14.4)	149 (8.1)	1.44 (0.9)	0.46 (0.3)	76 (9.8)	52 (6.7)
16	514 (16.5)	231 (7.4)	9675 (61.3)	4290 (27.2)	98 (2.2)	38 (0.8)	314 (15.8)	94 (4.7)	3.12 (1.3)	0.79 (0.3)	216 (10.7)	94 (4.7)
17	605 (19.4)	255 (8.2)	9585 (65.1)	3770 (25.6)	107 (1.9)	70 (1.2)	476 (19.9)	167 (7.0)	1.16 (0.7)	0.28 (0.2)	136 (11.9)	64 (5.6)
18	433 (15.6)	311 (11.2)	4396 (34.8)	2888 (22.9)	120 (2.3)	88 (1.7)	375 (16.7)	294 (12.0)	1.63 (1.1)	0.93 (0.6)	115 (12.4)	99 (10.7)
19	390 (14.5)	302 (11.3)	4041 (34.5)	2776 (23.7)	191 (3.3)	124 (2.1)	305 (13.4)	266 (10.7)	1.73 (1.4)	1.40 (1.2)	93 (8.1)	86 (7.5)
20	458 (16.6)	329 (11.9)	4270 (33.0)	2963 (22.9)	144 (2.7)	98 (1.9)	378 (16.6)	312 (11.6)	2.80 (2.2)	1.40 (1.1)	97 (9.9)	83 (8.4)
平均	602 ±196** (18.5 ±4.1)**	335 ±58 (10.5 ±1.7)	7685 ±1941 (54.3 ±11.1)	4145 ±770 (29.4 ±3.3)	67 ±53 (1.4 ±0.8)	41 ±34 (1.1 ±0.4)	432 ±142 (19.9 ±5.1)	214 ±62 (9.7 ±2.1)	1.76 ±0.94 (1.2 ±0.5)	0.80 ±0.45 (0.5 ±0.3)	116 ±62 (13.2 ±3.1)	68 ±30 (8.1 ±1.7)

* 括弧內數字爲浸出率%

** 平均值±標準偏差

表3. 以標準評茶泡法之包種茶茶湯中無機元素之浸出量及其浸出率(續)

Table 3. Extracted amounts and percentages of inorganic elements in Paochung tea soup by standard tea-making method. (continued)

茶樣	Cu (μg/g)		Zn (μg/g)		B (μg/g)		Sr (μg/g)		Na (μg/g)	
	第一泡	第二泡	第一泡	第二泡	第一泡	第二泡	第一泡	第二泡	第一泡	第二泡
1	0.79 (7.3)*	0.56 (5.2)	14.5 (47.8)	6.5 (21.5)	4.7 (23.7)	3.2 (16.2)	1.40 (11.7)	0.32 (2.7)	192 (27.8)	149 (21.6)
2	1.97 (17.6)	0.84 (7.5)	15.5 (51.8)	6.3 (21.1)	3.3 (20.2)	2.1 (12.9)	3.27 (12.0)	1.20 (4.4)	191 (27.8)	191 (27.8)
3	0.74 (6.6)	0.60 (5.4)	8.8 (34.0)	5.4 (20.8)	2.5 (15.6)	2.5 (15.6)	0.47 (5.8)	0.22 (2.7)	182 (25.4)	164 (22.9)
4	1.21 (10.4)	0.70 (6.0)	14.9 (51.4)	5.7 (19.7)	5.2 (26.5)	3.8 (19.4)	0.23 (3.4)	0.10 (1.5)	187 (22.9)	165 (20.2)
5	0.42 (4.0)	0.09 (0.8)	10.8 (44.4)	4.9 (20.2)	2.0 (13.7)	1.9 (13.0)	0.61 (6.0)	0.23 (2.3)	200 (28.7)	154 (22.1)
6	0.46 (4.8)	0.32 (3.3)	6.5 (29.5)	3.7 (16.8)	2.4 (14.6)	2.7 (16.5)	0.23 (4.2)	0.12 (2.2)	187 (26.4)	145 (20.5)
7	0.70 (5.5)	0.46 (3.6)	7.8 (28.5)	3.5 (12.8)	4.3 (24.6)	3.3 (18.9)	0.33 (5.6)	0.13 (2.2)	210 (33.9)	149 (24.1)
8	0.51 (5.1)	0.32 (3.2)	10.2 (33.1)	6.0 (19.5)	3.7 (21.8)	3.7 (21.8)	0.18 (4.2)	0.09 (2.1)	191 (28.1)	170 (25.0)
9	0.74 (7.6)	0.56 (5.7)	10.8 (40.7)	4.3 (16.2)	3.5 (20.8)	2.6 (15.5)	0.45 (6.4)	0.30 (4.3)	205 (35.6)	168 (29.2)
10	0.51 (4.9)	0.32 (3.1)	13.1 (40.8)	6.7 (20.9)	2.2 (14.4)	2.3 (15.0)	0.60 (7.8)	0.36 (4.7)	205 (25.3)	158 (19.5)
11	0.51 (6.2)	0.09 (1.1)	10.7 (28.3)	5.8 (15.3)	1.8 (15.4)	0.6 (5.1)	0.56 (8.1)	0.20 (2.9)	191 (30.9)	154 (24.9)
12	1.30 (10.4)	0.60 (4.8)	12.1 (39.3)	5.3 (17.2)	2.0 (12.9)	1.8 (11.6)	0.52 (7.5)	0.26 (3.8)	177 (43.5)	149 (36.6)
13	0.93 (7.6)	0.32 (2.6)	12.2 (31.9)	4.6 (12.0)	3.9 (19.3)	2.2 (10.9)	1.86 (10.0)	0.82 (4.4)	200 (32.8)	154 (25.3)
14	0.98 (8.1)	0.79 (6.6)	12.7 (34.5)	4.6 (12.5)	2.8 (15.3)	2.1 (11.5)	1.24 (10.7)	0.56 (4.8)	187 (25.3)	169 (22.9)
15	0.79 (6.6)	0.51 (4.2)	10.9 (28.8)	6.4 (16.9)	3.9 (20.5)	2.8 (14.7)	0.56 (7.8)	0.47 (6.6)	200 (32.7)	163 (26.6)
16	1.49 (13.7)	0.70 (6.5)	7.7 (21.3)	3.9 (10.8)	4.4 (20.4)	2.8 (13.0)	0.44 (6.3)	0.22 (3.2)	200 (29.0)	165 (23.9)
17	0.60 (5.6)	0.32 (3.0)	5.8 (24.2)	3.6 (15.0)	1.5 (10.7)	0.9 (6.4)	1.37 (8.3)	0.56 (3.4)	205 (26.6)	159 (20.6)
18	0.42 (3.1)	0.28 (2.1)	8.2 (20.7)	5.1 (12.9)	2.3 (13.7)	2.2 (13.1)	0.56 (3.6)	0.27 (1.7)	118 (17.9)	111 (16.8)
19	0.28 (2.6)	0.19 (1.7)	7.9 (21.5)	5.3 (14.4)	2.1 (12.6)	2.0 (12.0)	0.51 (2.8)	0.27 (1.5)	107 (14.5)	95 (12.9)
20	0.42 (3.4)	0.33 (2.7)	9.6 (25.5)	5.6 (14.9)	2.4 (13.6)	2.1 (11.9)	0.47 (3.2)	0.23 (1.5)	95 (15.0)	92 (14.5)
平均	0.79 ±0.43** (7.0 ±3.7)**	0.44 ±0.22 (4.0 ±1.9)	10.5 ±2.8 (33.9 ±9.8)	5.2 ±1.0 (16.6 ±3.4)	3.0 ±1.0 (17.5 ±4.6)	2.4 ±0.8 (14.0 ±3.6)	0.79 ±0.73 (6.8 ±2.8)	0.35 ±0.27 (3.1 ±1.4)	181 ±34 (27.5 ±6.8)	151 ±25 (22.9 ±5.2)

* 括弧內數字爲浸出率%

** 平均值±標準偏差

表3. 以標準評茶泡法之包種茶茶湯中無機元素之浸出量及其浸出率(續)
Table 3. Extracted amounts and percentages of inorganic elements in Paochung tea soup by standard tea-making method. (continued)

茶樣	Mo (μg/g) 第一泡	第二泡	Ni (μg/g) 第一泡	第二泡	Al (μg/g) 第一泡	第二泡	Ba (μg/g) 第一泡	第二泡	Si (μg/g) 第一泡	第二泡
1	0.35 (20.6)*	ND***	2.33 (35.8)	1.49 (22.9)	18.9 (3.3)	10.7 (1.8)	0.15 (1.4)	0.14 (1.3)	4.7 (2.8)	2.1 (1.3)
2	0.44 (22.4)	ND	1.40 (38.6)	0.47 (13.9)	20.1 (4.3)	5.1 (1.1)	0.29 (1.7)	0.26 (1.5)	19.7 (10.6)	14.1 (7.6)
3	0.34 (16.3)	ND	0.75 (27.3)	0.42 (15.3)	35.0 (5.1)	32.6 (4.8)	0.04 (0.8)	0.02 (0.4)	12.3 (6.9)	4.7 (2.6)
4	0.49 (22.1)	0.11 (5.0)	0.56 (44.8)	ND	45.0 (9.0)	20.0 (4.0)	0.04 (1.0)	0.03 (0.7)	16.1 (6.7)	14.4 (6.0)
5	0.47 (25.7)	0.11 (6.0)	ND	ND	44.9 (5.4)	26.4 (3.2)	0.02 (0.4)	0.02 (0.4)	26.3 (9.2)	20.6 (7.2)
6	0.43 (20.6)	0.05 (2.4)	ND	ND	30.4 (4.3)	29.8 (4.3)	0.02 (0.5)	0.02 (0.5)	15.7 (10.8)	14.0 (9.6)
7	0.45 (24.6)	0.05 (2.7)	0.98 (35.6)	0.47 (17.1)	32.9 (5.6)	18.3 (3.1)	0.04 (1.6)	0.03 (1.2)	18.7 (11.4)	13.6 (8.3)
8	0.38 (19.4)	0.16 (8.2)	2.01 (28.2)	1.49 (20.9)	48.2 (5.2)	48.3 (5.2)	0.02 (0.5)	0.02 (0.5)	10.4 (7.1))	9.8 (6.7)
9	0.38 (15.3)	ND	1.17 (36.0)	0.51 (15.7)	67.7 (6.5)	30.4 (2.9)	0.12 (1.2)	0.08 (0.8)	34.6 (12.1)	26.4 (9.2)
10	0.45 (20.3)	0.05 (2.2)	ND	ND	23.8 (4.1)	18.9 (3.2)	0.04 (1.0)	0.03 (0.8)	22.4 (10.6)	20.3 (9.6)
11	0.31 (15.8)	0.16 (8.2)	1.68 (28.0)	1.03 (17.1)	31.8 (5.0)	19.5 (3.1)	0.05 (0.7)	0.04 (0.6)	10.3 (7.2)	9.4 (6.6)
12	0.44 (22.4)	0.11 (5.6)	2.10 (49.3)	1.03 (24.2)	27.9 (5.3)	10.1 (1.9)	0.03 (0.6)	0.03 (0.6)	7.9 (3.9)	4.3 (2.1)
13	0.31 (7.9)	0.16 (4.1)	1.49 (24.8)	0.65 (10.8)	122.3 (8.2)	63.6 (4.3)	0.37 (2.4)	0.30 (1.9)	42.9 (12.9)	30.3 (9.1)
14	0.44 (16.0)	ND	2.89 (44.4)	1.35 (20.7)	35.1 (6.8)	11.6 (2.2)	0.05 (0.6)	0.04 (0.5)	11.9 (6.3)	10.4 (5.5)
15	0.11 (4.4)	ND	2.75 (41.4)	1.82 (27.4)	37.9 (5.2)	21.9 (3.0)	0.05 (0.8)	0.04 (0.6)	7.4 (3.3)	4.3 (1.9)
16	0.18 (6.2)	ND	0.56 (15.4)	0.42 (11.6)	55.2 (5.2)	28.6 (2.7)	0.03 (0.3)	0.03 (0.3)	14.0 (4.8)	10.6 (3.7)
17	0.25 (8.3)	ND	2.66 (36.6)	1.17 (16.1)	74.0 (6.4)	41.4 (3.6)	0.10 (0.8)	0.08 (0.7)	15.2 (5.2)	13.0 (4.4)
18	0.70 (13.4)	0.10 (1.9)	0.75 (12.8)	0.33 (5.6)	19.9 (3.8)	17.2 (3.3)	0.19 (1.2)	0.14 (0.9)	10.4 (5.0)	9.8 (4.7)
19	0.84 (16.1)	0.27 (5.2)	0.61 (12.6)	0.23 (4.7)	14.7 (2.6)	14.2 (2.5)	0.14 (1.1)	0.14 (1.1)	9.6 (4.7)	7.9 (3.8))
20	0.84 (16.1)	0.27 (5.2)	0.98 (18.2)	0.37 (6.9)	17.5 (3.3)	16.8 (3.1)	0.14 (0.9)	0.14 (0.9)	8.1 (4.0)	7.0 (3.5)
平均	0.43 ±0.19** (16.7 ±6.1)**	0.08 ±0.08 (2.8 ±2.9)	1.28 ±0.93 (26.5 ±15.5)	0.66 ±0.56 (12.5 ±8.7)	40.2 ±25.2 (5.2 ±1.6)	24.3 ±14.6 (3.2 ±1.0)	0.10 ±0.09 (1.0 ±0.5)	0.08 ±0.08 (0.8 ±0.4)	15.9 ±9.6 (7.3 ±3.2)	12.4 ±7.4 (5.7 ±2.7)

