

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響

（ I ）失水曲線

林金池¹ 陳世雄²

摘 要

本試驗目的在探討控制萎凋溫度與濕度對白茶製造過程茶葉失水曲線之影響。自1994年秋季至1995夏季，採摘台灣省茶業改良場十年生台茶17號一心二葉茶菁，在溫、濕度控制之萎凋室進行試驗。茶菁採摘後分別以三種溫度（18、25、32℃）與三種濕度（40、60、80%），進行60小時萎凋試驗。期能藉由不同處理茶葉在萎凋期間失水變化差異，探討白茶最佳萎凋條件，供改善白茶製造技術之參考。

試驗結果顯示，春茶茶菁在低溫（18℃）高濕（80%）環境萎凋，茶葉失水較和緩，失水曲線為 $\hat{Y} = 75.4 - 0.164X - 0.007X^2$ （X為萎凋時間）。但在高溫（32℃）低濕（40%）環境萎凋，則茶葉失水速率比低溫高濕快三倍以上（ $\hat{Y} = 82.75 - 1.434X - 0.003X^2$ ）。夏、秋茶也有類似的結果。茶菁萎凋期間若急速失水會導致葉綠素破壞分解，茶葉內含物質轉化不足，萎凋30小時後葉部紅變，白茶外觀及品質變劣。萎凋溫度以接近茶芽生長期間溫度為佳，台灣桃園茶區春茶生育期間溫度月平均溫度為15.2℃，夏、秋茶為25~27℃，因此，建議春茶以18℃，夏、秋茶以25℃，在相對濕度80%左右，萎凋40~50小時，可望生產較佳品質之白茶。

關鍵字：茶、萎凋、溫度、濕度、時間、失水曲線

前 言

水是一系列化學變化的介質，也是某些反應的基質。茶葉製造過程不僅大量的失水，而且失水的速度和程度對茶葉色、香、味形成都具有重要的影響。因此，製茶過程正確控制每一階段水分變化，是提高茶葉品質的重要技術。

茶菁的水分蒸發，主要通過氣孔，其次是表皮。小葉種的表皮細胞及柵狀組織較大葉種緊密而厚，且其臘層較深厚，故萎凋速率較為緩慢（吳，1969）。林（1992）探討烏龍茶製造過程適

1.台灣省茶業改良場 助理研究員

2.國立中興大學農藝學研究所 教授

宜之水分指標，指出日光萎凋(solar withering)至73~75%為最適水分指標，室內萎凋(indoor withering)及靜置攪拌(turn-over)則應使水分降至70~70.5%。製造紅茶時，茶菁採摘後經12小時以上萎凋，當水分降至68%時，所製造紅茶品質最佳(阮，1987；Ullah *et al.*, 1984)。本省製造包種茶時進行日光萎凋其溫度以30~35℃，萎凋10~20分鐘為宜，此時茶菁重量約減少8~12%，茶菁以手觸摸有柔軟感且菁味已失，聞之已有微香。將茶菁移入室內，攤放靜置萎凋，使水分繼續蒸發，每隔1~2小時攪拌一次，經四次攪拌靜置，當茶菁由原有菁臭味轉化為清香時，即可進行殺菁作業，此時重量約減少25~30%(張，1992)。

良好的茶菁、優良的製茶技術與適宜的製茶環境，都是製造高品質茶葉的先決條件。萎凋是製造部份發酵茶和全發酵茶的第一道作業，茶葉化學成分及色、香、味的轉化在萎凋過程已大致決定(甘，1984；劉和黃，1988；屠，1988；Takeo, 1984；Owuor and Orchard, 1989；1992；Tokitomo *et al.*, 1984；You *et al.*, 1992)。為使茶菁原料能製造出高品質之茶葉，發揮最大經濟價值，應妥善控制萎凋的過程，使茶葉成分按照設計方向轉化，藉以提昇茶葉的品質。由於白茶僅經萎凋即可製成，因此，白茶的品質與萎凋環境更是息息相關。本研究主要目的在探討白茶萎凋過程中，溫、濕度的控制對茶葉失水曲線之影響，期能瞭解白茶萎凋過程茶菁失水速率，以提昇白茶品質。並期使白茶在目前台灣茶葉多元化發展需求下，繼包種茶、烏龍茶之後，成為另一重要之高經濟價值茶類。

材料與方法

本試驗製造白茶所用之茶菁原料，為台灣省茶業改良場第六圃之十年生台茶十七號(TTES 17)品種，面積0.6公頃，行株距為1.8公尺×0.5公尺，全區有茶樹6,600株。分別在春、夏、秋三季，當茶芽長至一心三至五葉時，採摘初展開之一心二葉幼嫩茶菁為材料。在上午十一時前採摘完畢，並將茶菁送至萎凋室，進行茶葉失水曲線試驗。

本試驗在可恆溫恆濕控制之萎凋室內進行。大控制室內並加裝三個以PE塑膠布製成之萎凋小室。每次試驗，大萎凋室控制一種溫度，三個萎凋小室分別由三台全自動電腦除濕機(普騰 HD550 型)控制三種濕度。在萎凋小室內部下層周圍設置直徑1公分之通風管，通風管每隔10公分有一孔洞，由室外利用鼓風機沿管路吹送氣體進入小室，以促進萎凋小室氣體對流，使萎凋均勻一致。

茶菁每季均採摘三次，每次以一種溫度(18、25或32℃)處理。每一參試處理選取200個茶芽，每次四個處理組合(RH40、60、80%，室內自然萎凋)總計800個茶芽。在不同溫濕度處理組合中，取100個茶芽將心芽、第一葉、第二葉、莖梗各部位分別摘離，另外100個一心二葉之完整茶菁做為對照組，分別將對照組及摘離之各部位稱重記錄，換算在白茶採摘標準下，不同季節茶菁各部位之比例及含水量。在萎凋期間並將各處理組合裝於紙盒放入萎凋室進行茶葉失水曲線測定。

在萎凋60小時處理期間，每隔6小時以天秤稱重記錄其變化。試驗結束後將芽葉不同處理部位分別裝在鋁盒中，並放入105℃烘箱中烘乾至恆重，再由烘箱取出置於乾燥器，冷卻後以電動天秤稱重，換算茶菁各部位含水量及失水曲線之變化。

結果與討論

茶葉製造過程大量失水，失水的速度與程度對茶葉品質具有重要的影響。因此，萎凋之失水速率及萎凋期間茶菁含水量的多寡，似可做為控制白茶品質的重要指標。

一、不同生產季節茶菁百芽重、各部位比例及水分含量

本試驗在春、夏、秋三季，每季採摘三次茶菁，每個處理組合選取200個一心二葉茶菁，測定百芽重後，其中取 100 個茶芽將心芽、第一葉、第二葉、莖梗各部位分別摘離，另取100個完整茶菁做為對照，測定茶菁各部位比例及水分含量。試驗結果顯示，鮮葉百芽重以春茶之18.7克最低，其次是夏茶，平均百芽重為23.2克，秋茶之百芽重最高，平均為24.5克(圖1)。查本試驗之春茶生育期間月平均溫度為15.2°C，平均相對濕度為86%，因日照不足，溫度低，茶芽發育緩慢，節間短，當茶芽長至一心三、四葉時，即成對口狀態。當外界環境溫度低於14.5°C或乾旱時，不利於茶芽生長，新梢展開葉數明顯減少，生長勢差，節間短縮，茶樹頂芽生長被迫休止，易形成對口葉(陳，1994；Fordham, 1972)。顯示春茶由於天候不佳，茶樹生長勢差，茶芽生長受抑制，百芽重比秋茶減少23.6%。一般茶菁若以採摘一心一葉的產量為準，則一心二葉為其2.5倍，一心三葉為4倍，一心四葉則為一心一葉之5倍(程等，1985)。

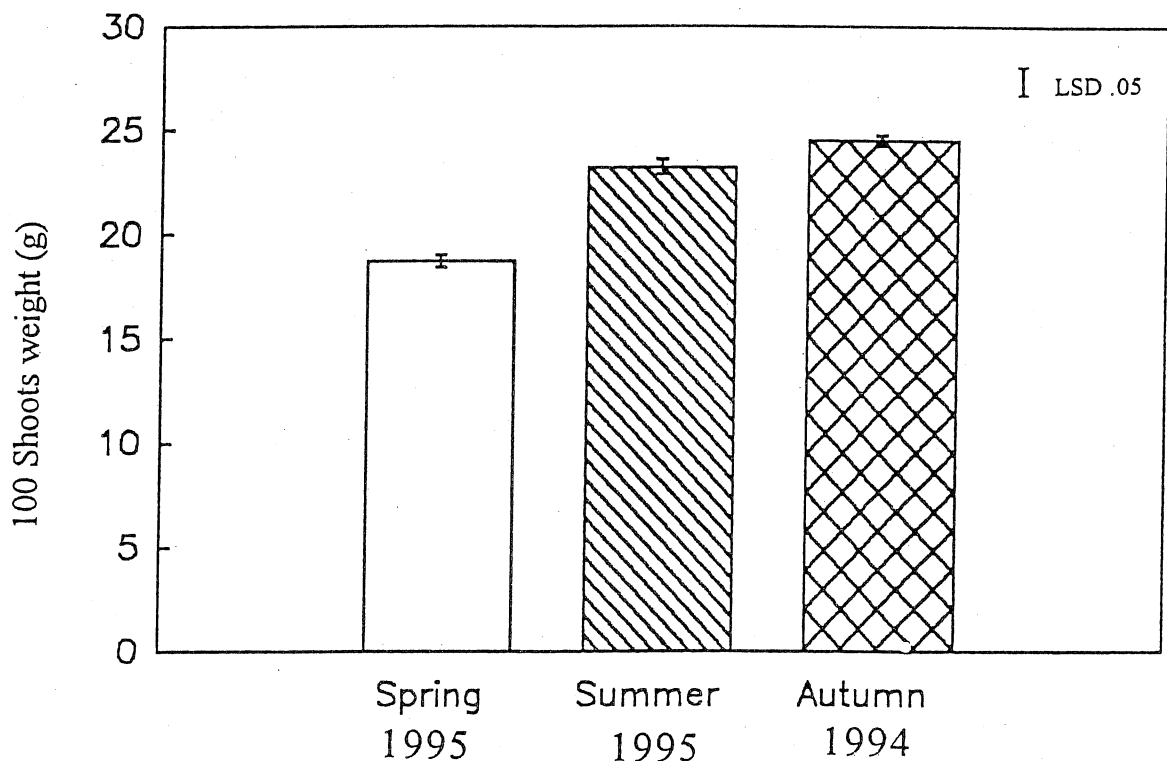


Fig. 1. Weights per 100 young shoots of tea cultivar TTES 17 harvested from different growth seasons.

分析各季茶芽不同部位比例，三季茶菁均以第二葉所佔比例最高，春茶平均佔46%，夏

茶43%，秋茶為36%(圖2)。其次是第一葉之比例，也以春茶最高，佔26%，夏、秋茶均為22~23%左右。各部位比例差異最顯著的是莖梗部份，秋茶莖梗所佔比例高達24%，相對地春茶僅佔13.0%，兩者差距超過11%。馮(1988)和陳(1992)均指出，包種茶及烏龍茶之品質與茶芽節間長短呈極顯著負相關。春茶莖梗佔茶菁比例較秋茶低11%，推論這可能是一般春茶品質比秋茶好的原因之一。季節間茶菁心芽所佔比例沒有顯著差異，均在15~17%之間。茶樹當溫度介於16~24°C時，芽葉生長速率隨溫度的上升而逐漸增加(Herd *et al.*, 1976)。台灣北部春茶萌芽至採摘期間，平均氣溫大致低於14.5°C，尤其夜間溫度更常低於10°C。因此，春茶葉片展開速率及芽葉生長速率明顯受到天候影響，導致葉片較夏、秋茶細小，節間短，莖梗比例低。夏、秋茶生育期間，高溫多日照，光合作用及各項代謝作用進行旺盛，芽葉展開快速，平均每片茶葉完全展開只要4~6天，茶芽之節間增長，莖梗比例明顯提高，茶菁百芽重也較春茶高。Mamedov(1965)和Toyao(1965)均指出茶芽節間長度、枝條葉片數與產量呈正相關。本試驗結果亦顯示，秋茶茶菁之節間較長，莖梗比例較高，鮮葉百芽重也比春茶高出23.6%。一般紅茶如果適度嫩採，縮短採摘週期至6~10天，可有效提高品質與產量(Owour *et al.*, 1987; Owour and Odhiambo, 1990; 1993)。白茶以採摘初展開之一心二葉茶菁為原料，採摘標準較包種茶嚴苛，因此，為確保品質並兼顧產量，建議縮短至以七天為一採摘週期，每季茶分多批採摘。

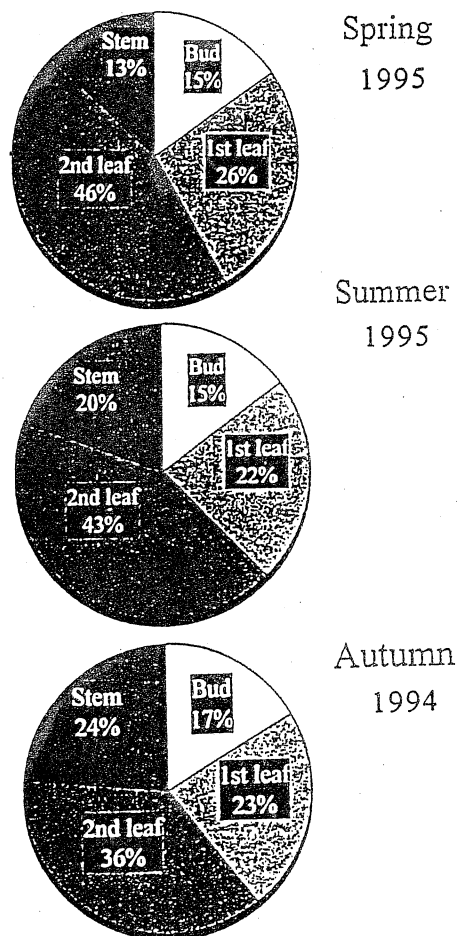


Fig. 2. Fresh weight(%) of bud, stem, first and second leaf detached from young shoots of tea cultivar TTES 17 in different growth seasons.