* 括弧內數字爲浸出率%
** 平均值±標準偏差
*** 濃度極低，偵測不到

磷在第一泡茶湯平均浸出量602μg/g，平均浸出率18.5%，浸出率在12.3～29.8%間，第二泡茶湯平均浸出量335μg/g，平均浸出率10.5%，(第一泡與第二泡磷平均浸出量總和937μg/g及平均浸出率總和29%)，茶葉磷含量與其第一泡和第二泡茶湯磷浸出量呈極顯著正相關(相關係數r分別爲0.811及0.504)，即茶葉磷含量越高，茶湯磷浸出量亦越多。成人每天磷攝取量需600mg，而茶葉僅提供極少量磷 (第一泡加第二泡茶湯全部飲用，所攝取到磷量約2.8mg)，故需從牛奶、肉類、白米、麵粉、蔬菜與水果等補充，人體才不致缺乏。

鉀在第一泡茶湯平均浸出量7685μg/g，平均浸出率54.3%，將近一半茶葉鉀含量被浸泡出來，第二泡茶湯鉀平均浸出量4145μg/g，平均浸出率29.4%，二泡茶湯平均浸出率合計達84%，可見茶葉中鉀易被熱水浸出，茶葉鉀含量與其第一泡及第二泡茶湯鉀浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0.681及0.839)。二泡茶湯全部飲用則可攝取約35mg的鉀量，而人體正常鉀攝取量每天約4g，顯然茶葉是一種高鉀飲料。

鈣在茶湯中含量較低，第一泡茶湯平均浸出量67μg/g，平均浸出率1.4%，第二泡茶湯平均浸出量41μg/g，平均浸出率1.1%，二泡平均浸出率合計僅2.5% ，茶葉鈣含量與其第一泡及第二泡茶湯鈣浸出量亦呈極顯著正相關 (r分別爲0.889及0.852)。茶葉鈣不易被熱水浸泡出，可能茶葉含多量多元酚類及有機酸，使鈣成難溶性鹽類，致浸出率低。控制茶湯pH值，可應用鈣離子分離製備多元酚類，因鈣離子與多元酚類作用，其中 Epigallocatechin gallate 和 Epicatechin gallate 較其他兒茶素容易沈澱 (郭和程，1991)。若二泡茶湯全部飲用則攝取鈣量約0.3mg，與成人所需鈣每日攝取量600mg相差甚多，故需從牛乳、魚類、肉類與蔬菜等獲得補充。

鎂在第一泡茶湯平均浸出量432μg/g，平均浸出率19.9%，浸出率在13.4～30.5%間，第二泡茶湯平均浸出量214μg/g，平均浸出率9.7%，二泡平均浸出率合計達30.6%，若二泡茶湯全部飲用可攝取鎂量約1.9mg，成人每日鎂攝取量爲300～350mg，可見茶湯中鎂含量仍相當豐富。茶葉鎂含量與其第一泡和第二泡茶湯鎂浸出量呈極顯著正相關 (r 分別爲 0.687及0.701)，故茶葉鎂含量高者，所浸泡出鎂含量亦高。

鐵在茶湯中含量偏低，第一泡茶湯平均浸出量1.76μg/g，平均浸出率1.2%，第二泡茶湯平均浸出量0.80μg/g，平均浸出率0.5%，茶葉鐵含量與其第一泡茶湯鐵浸出量呈顯著正相關 (r＝0.693)，而與第二泡茶湯鐵浸出量則無相關 (r＝0.276)。 成人每日鐵攝取量爲10～15mg，由二泡茶湯提供鐵含量約爲0.007mg 可見茶葉僅提供極少量源，極大部份仍需從日常食物中獲得。

錳在第一泡茶湯平均浸出量116μg/g，平均浸出率13.2%，浸出率在8.1～20.8%間，第二泡茶湯平均浸出量68μg/g，平均浸出率8.1%，浸出率在4.7～11.0%間，茶葉錳含量與其二泡茶湯中錳浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0.882 及 0.832)，顯示茶葉錳含量高，茶湯錳浸出量亦高。二泡茶湯若全部飲用可攝取約 0.55mg錳量，而人體每日錳攝取量約 4mg，因此茶葉可提供人體多量的錳。然茶湯中錳的形態不同，人體對其吸收與利用率就不同，郭(1992) 研究鐵觀音茶葉茶湯中結合錳與游離錳的比例爲 1：1.7，黃金桂茶葉茶湯中二者相近約1：1，而黃金桂茶葉兩種形態錳量都高於鐵觀音茶葉。至於茶湯中錳形態與含量對人體生理、葯理作用有何重要意義，仍有待醫學界深入研究。

銅在第一泡茶湯平均浸出量0.79μg/g，平均浸出率7.0%，浸出率在2.6～17.6%間，第二泡平均浸出量0.44μg/g，平均浸出率4.0%，銅在茶湯中浸出量變幅大，可能與製茶加工

時所用機器如炒菁機和揉捻機有關，茶葉銅含量與其茶湯銅浸出量無明顯相關。人體每日正常銅攝取量爲2～5mg，二泡茶湯提供銅含量約3.6μg，可見飲茶可攝取少量之銅元素。

鋅在第一泡茶湯平均浸出量10.5μg/g，平均浸出率33.9%，浸出率在20.7～51.8%間，浸出率變幅甚大，茶葉鋅含量與其茶湯鋅浸出量則無明顯相關，可能因茶葉內含物相互作用，影響茶湯浸出量變異加大之故。二泡茶湯若全部飲用可獲得約0.05mg鋅，顯然茶葉亦含豐富的鋅。

硼在第一泡茶湯平均浸出量3.0μg/g，平均浸出率17.5%，第二泡茶湯平均浸出量 2.4μg/g，平均浸出率13.7%，二泡茶湯平均浸出率合計達31.2%，茶葉硼含量與其第一泡和第二泡茶湯硼浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0.815及0.688)。

鋰在第一泡茶湯平均浸出量0.79μg/g，平均浸出率6.8%，浸出率在2.8～12.0間，第二泡平均浸出量0.35μg/g，平均浸出率3.1%，二泡茶湯平均浸出率合計達9.9%。茶葉鋰含量與其第一泡及第二泡茶湯鋰浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0.821及0.796)。

鈉在第一泡茶湯平均浸出量181μg/g，平均浸出率27.5%，浸出率在14.5～43.5% 間，第二泡茶湯平均浸出量151μg/g，平均浸出率22.9%，浸出率在12.9～36.6%間, 茶葉鈉含量與其第一泡及第二泡茶湯鈉浸出量無明顯相關。

鉬在第一泡茶湯平均浸出量0.43μg/g，平均浸出率16.7%，浸出率在4.4～25.7%間，第二泡平均浸出量0.08μg/g，平均浸出率2.8%， 茶葉鉬含量與其第一泡及第二泡茶湯鉬浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0,651及0.585)。二泡茶湯全部飲用可獲得約1.5μg鉬，而人體每日正常鉬攝取量爲0.15～0.50mg，故茶葉僅提供少量鉬。

鎳在 5、6及10號三個茶樣中含量皆低於0.65μg/g，經標準評茶泡茶後茶湯中鎳含量則無法偵測到。鎳在第一泡茶湯平均浸出量1.28μg/g，平均浸出率26.5%，第二泡茶湯平均浸出量0.66μg/g，平均浸出率12.5%，二泡平均浸出率合計達 39%，二泡茶湯全部飲用約可攝取5.8μg，人體每日正常鎳攝取量爲0.3～0.5 mg， 可見飲茶亦可提供少量鎳元素。茶葉鎳含量與其第一泡及第二泡茶湯鎳浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0.825及0.813)。

鋁在第一泡茶湯平均浸出量40.2μg/g，平均浸出率5.2%，浸出率在2.6～9.0%，第二泡茶湯平均浸出量24.3μg/g，平均浸出率3.2%，顯示鋁在茶湯中浸出率低，二泡茶湯浸出率合計約 9%，二泡茶湯鋁含量共約0.2mg。茶葉鋁含量與其第一泡及第二泡茶湯鋁浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0.925及0.882)。茶湯中鋁是否對人體有影響，黃等 (1991) 認爲茶湯中鋁的主要形態爲氟化鋁複合物，有機鋁與聚合羥基鋁複合物也存在，但不含有毒的單體羥基鋁，不影響茶的營養價值。French 等 (1989) 認爲茶湯鋁以有機鋁形態存在，並以人工模擬人胃pH 2時，鋁存在形態仍爲有機鋁複合物，因此對食物中鋁複合物存在的形態應予重視。另外鋁容器釋出的鋁也應特別留意，因有機酸(草酸)可溶解大量鋁化合物。用 pH 4 的水 (加入2ppm 銅)也能使鋁容器中的水含有30ppm鋁，故飲用水和水管中的銅含量亦不可忽視 (Platen, 1989)。茶湯中鉻、鎘與鉛濃度極低無法偵測出。

銀在第一泡茶湯平均浸出量0.10μg/g，平均浸出率1.0%，第二泡茶湯平均浸出量0.08μg/g，平均浸出率0.8%，二泡茶湯平均浸出率合計僅1.8%，可見茶葉中銀在熱水浸泡後浸出率很低。茶葉銀含量與其第一泡及第二泡茶湯銀浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲 0.845及0.862)。

矽在第一泡茶湯平均浸出量15.9μg/g，平均浸出率7.3%，第二泡茶湯平均浸出量12.4

ug/g，平均浸出率5.7%。人體每日正常矽攝取量爲10mg，二泡茶湯全部飲用可攝取矽0.08 mg，故飲茶可提供少量之矽元素。茶葉矽含量與其第一泡及第二泡茶湯矽浸出量呈極顯著正相關 (r分別爲0.646及0.610)。

綜合以上茶葉中各種元素含量及其茶湯之浸出量與浸出率之結果可以推算，如果每天飲用10克茶葉可提供人體每日需要量40%以上的有錳元素，提供人體每日需要量1～10%的有磷、鉀、鎂、鋅、鉬、鎳、鋁、矽與銣，而鈣、鐵、銅、硼、鈉與鋇則提供人體每日需要量的1% 以下，至於鉻、鎘與鉛則茶湯中未偵測出。因此明瞭茶葉及其茶湯中之各種元素的含量，對發展茶葉在預防醫學上的重要性是有所助益的。

三茶葉無機元素含量與包種茶品質之關係

選取1992年春季南投名間碧峰茶葉產銷班優良茶比賽台茶13號組茶樣90點，經品評員評審結果分成四個等級，並以 ICP分析茶葉中無機元素含量結果如表4。上級品及中上級品茶葉磷含量在0.30%以上，中級品及下級品茶葉磷含量則較低。茶葉鉀、鎂與鋅含量高對春季包種茶品質有良好貢獻。而茶葉鈣、錳、銣、鋁、鋇與矽含量愈高，則包種茶品質愈差，可能該茶菁採摘過遲有老化現象或是茶園土壤與施肥管理不當造成土壤養分不平衡，致吸收過多該元素而累積在茶菁中，影響包種茶製茶品質。至於茶葉中鐵、銅、硼、鉬、鎳、鉻與鉛含量對包種茶品質則無明顯影響。

表4. 1992年春季名間碧峰班優良茶比賽茶葉無機元素含量 (台茶13號)

Table 4. Inorganic components of tea (TTES No.13) selected in the tea competition held at Mingchien in Spring, 1992

無機元素	上級茶 N = 24*	中上級茶 N = 16	中級茶 N = 43	下級茶 N = 7
μg/g				
P	3168±294**a	3004±373a***	2788±214b	2768±126b
K	16762±807a	15815±811ab	15579±1049b	14525±693c
Ca	3651±380b	3584±389b	3511±327b	3947±427a
Mg	1774±112a	1711±124a	1646±118b	1574±176b
Fe	137.9±18.0a	144.7±22.3a	138.3±32.6a	133.4±10.7a
Mn	1260±180b	1306±205b	1453±183a	1563±318a
Cu	11.15±1.45a	10.67±1.12a	10.91±1.35a	10.84±1.09a
Zn	32.3±4.2a	31.6±6.4a	27.9±2.8b	27.8±1.8b
B	21.4±2.2a	20.3±2.3a	19.4±2.0a	20.2±2.0a
Sr	7.58±1.76a	7.31±1.15a	7.71±1.61a	8.68±1.73b
Mo	2.80±0.39a	2.79±0.56a	2.78±0.53a	2.99±0.69a
Ni	4.48±1.12a	4.28±1.31a	4.26±1.19a	4.23±0.87a
Cr	3.49±0.90a	3.85±0.97a	3.45±0.91a	3.47±0.97a
Al	639±117b	608±74b	712±209b	916±200a
Ba	7.11±2.33b	6.95±1.47b	8.93±2.85ab	10.08±2.60a
Si	196.0±55.3b	196.4±45.9b	200.9±49.3b	243.4±52.5a
Pb	5.73±1.61a	6.31±2.00a	5.78±1.65a	7.05±2.40a

* 爲茶葉樣本數

** 平均值±標準偏差

*** 表中橫行有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

四不同浸泡時間對包種茶茶湯成分之影響

茶葉浸泡時間長短，對茶湯中水可溶性物質的量及香氣滋味有顯著影響。阮（1991）利用逆流式連續萃取法，萃取茶湯中可溶分、兒茶素類、多元酚類、咖啡因及游離氨基酸等濃度，隨萃取時間的延長而增高，萃取20分鐘達到平衡狀態不再增高，適合易開罐茶葉飲料及速溶茶之製造。本試驗以同一品種茶樣（1993年6月名間茶區青心烏龍品種所製之包種茶），利用標準包種茶評茶方法，僅浸泡時間之不同，探究茶湯中無機元素及可溶分之浸出量結果如表5 所示。可溶分隨浸泡時間之增長，浸出量愈多，浸泡 7分鐘可溶分達5.1mg/ml，茶湯滋味濃且苦澀味重，浸泡 4分鐘滋味平淡微澀，浸泡 5或6分鐘滋味醇厚微苦澀，浸泡時間過久，對茶湯滋味影響甚大。因此在相同的茶葉用量下，適當的浸泡時間，才能發揮優良茶葉的特色或彌補普通茶葉的缺點，泡出適宜大眾品味的好茶。茶湯電導度值隨浸泡時間加長而升高，由茶湯中磷、鉀、鋅、硼、鉬及鎳浸出量隨浸泡時間加長而增加可看出。鎂、鐵、錳、銅、鈉與鋁浸出量則以浸泡 6分鐘爲最高，浸泡 7分鐘浸出量則稍降低。鈣、鋰與銀以浸泡 5分鐘爲最多，浸泡 6及7分鐘皆降低浸出量，此可能與茶湯中多元酚類複合或沈澱或被茶葉中多元酚類及各種有機酸再吸附，而使浸出量隨浸泡時間增長而降低所致。茶湯矽浸出量除浸泡 4分鐘含量少外，5至7分鐘浸出率約在14%；茶湯鉛、鉻與鎘含量則未偵測出。茶湯 pH 值隨浸泡時間加長而稍爲降低，以上顯示茶湯中無機元素與有機成分有可能發生吸附或複合作用，此方面仍有待進一步研究。

表5. 不同浸泡時間對包種茶茶湯中無機元素之影響

Table 5. Effect of tea-making time on the inorganic element amounts of Paochung tea soup

無機元素	茶葉浸泡時間			
	4 分鐘	5 分鐘	6 分鐘	7 分鐘
μg/g				
P	371 (16.6)*	439 (19.6)	524 (23.4)	535 (23.9)
K	7605 (68.3)	8796 (79.0)	9427 (84.7)	9490 (85.3)
Ca	24 (0.5)	71 (1.4)	59 (1.2)	60 (1.2)
Mg	265 (15.2)	337 (19.3)	409 (23.5)	402 (23.0)
Fe	1.26 (1.1)	1.58 (1.4)	1.77 (1.6)	1.58 (1.4)
Mn	107 (8.1)	127 (9.7)	150 (11.4)	139 (10.6)
Cu	0.37 (3.3)	0.47 (4.2)	0.51 (4.6)	0.47 (4.2)
Zn	3.3 (9.9)	4.3 (13.0)	4.3 (13.0)	4.5 (13.6)
B	2.5 (14.2)	3.4 (19.3)	3.4 (19.3)	3.6 (20.5)
Sr	1.12 (10.1)	2.71 (24.5)	1.81 (16.4)	1.68 (15.2)
Mo	0.60 (11.5)	0.89 (17.1)	1.63 (31.3)	1.72 (33.0)
Ni	1.17 (16.9)	1.58 (22.8)	1.82 (26.3)	2.00 (28.9)
Na	154 (25.7)	225 (36.8)	230 (37.6)	200 (32.7)
Al	169 (12.2)	206 (14.9)	218 (15.8)	210 (15.2)
Ba	0.93 (9.6)	1.12 (11.6)	1.03 (10.7)	0.88 (9.1)
Si	22.8 (11.4)	29.4 (14.7)	27.5 (13.7)	28.5 (14.2)
Pb	ND**	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND
pH	5.78	5.78	5.76	5.75
EC(dS/m)	0.60	0.71	0.78	0.80
可溶分(mg/ml)	2.5	3.6	4.0	5.1

註：茶葉用量 3克，沸水 140 毫升。

* 括弧內數字爲浸出率%。

** 濃度極低，偵測不到。

五不同茶葉用量對包種茶茶湯成分之影響

浸泡時間固定，茶葉與用水量的比例多少，影響茶葉內含物質溶出速率，而表現在茶湯滋味濃淡與水色深淺之上。以標準包種茶評茶泡茶法，在相同用水量140毫升與浸泡時間6分鐘下，茶葉用量的不同，茶湯中無機元素濃度與浸出率，可溶分濃度、電導度值及 pH 值，結果如表6 所示。茶湯中除鈣、鋰與鈉濃度較無規律外，其餘各種無機元素濃度皆隨茶葉用量的增加而升高，茶湯電導度值與可溶分濃度亦隨茶葉用量增加而遞增，茶湯pH值則相反，隨茶葉用量的增加而降低。因此茶與水量的不同，茶湯各種無機元素浸出率亦有差別，如茶與水比例爲1：140時，茶湯中鉀與鈉浸出率達85%以上，顯示在此比例下極易溶出，鈉浸出率隨茶葉用量增加而降低，可能與茶湯pH值降低有關。茶湯磷、鎂、鐵、錳、鉬、鎳、鋁與矽浸出率在茶與水1：140時較茶葉2克以上水140毫升者高，鈣與硼浸出率在茶與水1：140及2：140時較高，茶 3克以上各種無機元素浸出率除鈉外，皆可維持在某一特定的範圍內變化不大。茶湯鉛、鉻與鎘濃度極低未能偵測出。可見由茶湯中各種單獨無機元素的濃度來界定茶湯滋味濃淡、強弱與苦澀似較爲複雜。若以茶湯電導度值或可溶分濃度來界定適宜範圍似乎是可行的，因電導度值是各種物質導電性的一種度量，可溶分是多元酚類、咖啡因、游離氨基酸、可溶性糖類與無機元素等各種成分綜合表現的結果。由本試驗及參考 1992年冬茶20點茶樣分析值得之，茶湯電導度值低於0.50dS/m或可溶分濃度低於2.5mg/ml時，茶湯滋味較爲淡薄，無法完全表現茶葉應有的特色，若茶湯電導度值達1.00dS/m以上或可溶分濃度達5.5mg/ml以上，茶湯滋味濃烈，尤其中低級茶葉若達該數值時，更易顯現茶湯苦澀、酸味濃重等缺點。而適宜表現茶湯滋味的電導度值在 0.50～1.00dS/m 範圍，可溶分濃度範圍則在2.5～5.5mg/ml，可見標準包種茶評茶泡茶法的制定是有其依據的。

表6. 不同茶葉用量對包種茶茶湯中無機元素之影響

Table 6. Effect of sample weights on the inorganic element amounts of Paochung tea soup

無機元素	茶葉用量											
	1 克		2 克		3 克		4 克		5 克		6 克	
μg/ml												
P	3.27	(20.4)*	6.55	(20.4)	11.24	(23.4)	14.06	(22.0)	18.88	(23.6)	22.21	(23.1)
K	72	(90.5)	130	(81.8)	202	(84.7)	261	(82.1)	346	(87.0)	404	(84.7)
Ca	0.68	(1.9)	1.50	(2.1)	1.27	(1.2)	1.26	(0.9)	1.69	(0.9)	2.08	(0.9)
Mg	2.23	(17.9)	4.76	(19.1)	8.76	(23.5)	10.36	(20.8)	13.93	(22.4)	16.80	(22.5)
Fe	0.007	(0.9)	0.020	(1.3)	0.038	(1.6)	0.043	(1.4)	0.064	(1.6)	0.081	(1.7)
Mn	0.88	(9.4)	1.85	(9.8)	3.21	(11.4)	3.92	(10.4)	5.09	(10.8)	6.15	(10.9)
Cu	0.004	(5.0)	0.005	(3.1)	0.011	(4.6)	0.011	(3.4)	0.016	(4.0)	0.022	(4.6)
Zn	0.052	(22.0)	0.066	(13.8)	0.092	(12.9)	0.113	(11.7)	0.153	(12.9)	0.186	(12.9)
B	0.027	(21.6)	0.058	(23.3)	0.074	(19.3)	0.102	(20.5)	0.124	(19.9)	0.148	(19.9)
Sr	0.027	(34.1)	0.048	(30.3)	0.039	(16.4)	0.036	(11.4)	0.048	(12.1)	0.065	(13.7)
Mo	0.006	(16.1)	0.022	(29.6)	0.035	(31.3)	0.041	(27.4)	0.051	(27.4)	0.067	(29.9)
Ni	0.007	(14.2)	0.021	(21.2)	0.039	(26.3)	0.051	(25.7)	0.076	(30.8)	0.086	(29.0)
Na	3.76	(85.9)	4.42	(50.5)	4.93	(37.6)	4.02	(23.0)	4.44	(20.3)	4.67	(17.8)
Al	1.40	(14.2)	3.17	(16.1)	4.68	(15.8)	5.80	(14.7)	7.96	(16.1)	9.81	(16.6)
Ba	0.012	(17.4)	0.023	(16.7)	0.022	(10.7)	0.025	(9.0)	0.028	(8.1)	0.037	(8.9)
Si	0.164	(11.4)	0.417	(14.6)	0.588	(13.7)	0.777	(13.6)	1.041	(14.5)	1.248	(14.5)
Pb	ND**		ND		ND		ND		ND		ND	
Cr	ND		ND		ND		ND		ND		ND	
Cd	ND		ND		ND		ND		ND		ND	
pH	6.21		5.92		5.76		5.69		5.64		5.60	
EC (dS/m)	0.26		0.47		0.78		1.01		1.27		1.49	
可溶分(mg/ml)	1.0		2.4		4.0		6.2		8.1		9.8	

註：沸水 140 毫升(ml)，浸泡 6分鐘。

* 括弧內數字爲浸出率%。

** 濃度極低，偵測不到。

六不同水質對包種茶茶湯成分之影響

水有天然的井水、泉水、河水、湖泊水等，人工處理的有自來水及蒸餾水，各種水因內含物質成分稍有不同，所泡出茶湯中溶解物質之質與量亦有不同，對茶湯品質亦有影響。由於水源取得不易，國人泡茶用水，大部分皆來自自來水，少部分爲蒸餾水或泉水。爲探究水質對茶湯品質之影響，乃以自來水及蒸餾水，用標準包種茶泡茶法沖泡三種茶葉，所浸出之茶湯各種成分如表7 所示。表7 中三種茶葉所浸泡出之無機元素濃度與電導度值皆未扣除已煮沸過之自來水及蒸餾水原來所含之無機元素濃度及電導度值。由表7 知自來水所含鉀、鈣、鎂、鋁、鈉、鋇與矽濃度較蒸餾水高出甚多，另外自來水亦含有少量鐵、銅、鋅、硼、鉬與鋁。三種茶葉樣本以蒸餾水浸泡出的茶湯磷、鉀、鎂、鐵、錳、銅、鋅與鋁濃度皆較自來水浸泡出者爲高（以上茶湯中元素濃度的比較是以扣除原來自來水及蒸餾水所含各元素濃度值爲之），可見用蒸餾水浸泡的茶湯中上述諸元素較易溶出。若不扣除自來水中原來離子濃度，則自來水浸泡出的鎂與鐵濃度較蒸餾水（未扣除原濃度）爲高，因自來水含鎂與鐵濃度較高。自來水浸泡的茶湯，若未扣除自來水本身的元素濃度，茶湯中鈣、鋁、鈉、鋇與矽濃度甚高，但若扣除此等元素濃度，則茶湯中其濃度皆爲負數，即茶葉內含有機成分可吸附或複合及沈澱自來水中的諸元素，使其無法溶出於茶湯中。自來水、蒸餾水與各茶湯中鉻、鎘及鉛濃度極低無法偵測出。

表 7. 不同水質對包種茶茶湯中無機元素之影響

Table 7. Effect of water sources on the inorganic element amounts of Paochung tea soup

無機元素	1993年凍頂秋茶		1993年凍頂冬茶		1993年名間秋茶		自來水	蒸餾水
	自來水	蒸餾水	自來水	蒸餾水	自來水	蒸餾水		
μg/ml								
P	9.18	9.26	7.55	7.91	5.65	6.16	0.01	ND
K	134.9	135.7	130.9	130.5	148.2	152.1	1.10	0.07
Ca	10.22	5.54	10.87	5.20	11.99	5.84	25.62	4.26
Mg	13.42	7.06	14.45	8.31	11.80	5.97	7.68	0.50
Fe	0.031	0.029	0.029	0.032	0.053	0.057	0.009	ND
Mn	1.27	1.35	1.41	1.55	2.15	2.43	ND	ND
Cu	0.018	0.018	0.010	0.010	0.011	0.011	0.002	ND
Zn	0.123	0.120	0.147	0.147	0.118	0.118	0.010	ND
B	0.067	0.064	0.068	0.063	0.056	0.056	0.010	0.009
Sr	0.150	0.016	0.160	0.016	0.152	0.016	0.241	0.005
Mo	0.043	0.030	0.043	0.033	0.042	0.031	0.002	ND
Ni	0.030	0.027	0.024	0.021	0.009	0.008	ND	ND
Na	9.55	3.91	10.54	3.68	9.00	3.67	11.72	0.02
Al	0.605	0.673	0.489	0.517	0.917	1.050	0.045	0.025
Ba	0.020	0.007	0.022	0.005	0.019	0.005	0.036	0.003
Si	3.166	0.290	3.227	0.302	3.543	0.669	3.685	0.103
Pb	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
pH	6.70	6.15	6.81	6.32	6.76	6.20	7.82	6.97
EC (dS/m)	0.70	0.60	0.67	0.57	0.74	0.66	0.23	0.03
可溶分(mg/ml)	2.8	2.6	2.7	2.5	2.8	2.7	0	0