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線

茶樹鮮葉含水量的多寡，與土壤水分狀況、採摘的季節和茶菁嫩度有關。茶樹在同一新梢，含水量因部位不同而有所差異。陳(1992)曾指出，一般茶樹幼嫩部份含水量在78~82%之間，成熟葉片含水量65%左右，成熟莖部在45~50%之間。試驗結果顯示，三季採摘之茶菁水分含量平均在77~78%之間。但摘離之各部位，以莖梗含水量最高，在80~82%之間。其次是心芽，含水量在77~77.5%之間，初展開的第一、二葉，含水量在75~77%之間(圖3)。因此，茶樹在正常情況下，新梢芽葉含水量高，幼嫩的葉片比成熟的葉片高。

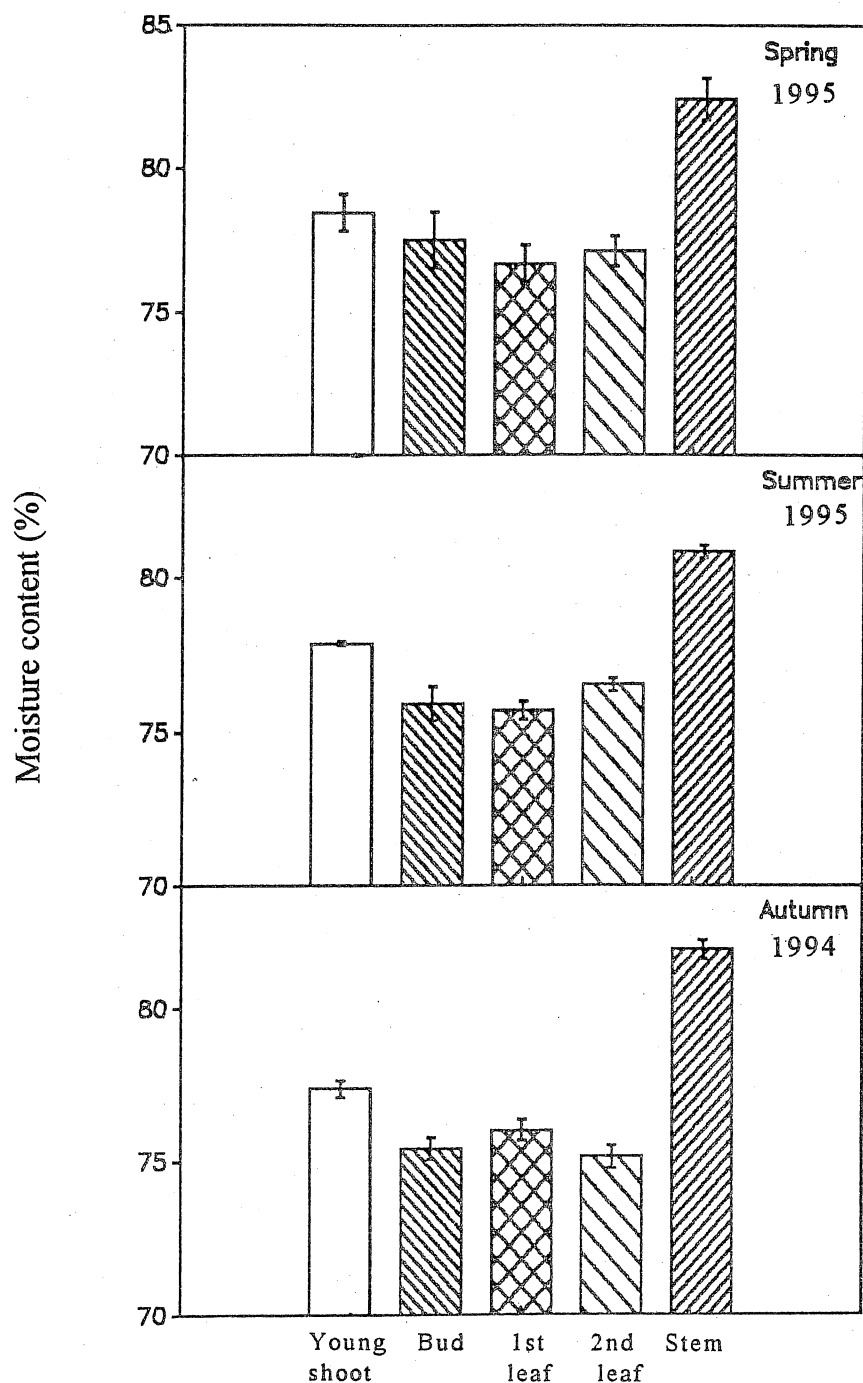


Fig. 3. Moisture contents of tea shoots and different parts harvested from different growth seasons.

二萎凋溫度與濕度對春茶失水曲線之影響

本試驗於春、夏、秋三季在溫濕度控制室進行萎凋試驗，分別調查茶葉之心芽、第一葉、第二葉、莖梗以及完整茶菁在萎凋期間失水之變化曲線。春茶於18°C低溫環境下萎凋，失水比較和緩，在相對濕度80%環境萎凋40小時，芽部水分由75.6%降至38.9%，萎凋60小時之後，水分續降為19.26%。但當溫度提高至25°C以上，心芽失水極為快速，在25°C萎凋30小時，或32°C萎凋24小時，心芽水分已降至10%左右(圖4-1)。第一葉片為已完全展開之嫩葉，在低溫下，其失水速度均比心芽快，但當溫度提高至25或32°C時，心芽與第一葉失水之速率近似(圖4-1)。

茶樹新梢葉片展開所需要的時間，依氣候條件之不同而異，一般約需4~6天。因此，茶菁第二葉片生長期已超過10天，葉片日趨成熟。在18°C，第二葉之失水都非常均勻和緩。但莖梗失水明顯較第二葉快速，在32°C相對濕度40%條件，萎凋24小時後，莖梗水分由81.4%快速降至15%左右(圖4-2)，失水明顯較其他部位快速。此一現象可能由於春茶生育期間溫度低，茶芽生育緩慢，節間短，芽及葉部摘離後，莖梗之傷口增加，萎凋期間水分除直接由表皮散失外，也由傷口大量蒸發流失，使得失水加速。

萎凋期間茶菁失水變化，經以二次式迴歸 ($\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta$, X 為萎凋時間) 求得萎凋失水曲線方程式。當茶菁在低溫(18°C)下萎凋，三種濕度(40、60、80%)失水均極為和緩(圖4-3)。其中低溫(18°C)中濕(60%)失水曲線為 $\hat{Y} = 75.4 - 0.164X - 0.007X^2$ ($R^2 = 0.9961$, 表1)，中溫(25°C)高濕(80%)失水模式為 $\hat{Y} = 79.97 - 0.118X - 0.008X^2$ ($R^2 = 0.9964$, 表1)，此兩種低溫下之失水曲線較和緩，製成之白茶外觀及品質較佳。

當萎凋溫度由18°C提高至25°和32°C，由於較春茶生長期間之溫度高出甚多，因此除在高濕度下，失水速率可以維持較和緩外，在低濕度之處理，失水速率極為快速，當濕度降至40%時，其失水曲線為 $\hat{Y} = 82.75 - 1.434X - 0.003X^2$ ，失水速率為高濕(80%)處理之2~3倍。試驗結果顯示，在高溫低濕環境下萎凋，由於失水過於快速，萎凋30小時後，水分急速降至45%左右，茶葉之葉綠素被分解破壞，葉緣變成紅褐色，萎凋50小時後，茶葉全部呈紅褐色。但在濕度較高(80%)情況下，萎凋50小時後則只有10%左右茶葉紅變，隨萎凋時間之延長，紅褐色亦逐漸加深，60小時後也有50%左右紅變。Owuor and Orchard(1989)指出紅茶在萎凋期間，大約有15%的葉綠素發生裂解。羅等(1994)指出綠茶在殺菁過程的濕熱條件下，脂溶性色素的變化最為明顯，葉綠素a、b及葉黃素明顯下降。但吳等(1975)指出茶菁即使未經揉捻，隨萎凋之加深，兒茶素含量隨之減少。因此，本試驗茶菁在32°C高溫環境下萎凋，造成茶葉紅變，可能與處理之高溫與春茶生育期間溫度差異甚大，造成萎凋期間茶菁急速失水，使細胞膜滲透性增加，細胞代謝失調，致使液胞中的多元酚類和原生質、葉綠體與粒線體中多元酚氧化酵素充分的接觸，多元酚類化合物在氧分子的參與下發生激烈的氧化反應，進而轉化成茶黃質、茶紅質與其他深色物質。除此之外，也和葉綠素急速遭到破壞分解有關。

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線

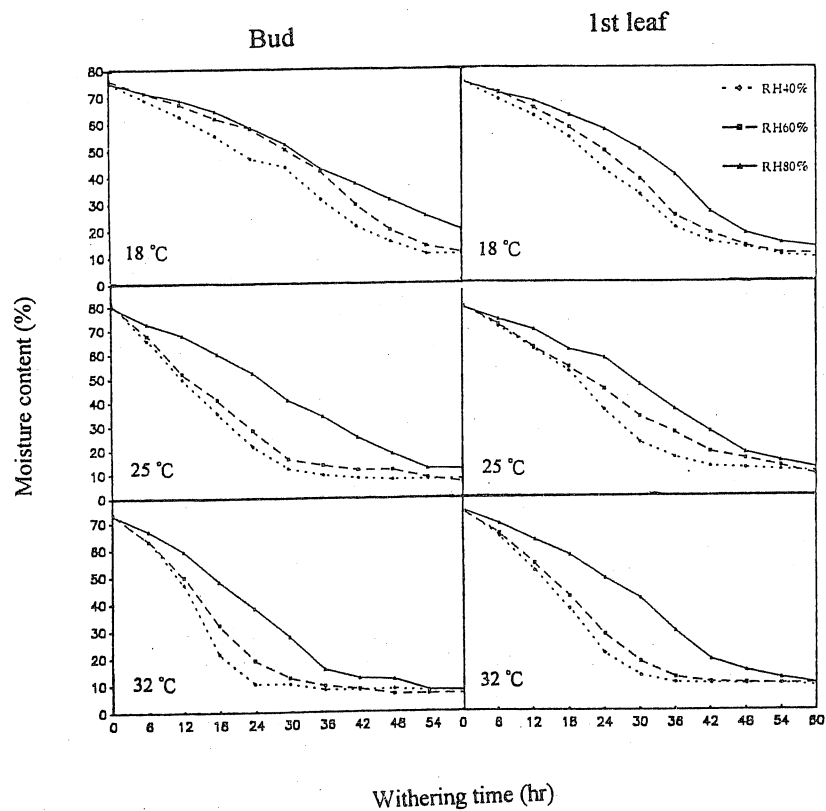


Fig.4-1. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (spring, 1995).

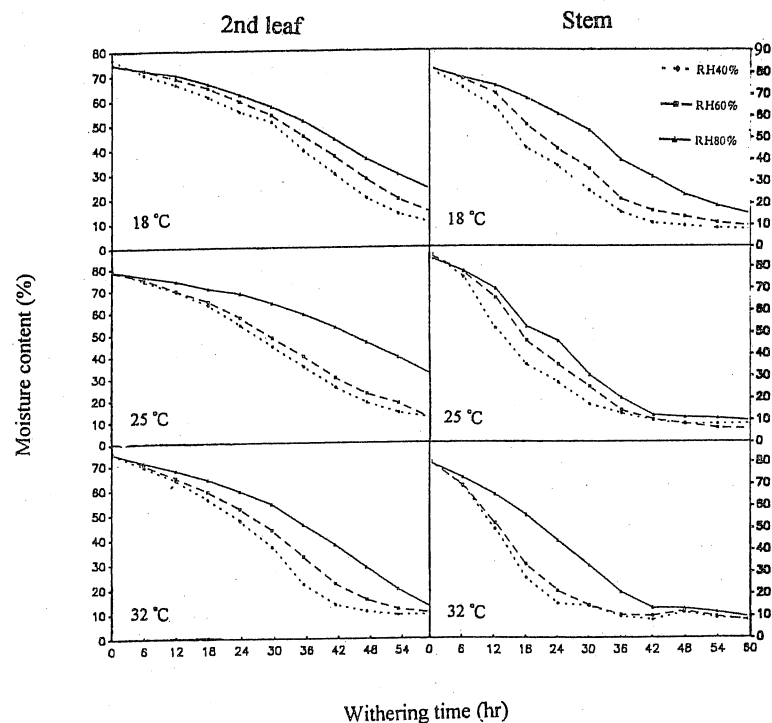


Fig.4-2. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (spring, 1995).

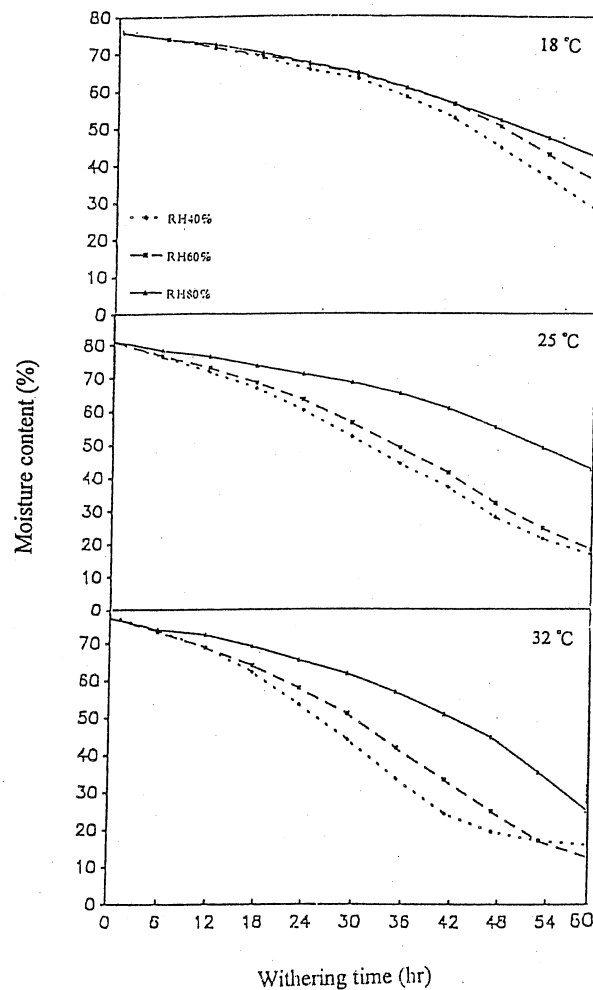


Fig.4-3. Dehydration curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by different temperature and relative humidity treatments (spring, 1995).

Table 1. Quadratic regression models for drying curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (spring, 1995).

Temperature (°C)	Relative humidity (RH%)	Regression coefficient estimates			R ²
		B ₀	B ₁	B ₂	
18	40	74.70	-0.022	-0.013	0.9967
	60	74.79	-0.048	-0.010	0.9961
	80	75.40	-0.164	-0.007	0.9996
25	40	82.03	-0.830	-0.005	0.9966
	60	81.18	-0.571	-0.009	0.9981
	80	79.97	-0.118	-0.008	0.9964
32	40	82.75	-1.434	0.003	0.9822
	60	78.68	-0.712	-0.007	0.9958
	80	76.04	-0.064	-0.013	0.9967

$$\hat{Y}(\text{moisture contents}) = B_0 + B_1X + B_2X^2(\text{drying time})$$

三萎凋溫度與濕度對夏茶失水曲線之影響

夏茶之心芽部份，於18°C低溫萎凋，失水極為均勻和緩，萎凋60小時後，茶菁水分含量分別降至32.4~22.3%。以25°C溫度處理，在高濕度(80%)下萎凋60小時，水分由74.7%降至24.5%，低濕度處理(40%)則失水更快，水分急速降至8.6%。但萎凋溫度若超過生長環境溫度(月平均26.6°C)，萎凋之失水速率加快。當萎凋溫度提高至32°C，濕度愈低，失水速率愈快。在低濕(40%)下，萎凋36小時後，心芽水分降至10%左右(圖5-1)。第一葉片之失水速率與心芽近似，均以在低溫高濕，失水較和緩。

夏茶茶菁第二葉片因組織發育完熟，茶菁失水較為和緩，但在25°C及低濕(40%)環境萎凋40小時，葉片已有40%左右變紅褐色，中濕(60%)處理只有10%紅變。高濕(80%)處理則至40小時尚未見葉片紅變，需萎凋50小時後，葉片才開始出現紅色斑點。但所有處理均隨萎凋時間延長，葉片紅褐色逐漸加深。當溫度提高至32°C高溫，失水速率明顯加快。低濕(40%)處理在萎凋30小時後，已有40%葉片變成紅褐色，萎凋48小時葉片完全變色，此時水分降至10%左右(圖5-2)。莖梗之失水變化趨勢類似第一葉。

夏茶茶菁在萎凋期間失水之變化，經二次式迴歸分析求得萎凋失水曲線模式。在18°C低溫下萎凋，三種濕度之失水速率沒有顯著差異(圖5-3)。當萎凋溫度提高至32°C，在濕度40%環境下，由於茶葉失水速率過快，萎凋30小時已有10%葉片出現紅褐色斑點，萎凋48小時後，茶菁已全部變成紅褐色，其失水曲線模式為 $\hat{Y} = 77.75 - 0.606X - 0.010X^2$ ($R^2 = 0.9921$ ，表2)。但在高濕(80%)環境也有20%茶菁出現紅變現象，茶葉品質並隨萎凋時間延長逐漸劣變。本試驗萎凋攤葉量設定為每平方公尺800克，茶菁平均攤葉厚度約2~3公分。夏、秋季於高溫萎凋環境下，在避免產生嫌氣發酵的前提下，應可適度提高茶葉攤葉量，增加攤葉厚度，或提高萎凋室濕度至80%，適度減緩茶菁水分散失速率，將有助於提昇白茶外觀及品質。

Table 2. Quadratic regression models for drying curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (summer, 1995).

Temperature (°C)	Relative humidity (RH%)	Regression coefficient estimates			R ²
		B ₀	B ₁	B ₂	
18	40	77.62	-0.136	-0.005	0.9992
	60	77.74	-0.116	-0.006	0.9984
	80	77.89	-0.254	-0.001	0.9989
25	40	77.57	-0.267	-0.009	0.9954
	60	76.96	-0.129	-0.011	0.9934
	80	77.39	-0.133	-0.003	0.9914
32	40	77.75	-0.606	-0.010	0.9921
	60	76.57	-0.120	-0.014	0.9979
	80	76.78	-0.167	-0.006	0.9965

$$\hat{Y}(\text{moisture contents}) = B_0 + B_1X + B_2X^2(\text{drying time})$$

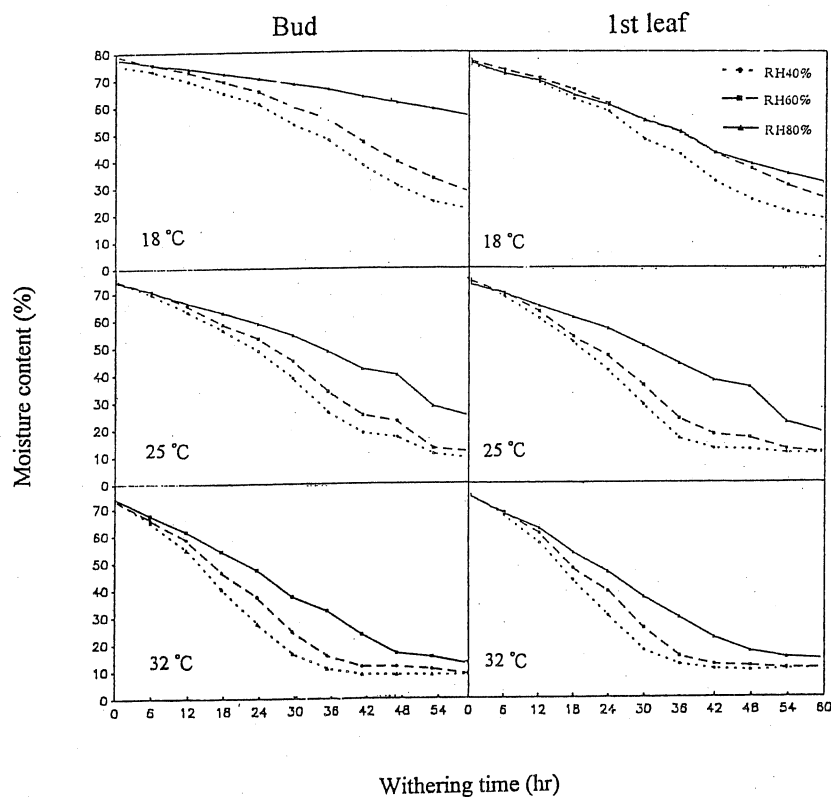


Fig.5-1. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (summer, 1995).

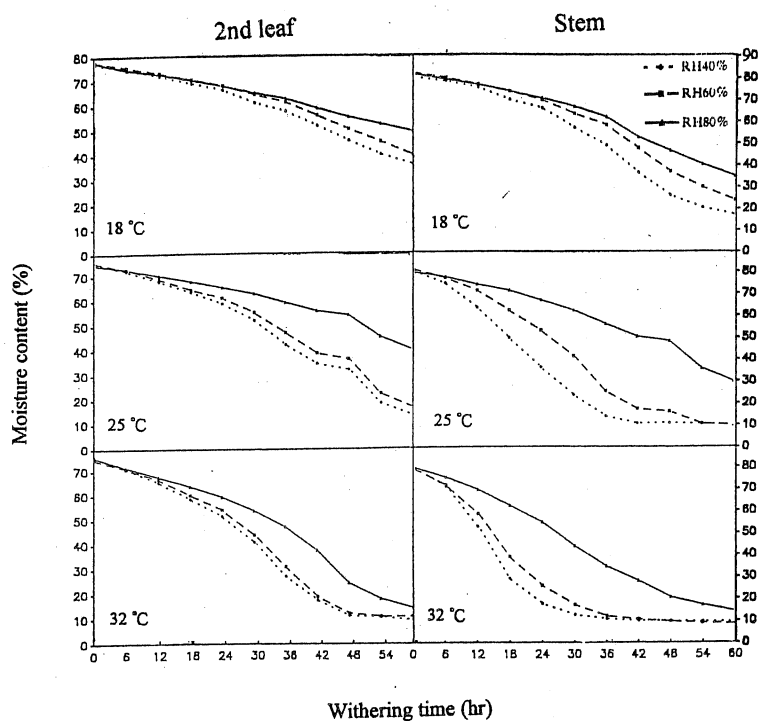


Fig.5-2. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (summer, 1995).

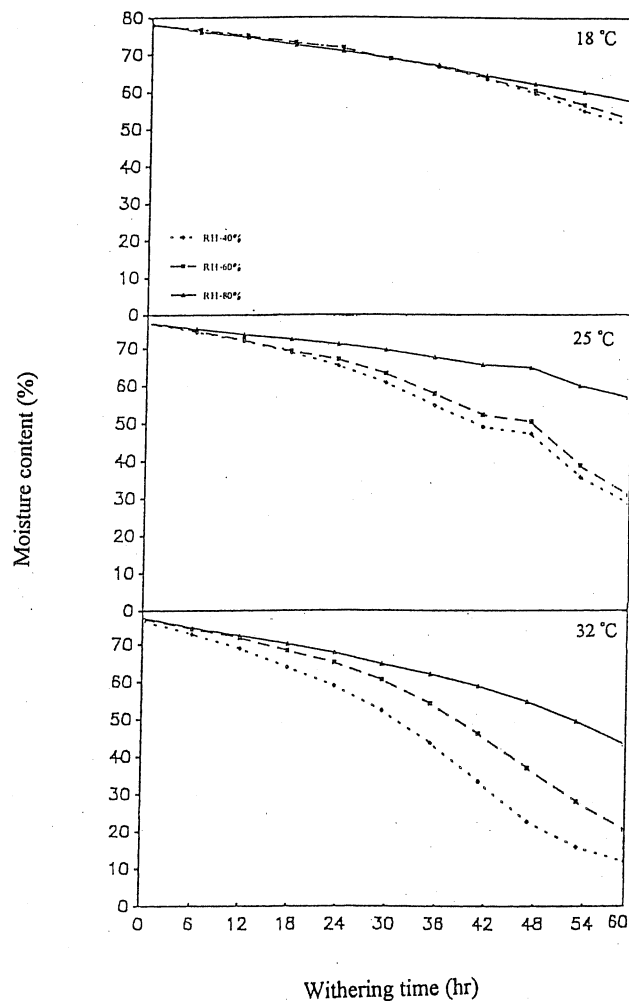


Fig.5-3. Dehydration curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by different temperature and relative humidity treatments (summer, 1995).

四萎凋溫度與濕度對秋茶失水曲線之影響

本試驗秋茶生育期間在6~8月，月平均溫度27°C，相對濕度在70~80%左右。當心芽部分於18或25°C萎凋，此等溫度較秋茶之生長溫度低，茶菁在較生長環境低之溫度下萎凋，失水緩慢。但若在32°C及低於60%之相對濕度，則失水速率明顯加快，萎凋42小時，心芽水分含量已降至15%左右。第一葉萎凋失水速率與心芽近似(圖6-1)。第二葉在18和25°C萎凋，均以相對濕度高者，失水速率較和緩，但隨濕度下降，水分散失速率加快。在32°C濕度低於60%，失水速率有明顯加速之趨勢(圖6-2)。秋茶各部位比例中，莖梗所佔比例高居第二，佔24%，其節間明顯較春茶長，莖梗萎凋期間失水速率較春茶和緩。秋茶莖梗失水速率類似第二葉(圖6-2)。

秋茶茶菁在萎凋期間失水曲線，經多項式迴歸分析求得萎凋失水二次曲線模式。在18°C萎凋，因較其生長期間溫度低 10°C，故三種濕度處理之茶菁失水均極緩慢，其中又以高濕(80%)失水最慢，萎凋60小時，水分僅由76%降低至66%(圖6-3)。其失水曲線模式為 $\hat{Y} = 75.87 - 0.253X - 0.002X^2$ ($R^2 = 0.9878$, 表3)。當溫度提高至25°C或32°C時，高濕(80%)處理茶菁之失水仍極緩慢。但濕度下降至60%時，失水速率明顯加快，萎凋 30小時，水分由

78%降至47%。此時已有50%左右茶菁紅變，萎凋40小時，有90%茶葉變紅，白茶品質隨萎凋時間之延長而下降。整體而言，秋茶仍以低溫(18℃)高濕(80%)萎凋，茶菁失水較為和緩，葉部組織不致因高溫萎凋造成紅變現象，對白茶品質提昇有所助益。

Table 3. Quadratic regression models for drying curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (autumn, 1994).