註：茶葉用量3克，沸水140毫升。

* 濃度極低，偵測不到。

茶湯中鉛與鎳濃度以自來水浸泡出的較蒸餾水浸泡出的高。茶湯中硼濃度則不規律。自來水浸泡的 茶湯 pH 值明顯高於蒸餾水所浸泡出的，主要爲自來水本身pH 值高所致。茶湯其未扣除原水質之電導度時以自來水浸泡者較蒸餾水浸泡者爲高，扣除後則相反，因自來水含多量無機電解質之故。茶湯可溶分濃度以自來水浸泡的較蒸餾水浸泡的約高0.1～0.2mg/ml。茶湯水色比較，自來水浸泡的較蒸餾水浸泡的深暗，蒸餾水浸泡的茶湯水色較爲明亮；茶湯滋味，蒸餾水浸泡的較爲鮮醇，自來水浸泡的較無新鮮度，可能與自來水經過氯化物消毒過濾處理及含過多鈣、鎂、鋁、鋇與鈉等元素有關。

水質對泡茶的確有影響，但影響程度不如茶葉本身品質的好壞來得明顯。目前水源有限，只要水中不含懸浮微粒、不含有害微生物、不含有毒物質、無色、無臭與無味，皆可作爲良好飲用水，因此用自來水沖泡茶葉時，只要先以過濾器過濾，再輔以熟練之泡茶技巧，也可泡出一壺色香味俱全的好茶，以享喜好品茗人士。

參考文獻

1. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 台灣省茶業改良場 108P。
2. 阮逸明. 1991. 茶葉可溶分及主要化學成分萃取之研究. 台灣茶業研究彙報 10:89-108。
3. 黃伯超、游素玲. 1983. 營養學精要. 台北市合作書刊出版合作社 PP.128-147。
4. 黃淦泉、錢沙華、沈曉東. 1991. 茶水中鋁的形態分析研究. 茶葉 17(4):17-20。
5. 郭炳瑩、程啓坤. 1991. 茶湯組成與金屬離子的絡合性能. 茶葉科學 11(2):139-144。
6. 郭文彬. 1992. 茶湯中錳形態分析. 中國茶葉 14(5):20-21。
7. 張鳳屏. 1993. 茶園土壤特性對新品種茶樹產量與品質之影響. 台灣茶業研究彙報 12:93-102。
8. 小西茂毅. 1983. 茶樹の生育とアルミニウム. 農業技術研究 37:63-65。
9. 小西茂毅、宮本倉文. 1984. 茶樹の生育に對するアルミニウムの促進效果とそのリン酸吸收特性.日本土壤肥料學雜誌 55(1):29-35。
10. 竹尾忠一. 1983. 茶の無機元素の平均含有量とその溶出率. 茶試研報 19:87-138。
11. 高橋英一. 1974. 比較植物營養學. 養賢堂 PP.153-173。
12. French, M.T. Gardner and A.M. Gunn. 1989. Dietary aluminium and alzheimer's disease. Fd. Chem. Toxic 27(7):495-496.
13. Jones, J.B. Jr. 1985. Soil testing and plant analysis: Guides to the fertiliz-ation of horticultural corp 1-68P.
14. Platen, T.P. 1989. Dietary aluminium and alzheimer's disease:A reply. Fd. Chem. Toxic 27(7):496-498.

Studies on the Inorganic Contents and Extracted Percentage of Paochung Tea

Feng-Ping Chang[1] K.S. Yang[2]

Summary

Twenty samples of Paochung tea were selected to clarify the relationships between the contents and extraction rates of inorganic elements. The results showed that the contents of P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、B、Sr、Mo、Ni、Al、Ba and Si in the tea samples were significantly correlated with the extraction rates of first-made tea soup in positive relations, while Zn, Cu and Na were not. The average extraction rates of inorganic elements in first-made tea soup were : P 18.5%, K 54.3%, Ca 1.4%, Mg 19.9%, Fe 1.2%, Mn 13.2%, Cu 7.0%, Zn 33.9%, B 17.5%, Sr 6.8%, Na 27.5%, Mo 7.0%, Ni 26.5%, Al 5.2%, Ba 1.0% and Si 7.3%, respectively. The concentration of Cr, Cd and Pb were too low to be detected by Inductively Coupled Argon Plasma Spectrophotometer (ICP). The results also showed that the above inorganic elements were extracted much more in the first-made tea soup than in the consecutive soup.

Ninety tea samples of TTES No.13, produced at Mingchien, Nantow Hsien for tea competition in spring of 1992, were collected and classified to four ranks by well experienced tea tasters, then the inorganic elements of these samples were analyzed by ICP. The data showed that the tea samples ranked above fair quality were with P concentration higher than 0.3%. The P concentrations were lower for the poor quality tea samples. If the contents of Ca, Mn, Al, Sr, Ba and Si were higher, the quality of the tea would be worse.

The standard tea-making method of Paochung tea was used to study the effects of tea-making time, quantity of tea samples and water quality on the concentration of the extracted inorganic elements and soluble solids, Electrical Conductivity (E.C.) and pH values of tea soup. When the sample weight was set to 3.0g, and the tea-making time ranged from 4 to 7 minutes, the concentration of the soluble solids and the E.C. values of tea soup increased as the time increased. The extraction rates of Mg, Fe, Mn, Cu, Na and Al also increased as the time ranged from 4 to 6 minutes. For Ca, Sr, and Ba, the concentration. were the highest at tea-making time set to 5 min., and when the time increased, the extraction rates decreased. It is possibly related to the result of complexation or precipitation of the poly phenols or organic acids contained in tea. When the tea-making time was set to 6 min, and the volume of water set to 140 ml, the soluble solids and Electrical Conductivity value of tea soup increased as sample weight increased, on the contrary, pH

value decreased. When the weight of tea sample was 1.0 g, the extr- action rates of various inorganic elements of tea soup were much higher, while the taste was lighter. When sample weight increased from 3 to 6g, the extraction rates of the inorganic elements would keep at a constant level with the exception of Na.

Using the standard tea-making method of Paochung tea, the E.C. values of the tea soup ranged from 0.50 to 1.00 dS/m, and the concentration of soluble solids ranged from 2.5 to 5.5 mg/ml. When the index values were lower than these ranges, the taste of the tea soup will be fairly light ; otherwise, the taste would be strong and bitter. The color and taste of the tea soup made from tap water would be darker and stale because of the contents of K, Ca, Mg, Sr, Ba and Na were high in tap water. On the other hand, the concentration of inorganic elements of dist- illed water were relatively low, so the inorganic elements of the tea sample tend to be dissolved more easily. The color of the tea soup made from distilled water would be more bright and the taste would be fresh and fragrant.

Key word: Paochung tea, Inorganic element, Extracted percentage, Quality control, Sensory evaluation

---

1. Assitant, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
2. Researcher, Taiwan Fertilizer Company, Taipei, Taiwan, R.O.C.

臺灣茶業研究彙報13：139-152（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：139-152（1994）

台灣茶葉生產及其多元化利用[1]

阮逸明[2]

摘　要

台灣地區茶葉生產基於歷史淵源，生活、文化及經濟背景，先後引進烏龍茶、包種茶、紅茶、綠茶（龍井、眉茶及煎茶）等製造技術，經由滿清政府的獎勵生產，日據時期之試驗改良，奠定茶業基礎，及至台灣光復，政府更積極復興茶園，改組茶業研究專責機構成立茶業改良場，改良耕作及製茶技術，民國六十二年再設立茶葉生產專業區，將茶業科技研究與產製技術相互配合，使台灣成爲獨一兼具不發酵茶類（綠茶），部份發酵茶類（包種茶、烏龍茶）及全發酵茶類（紅茶）產製技術的產茶地區。

隨食品科技的發展及消費者追求新口味，新風潮的要求，各類食品加工均朝向多元化發展，茶葉產品自不例外。茶業改良場爲開創台茶發展新局面，擴大茶葉消費型態及提高茶葉附加價值，近年來研究開發完成各種茶葉產品諸如：速溶茶、罐（瓶）裝茶飲料、茶果凍、茶果凍蛋糕、茶葉軟糖、果茶、餅茶、加料（調味）茶、粉茶、茶酒、茶雞尾酒及茶菜等，經各界品嚐，極獲好評，並將其加工技術陸續轉移民間從事商品化生產。

1.本文發表於1993年9月1-3日於韓國漢城舉行之「第二屆國際綠茶研討會」。
2.台灣省茶業改良場場長。

TEA PRODUCTION AND MULTIPLE TEA PRODUCT UTILIZATION IN TAIWAN[1]

I-Ming Juan [2]

ABSTRACT

Taiwan tea industry has undergone sweeping changes from the export market to the domestic market over the past years. Exports of green tea is sharply shrunk, whereas imports of black tea is fastly growing. There has been the expected increasing demand for partially fermented-tea, partly due to the prosperity of Taiwanese living standard. Some production data of Taiwan's tea are: total acreage 23,737 ha; annual production, 22,000 tons; exports, 5,296 tons; imports, 6,435 tons in 1992 and the key variety, Chinsin Oolong.

As that of tea plucking in most tea growing areas, tea manufacture is facing deep labour shortage, because manpower is pretty much involved in processing tea. There is an obvious polarization in tea production that quantities of oversupply tea (intermediate and low grade tea) are enormous as compared to the high quality tea, being in high demanding. Thus, in addition to lowering down tea production cost, governmental measures are also taken to diversify tea uses as an incentive to enhance tea consumption.

It is historical background, due to living, cultural and economic reasons, that production skills of Oolong, Paochung, black tea and green tea were introduced and developed on Taiwan in different times. This has made Taiwan a solely area of simutaneously producing non-fermented tea (green tea), partially fermented tea (Paochung, Oolong tea) and fully fermented tea (black tea). Through the Chin Dynasty's promotion on tea production as well as Japanese rulers' construction of tea experimental organizations, the foundation of tea production development was once firmly laid. After Taiwan's retrocession, the Nationalist government positively encouraged tea garden recovery, organized the Taiwan Tea Improvement Committee for cultural practices and tea processing improvement, and set up tea producing and extension areas as well as the Tea Experiment Station. These joint efforts of industry, government and academic circles has made Taiwan won the reputation for her tea research and production technology, and the uniqueness of tea produced.

---

1. Paper presented in the Second International Symposium on Green Tea, September 1 to 3, 1993, Seoul, Korea.

2. Director, Taiwan Tea Experiment Station, Puhsin, Yangmei, Taoyuan Taiwan, ROC

As food technology's development and consumers' seeking for new changes in taste, every sort of food industry has been developed toward diversification because of the irresistable trend . Tea is without exception. At present, the Taiwan Tea Experiment Station(TTES) aims at the research and development on diversification in tea. The objective is not only for the promotion of tea and the enlargement of consuming styles but also for solving the increases of by-products of tea such as fanning, stalk and dust, which are caused by mechanical tea plucking. The station has taken advantage of R&D to increase economical value of processed tea products in the hope to meet consumers' need of new tastes. So far to now, the TTES has R&D sorts of diversed tea products , such as: instant tea, canned tea, tea jelly, caky tea, tea candy, tea powder, fruit tea, tea biscuit, flavoured tea, tea wine, tea cocktail and tea dishes. Development of tea multi-products has a special meaning as traditional tea consumption is suffering the influences of new wave of convenient beverage.

INTRODUCTION

Tea was introduced in Taiwan about two hundred years ago by immigrants from the mainland Chinese province of Fukien. Being located in a subtropical region with adequate rainfall, Taiwan is perfect for tea cultivation. Tea is one of important agricultural product in Taiwan. In fact, before 1957 it was the third highest foreign exchange earner among agricultural products. Currently, there are about 23,000 ha of land under tea, distributing from several hundred meter to 1500 meter above sea level.

Although annual production in Taiwan is only approximately 22,000 tons in recent years, Taiwan still occupies a unique position among tea- growing regions of the world. It alone can supply every type of tea for domestic and world markets, with products ranging from non-fermented Japanese-style Sencha, or green tea, semi-fermented Oolong tea, to black tea.

The rise of the New Taiwan dollar against the US dollar since 1986 has created a tremendous hardship for the exportation of Taiwan tea. This problem compounded by a dramatic increase in production costs because of a sharp increase in wages and the internationalization of trade in which cheaper and quality agri-products, including tea, are allowed to be imported in quantity. In addition, the high profitable tea crop and extension of plucking machines in many tea producing areas has brought out over- production and massive by-product of made-tea, especially the unsaleable summer tea. Indeed, all the Taiwan tea industry which is facing a crisis and structural change now.

Taiwan tea industry has economic value and non-economic value, too. Although the industry is facing labour shortage, high labour wage, consumers' taste multiplicity and import tea competition, if the following measures can be taken to upgrade cultural practices and tea processing, reduce production cost, and enhance tea consumption the industry can be more progressive and promising. A modernized and sustainable development of tea industry can also be expected. These measures tend to be taken by the Taiwan Tea Experiment Station, including (1) strengthen soil

and water conservation of tea gardens (2) improve machine-plucking technique, increase machine -plucked tea quality and lower down labour requirements in hand-plucking (3) apply water-saving irrigation system to reduce drought damage on tea growth (4) promote rationalization of fertilizer management by use of computer diagnosis (5) conduct organic farming to pursue sustainability of tea production (6) enforce non-pesticide control approach in tea plantations (7) promote automation of tea processing and refinery (8) promote development and utilization of tea multi-products (9) assist and guide farmers' groups in tea classifying and direct marketing (10) merge tea science & technology and tea art into daily life.