Temperature (°C)	Relative humidity (RH%)	Regression coefficient estimates			R ²
		B ₀	B ₁	B ₂	
18	40	75.81	-0.250	-0.004	0.9983
	60	76.06	-0.244	-0.004	0.9971
	80	75.87	-0.253	0.002	0.9878
25	40	79.02	-1.100	0.001	0.9958
	60	79.19	-0.687	-0.004	0.9949
	80	75.68	-0.331	-0.001	0.9886
32	40	79.44	-1.038	-0.003	0.9941
	60	79.70	-1.190	-0.002	0.9932
	80	76.19	-0.025	-0.006	0.9730

$$\hat{Y}(\text{moisture contents}) = B_0 + B_1 X + B_2 X^2 (\text{drying time})$$

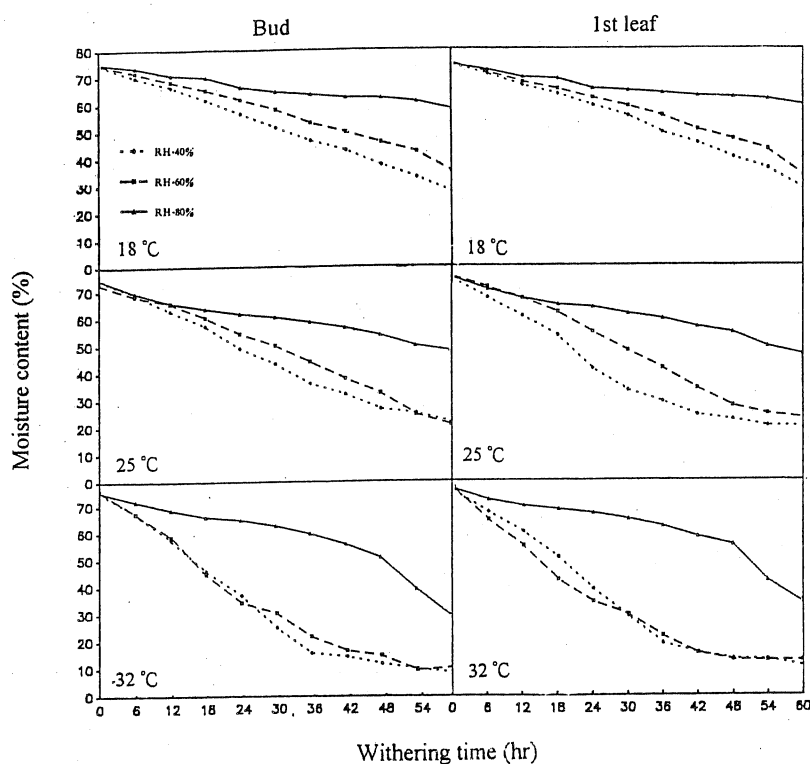


Fig.6-1. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (autumn, 1994).

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線

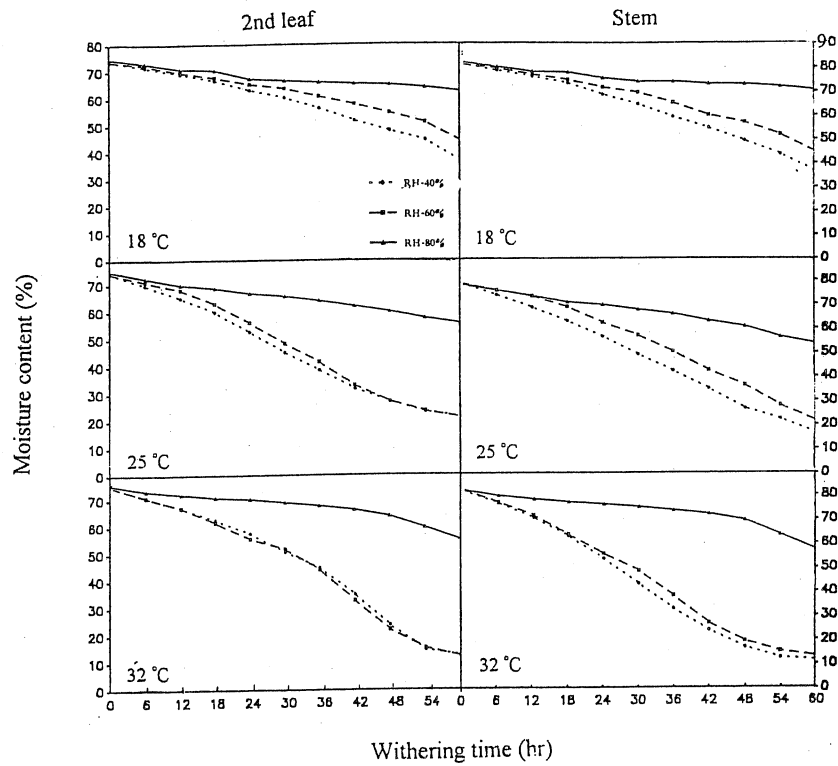


Fig.6-2. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (autumn, 1994).

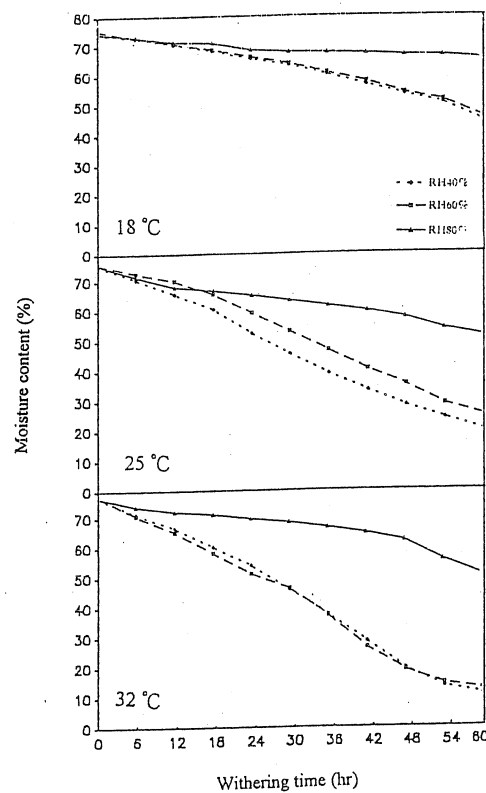


Fig.6-3. Dehydration curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by different temperature and relative humidity treatments (autumn, 1994).

五室內天然萎凋茶菁之失水曲線

本試驗另於春、夏、秋三季，每季取部份茶菁於室內天然條件下進行萎凋，試驗重複三次，並取其平均值調查茶葉各部位失水變化曲線，以與控制條件下茶菁之失水曲線比較。春茶萎凋期間低溫高濕(平均15.1°C、RH90%)，夜間溫度更降至10°C左右，因此茶菁各部位之失水較緩慢，萎凋60小時，茶菁水分由78.6%降至59%，其失水曲線模式 $\hat{Y} = 78.13 - 0.187X - 0.002X^2$ ($R^2 = 0.9987$)。夏茶有一次採茶因逢陰雨天，濕度較高(平均25.1°C、RH83.5%)，萎凋期間高溫高濕，萎凋60小時茶菁水分由77.9%降至43.9%，失水曲線模式為 $\hat{Y} = 77.14 - 0.171X - 0.006X^2$ ($R^2 = 0.9981$)，秋茶失水曲線為 $\hat{Y} = 78.91 - 1.601X - 0.001X^2$ ($R^2 = 0.9965$)。秋茶採茶期間因高溫低濕(平均27.1°C、RH80.1%。但溫度最高達33°C，濕度低至RH50%)，故三季茶中以秋茶失水最快，萎凋60小時，茶菁水分含量由75%左右降至10~20%(圖7)。

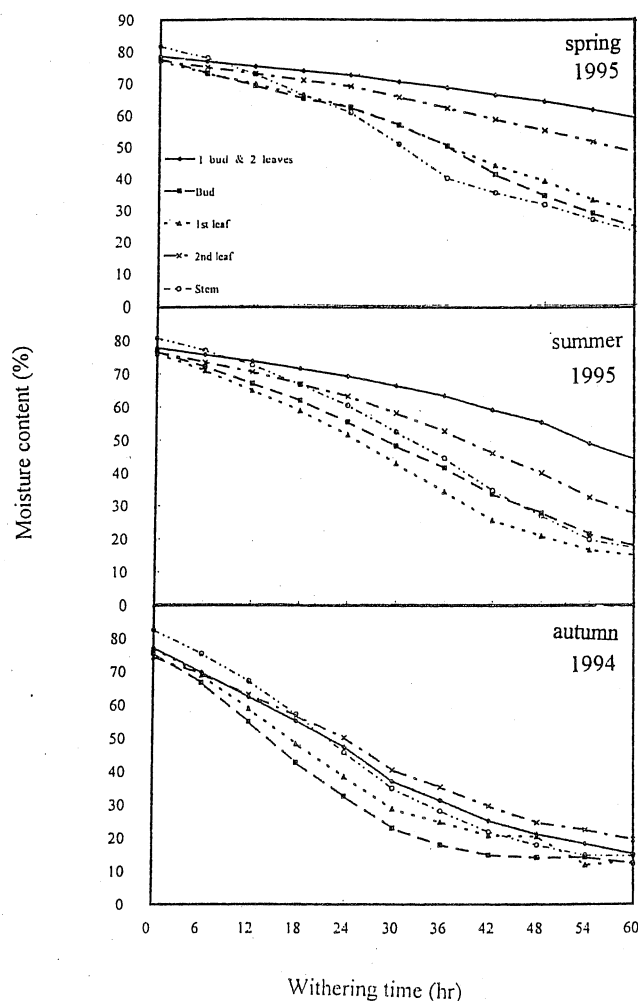


Fig. 7. Dehydration curves of different parts detached from young shoots of tea harvested from different seasons during natural withering.

各季茶菁之失水，都以幼嫩的心芽、第一葉及莖梗較成熟之第二葉快。春茶之莖梗因節間短，茶菁各部位摘離後，切口增加，水分除由表皮散失外，可能也由各切口大量蒸發流失，使得失水較其他部位快速。萎凋期間溫度控制若與茶葉生長期間之環境近似者，則失水曲線較為緩和，有助於提昇白茶之品質。

由試驗結果顯示茶葉各部位水分含量不同，且其失水曲線亦異。由於水分含量及失水速率均可能影響製茶過程的各種化學變化，因此，除茶菁各部位失水之差異，可能分別影響成茶品質外，茶葉各部位由於含水量及失水曲線的差異，可能因而影響茶菁各部位內含物之轉化，而使各部位對成茶茶湯水色、香氣及滋味造成不同程度之貢獻，如何利用此一特性，以調製各種具有特色之茶類，值得進一步試驗探討，並做為改進製茶技術之參考。

誌 謝

試驗研究承蒙徐研究員英祥、施金柯先生、茶管室同仁及張麗萍、王美珠與黃子芳小姐協助。同時蒙國科會補助試驗研究經費，特此併申謝忱。

參考文獻

1. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門 PP.12-92. 台灣省茶業改良場林口分場. 台北。
2. 吳振鐸. 1969. 紅茶萎凋原理與槽型萎凋機之改良及利用. 台灣省茶業改良場報告第44號。
3. 吳振鐸、葉速卿、鄭觀星. 1975. 不同製茶種類對兒茶素(catechins)含量之影響. 中國農業化學會誌 13:160-168。
4. 阮宇成. 1987. 紅碎茶品質形成的生化機理. 中國茶葉 48:13-15。
5. 林學詩. 1992. 烏龍茶初製過程水分管理指標的探討. 中國茶葉加工 1:28-29。
6. 屠幼英. 1988. 不同品種鮮葉多酚氧化酵素活性及其在萎凋過程中的變化. 中國茶葉 56:26-27。
7. 陳國任. 1992. 缺水及不同溫度處理對茶樹芽葉生育、化學成分及葉綠素的螢光釋放之影響. 國立台灣大學農藝學研究所博士論文. 台北。
8. 陳國任. 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. 台灣茶業研究彙報 13:27-40。
9. 馮鑑准. 1988. 茶樹育種提早選種指標的研究. 台灣茶業研究彙報 7:79-90。
10. 程啓坤、姚國坤、沈培和、白堃元. 1985. 茶葉優質原理與技術. 上海科學技術出版社。
11. 張如華. 1992. 不同萎凋處理對包種茶品質之影響. 國立台灣大學農業化學研究所碩士論文. 台北。
12. 劉仲華、黃建安. 1988. 茶葉中多元酚氧化酵素研究進展. 茶葉科學簡報 121:1-6。
13. 羅龍新、郭炳瑩、殷鴻范. 1994. 綠茶加工過程中水分解析與生化成分變化的關係. 茶葉科學 14:43-48。
14. Fordham, R. 1972. Observations on the growth of root and shoots (*Camellia sinensis* L.) in Southern Malawi. J. Hortic. Sci. 47:221-229.
15. Herd, E.M. and G.R. Squire. 1976. Observation on the winter dormancy of tea in

- Malawi. J. Horti. Sci. 51:267-279.
16. Mamedov. 1965. Young plant testing for important characters in breeding (part 1). Tea Research Journal 33:1-7.
 17. Owuor, P.O. and H.O. Odhiambo. 1990. Variations in the leaf standard, chemical composition and quality of black tea (*Camellia sinensis* L.) due to plucking intervals. J. Sci. Food Agric. 52:63-69.
 18. Owuor, P.O. and H.O. Odhiambo. 1993. The response of quality and yield of black tea of two *Camellia sinensis* varieties to methods and intervals of harvesting. J. Sci. Food Agric. 62:337-343.
 19. Owuor, P.O., M.A. Obanda, C.O. Othieno, H. Horita, T. Tsushida, and T. Murai. 1987. Changes in the chemical composition and quality of black tea due to plucking standards. Agric. Biol. Chem. 51:3383-3384.
 20. Owuor, P.O. and J.E. Orchard. 1989. Changes in the biochemical constituents of green leaf and black tea to withering: A review. Tea 10:53-59.
 21. Owuor, P.O. and J.E. Orchard. 1992. Effects of storage time in a two-withering process on the quality of seedling black tea. Food Chem. 45:45-49.
 22. SAS Institute. 1988. SAS/STAT User's guide. 6.03ed. SAS Institute, Cary, NC.
 23. Squire, G.R. 1985. Ten years of tea physiology. Tea 6:43-48.
 24. Takeo, T. 1984. Withering effect on the aroma formation found during oolong tea manufacturing. Agric. Biol. Chem. 48:1083-1085.
 25. Tanton, T.W. 1981. Crop growth and yields of tea bush. Expt. Agric. 17:323-331.
 26. Tokitomo, Y., M. Ikegami, T. Yamanishi, I.M. Juan, and T.F. Chiu. 1984. Effects of withering and mass-rolling processes on the formation of aroma components in pauchong type semi-fermented tea. Agric. Biol. Chem. 48:87-91.
 27. Toyao, T. 1965. Correlation and genetical analysis of characteristics at stage of individual selection of the tea plant. Plant Breeding Abs. 1966:46-62.
 28. Ullah, M.R., N. Gogoi, and D. Baruah. 1984. The effect of withering on fermentation of tea leaf and development of liquor characters of black teas. J. Sci. Food Agric. 35:1142-1147.
 29. You, X.Q., L. Mingjun, and T. Takeo. 1992. Effect of spreading treatment on the aroma formation of long-jing tea. J. Tea Sci. 12:161-162.