TEA CULTIVATION

According to 1992 statistics (PDAF, 1992), Taiwan currently has 23,737 hectares planted in tea, predominantly in the north and central parts of the island. The main tea plantations in Taiwan was found in Taipei, Taoyuan, Hsinchu, Miaoli, Nantou, Chiayi, Yunlin, Yilan, Hwalien and Taitung counties, with Chinsin Oolong, Chinsin Dapan and TTES No.12 as dominant varieties. The minor varieties include Huangkan, Wuyee, Te- Kwan Yin, Yinchu-honsin and Assam. Each variety has its unique agronomic characteristics and qualities for manufacturing different kinds of tea to meet market requirements.

Because of a booming demand in the domestic market for semi- fermented teas, new tea plantations in central and southern Taiwan, such as Nantou, Chaiyi, Yunlin, Kaohsiung, Taitung and Hwalien, have dramatically increased. It is estimated that more than 6,000 hectares of tea plantation for semi-fermented tea have been newly cultivated. There is a strong tendancy that high priced teas produced in high elevation areas are liked by consumers and sell well. This has generated a trend in which the major tea producing areas are shifting from the northern part of Taiwan (Taipei, Yilan, Taoyuan, Hsinchu and Miaoli) to middle, southern and eastern Taiwan.

Taiwan's black tea and green tea industry, which once prospered, has declined and is facing a crisis due to sharp increase in produciton costs. The main black tea growing areas include Puli , Yuchi, Taitung and Hwalien, with 455 ha of tea farms in total. The tea growers in Taoyuan, Hsinchu and Miaoli, which all produced green tea in the past, have shifted to semi- fermented tea production.

TEA MANUFACTURE

Although individual domestic consumption of tea has grown steadily in the past several years , there are still a number of problems affecting tea manufacturing industry in Taiwan.
Tea production structure is confusing because most tea grower start their own tea manufacturing factories which currently amounts to over 6,000. It is very difficult for large scale tea manufacturers to remain competitive due to the failure of obtaining enough tea leaves for processing quantities of tea needed to maintain a presence in world markets.

Chinsin Oolong is a key variety for manufacturing semi-fermented tea. Consequently, the plucking period is too concentrated among tea gardens, resulted in tea growers' competition on plucking and manufacturing labours.

Domestic consumption on semi-fermented tea with curly spheric shape is in high demanding . As the course of manufacturing, frequent rolling hot tea balls is adopted, which creates labour intensive and brings on high production cost of the tea made.

The selling price of tea produced in high grade tea areas is very attractive for the tea growers but the price is too high for the most consumers. Although the price of intermediate and low grade tea is reasonable, the quality may not meet the consumers' requirement.

The singularity of Paochung tea and Oolong tea on the market is facing new rivals, imported tea bags and canned beverage made of foreign black tea.

DEVELOPMENT OF MULTIPLE TEA PRODUCTS

To meet the taste preferences of various consumers and increase tea consumption, the manufacture of diverse tea products has been attempted. Some products are pretty much liked by consumers and have a good market potential.

Depending on processing order, tea multiple products can be classified into these products made from 1. regular tea 2. process tea and 3. tea extract.

I. Tea Multiple Products Made from Regular Tea

Traditional made-tea, for instance, green tea, Paochung tea, Oolong tea, black tea, is taken as material and simple food processing technique is applied to diversify the product with different flavours for different tastes, particularly, with convenient package and preparation for serving. Such production lines include flavoured tea, scented tea and tea bag.

1. Flavoured tea

Flavoured tea also is called additive tea. Traditional tea is used as basic material, to which traditional edible roots, stems, leaves, flowers and fruits are added to make different or various tastes. It is horticultural and medical crops that dominate as additives among currently developed products. Renowned additives to be blended with made-tea are mint, ginseng, ginger,cinnamon, licorice, chrysanthemum, hibiscus, lichee, rose and lemon.

2.Scented tea

Traditional teas are used as matrix to be scented with fragrant flowers or natural essence, with no modification of the original tea taste. Scented tea, in addition to making pleasant to the taste, provides also the flowery or fruit fragrance. Scented black tea is the main products in local market. An array of scented tea, such as earl black tea, strawberry black tea, honey peach black tea, passion fruit black tea, is a combination set of black tea and natural essence. As the flowery tea, most Chinese favourite such as jasmine tea, sweet osmanthus tea, is flavoured with fragrant flowers. Scented tea has been gradually accepted

by most youthful consumers. Particularly, the prosperity of the shops serving tea shake drinks in everywhere of Taiwan, has made the scented tea in high demanding. The scented tea has been considered as a star for tommorrow in tea.

3.Tea bag

Modern volumetric packing technology has sophisticatedly made tea bags in massive production. Usually, tea with fixed amount(2.0 to 2.2 gram per bag) is packed in filter paper (or called long fiber paper). Because of the fine tea fragments in the bag, it is easy to infuse tea and to clean tea grounds. Tea bag also pretty much meets the requirements of instant food suppliers and office workers. The demanding of black tea bags in Taiwan is increasing. Prior to 1981 Taiwan only had 2 automatic packing machines for tea bags (150-180 bags/minute). Up to 1991, the number of automatic bagging machines has increased to 12. On an average, each machine is capable of packing 20 million tea bags in a year. Based on this, in 199 1 Taiwan should have produced about 240 million tea bags. Imported tea bags were 160 million to 180 million. Including the tea bags packed by semi-automatic packing machine, the yearly total of consumption on tea bags is over 600 million. Mean year consumption on tea bags is 30 bags per person. Nowaday, black tea bag still dominates the tea bag market. However, the market of tea bags made of Paochung tea, Oolong tea and jasmine tea, and that of flavoured tea bags has started dramatic growth from these 2-3 years. This kind of tea bags, well liked by youthful people and students, is available in supermarkets or convenient shops, with mean selling price, 2.5 to 3.0 NT$/bag. In short, tea bag has become a main product of tea consumption.

II. Multiple Products Made of Process Tea

Superior technology such as grinding, extraction, condensation, can sealing, sterilization and compression is used to reprocess tea into tea related products. The usage of the products includes . 1. food additives, for example powder tea. 2. dessert such as tea jelly and tea candy. 3. simplified and convenient drink, such as canned tea beverage and instant tea. 4. drink with varied tastes such as fruit tea, tea wine and tea cocktail. 5. folk foodstuffs--caky tea 6. living utility --tea pillow and tea bathing bag.

1. Powder tea

Milling technique is applied to grind traditional tea into tea powder with particle size ranged from 80 to 200 mesh. Being used as food additives, Japan's application consists of tea biscuit, tea cake and tea icecream, that have been commercialized. Cooperated with local tool -machinery manufacturer, the TTES has used cyclonic separation technique in powder tea production. The specified particle size can be obtained through the control of wind inlet and cyclonic strength. The production know-how has been shifted to interested powder-tea developers with expect to view cakes and pastries prepared with powder tea, such as tea noodles, tea dumpling skins, tea cake, tea bread, steamed tea bun, tea rice cake in the market.

2. Tea jelly

Tea jelly is made from tea liquor, acids and coagulants (such as: pectin, agar, sea-weed extract, vegetarian geletin etc.). The product features for its retention of special tea flavour

3. Soft tea candy

The ingredients of soft tea candy are composed of tea liquor, sugar, maltose, pectin, acid additives and spices. The tea candy provides with tea and fruit flavour.

4. Instant tea

Instant tea is a powder or granulated product, that water soluble components in tea are extracted with hot water, concentrated and freeze dried. The tea is characterized for its maintenance of original tea flavour, convenient use and capability to be sold with automatic vending machine. Instant tea has been deserved attention by instant food industrialists and gradually accepted by consumers.

In 1983 the TTES set up an instant tea pilot plant. The tested products such as instant Paochung tea and instant black tea in terms of the color of the liquor or taste were by no means inferior to the same products made in other countries. In order to complement the aromatic defect of instant tea made from by-products of made-tea, the TTES has succeeded in the development of instant jasmine tea and lemon tea. Such production technique is transferable to local industry to fit special need for the manifold tea tastes.

The convenient brewing, serving and portability of instant tea coincides pretty much with modern lifestyles. The basic input material is by- product of tea, from which various kinds of flavoured tea can be made. In this regard, the instant tea is really a potential product of diversification. The flow sheet of preparation of instant tea is as follows:

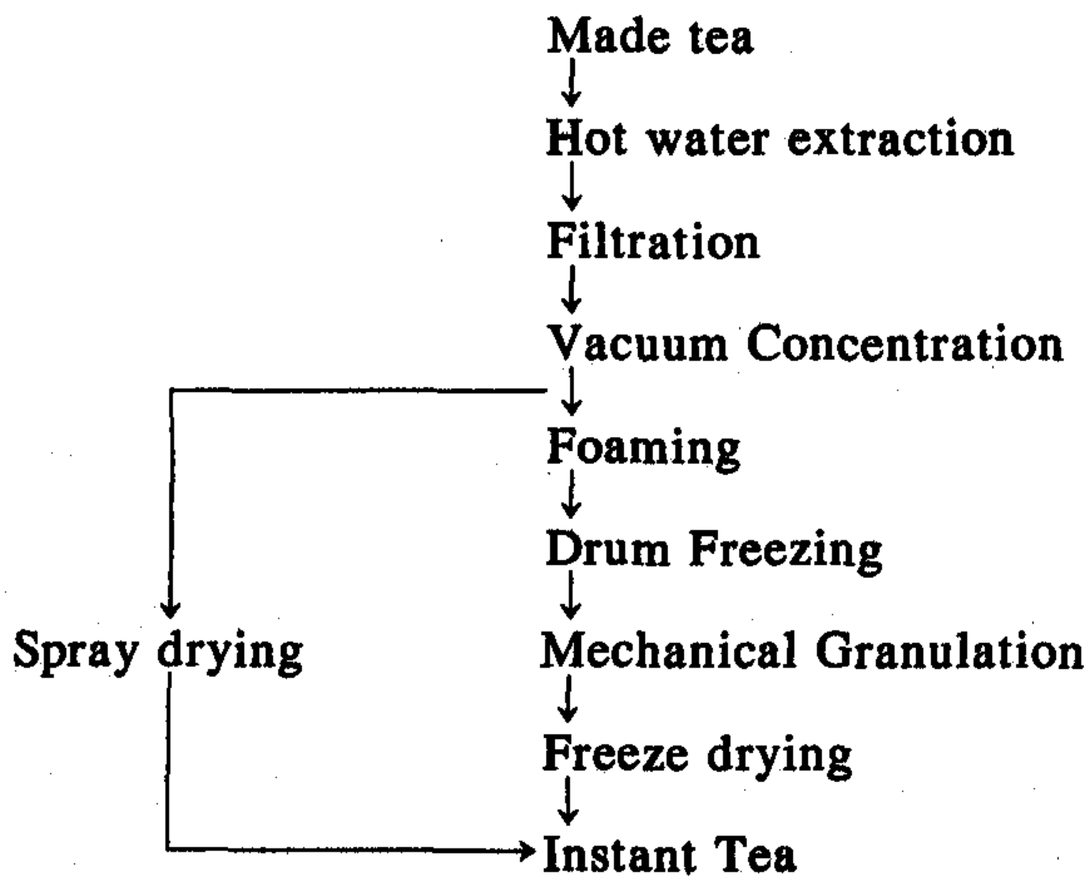


Diagram 1. Flow sheet for the preparation of instant tea

5.Tea beverage

In 1981 Itoen, a Japanese company, successfully developed canned Oolong tea, which

later on caused Oolong hit in Japan and more than 100 canned tea producers coming into the market. In succession, canned black tea and green tea (Sencha) appeared on the market. In 1 990, Japan's production of canned tea beverage were 90 million cases for Oolong tea and 70 million cases for black tea. Under the influence of Japan's prevalence and Taiwanese producers' promotion, market share (non-alcholic drinks) of canned black tea accounted for 12.37% in 1990, as compared to that of 0.46% in 1987. Sale quantities of canned tea beverage ranked the third, exceeding Coca Cola, root beer, coffee beverage and sports drink, but next to fruit-vegetable juices and carbonated drink. Domestic market of packed tea beverage are in fast growing. In 1989 the marketing worth only accounted for 2 billion NT$. In 1992 it jumped to 8.4 billion NT$ already, with a production scale next to that of carbonated beverage. Apparently the years of 1989 to 1991 were a booming stage. Predicted turnover of packed tea drinks for the 1993 is going to be over 10 billion NT$, comparatively closed to that of carbonated beverage. Tea beverage may become the largest quantity of consuming beverage in the future. Aluminium can or Tin-can is the dominant package for tea beverage in Japan , however some products are packed in PET bottle, glass bottle and paper package. Al-can or Tin-can is also a major packing container for tea beverage in Taiwan early. However it is cream down and deterioration problem of tea-liquor color, Al-can and Tin-can have been mostly superseded by tetrapak, which represented 78.63% of all packets used in the tea beverage market.

Recently, tea shake drinks are gaining popularity in the metropolis such as Taipei, Taichung, Tainan and Kaohsiung. Despite mostly advertised as black tea shake, nearly all tea shake shops offer various array of tea shake drinks. Not only black tea are used for tea shake preparation, but also green tea, jasmine tea, Paochung tea and Oolong tea. The multiplicity of condiments and additives used in the tea shake drinks and respective unique formula has created a quite good consumer response from youthful people. The wide distribution of tea shake houses in countless corners would definitely contribute to a good potential of tea consumption.

6. Tea wine and tea cocktail

Tea contains pretty good natural pigments depending on its degree of fermentation. If it can be used to prepare or brew wine, it will make wine with bright and rich color apart from unique tea aroma and flavour. Of the tea wine prepared by the TTES, white-tip Oolong tea and Tungdin Oolong tea are especially noted for its good taste. Commercial tea wine is available.

Tea cocktail is a comparatively recent development at the TTES, which has greater variety and quality. A number of ingredients for preparing tea cocktail are (1). origin tea: Longgin (green tea), Paochung, white-tip Oolong, black tea (2). wine: brandy, gin, lichee wine , grape wine, plum wine, rose red etc. (3). sweetening: fructose, sugar, honey. (4). fruit juice : organge, pineapple, passion fruit, apple, pomelo (5). colorant and flavouring solution: guava syrup (red), mint wine (green), blue orange wine (blue), coffee wine (black), orange juice (

golden). The TTES has developed 22 punches of different formula, which is available upon request.

7. Tea dishes

The idea of developing tea dishes originated from the following reasons: diversifying the uses of tea, using tea as a health food in banquet or daily meals and providing consumers more selections of colorful, spicy and flavourous dishes. In fact, tea is one of the best food additives for its multi-functions of freeing from fishy, oily or other unpleasant odor, enforcing one's feeling of agreeable palate and enriching food color or taste. The TTES has developed more than 10 courses of tea dishes which can be used in tea banquet.

8. Citrus fruit tea

The tea is a traditional tea product in Hakka areas. Because of its unique flavour, the fruit tea has long been enjoyed by most seniors. Citrus fruit tea is declining due to its complicated manufacturing procedure and shortage of involvement of modern processing technology, resulted in labour intensive, high manufacturing cost and lack of coping with food hygienic requirements. In addition, to brew fruit tea is not convenient. For sake of innovating such unique features of fruit tea, the TTES has succeeded in the development of labour-saving method of fruit tea manufacture. The improvement of fruit tea packing consists of designing artistical giftware boxes and fruit tea bags, being sanitary, pleasant to the eyes, and handy for brewing and storage.

9. Caky tea

Caky tea is one of traditional teas in China. However, it is monotonous in appearance and is not liked by modern people. In order to let caky tea fit into folkway and merge into modern life, the TTES has developed various shapes of caky teas for the celebrated occasions , such as longevity peaches caky tea for birthday celebration, dragon-phoenix caky tea for wedding and caky tea with a shape similar to a silver or gold ingot used in old China. The caky tea is not only a good souvenir for congratulation but also a precious stuff for treasuring . The caky tea preserved for a long time is very valuable.

III. Multiple Products Made from Tea Extracts

The products are made from functional components of tea being extracted by hot water or organic solvents. The input materials are usually fresh tea leaves, made-tea of intermediate grade or by-product of made-tea. Through separation and purification of tea extracts some natural anti-oxidants and de-ordourants are obtained for diverse use. For the extractions, separation and purification, advanced technology is highly needed to ensure the good manufacturing practices of the products.

Since 1985, through concerted and diligent efforts from specialists, scholars, government officials, Japanese-scientists have in a position to offer many categories of the diverse products of tea extracts. Since 1988, there were many commercialized tea products available in the Japanese market. Example of such products are natural anti-oxidant extracted from tea, halitosis releaser,

de-odorant used in kitchen or toilet, paper towel for de- odorizing, chewing gum with tea extract added for removing halitosis, tea extract added noodles with health promotion. Tea extracts have been one of ingredients in candy for eliminating bad breath. Such candy appears with different flavors for different tastes in the market.

As for the Taiwanese research and development on tea anti-oxidant it should be dated back to 19 85 that Prof. Ming-Hsiung Lee of National Taiwan University has had an appraisable achievement . Unfortunately, it is not commercially feasible in Taiwan.

Succeeding Japan, United States and Mainland China have stepped up efforts in the development of applications of tea extracts in health protection. It is believed that in the foreseeable future, 2 to 3 years, tea extracts as additives in health food or snack should be very popular in the market

CONCLUSIONS

For the development of Taiwan tea industry, the research and development of tea multiple products has the following special meaning:

1. Various drinks such as sports drink, carbonated drink, juice drink and fiber drink etc. have become a big hit in the beverage market in Taiwan. Miscellenous new products have been incessantly promoted into the market. However, tea consumption is still confined to the traditional consumption form. Apparently, the old style of consumption is quite deficient in diversity and freshness, resulting in great loss of competition in the market. In order to overcome the current impact of new wave of beverages on tea consumption, R&D effort towards new multi-use development and finding new market segments is pretty necessary.

2. As the consequences of the extension of machine plucking in Taiwanese tea gardens, there is an obvious increase of by-product of made tea (fanning and stalk). If such material can be reused to manufacture high-value products, it would undoubtedly increase farmers'income.

3. In view of modern lifestyles, busy and taut, manufacturing tea drink with simple, instant and convenient use either in indoor or outdoor would meet the demands from different profiles of consumers.

REFERENCES

1. Chen, H.L. .1985. Investigation on natural tea antioxidant: purification, Ames test and effect on lipid metabolism. Master thesis, Dept. of Agri. Chemistry, Natl. Taiwan Univ. (Chinese)
2. Chang, R.H. .1989. Preparetion of tea jelly and tea yangkao. Extention pamphlet, Taiwan Tea Experiment Station.(Chinese)
3. Chang, C.K. .1991. Fruit tea. Good Harvest 41(4):16-17. (Chinese)
4. Chang, R.H. .1991. Tea candy. Good Harvest 41(4):28-28. (Chinese)
5. Cheng, S.J. et al., .1991. Inhibition of green tea extract on mutagenicity and carcinogenicity.

Proceedings of the International Symposium on Tea Science held at Shizuoka, Aug. 26-29, 199 1, Japan, p.22-26.

6.Hara, Y. .1991. Prophylatic functions of tea polyphenols. Proceedings of the International Symposium on Tea Science held at Shizuoka, Aug. 26-29, 1991, Japan, p.22-26.

7. Isigaki, K. et al., .1991. Anti-diabeties mellitus effect of water-soluble tea polysaccharide. Proceedings of the International Symposium on Tea Science held at Shizuoka, Aug. 26-29, 199 1, Japan,p.240-242.

8.Ishigami, T. et al., .1991. Antibacterial activity of tea polyphenols against foodborne, cariogenic and phytopthogenic bacteria. Proceedings of the International Symposium on Tea Science held at Shizuoka, Aug.26-29, 1991,Japan,p.248-252.

9.Juan, I.M., Wu, C.T.. 1983. Studies on the processing of lemon and other mixed teas by adding natural flavouring materials. Taiwan Tea Res. Bull. 2:10-17.(Chinese)

10.Juan, I.M., Chang, L.F. .1983. Report of foreign studies on the manufacturing methods of instant tea. Taiwan Tea Res. Bull. 2:101-109(Chinese)

11.Juan, I.M. et al., .1986. Studies on the water adsorption and anti-caking of instant tea.J. Chinese Agri. Chem. Soc. 24(2):110-120.(Chinese)

12.Juan, I.M., Chang, W.H. .1988. Maltodextrix used as an extender and its effect on anticking of instant tea. Taiwan Tea Res. Bull. 7:91-105.

13.Juan, I.M. .1991. Instant tea. Good Harvest 41(4):31.(Chinese)

14.Juan, I.M. .1991. Studies on the extraction of soluble solids and major chemical constitutents. Taiwan Tea Res. Bull. 10:89-108.(Chinese)

15.Juan,I.M. et al., .1992. Introduction to tea multiple utilization. Extension pamphlet, Taiwan Tea Experiment Station.(Chinese)

16.Lai, C.N.. 1991. There is a way to merge tea into dishes. Country Road 17(36):20- 21.(Chinese)

17.Lee, M.H., Sher, R.L. .1984. Extraction of green tea antioxidants and their antioxidant activities in various edible oils and fats. J. Chinese Agri. Chem. Soc.2 2(3-4):226.(Chinese)

18.Muramatsu, K. et al., .1991. Effect of green tea on cholesterol metabolism in rats. Proceedings of the International Symposium on Tea Science held at Shizuoka, Aug.26-29, 1991, Japan, p.2 20-224.

19.Roberts, G.R., Silva, U.L. .1972. Products from tea seeds. I. Extraction and properties of oil. (Abstract)Tea Q. 43:88-90.

20.Roberts, G.R., Silva, U.L. .1972. Products from tea seeds II. Extraction and properties of saponins . (Abstract) Tea Q.43:91-94.

21.Sakanaka, S. et al., .1991. Preventive effects of tea polyphenols against dental caries. Proceedings of the International Symposium on Tea Science held at shizuoka, Aug.26-29, 1991, Japan, p.24 3-247.

22.Tanizawa, H.S. et al., .1983. Natural antioxidants. I. Antioxidative components of tea leaf. Chem . Pharm. Bull.32:2011.

23.Tse, H.C. .1985. Process for preparetion of tea color concentrate and product. U.S. Patent.4-552

-776.

24.Wickremasinghe, R.L. .1972. By-products of tea. Tea Q.43:85-87.

25.Yu,R.L. .1984. Activities and Safety evaluation of natural antioxidant from tea. Master thesis, Dept. of Agri. Chemistry, Natl. Taiwan Univ. (Chinese)

Appendix

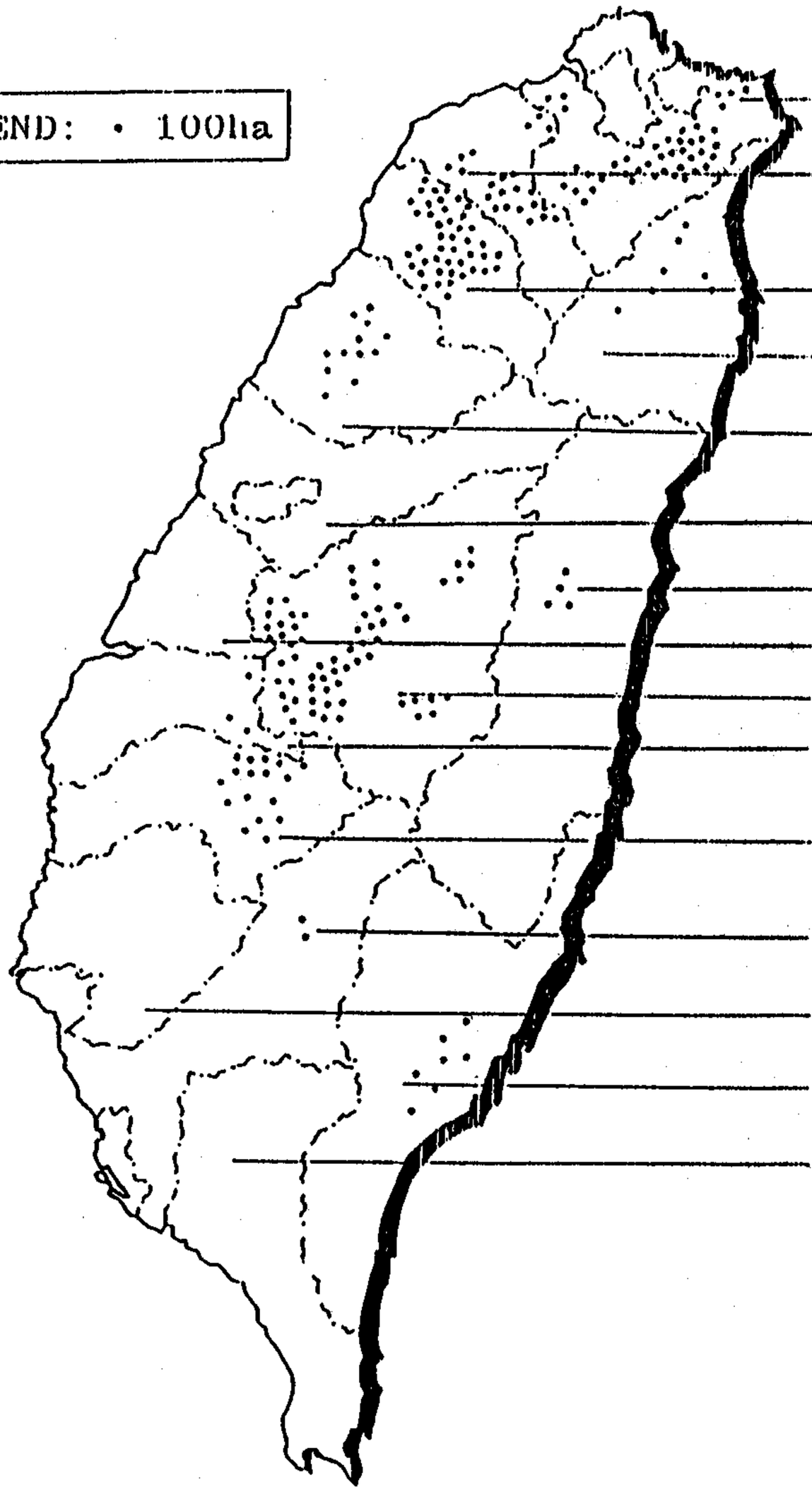
Table 1. Production and exports data of Taiwan tea