Effects of Withering Temperature and Humidity on the Quality of White Tea

(I). The Dehydration Curve

Jin-Chih Lin¹ Shih-Shiung Chen²

Summary

Experiments were conducted from the fall of 1994 through spring and summer of 1995 to investigate effects of withering temperature, and humidity on the quality of white tea. Young shoots of a bud with two leaves harvested from ten-year-old tea (cultivar TTES17) bush, which growing on the Taiwan Tea Experimental Station, were used for the withering experiments. Split-plot design with three replications were applied to three crops of tea under controlled temperature and humidity. Three levels of withering temperature, 18, 25, and 32°C consisted as the main plot. The subplot were three levels of relative humidity, 40, 60, and 80. Dehydration curves of tea shoots during 60 hours withering were recorded before oven dry.

Experimental results showed that tea leaves withering under low temperature (18°C) with high humidity (80% RH) had a slow drying rate (slope) of dehydration curve (water content, X denote withering time in hours). When tea leaves withering under a higher temperature (32°C) with lower humidity (40%RH), the drying rate increased about 3 times faster than that under low temperature with high humidity, where the dehydration curve was. The dehydration curves of the summer and fall tea showed the same results. Rapid drying caused degradation of chlorophyll and resulted in redness of tea leaves, which led to poor quality of white tea.

Experimental results showed that withering the tea leaves at the temperature close to its growth environment gave a better quality white tea. Month mean air temperature was 15.2°C at Taoyuan area during the growth period in the spring, and was about 25-27°C for the summer and fall. It was suggested that tea leaves withering under low temperature with high humidity, such as 18°C for the spring, and 25°C for the summer and fall, with 80% relative humidity to 40-50 hours, are essential to a better quality of white tea.

Key words: Tea, Withering, Temperature, Humidity, Time, Dehydration Curves.

1. Associate Agronomist, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, 324. R.O.C.

2. Professor, Department of Agronomy, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

以紅外線萎凋茶菁製造包種茶之研究

張連發¹ 賴滋漢² 盛中德³

摘 要

茶菁萎凋是部份發酵茶製造過程必要的步驟，傳統上係以日光萎凋為主，有時以熱風萎凋替代；由於受制於天候及熱風萎凋裝置，往往製茶品質未臻理想，尤其在高山地區常有濃霧籠罩，日照時間較短，致使茶菁採收後萎凋困難，而直接影響茶葉品質與農民的收益。

本研究之目的是研製紅外線茶菁萎凋機，以青心烏龍及台茶十二號為材料，日光萎凋作為對照，探討不同萎凋處理對水分蒸散失情形、對多元酚氧化酶活性的影響以及紅外線萎凋溫度、時間對不同產期及品種茶葉品質的影響。

比較紅外線萎凋與日光萎凋的結果，顯示兩者皆使茶菁水分散失，同時促進茶菁中多元酚氧化酶活性的能力。紅外線萎凋溫度為35°C及時間10分鐘所製成的茶葉品質，經官能品評分析結果，與日光萎凋者比較均無顯著的差異，因而紅外線茶菁萎凋機在部份發酵茶製造上有其實用價值。

前 言

包種茶為台灣之特產，屬於部份發酵茶類，依外形可區分為文山(直條)型及凍頂(半球)型兩種，是內外銷主要的茶類(邱，1990)。近年來國內及鄰近的日本飲茶風氣盛行，需求量增加，高級包種茶供不應求，尤以青心烏龍及台茶十二號兩品種，深受農友與飲茶消費者所喜愛。

影響包種茶品質之因素多且複雜(邱，1990、徐，1987)，主要受茶菁原料、氣候環境及製茶技術之影響，即受「天時、地利、人和」所支配；其中製茶技術較容易掌握，對包種茶製造及品質有直接的影響。

包種茶製造過程包括日光萎凋、室內萎凋與攪拌、炒菁、揉捻、乾燥等步驟(吳，1978)，其中日光萎凋首當其衝影響製茶品質，由於日光受自然環境氣候之影響，尤其高山地區常受濃霧籠罩，日照時間較短，因而造成採摘後的茶菁無法正常地進行日光萎凋作業，成茶品質不佳，減低茶農收益；甚且春茶期間適逢梅雨季節或陰天，無法進行茶菁萎凋工作而延誤採摘期，使

1.台灣省茶業改良場 助理研究員

2.國立中興大學食品科學研究所 教授

3.國立中興大學農業機械工程系所 教授兼系主任

得茶菁老化，造成更大的損失。

本研究之目的乃研製一台具有自動溫度控制、萎凋時間調整、萎凋茶菁進料控制等連續功能的紅外線茶菁萎凋機，以紅外線照射替代日光來萎凋茶菁。實驗中使用青心烏龍及台茶十二號為材料，並以日光萎凋作對照，探討紅外線萎凋溫度及時間對不同產期及品種茶葉品質的影響，試圖尋求一種能替代日光萎凋茶菁之理想萎凋方法。

材料與方法

一、試驗材料

1. 茶菁原料

製造包種茶所用之茶菁原料，係台灣省茶業改良場及凍頂工作站等地區所生產的台茶十二號及青心烏龍品種之手採茶菁，分別於春、夏、秋、冬等季節，舉行茶葉製造試驗。茶菁採摘入廠後，隨即攤開，並混合均勻以防茶菁悶熱現象，每一次處理之樣品為6kg，分別置於筲簍中，供各項處理試驗之用。

2. 紅外線放射體材料規格及特性

採用奇特公司黑色陶瓷發熱體B型矽熱管220V，600W×10組為放射體，總長度700mm，其有效長度600mm，紅外線波長 $3\mu\text{m}\sim 6.5\mu\text{m}\pm 3\%$ ，照射距離為150~200mm(材料成分為 ZrO_2 ， SiO_2 ， Al_2O_3 ， CoO ， MnO_2 ， Fe_2O_3 ， CuO ， TiO_2)，紅外線茶菁萎凋系統如圖1。

3. 試藥及儀器

(1) 試藥

I. Sephadex G-50：購自瑞典 Pharmacia Fine Chemicals.

II. 甘油、氯化鈉、無水磷酸二鈉：購自日本和光純藥株式會社。

III. (+)-Catechin，2-巯基乙醇(2-mercaptoethanol)，異抗壞血酸(D-isoascorbic acid)：均購自美國 Sigma Chemical Company.

(2) 實驗儀器

I. 均質機：Ystral GmbH D-7801 Dottingen 用於丙酮粉末之製備。

II. 離心機：Hitachi SCR-20B用於酵素之抽取分離。

III. ISCO Column Chromatographic System:

①自動部份收集器(Automatic fraction collector): Retriever IV用於接收管柱分離出之酵素液。

②Metering pump: WIZ pump, 用於控制管柱之流速。

IV. 氧電極：YSI Model 53，用於測定酵素之活性。

二、試驗方法

1. 紅外線茶菁萎凋機

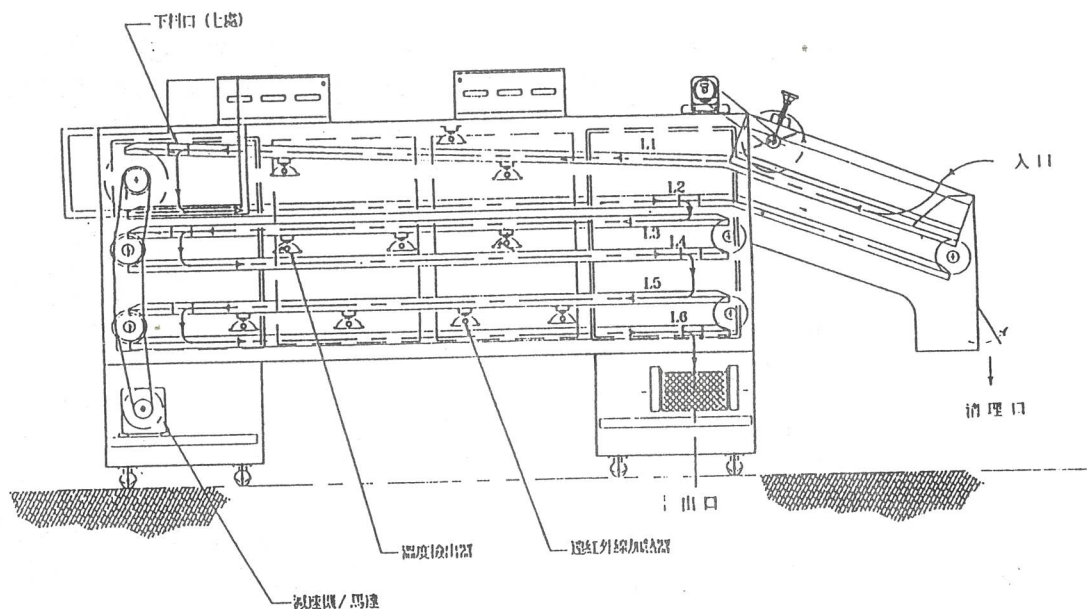


圖 1. 紅外線茶菁萎凋系統圖

Fig 1. Diagram of the infrared withered system

2. 本研究中製茶流程如圖所示：

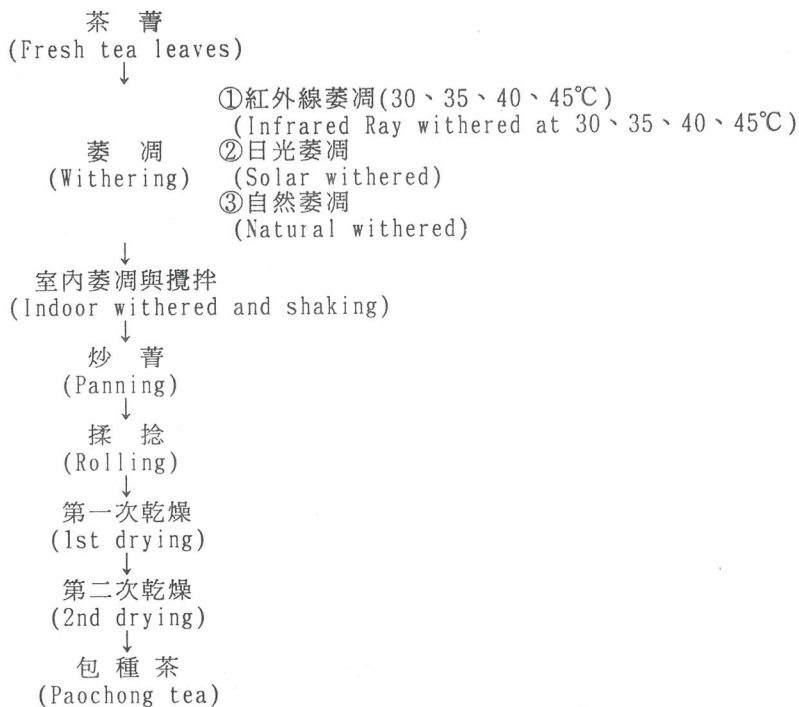


圖 2. 包種茶製造流程

Fig 2. Flow chart of paochung tea manufacture

三茶菁的萎凋方法

1.紅外線萎凋

將稱取6kg茶菁，設定萎凋機溫度為30、35、40、45℃，調整輸送裝置之前進速度，使萎凋時間定為10分鐘，調節撥茶板的高低及撥茶迴轉數，以控制茶菁萎凋作業流量，使茶菁平均攤薄在輸送網片上，接受紅外線的照射。因紅外線有其固定的穿透深度，茶菁堆積過厚，會產生陰影部份，紅外線對其無法發揮正常的作用，所以應該避免，盡量平均分配於每個照射體下，並藉著自動輸送與翻動作用，而達到較佳的萎凋效果。

2.日光萎凋

將茶菁6kg平均分配攤開放置於5個直徑 104cm圓形竹編筴簍中，移至室外太陽照射下，進行日光萎凋作業，並於萎凋茶菁上置放溫度計，以測量葉溫，記錄萎凋時間(約10~20分鐘)，以傳統方式判定之。

為了使萎凋茶菁均勻，在整個日光萎凋期間輕翻1~2次，當萎凋茶菁表面失去光澤並散發出一股臭菁味時，隨即移入室內進行下一階段的室內靜置萎凋。

3.自然萎凋

本試驗所採用自然萎凋方法為將茶菁6kg直接分配，置於5個與(2)相同容器規格的筴簍中，在常溫的室內靜置萎凋，在不受熱下讓水分自然散失。

四茶菁萎凋過程中失重百分率之測定

取混合均勻的茶菁 6kg，經不同萎凋處理後，稱取①萎凋後，②第一次攪拌前，③第二次攪拌前，④第三次攪拌前，⑤第四次攪拌前，及⑥炒菁前的重量，與原先重量相減，再除以原重，即可測得失重百分率。茶菁萎凋後的重量與原來重量之比，以百分率表示之，稱為茶菁萎凋率。

五丙酮粉末之製備

將茶菁以液態氮處理後，加入經-30℃冷卻之丙酮，以均質機均質化後，以whatman No. 41濾紙過濾並以丙酮洗殘渣，直至濾液綠色變淡，將殘渣在桌上攤成薄層，待丙酮揮發後，放入-20℃冷凍櫃貯存。