Year	Production (tons)	Exports (tons)	Percent exports (%)	Exports of various tea (tons)									
				Black tea	(%)	Green tea	(%)	Paochung tea	(%)	Oolong tea	(%)	By-product of made-tea	(%)
Max. amounts during Japanese occupation	17,165	13,166	77	150	1	-	-	3,810	29	8,807	67	399	3
1946	2,919	3,498	120	1,929	55	-	-	1,115	32	382	11	72	2
1951	10,502	11,134	106	4,796	43	2,882	26	1,432	13	225	2	1,799	16
1956	13,420	10,634	79	2,744	26	2,292	22	1,535	14	247	2	3,815	36
1961	18,064	14,232	79	3,561	25	5,675	40	1,767	12	257	2	2,972	21
1966	21,510	19,278	90	6,780	35	9,802	51	2,365	12	331	2	-	-
1975	26,984	22,923	85	5,954	26	14,124	62	2,330	10	515	2	-	-
1976	24,758	20,382	82	4,374	22	14,110	69	1,446	7	453	2	-	-
1981	25,223	14,957	59	3,068	21	9,323	62	1,549	10	1,017	7	-	-
1986	23,890	10,095	42	1,092	11	2,575	26	1,222	12	5,207	52	-	-
1987	25,578	7,820	31	744	10	1,894	24	834	11	4,349	56	-	-
1988	23,557	7,633	32	799	10	1,792	23	722	9	4,319	57	-	-
1989	22,130	6,745	30	487	7	1,816	27	663	10	3,779	56	-	-
1990	22,299	5,741	26	561	10	1,012	17	544	9	3,717	64	-	-
1991	21,380	5,317	25			883	17			4,434	83	-	-
1992	21,389	5,296	25			1,062	20			4,234	80	-	-

Source: Taiwan Agricultural Yearbook and Tea Newletter; Exports after 1991 are sum of that of Oolong and Paochung exported

Table 2. Development and utilization of tea multi-products in Taiwan

Multi-use order	Highly commercialized	Less commercialized	Very possibly commercialized	Being developed	Developing	To be developed
Regular tea	tea bag	flavoured tea			scented tea	
Process tea	tea beverage tea wine	instant tea tea cake tea hard candy tea cooked food fruit tea tea pillow tea bathing bag	tea soft candy tea jelly tea cocktail caky tea powder tea products	tea biscuit fruit tea-beverage powder tea	concentrate tea tea snack	
Tea extract		tea shampoo tea delergent instant tea-bathing powder		anti-oxidant de-odourant health food	pigment tea eassence	



	(ha)
Taipei Hsien	4,416
Taoyuan Hsien	2,222
Hsinchu Hsien	4,300
I-Lian Hsien	738
Miaoli Hsien	1,200
Taichung Hsien	24
Hualien Hsien	360
Changhua Hsien	8
Nantou Hsien	6,367
Yunlin Hsien	380
Chia-I Hsien	1,700
Kaohsiung Hsien	167
Tainan Hsien	2
Taitung Hsien	690
Pingtung Hsien	20
Total	22,594

Distribution of tea garden in Taiwan (1992)

臺灣茶業研究彙報13：153-162（1994）
Taiwan Tea Research Bulletin 13：153-162（1994）

茶葉官能品評能力與個人特質之相關研究

廖文如　楊盛勳[1]

摘　要

本研究利用599人參加茶葉官能品評能力測驗之資料，探討及格與否與其個人特質之關係；參試人員之平均年齡爲29.74歲，其中男性有505人，女性有94人，而測驗及格者214人(佔35.73%)，不及格者385人(佔64.37%)。由變方分析結果得知測驗總成績與個人特質間呈極顯著之差異；進一步分析個人特質一次交感變方分析之F值均呈不顯著，即個人特質間之因子獨立，也就是總成績間呈極顯著之差異，主要是由於個人特質因子（年齡、抽煙、喝酒、吃檳榔、吃辛辣食物）之不同所引起。另由相關分析及迴歸分析之結果均一致顯示總成績與性別、教育程度呈極顯著之正相關，而與年齡及吃檳榔呈極顯著負相關。再者將參試人員測驗及格（臺灣省茶業改良場核發之茶葉品評及格証書）與否視爲二項分布資料，進行邏輯分析之結果亦與上述之結論相同，換言之，茶改場所核發之及格証書具有一致性及客觀性。

關鍵字：茶，官能品評。

前　言

近年來應用於食品檢驗之各種精密儀器日新月異，使得食品物理、化學性質得以迅速而且方便地被測定(黃，1984；Pangborn, 1984)，但是茶葉的官能品質，目前尚無法用化學儀器完全予以鑑別；因茶葉爲一種嗜好性產品，其外觀色澤、水色、香氣、滋味、各成份間之諧合性才是評定的重要指標（丁，1981；蔡，1989），只能憑人類五官的感覺來作品評判斷，因此茶葉官能評審人員之訓練在各茶區仍極爲迫切需要。

茶業改良場在推廣教育訓練方面，經過多年之研究改進，已訂定茶葉品評人員訓練辦法，參試人員經過澀味、苦味、拼對、順位（穩定性）測驗，其成績計算之百分比依次爲10%、10%、40%、40%，成績達一定標準（以臺灣省茶業改良場資深之評茶師爲對照）時，該場核發及格証書。

1.台灣省茶業改良場助理研究員，研究員。

本研究目的是探討從79年至81年間參加茶葉官能品評訓練班人員之年齡、性別、教育程度、抽煙、喝酒、吃檳榔、吃辛辣食物等個人特質與茶葉官能品評能力之澀味、苦味、拼對、順位與總成績等各項測驗間之相關性。

材料與方法

一參試人員：

分別將79年至81年間參加本場茶葉官能品評能力訓練班學員（共有778人，但有效樣品數爲599人）之各項測驗成績與個人特質資料間進行各項相關研究。

二調查項目：

參加茶葉官能品評訓練人員之個人特質調查：

1.年齡：

2.性別：

0：女性

1：男性

3.教育程度：分爲三級

1：初中以下程度

2：高中、高職、高商、高工等程度

3：大專以上程度

4.抽煙：分爲四級

0：不抽煙

1：偶爾抽煙（自己不買煙，別人請抽時則抽煙）

2：每天抽煙在一包以下

3：每天抽煙在一包以上

5.喝酒：分爲三級

0：不喝酒

1：偶爾喝酒（宴會、聚餐時喝酒）

2：常喝酒（每週喝三次以上）

6.吃檳榔：分爲三級

0：不吃檳榔

1：偶爾吃（自己不買檳榔，別人請客時便吃）

2：常吃檳榔

7.吃辛辣食物：分爲三級

0：不喜歡吃辛辣食物

1：偶爾吃辛辣食物

2：喜歡吃辛辣食物

三測驗項目：

茶葉官能品評能力之各項測驗：

1.澀味測驗：

將 Tannic acid 調配成45ppm水溶液供爲測驗，測驗時共有10杯水，請將含45ppm Tannic acid之五杯選出，對照之五杯爲蒸餾水，共進行三重複測驗。

2.苦味測驗：

將Quinine sulfate調配成500ppm之水溶液供爲測驗，測驗時共有10杯水，請將含500ppm Quinine sulfate之五杯選出，對照之五杯爲蒸餾水，共進行三重複測驗。

3.拼對測驗：

將10種不同種類之茶(青心烏龍、台茶十二號、台茶十三號、武夷或四季春等），依1公克茶葉沖泡爲50ml之茶湯比例，以剛煮沸騰之熱開水沖泡成10大桶茶，測驗時將此10種不同種類之茶湯分別倒入評茶鑑定杯，並將之隨機排成上下兩排，請將上下兩排相同的茶湯連在一起，共進行三重複測驗。

4.順位（穩定性）測驗：

如拼對測驗之茶葉沖泡方式準備妥之10種不同種類之茶湯分別倒入評茶鑑定杯，並將之隨機排列成一排，測驗時依個人品評嗜好，將此10種不同種類之茶湯由最優到最劣的方式排序，整個測驗重複三次；第二次、第三次測驗時，此10種不同種類之茶湯皆隨機排成一排，仍依第一次個人品評嗜好原則，由最優到最劣方式重新排序。

四成績計算：

澀味、苦味、拼對測驗答對一題以10分計算，因重複三次，成績計算時將其平均後，依10%、10%、40%之比例計算之。順位測驗成績是依Pearson correlation 之方式計算三重複間彼此之三個相關係數後，再加權平均乘以40。茶葉官能品評能力測驗總成績是將上列四項測驗成績累加而得。

五統計分析：

利用SAS應用軟體分別進行參試人員之背景與個人特質之關係 ，及茶葉官能品評能力測驗成績與個人特質之變方分析、相關分析、迴歸分析以及利用邏輯分析 (Logistic Analysis) 探討茶業改良場所核發茶葉官能品評測驗及格證書之客觀性等。

結果與討論：

一、茶葉官能品評能力測驗人員及格與否與其個人特質之關係：

1.年齡：參加測驗人員總計599人，其平均年齡爲29.74歲。年齡範圍爲23歲至36歲之茶農。

2.參試人員測驗成績與性別之關係：參試人員女性有94人 (佔15.69%)，男性有505人 (佔84.31%)；其中成績及格並核發品評鑑定及格証書者女性有26 人，男性有188人。進一步以卡方(Chi-Square)測驗，及格與否與性別是否有關。卡方值爲3.16，小於5%水準點3.841。

3.參試人員測驗成績與教育程度之關係：初中以下教育程度有166人(佔27.71%)，高中程度有334人(佔76%)，大專以上教育程度有99人(佔16.53%)；其中成績及格並核發品評鑑定及格証書者初中以下者46人，高中程度者119人，大專以上教育程度者49人。經卡方測驗知成績及格與否與教育程度間有極顯著之相依性存在。及格與否與教育程度之相關性，初中以下與高中程度似無相依性（卡方值爲3.14，自由度1)，而高中與大專（卡方值爲6.19），初中與大專（卡方值爲12.80）有顯著相似性。若教育程度分爲高中或以下與大專二組

時，及格與否與教育程度之獨立性檢定卡方值爲9.79，大於5%水準7.879。

4.參試人員測驗成績與抽煙之關係：參試人員中不抽煙者290人(佔48.41%)，偶爾抽煙者49人(佔8.18%)，每天抽煙在一包以下者194人(佔32.39%)，每天抽煙在一包以上者66人(佔11.02%)；其中成績及格並核發品評鑑定及格証書者之中，不抽煙有108人，偶爾抽煙者20人，每天抽煙在一包以下者68人，每天抽煙在一包以上者18人。經過卡方測驗知成績及格與否與抽煙之間無顯著之關係存在。

5.參試人員測驗成績與喝酒之關係：參試人員中不喝酒者239人(佔39.90%)，偶爾喝酒者82人(佔13.69%)，常喝酒者278人(佔46.41%)；其中成績及格並核發品評鑑定及格証書者之中，不喝酒者有98人，偶爾喝酒者有26人，常喝酒者有90人。經卡方測驗後知成績及格與否與喝酒間無顯著之關係存在。

6.參試人員測驗成績與吃檳榔之關係：不吃檳榔者353人(佔58.93%)，偶爾吃檳榔者198人(佔33.06%)，常吃檳榔者48人(佔8.01%)；其中成績及格並核發品評鑑定及格証書者之中，不吃檳榔者有141人，偶爾吃檳榔者64人，常吃檳榔者有9人。另外成績及格與否與吃檳榔間經過卡方測驗後知成績及格與否與吃檳榔有極顯著之相依性存在。

7.參試人員測驗成績與吃辛辣食物之關係：不吃辛辣食物者174人(佔29.05%)，偶爾吃辛辣食物者136人(佔22.70%)，喜歡吃辛辣食物者289人(佔48.25%)；其中成績及格並核發品評鑑定及格証書者之中，不吃辛辣食物者有74人，偶爾吃辛辣食物者有36人，喜歡吃辛辣食物者有104人。卡方測驗知成績及格與否與吃辛辣食物間有極顯著相依性存在。

二茶葉官能品評能力參試人員測驗總成績與個人特質之關係：

爲探討個人特質（性別、教育程度、抽煙、喝酒、吃檳榔及吃辛辣食物）對參試人員之測驗總成績是否獨立，首先將參試人員(599人)之測驗總成績求配線型模式再進行其變方分析，其結果如表1所示，其F值呈極顯著之差異，亦即參試人員之測驗總成績間之部份變異可用模式解釋。

表1. 參試人員測驗總成績間之變方分析表

Table 1. ANOVA table of total scores

變因（Source）	自由度（DF）	平方和（SSM）	均方（MS）	F值	Pr＞F
模式（Model）	82	35255.0353	429.9395	1.52**	0.0039
機差（Error）	515	145456.0842	282.4389		
總計（Total）	597				

附註：總自由度(DF)爲597是因參試項目缺失一項所致

參試人員之測驗總成績間有極顯著之差異，此種差異是否受個人特質間之相互影響，另外再進行其一次交感（First-Order Interaction ）之變方分析，其線性模式如下：

類別 (Class)	變級 (Levels)	數值 (Values)
性別（SEX）	2	0,1
教育程度（EDU）	3	1,2,3
抽煙（SMK）	4	0,1,2,3
喝酒（DRK）	3	0,1,2
吃檳榔（BET）	3	0,1,2
吃辛辣食物（HOT）	3	0,1,2

表2. 參試人員之測驗總成績與個人特質之一次交感變方分析表

Table 2. ANOVA table of total scores with personal attributes of first-order interactions.