六酵素的抽取與製備

依據Coggon及Sanderson氏所定方法(16)略加修正，以抽取並製備酵素。將5g丙酮粉末置於 30ml之0.05M磷酸緩衝液(pH7.0；內含1M NaCl，3g異抗壞血酸及2mM 2-mercaptoethanol)中，攪拌2小時，然後以10,000×g 離心 20分鐘，取上層液以 Whatman No.41 號濾紙過濾，濾液再以Whatman Glass Microfiber filter G F/B 過濾之，澄清之濾液以針筒注入已預先用0.05M磷酸緩衝液(pH7；內含1M NaCl)平衡過的Sephadex G-50管柱(2.6×30cm)的上層，以平衡液進行沖出，流速為每小時90ml，以自動分量收集器每3分鐘收集一支，再依下述方法測定多酚氧化酶之活性。

七多酚氧化酶活性之測定

酵素活性以氧電極(Oxygen monitor)測定，其活性以30℃下 1g丙酮粉末之抽出液一分鐘所消耗氧之 μ l表示之。

測定方法則將含有0.01M(+)-catechin-0.05M 磷酸緩衝液(pH5.5)的反應液以空氣飽和 1小時後，取2.9ml 置於30℃恆溫水浴之氧電極反應槽中插入電極並以磁石攪拌平衡五分鐘，再以Hamilton Syringe加入適量稀釋之酵素液100 μ l，反應10分鐘，由反應前後氧之消耗量，

換算出每 g 丙酮粉末抽出液 1 分鐘所消耗之總氧量。

八品評的實施方法

茶菁經過圖 2 所示之不同萎凋處理後，在相同的加工條件下製茶，於整個包種茶製造過程完成時，分別取樣，進行密封，編定密碼，依茶葉成品品質鑑定方法評定成績。

將各編號茶葉樣品稱取 3 公克置於審茶杯中，以沸開水沖泡 5~6 分鐘，(文山直條型泡 5 分鐘，凍頂半球型泡 6 分鐘)，然後將茶湯倒入審茶碗，並以湯匙攪動一下，使茶湯均勻，粉末沈澱集中於碗中心，先觀察水色，而後聞茶渣香氣，待茶湯溫度降至 42°C 左右，以湯匙取 5~10ml 茶湯放入口中，鑑定其品質，並分項記錄成績，以外形佔 20、水色 20、香氣和滋味 60，共合計 100 分。品評結果並進行變方分析。

結果與討論

一、包種茶萎凋過程中茶菁重量之減少百分率

包種茶萎凋過程中茶菁水分之散失適當與否，對製茶品質有直接的影響，若水分散失過於迅速，則心芽部份容易乾枯，梗葉水分來不及補充，造成「脫水」現象，容易引起葉緣變紅，發酵過度，不利包種茶之製造。反之若水分無法適當有效的散失，則造成「積水」現象，所產製之包種茶，外觀色澤暗黑，香味欠佳，水色較混濁，無法達到包種茶標準要求。由圖 3 之結果顯示，以紅外線萎凋 (infrared ray withered) 和日光萎凋 (solar withered) 處理者，水分散失情形相當一致，而自然萎凋 (natural withered) 者，其水分的蒸散則較慢。由此可知紅外線萎凋茶菁和日光萎凋，同樣具有使水分減少的效果，而自然萎凋效果較差。

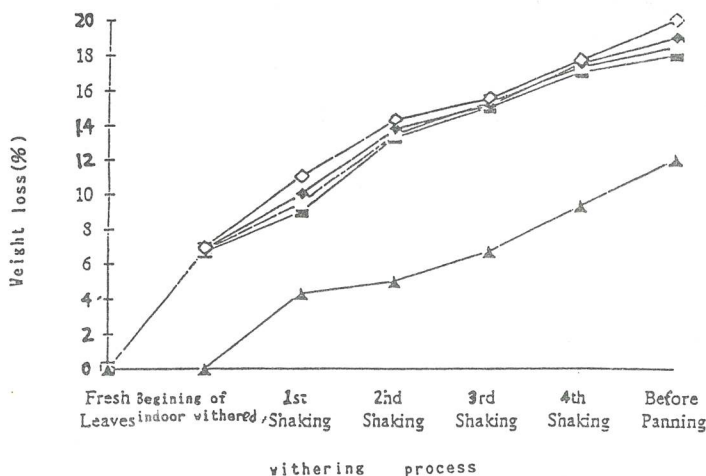


圖 3. 包種茶萎凋過程中茶菁重量之減少百分率

Fig 3. Weight loss during withered in paochung tea processing

- 註：■ Far infrared ray withered (30°C, 10min) tea leaves
□ Far infrared ray withered (35°C, 10min) tea leaves
◆ Far infrared ray withered (40°C, 10min) tea leaves
◇ Solar withered (35~38°C, 15min) tea leaves
▲ Natural withered (25°C, 60min) tea leaves

二茶菁經不同熱源萎凋後對多元酚氧化酶活性的影響

多元酚類成分及其氧化產物在茶葉中扮演著重要角色，其與茶葉外觀色澤、茶湯水色及香氣和滋味有密切的關係。由圖4 之結果顯示，不同熱源萎凋對多元酚氧化酶的活性有所影響。利用自然萎凋茶菁的方法，其酶活性未見提高。而經日光萎凋者，萎凋條件為35~38℃，15 分鐘時，多元酚氧化酶的活性會提高；以紅外線萎凋茶菁，時間為10分鐘，溫度分別為30、35、40、45℃時，大致可見多元酚氧化酶活性提高的現象。但當溫度達45℃時萎凋容易造成茶菁燙傷現象，且多元酚氧化酶活性亦有降低之趨勢，而30℃以下萎凋則效果不理想，因而紅外線萎凋的較佳溫度條件為35℃。

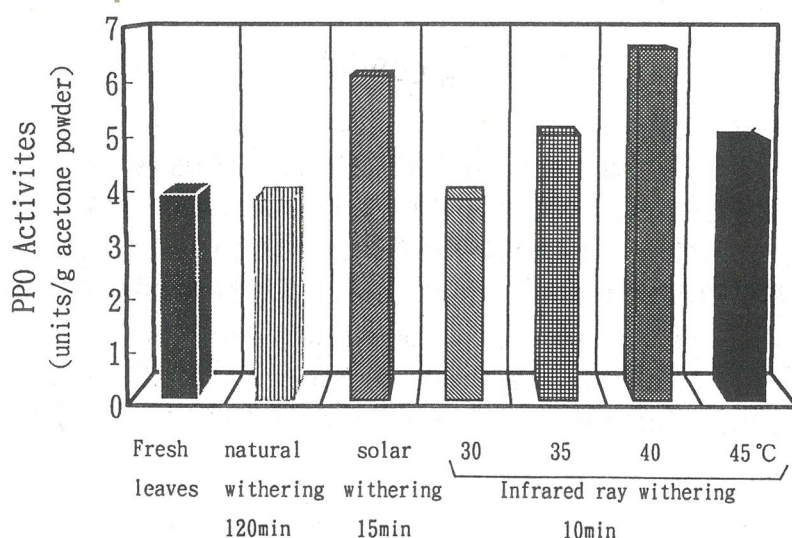


圖 4. 經不同熱源萎凋對茶菁多元酚氧化酶活性的影響

Fig.4. The effects of withered by different heating sources on the activities of polyphenol oxidase of fresh leaves.

表 1. 不同萎凋處理之台茶十二號(79年夏茶)成品茶之品評結果

Table1. Sensory evaluation of made-tea from TTES No.12 cultivars (summer crop of 1990) prepared by different withering methods

萎凋法 Methods of withering	評茶項目 Items of tasting				
	形 狀 Appearance	色 澤 Colour	水 色 Colour of liquid	香 味 Aroma & Taste	總 分 Total
	(10%)	(10%)	(20%)	(60%)	(100%)
IR 30°C	7.36 ^a	7.48 ^a	13.71 ^a	39.25 ^a	67.80
IR 35°C	7.36 ^a	7.44 ^a	14.42 ^a	41.04 ^a	70.26
IR 40°C	7.29 ^a	7.36 ^a	13.92 ^a	40.79 ^a	69.40
日光萎凋(CK)Solar Withering	7.36 ^a	7.40 ^a	14.04 ^a	40.75 ^a	69.55
自然萎凋(CK)Natural Withering	7.23 ^a	7.23 ^a	14.13 ^a	41.33 ^a	69.92

註1：評茶成績為3名品評員所評分數之平均值

表 2. 不同萎凋處理之台茶十二號(79年秋茶)成品茶之品評結果

Table 2. Sensory evaluation of made-tea from TTES No12 cultivars (autumn crop of 1990) prepared by different withering methods

萎凋法 Methods of withering	評茶項目 Items of tasting				
	形 狀 Appearance	色 澤 Colour	水 色 Colour of liquid	香 味 Aroma & Taste	總 分 Total
	(10%)	(10%)	(20%)	(60%)	(100%)
IR 30°C	6.50 ^a	7.00 ^a	15.33 ^a	40.00 ^a	68.83
IR 35°C	6.92 ^a	7.34 ^a	14.41 ^a	41.67 ^a	70.34
IR 40°C	6.58 ^a	7.16 ^a	14.92 ^a	39.50 ^a	68.16
IR 45°C	7.50 ^a	7.50 ^a	14.17 ^a	39.00 ^a	68.17
日光萎凋(CK)Solar Withering	7.08 ^a	7.25 ^a	14.58 ^a	39.66 ^a	68.57

註：評茶成績為3名品評員所評分數之平均值

表 3. 不同萎凋處理之台茶十二號(80年春茶)成品茶之品評結果

Table 3. Sensory evaluation of made-tea from TTES No.12 cultivars (spring crop of 1991) prepared by different withering methods

萎凋法 Methods of withering	評茶項目 Items of tasting				
	形 狀 Appearance	色 澤 Colour	水 色 Colour of liquid	香 味 Aroma & Taste	總 分 Total
	(10%)	(10%)	(20%)	(60%)	(100%)
IR 30°C	7.25 ^a	7.42 ^a	15.00 ^a	45.33 ^a	75.00
IR 35°C	7.25 ^a	7.17 ^a	14.50 ^a	45.00 ^a	73.92
IR 40°C	7.42 ^a	7.17 ^a	14.30 ^a	43.83 ^a	72.75
日光萎凋(CK)Solar Withering	7.42 ^a	7.17 ^a	14.25 ^a	45.83 ^a	74.67
自然萎凋(CK)Natural Withering	7.17 ^a	7.67 ^a	15.00 ^a	46.83 ^a	76.67

註：評茶成績為3名品評員所評分之平均值

表 4. 不同萎凋處理之青心烏龍(79年夏茶)成品茶之品評結果

Table 4. Sensory evaluation of made-tea from Chin-Shing Oolong cultivars (summer crop of 1990) prepared by different withering methods.

萎凋法 Methods of withering	評茶項目 Items of tasting				
	形 狀 Appearance	色 澤 Colour	水 色 Colour of liquid	香 味 Aroma & Taste	總 分 Total
	(10%)	(10%)	(20%)	(60%)	(100%)
IR 30°C	7.00 ^a	6.75 ^a	13.88 ^a	39.50 ^a	67.13
IR 35°C	7.00 ^a	6.75 ^a	13.75 ^a	40.25 ^a	67.75
IR 40°C	7.00 ^a	6.75 ^a	13.88 ^a	40.25 ^a	67.88
日光萎凋(CK)Solar Withering	7.00 ^a	7.00 ^a	13.50 ^a	37.25 ^a	64.75

註：評茶成績為3名品評員所評分數之平均值

表 5. 不同萎凋處理之青心烏龍(80年春茶)成品茶之品評結果

Table 5. Sensory evaluation of made-tea from Chin-Shing Oolong cultivars (spring crop of 1991) prepared by different withering methods.

萎凋法 Methods of withering	評茶項目 Items of tasting				
	形 狀 Appearance	色 澤 Colour	水 色 Colour of liquid	香 味 Aroma & Taste	總 分 Total
	(10%)	(10%)	(20%)	(60%)	(100%)
IR 30°C	7.67 ^a	7.50 ^a	14.08 ^a	43.00 ^a	72.25
IR 35°C	7.58 ^a	7.25 ^a	14.42 ^a	44.00 ^a	73.25
IR 40°C	7.58 ^a	7.25 ^a	14.58 ^a	44.33 ^a	73.74
日光萎凋(CK)Solar Withering	7.67 ^a	7.17 ^a	14.67 ^a	44.00 ^a	73.51
自然萎凋(CK)Natural Withering	7.67 ^a	7.33 ^a	14.67 ^a	44.83 ^a	75.50

註：評茶成績為3名品評員所評分數之平均值

結 論

以紅外線萎凋茶菁製造包種茶，經由試驗分析及成品茶之官能品評後可得到下列結論：

- 一、茶菁以紅外線萎凋與日光萎凋一樣，具有使茶菁中的水分蒸散的能力。
- 二、紅外線萎凋與日光萎凋，兩者皆有使茶葉中多酚氧化酶活化的能力，但自然萎凋則無此效果。
- 三、茶菁的紅外線萎凋條件以35°C，10分鐘較適當，無論是青心烏龍或台茶十二號品種，不同產期所製成的茶葉品質經官能品評分析結果，與日光萎凋者比較均無顯著的差異。
- 四、無日光時，紅外線萎凋可以代替日光萎凋，藉以解決茶菁萎凋受制於天候之影響，提高茶葉品質及增加茶農收益。
- 五、紅外線茶菁萎凋機在茶葉製造上具有實用化的價值。

誌 謝

感謝恩師賴滋漢教授、盛中德教授的熱心教導與愛護，在學期間承蒙系所諸位師長的關懷與鼓勵，受益良多，由衷的感激。

承蒙 邱再發 場長的推荐獲得農林廳在職進修的機會。進修中復蒙國科會獎助及論文研究材料費之補助及農委會與中正基金會多年來計畫經費之支援，得以在無後顧之憂下完成此論文，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 邱再發. 1990. 製茶技術研究開發. 台灣茶業研究彙報 9:121-139。
2. 邱再發. 1990. 影響台灣半發酵茶生產與品質之因素. 台灣茶業研究彙報 9:141-148。
3. 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。

4. 徐英祥. 1987. 影響製茶品質之因素. 台灣省茶業改良場茶業技術訓練講義集. PP.275~280。
5. 葉速卿、吳振鐸. 1978. 半發酵茶製造過程中茶葉主要成份之變化與成茶品質之關係研究. 中國農業化學會誌 16:123-131。
6. 林欣榜. 1988. 遠紅外線在食品工業上之應用. 食品工業 20(4):10-14。
7. 石 利治. 1987. 熱風顯熱を利用した遠赤外線放射加熱燒成機、乾燥機開發. 食品機械裝置 2:54-59。
8. 西澤 健治. 1986. 遠赤外線の食品への利用. 食品加工技術 6(3):162-168。
9. 中野 不二雄. 1987. 遠赤外線の葉への利用New Food Industry 29(4):1-3。
10. 伊藤 利昭. 川口將德. 1986. 遠赤外線加熱の原理と食品工業への應用. ジャパンフードサイエンス 11:39-41。
11. 佐佐木 完. 1987. 遠赤外線裝置の食品への利用New Food Industry 29(4):19-24。
12. 松浦 守久. 1987. 遠赤外線による食品加熱. ジャパンフードサイエンス 3:44-46。
13. 淺井 俊策. 1986. 遠赤外線利用の石焼きいも製造機. 食品と科學. 增刊號 (1)101-103。
14. 橋口 眞典. 1986. 遠赤外線殺菌裝置利用による包裝食品の保存技術食品加工技術 6(3):170-182。
15. Sugiyama, M. 1986. Application of far infrared ray heating to food industry. The Food Industry 29(5):26-28.
16. Coggon, P. ,Moss, G.A. and sanderson, G. W.1973.Tea catechol oxidase: isolation, purification and kinetic characterization. phytochemistry 12:1947.

Studies on Paochung Tea Manufacture from Fresh Tea Leaves Withered by Infrared Ray

Lian-Fua Chang¹ Tsu-Han Lai² Chung-Teh Sheng³

Summary

Withering is a compulsory and important procedure for making partially fermented tea. Traditionally, solar withering is a dominant method of withering tea leaves although in some occasion when the weather is not cooperative, hot-air may be used. However, the anticipated result of solar or hot-air withering may not be satisfactory due to bad weather and facilities for operation. This is especially true in some high elevation areas where foggy and cloudy weather is prevalent, creating a tough environment for withering.

The objective of this study was to develop an infrared ray withering machine and to test the appropriate condition when using it to wither tea leaves. The tea cultivars used were cvs. Chin-shin Oolong and TTES No. 12. Solar withering was used as a control check during the application of infrared withering machine.

Infrared withering had same effects on causing moisture loss and enhancing polyphenol oxidase activity as that of solar withering. The infrared withering machine would be appropriate if tea leaves were hold under 35°C for 10 minutes. Based on the results of sensory evaluation, there were no significantly varietal (cv Chin-sin oolong vs TTES No.12), seasonal effects on made-tea quality between solar and infrared withering. Therefore, if the weather is not well and outdoor solar withering can not be conducted, infrared withering can be applied to ensure sufficient wither for tea making. The withering capacity can be expanded by applying several sets of the machine or enlarging the internal space of it.

1. Associate Assistant of Taiwan Tea Experiment Station.

2. Professor, Graduate Institute of food Science, National Chung-Hsing University.

3. Professor, Dept. of Agricultural Machinery Engineering, National Chung Hsing University.

應用除濕輪輔助茶葉乾燥之研究

劉銘純¹ 黃騰鋒²

摘 要

茶葉在高溫乾燥易造成香氣散失缺點，本研究應用工研院開發之除濕輪乾燥方式，研製除濕輪式乾燥機，使茶葉能在較低溫度之70℃以下進行乾燥，結果確有降低香氣散失量，提高成茶品質之功效。除濕輪乾燥機乾燥茶葉試驗時，以除濕輪乾燥機乾燥成茶達到4%以下含水量，所需時間比傳統熱風箱型乾燥約減少1/5，而乾燥過程中茶葉之不同時間含水量比傳統熱風乾燥低2~3%，顯示除濕輪乾燥機之乾燥效率與效果均較傳統熱風乾燥佳。為達乾燥機之多用途利用，本研究將連續式乾燥機賦予密閉式可循環風的功能，不但可配合除濕輪乾燥機行低溫乾燥，也可用為茶葉烘焙及茶葉熱風乾燥之用。除濕輪乾燥機乾燥之茶葉以條形包種茶較適宜，因條形包種茶於炒菁揉捻後，便進入初乾程序而後便再乾成茶，在再乾過程中便可運用除濕輪之低溫乾燥特性，完成茶葉乾燥至成茶。而半球形包種茶則須於初乾後再反復經過覆炒、包揉等程序，其間茶葉香氣的改變，已很難掌握，故較不適用除濕輪乾燥機。利用除濕輪乾燥機經成本估算，較諸傳統柴油或瓦斯熱風式高，惟若就提高茶葉香氣品質與機械多用途使用觀點，應仍有採行可能。

關鍵字：茶、除濕輪、乾燥

前 言

茶葉製造完成後，必須保持在含水量4%以下才能貯存，而傳統的熱風乾燥方式，不論以電、瓦斯或油料燃燒為熱源，大都採用85℃~100℃為初乾及乾燥之溫度(徐、甘，1984)行二段乾燥，然而包種茶之特色最主要為其優雅香氣，(阮，1991)建議，香味品質優雅的包種茶烘焙溫度以80℃左右為宜，切忌高溫以免破壞香氣。(阮、張等，1988)將茶葉烘焙後，其水色、香氣與滋味的改變與茶葉中化學成分的變化有密切關係。因此優質茶葉為保持其原有優良香氣與滋味，宜使用80℃以下溫度短時間(約2小時)烘焙，使茶葉水分降至4%以確保貯放期間之品質。

1.台灣省茶業改良場助理

2.台灣省茶業改良場研究員兼茶機課長

由以往有關茶葉烘焙與乾燥試驗之結果，以低溫及較短時間之乾燥或烘焙，為保持包種茶之香氣與滋味之惟一方法。為達此目的，本研究採用工研院之吸附除濕乾燥方法，將除濕輪與連續式乾燥機及箱型電熱式焙茶機結合，使茶之乾燥或烘焙能以除濕輪乾燥的低溫、除濕能力大的特性，在乾燥或烘焙完成後，仍能儘量保有其香氣與滋味，避免產生傳統熱風高溫乾燥造成香氣散失與水色變紅之情形。

材料與方法

一、試驗材料：

- 1.茶葉熱風與除濕輪乾燥之兩用連續式與箱型乾燥機。
- 2.電流量、風量、轉速及溫、濕度測定器。
- 3.機械改良及試驗組材。
- 4.製茶及供乾燥試驗之茶菁、初乾半成茶及成茶材料。

二、試驗方法：

- 1.探討除濕輪乾燥系統應用於茶葉乾燥之可行性：設計研製熱風與除濕輪式兩用乾燥機，進行探討除濕輪乾燥系統應用於茶葉乾燥之可行性。
- 2.基本性能測試及改良：測試研製之熱風與除濕輪式兩用乾燥機之各項乾燥性能，研究乾燥箱中進出風口溫度、濕度及乾燥箱內溫、濕度及風量變化，探討機械之各項功能及效率。
- 3.乾燥方法及效能試驗：將茶葉熱風初乾後，再於除濕輪乾燥機實施低溫乾燥，研究其完成乾燥所需時間及茶葉中水份與品質變化情形，進而確定最佳之乾燥方式。

結果與討論

一、除濕輪乾燥系統應用於茶葉乾燥之可行性

本研究中採用兩種乾燥機與除濕輪組合，分別為除濕輪乾燥機與箱型(電熱式)乾燥機之組合及以除濕輪乾燥機與可密閉連續式乾燥機之組合，在實際應用時可視茶葉量及茶農已有機型等因素而分別採用。

除濕輪與壓縮冷凝傳統除濕機之差別如表1.，由於除濕輪可將相對濕度降至10 %以下，而傳統壓縮冷凝式除濕機很難降至40%以下，且除濕輪之除濕能力强、風量大，均比傳統壓縮冷凝式除濕機效率佳，所以除濕輪可用於茶葉之乾燥。

表 1. 除濕輪與壓縮冷凝(傳統除濕機)之差別
Table 1. The comparison between rotary dehumidifier and compressive cooling dehumidifier

功 能 \ 種 類	除 濕 輪	除 濕 機
相 對 濕 度	可 降 至 10 % 以 下	很 難 降 至 40 % 以 下
出 風 口 溫 度	達 60℃	約 20℃
除 濕 能 力	强	弱
風 量	大	小

依據工研院除濕輪乾燥系統之乾燥原理所述，主要藉除濕輪上蜂巢式結構中之矽膠吸收茶葉乾燥過程中排於空氣中的水份，再以熱風反吹於除濕輪上，將水份趕離除濕輪，因此由乾燥機排出之濕空氣通過除濕輪，經去除水份後，成為含水量極低之乾燥空氣，再加以利用導引進入乾燥機中，在此密閉的乾燥系統中，由於茶葉中的水份不斷釋出，再經由除濕輪去除，便可達到乾燥茶葉之功能，而由於除濕輪之再生乾燥空氣約 50°C 左右，為提高乾燥效率，可於乾燥機中稍予加溫至 80°C 以下（除濕輪乾燥系統之構造與原理如圖1）

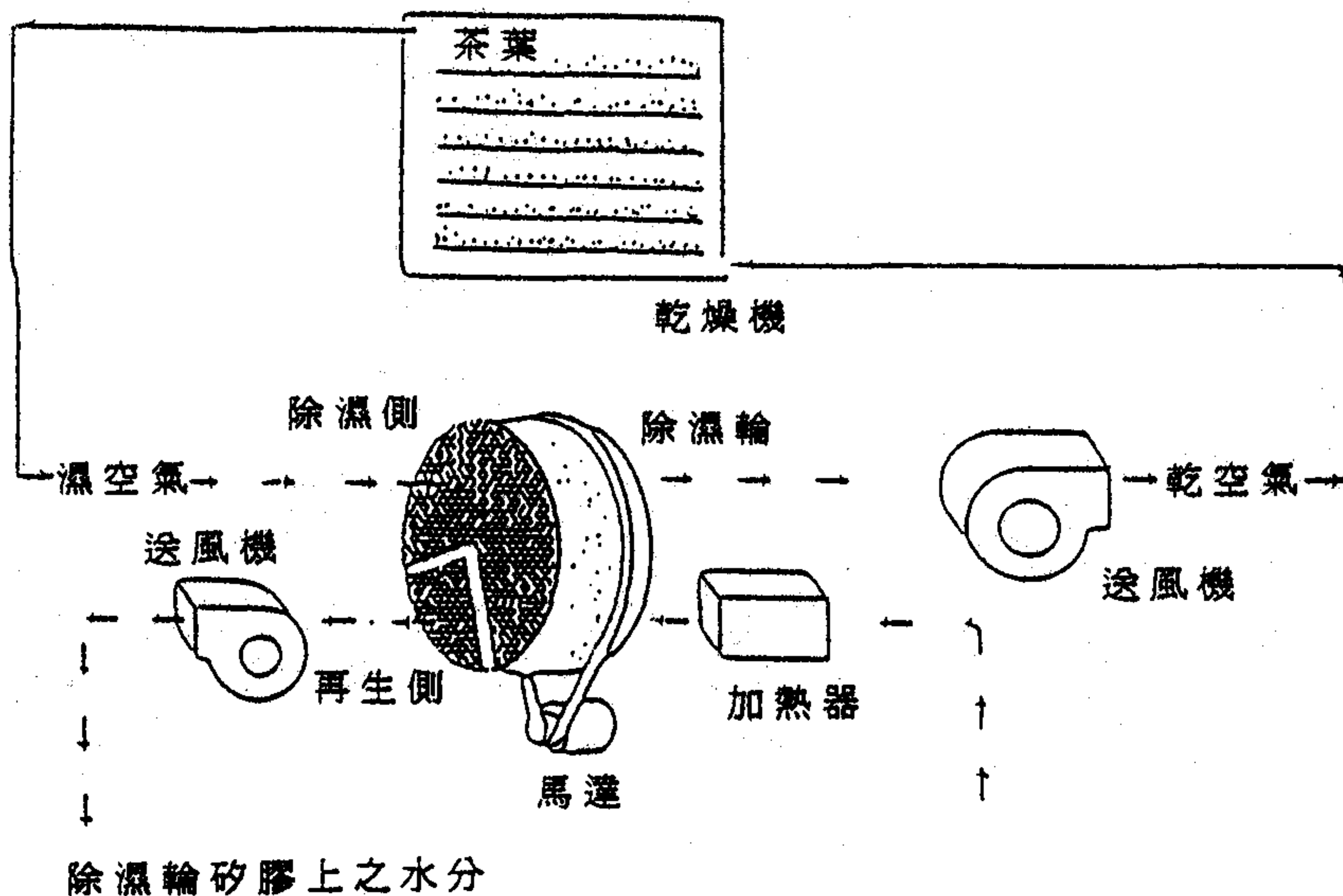


圖 1. 除濕輪乾燥系統之構造與原理

Fig. 1. The structure of rotary dehumidifier

圖2. 為除濕輪乾燥機組之外貌，最左邊為可密閉之連續式乾燥機，左二為可箱型乾燥機，右二為除濕輪與冷凝管之機組，右邊為散熱器及壓縮機組，冷凝管及壓縮機組之功用，在降低來自乾燥機中高溫高濕之空氣溫度，使水分子較易附著於除濕輪之矽膠上。