變因 (Source)	自由度 (DF)	均方 (Mean Square)	F 值 (F Value)	顯著性 (Pr>F)
SEX	1	15.2171	0.05	0.8165
AGE	1	135.7829	0.48	0.4884
AGE*SEX	1	16.4823	0.06	0.8092
EDU	2	315.7138	1.12	0.3278
SEX*EDU	2	339.3943	1.20	0.3015
AGE*EDU	2	377.8086	1.34	0.2634
SMK	3	125.0845	0.44	0.7224
SEX*SMK	3	51.1493	0.18	0.8344
AGE*SMK	3	171.6475	0.61	0.6102
EDU*SMK	6	177.7119	0.63	0.7070
DRK	2	21.5594	0.08	0.9265
SEX*DRK	2	146.1853	0.52	0.5963
AGE*DRK	2	35.7309	0.13	0.8812
EDU*DRK	4	272.3081	0.96	0.4267
SMX*DRK	6	83.0190	0.29	0.9398
BET	2	238.5866	0.84	0.4303
SEX*BET	2	256.1456	0.91	0.3414
AGE*BET	2	360.6267	1.28	0.2798
EDU*BET	4	242.4756	0.86	0.4887
SMK*BET	6	402.4488	1.42	0.2029
DRK*BET	4	47.5725	0.17	0.9544
HOT	2	411.1438	1.46	0.2342
SEX*HOT	2	162.0199	0.57	0.5638
AGE*HOT	2	145.5640	0.52	0.5976
EDU*HOT	4	440.6499	1.56	0.1836
SMK*HOT	6	405.6282	1.44	0.1987
DRK*HOT	4	296.5538	1.05	0.3808
BET*HOT	4	258.5560	0.92	0.4546

由表2變方分析表得知參試人員個人特質之一次交感之F值均呈不顯著，亦即年齡、抽煙、喝酒、吃檳榔、吃辛辣食物之因子獨立；也就是參試人員之總成績間呈極顯著之差異，主要是由於個人特質因子所引起。

三茶葉官能品評能力參試人員之測驗總成績與個人特質主效應之變方分析：

由上述變方分析得知參試人員之個人特質因子獨立後，再將參試人員之測驗總成績進行變方分析，其結果如表3 所示，F值呈極顯著之差異，亦即參試人員之測驗總成績與個人特質因子呈極顯著之差異，其差異主要是因個人特質之不同所造成的。

參試人員之測驗總成績之差異到底是受到個人特質那些因子影響？進一步由表3 之變方分析表中得知，此種極顯著之差異，主要是由個人特質因子之性別(SEX)、年齡(AGE)及教育程度(EDU)等三項所引起，因其F值呈極顯著之差異，而抽煙(SMK)、喝酒(DRK)、吃檳榔(BET)及吃辛辣食物(HOT)之F值測驗未達顯著水準。其中性別(SEX)之差異接近5%之顯著水準，此點差異可能是由於男性(505人)女性(94人)參試人員之數量不均衡所致。

年齡與測驗總成績呈極顯著之差異，其差異是呈正相關抑負相關？另外再進行相關與迴歸分析。至於教育程度(EDU)與測驗總成績呈極顯著之差異，一般均認爲官能品評能力(香水品評、香煙品評、酒類品評)與個人之教育程度無關而與個人之官感(視覺、味覺、嗅覺)靈敏度有關，本試驗結果顯示教育程度與茶葉官能品評能力呈極顯著之差異。至於抽煙、喝酒、吃檳榔、吃辛辣食物各變級間對茶葉品評測驗總成績均呈不顯著，亦即此等個人特質因子對

參試人員之測驗總成績之影響並不顯著，是否會呈正面或負面之影響，另外再進行相關之分析。

表3. 參試人員測驗總成績與個人特質主效應之變方分析。

Table 3. ANOVA Table of total scores with personal attributes

變因 (Source)	自由度 (DF)	均方 (Mean Square)	F 值 (F Value)	顯著性 (Pr>F)
SEX	1	1253.6296	4.46**	0.0351
AGE	1	2292.1617	8.16**	0.0044
EDU	2	4328.0810	15.40**	0.0001
SMK	3	258.9853	1.02	0.3843
DRK	2	162.3945	0.58	0.5614
BET	2	272.3781	0.97	0.3800
HOT	2	445.6847	1.59	0.2056
ERROR	584	281.0194		
TOTAL	597	302.6986		

四茶葉官能品評能力參試人員各項測驗成績與個人特質之相關分析：

由表4中得知順位測驗與教育程度呈極顯著之正相關，而與抽煙、喝酒、吃檳榔呈負相關，但未達5%之顯著水準，其實測顯著水準分別爲8%、7%、6%；拼對測驗及澀味測驗亦與教育程度呈極顯著之正相關。在參試人員測驗總成績方面則與年齡、抽煙、喝酒、吃檳榔、吃辛辣食物等因子呈負相關之趨勢，其中又以年齡及吃檳榔呈極顯著之負相關，亦即年齡愈大或常吃檳榔者對測驗總成績有極顯著之不利影響，而抽煙、喝酒、吃辛辣食物則對測驗總成績有負面之影響趨勢，其影響未達顯著水準。但性別與教育程度則呈極顯著之正相關，亦即男性之測驗總成績顯著的比女性好，教育程度高者其測驗總成績也明顯的較高，此項教育程度不同對茶葉官能品評能力測驗總成績之影響，或許是在順位測驗時需要記憶力及判斷力有關。

表4. 參試人員各項測驗成績與個人特質因子之相關表

Table 4. Correlation table of test scores with personal attributes.
Pearson Correlation Coefficients/Prob > |R| under Ho=0/Number of Observations

	性別 (SEX)	年齡 (AGE)	教育程度 (EDU)	抽煙 (SMK)	喝酒 (DRK)	吃檳榔 (BET)	吃辛辣 (HOT)
順位測驗 (STAB)	-0.0132 0.7471 599	-0.0914 0.0253 598	0.2031 0.0001 599	-0.0698 0.0875 599	-0.0728 0.0747 599	-0.0763 0.0619 599	-0.0113 0.7826 599
拼對測驗 (PAIR)	0.0894 0.0286 599	-0.1096 0.0073 598	0.1328 0.0011 599	-0.0160 0.6951 599	0.0256 0.5308 599	-0.0451 0.2702 599	-0.0252 0.5367 599
苦味測驗 (BET)	0.0426 0.2977 599	-0.0943 0.0210 598	0.0323 0.4289 599	-0.0594 0.1462 599	-0.0422 0.3014 599	-0.0751 0.0659 599	0.0350 0.3923 599
澀味測驗 (AST)	0.0168 0.6809 599	-0.0533 0.1928 598	0.1319 0.0012 599	-0.0405 0.3222 599	-0.0174 0.6706 599	-0.1151 0.0048 599	-0.0390 0.3397 599
總成績 (TOT)	0.0361 0.3776 599	-0.1322 0.0012 598	0.2251 0.0001 599	-0.0702 0.0857 599	-0.0497 0.2239 599	-0.0979 0.0164 599	-0.0191 0.6403 599

五茶葉官能品評能力參試人員測驗總成績與個人特質因子之迴歸分析：

利用參試人員測驗總成績當依變數(Depedent Variable)進行變方分析(Draper & Smith, 1981)，由表5 得知其F值（8.387）呈極顯著之差異，然後再由表6 迴歸分析中個人特質因子之估計值可得到總成績之迴歸方程式爲：

總成績（TOT）＝49.50＋4.61＊SEX－0.23＊AGE＋5.04＊EDU－1.05＊SMK
－0.30＊DRK－2.87＊BET－0.45＊HOT

亦即參試人員測驗總成績與性別、教育程度呈極顯著之正相關，而與年齡、吃檳榔呈極顯著之負相關。由迴歸分析之結果與上述相關分析之結果相同；亦即男性之測驗總成績明顯的比女性高，教育程度高者其測驗總成績亦明顯的較高，年齡較大或常吃檳榔者其總成績明顯的比較差，至於抽煙、喝酒、吃辛辣食物僅對測驗總成績有不利之影響趨勢，其影響程度並未達顯著之水準。

表5. 參試人員測驗總成績之變方分析表

Table 5. ANOVA Table of total scores

變因 (Source)	自由度 (DF)	平方和 (SSM)	均方 (MS)	F 值	Pr>F
模式(Model)	7	12435.5839	1776.5119	8.387**	0.0001
機差(Error)	590	124966.9956	211.8035		
總計(Total)	597	137402.5795			

表6. 參試人員個人特質因子迴歸分析之估計值

Table 6. Regression table of personal attributes parameter estimates

變數 (Variable)	自由度 (DF)	估計值 (Parameter Estimate)	標準機差 (Standard Error)	T估值 (T for HO: Parameter=0)	顯著性 (Prob>|T|)
截距 (INTERCEP)	1	49.5030	3.8093	12.995	0.0001
性別 (SEX)	1	4.6120	1.8420	2.504**	0.0126
年齡 (AGE)	1	-0.2312	0.0897	-2.576**	0.0102
教育程度 (EDU)	1	5.0442	0.9131	5.524**	0.0001
抽煙 (SMK)	1	-1.0533	0.6368	-1.654	0.0987
喝酒 (DRK)	1	-0.3072	0.6908	-0.445	0.6566
吃檳榔 (BET)	1	-2.8720	1.0649	-2.697**	0.0072
吃辛辣 (HOT)	1	-0.4590	0.7193	-0.638	0.5236

六本場核發茶葉官能品評合格証書之邏輯分析：

本研究資料可將參試人員及格（茶改場核發及格証書)與不及格視爲二項分布之資料，

因此本研究可利用邏輯分析（Logistic Analysis）(Fleiss, 1986) 來分析測驗及格與否與個人特質之背景資料之關係， 此項分析結果可與前述參試人員測驗總成績之結論互相對照，由表7 中卡方測驗結果顯示，測驗及格與否仍然是與參試人員之性別、年齡、教育程度、吃檳榔有關係，其中性別是以男性及格之機率較多，常吃檳榔者其及格之機率亦較少，教育程度較高者其及格之機率亦較高；在抽煙、喝酒、吃辛辣食物等項測驗雖未達卡方測驗之顯著水準，但仍可看出其趨勢，亦即抽煙較多者、常喝酒者、喜歡吃辛辣食物者其及格之機率亦較少。

表7. 茶改場核發參試人員茶葉官能品評合格証書之邏輯分析表

Table 7. Logistic analysis of maximum likelihood estimates for personal attributes

變數 Variable	估計值 Parameter Estimate	標準機差 Standard Error	卡方值 Wald Chi-Square	顯著性 Prob> Chi-Square	標準化估值 Standardized Estimate
截距 (INTERCEP)	-0.8367	0.5715	2.1437	0.1432	
性別 (SEX)	0.9364	0.2824	10.9967	0.0009	0.1872
年齡 (AGE)	-0.0287	0.0137	4.4022	0.0359	-0.1061
教育程度 (EDU)	0.4708	0.1372	11.7737	0.0006	0.1704
抽煙 (SMK)	-0.0640	0.0940	0.4642	0.4957	-0.0394
喝酒 (DRK)	-0.2050	0.1021	4.0319	0.0446	-0.1048
吃檳榔 (BET)	-0.4667	0.1644	8.0589	0.0045	-0.1650
吃辛辣 (HOT)	-0.0858	0.1056	0.6601	0.4165	-0.0406

由邏輯分析結果之符合度（Concordant）爲65.3%，且卡方測驗值爲41.08(自由度7）呈極顯著之結果，可看出本場核發之茶葉官能品評合格証書具有一致性及客觀性。

誌　　謝

本試驗承蒙行政院農業委員會經費支助，統計分析承台灣大學農藝系劉清教授協助，特此誌謝。

參考文獻

1. 丁一倪. 1981. 茶葉品質鑑定方法科學化之研究. 中國農業化學會誌. 19：170-180。
2. 黃淑貞. 1984. 食品官感檢查手冊. 經濟部商品檢驗局編印. PP.1-25。
3. 蔡永生. 1989. 包種茶茶湯滋味及水色與非揮發性化學成分關係之研究. 中興大學食品科學研究所碩士論文. PP.28-30。

4. Draper, N. R. & Smith, H. 1981. Applied regression analysis. John Wiley & Sons Press. New York. pp. 423-454.
5. Fleiss, J. L. 1986. Statistical methods for rates and proportions. John Wiley & Sons Press. New York. pp.224-235.
6. Pangborn, R. M. V. 1984. Sensory techniques of food analysis. Marcel Dekker. New York.pp.11-14.

A study on the Correlations between Tea Sensory Evaluation Ability and Personal Attributes

Wen-Ru Liaw Sheng-Shiun Yang*

Abstract

Data sets generated from qualification exams for tea sensory evaluation, with 599 participants, were analyzed to clarify tea tasting ability in relation to testers' attributes. The average age of testers was 29.74, with 505 males and 94 females. 214 persons passed the exams, accounting for 35.75% of the total.

The results of ANOVA showed that there were significantly difference between the total scores of tea tasting and personal attributes. The effects of each individual attributes on tea tasting ability were independent, suggesting that the difference in tasting scores among the testers was mainly associated with each taster's attributes. Highly significant and positive correlation was obtained in the relationships among total tasting scores, and testers' sex and education. However, the scores were negatively correlated with tasters' age and hoppy such as smoking, wine-drinking, betel-nut chewing and favouring on hot food etc.. It was found age and betel-nut chewing were two important factors affecting tea tasting ability.

The converted data (the testers passed the exam or not) were treated as a binomial distribution and logistic analysis was applied. Similar conclusions were obtained as compared to that of the above-mentioned analysis. In another words, the qualified certificate of tea tasting issued by the Taiwan Tea Experiment Station was very objective.

Key Words: Tea, Sensory Evaluation.

* Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Taiwan Tea Experiment Station.