二、除濕輪基本性能測定

本研究使用直徑35公分之矽膠轉輪，經空白測定在一般大氣相對濕度情況下，每小時除濕能量約 6公斤水分。研製之連續式乾燥機，能存放20公斤之初乾後半成品茶，其含水率40%時，乾燥至含水率4%以下時，剩12公斤之乾茶，約有8公斤水分，符合除濕輪之設計能量。

三、應用除濕輪乾燥機輔助茶葉乾燥試驗結果

(一) 乾燥過程茶葉中之水分變化

- 除濕輪配合可密閉循環之連續式乾燥機，以 70°C 乾燥。
- 連續式乾燥機以 70°C 乾燥(模擬箱型乾燥方式)。

試驗之茶葉為 120°C 初乾10分鐘後之條形茶(半成品茶)，重量18公斤，含水率為40%。

圖3. 顯示，不同乾燥處理其乾燥速率之比較，試驗結果A處理除濕輪乾燥機約2小時即可使茶葉乾燥至含水量4%以下，而B處理模擬箱型乾燥則需 2.5 小時，即除濕輪乾燥

方式所需時間明顯較箱型乾燥方式短，尤其在40分鐘以內乾燥速率最快，100分鐘以後，即趨緩現象。

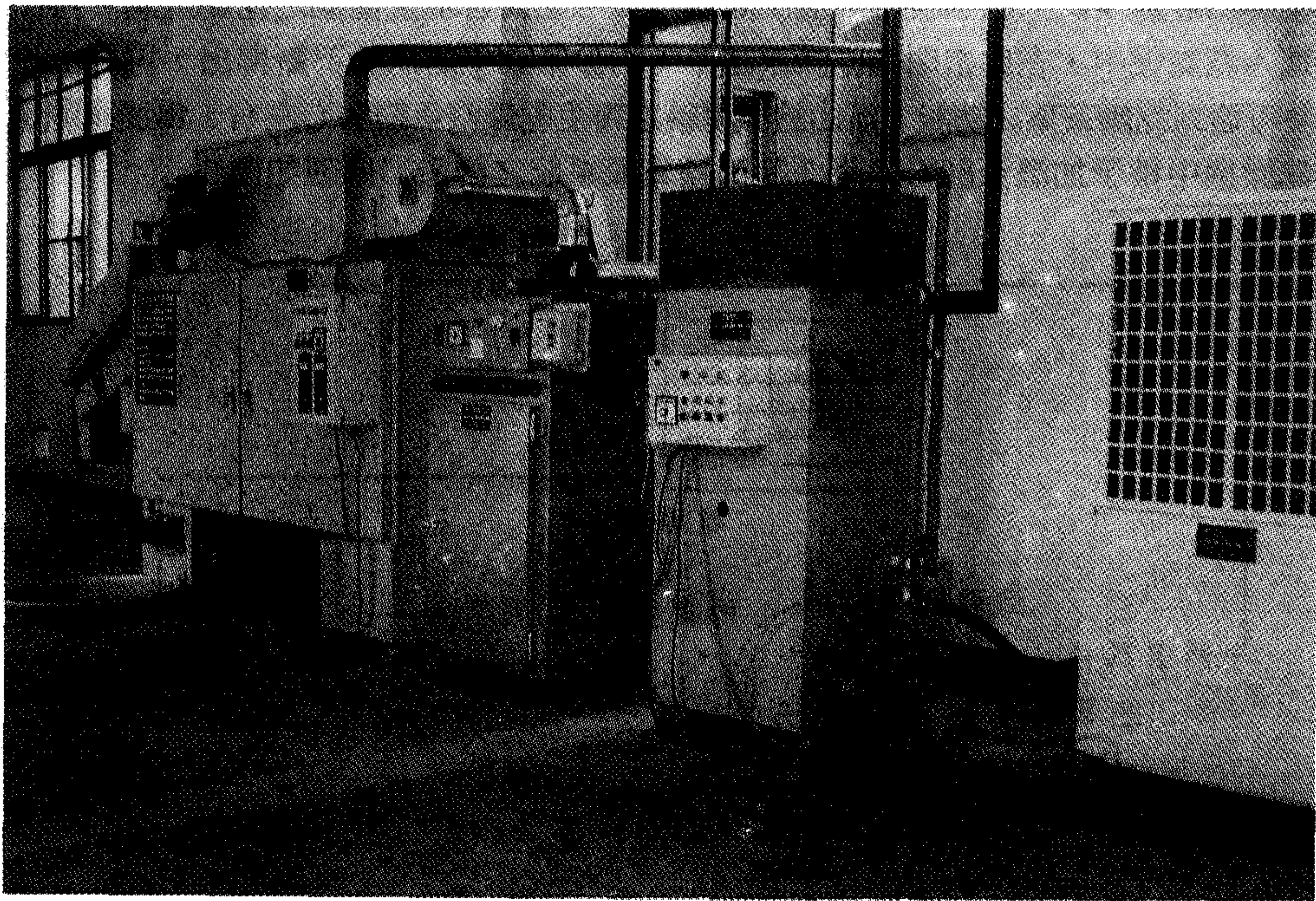


圖 2. 除濕輪乾燥機組之外貌
Fig. 2. The outward appearance of rotary dehumidifier

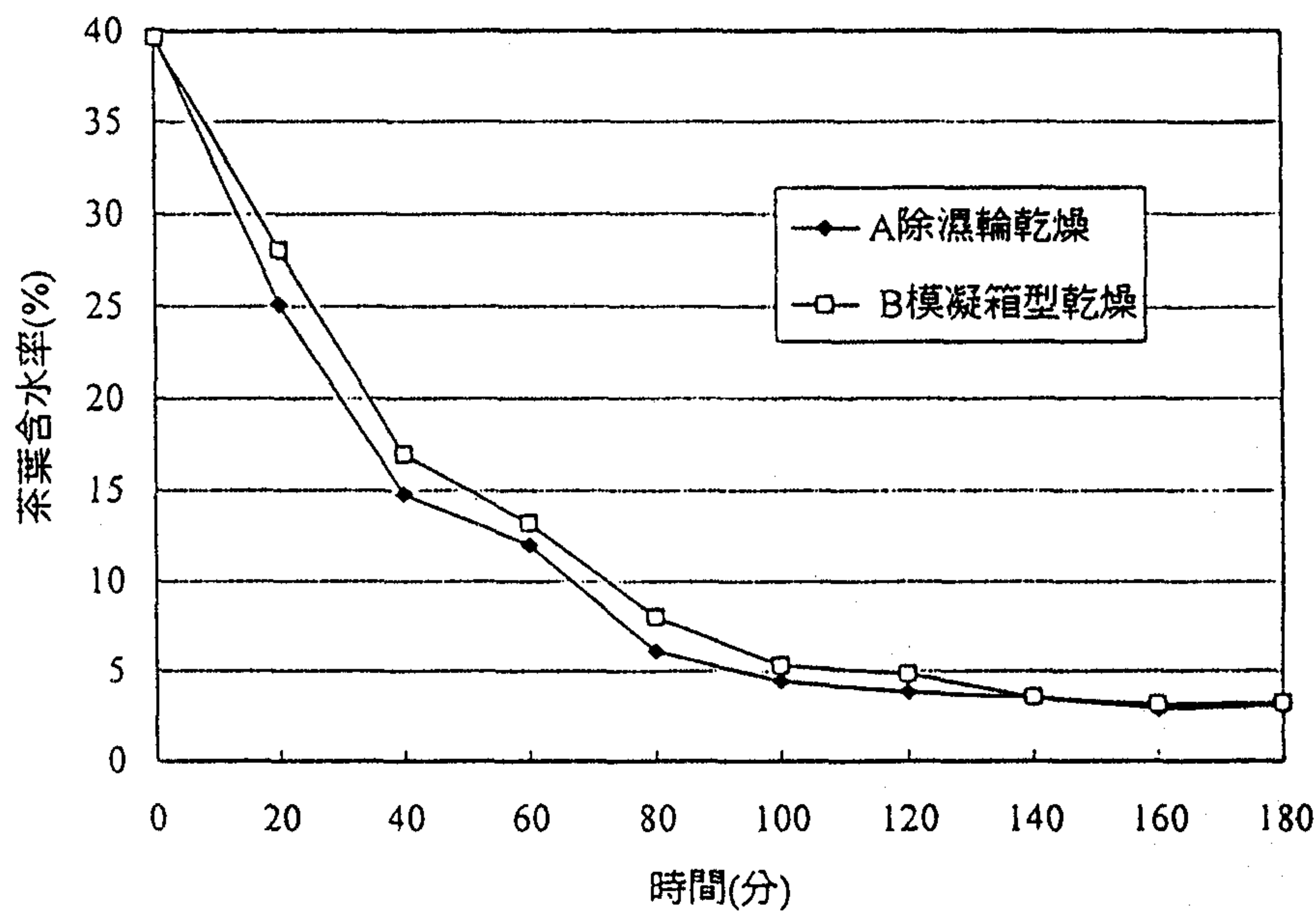


圖 3. 不同乾燥處理其乾燥速率之比較
Fig. 3. The comparison of drying rate between different drying method

(二)不同方式乾燥茶葉之能源消耗比較（乾燥至5%含水率以下）

表2.所示，以除濕輪配合可密閉循環之連續式乾燥機與模擬箱型乾燥，比較其能源消耗，結果除濕輪乾燥機所消耗能源成本比模擬箱型乾燥高出少許，差異不大但使用除濕輪乾燥效率高。

表 2. 不同方式乾燥茶葉之能源消耗比較
Table 2. The comparison of fuel consumption

處 理	乾燥時間 (分)	柴 油 (公升)	電 (度)	瓦 斯 (公斤)	合計成本 (元／每批)
除 濕 輪 + 連續式乾燥機	100	3.0	8.2	1.0	106.5
連續式乾燥機 (模擬箱型乾燥)	130	6.7	1.6	——	104.9

備註：高級柴油：11.7元／公升 電：平均3.0元／度
瓦 斯：22.8元／公斤（用於除濕輪再生空氣用）

(三)不同乾燥方式之茶葉品質比較

表3.顯示，以除濕輪70℃、箱型 70℃、乙種乾燥機100℃、冷凍茶四種不同乾燥方式，茶葉是83年冬茶四季春品種，條形。製茶品質經官能品評比較結果，除濕輪乾燥之茶葉香氣及水色均有較佳趨勢，箱型70℃乾燥次之，而傳統乙種乾燥機100℃乾燥方式最差。以除濕輪 70℃乾燥的茶葉其色澤較翠綠，此結果與茶葉採較低溫乾燥，有助香氣之維持之理論吻合。

表 3. 不同乾燥方式之茶葉品質比較
Table 3. The comparison of tea quality between different drying treatment

處 理	形 狀 (10%)	色 澤 (10%)	水 色 (20%)	香 味 (60%)	總 分
除濕輪 70℃	6.8	6.5	15.3	43.0	71.6
箱型 70℃	6.8	6.3	15.2	42.6	70.9
乙種乾燥機 100℃	6.8	6.3	15.1	41.3	69.5
冷凍茶	6.3	6.2	15.1	42.2	69.8

結 論

以低於80℃以下溫度乾燥茶葉，可有效降低茶葉乾燥過程香氣的散失及防止品質之降低。本研究利用除濕輪乾燥機以70℃乾燥茶葉，能保持乾燥後茶葉之香氣與色澤之鮮活。條形包種茶由於製造過程中，自揉捻後無須再覆炒、包揉，應較適宜以除濕輪乾燥機乾燥。

除濕輪乾燥機之製造成本甚高，其主要配件之除濕輪國產化甚為需要，為降低成本之主要關鍵。除濕輪乾燥機除用於茶葉乾燥外，將來亦可考慮利用於製茶之室內萎凋與茶葉成形過程及烘焙等。

誌 謝

本試驗承蒙農委會農產科81年(計畫編號：82科技-2.1-糧-20(8))至84年(計畫編號：84科技-2.1-糧-06(5))經費補助，並承工研院能資所協助，坪林文山茶區茶農黃明德、周明能二位茶農配合試驗，及茶業改良場茶機課同仁及本場評茶人員官能品評始能完成，謹致謝意。

參考文獻

1. 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 10:109~114。
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份與品質之影響. 台灣茶業研究彙報 8:71~82。
3. 蔡尤溪、曾鵬樟. 1989. 固體除濕技術的現況及展望. 工業技術研究院能源與礦業研究所. 固體吸附式除濕空調系統技術研討會論文集 PP.1~33。
4. 李浩銓、李筱雲、曾永和. 1989. 能礦所自製除濕輪(DH-2)的性能研究. 工研院固體吸附式除濕空調系統技術研討會論文集 PP.44~75。
5. 甘子能、林義恆. 1984. 認識台灣的包種茶. 茶業改良場文山分場編印 PP.26~27。
6. 扶亞民. 1980. 吸附式固體除濕機的優點. 中央日報科技篇。
7. 吳振鐸、張建夫. 1978. 半發酵茶機械製造法成果報告. 台灣省茶業改良場報告 83:62~66、79~80。
8. 徐英祥、甘子能. 包種茶烏龍茶製造法. 八萬農業建設大軍訓練教材。
9. 陳國任、謝邦昌. 集群分析法在製茶品質分類之應用. 台灣茶業研究彙報 15:57~70。
10. 黃倩芸、扶亞民、彭及青. 1993. 茶葉吸附除濕乾燥機開發研究報告. 工業技術研究院能源與資源研究所。

The Use of Rotary Dehumidifier in Tea Drying

Ming-Chun Liu¹ Terng-Feng Huang²

Summary

High drying temperature causes the loss of aromas of tea. In the experiment, the rotary dehumidifier was introduced from Industrial Technology Research Institute, it combined with the tea drying machine to form a drying system which might dry tea below 70°C. It revealed that low temperature drying by using rotary dehumidifier maintained more aromas in drying process and increased the made quality.

The experiment showed that the rotary dehumidifier drying only need 4/5 drying time in comparison with hot air drying and it also lowered 2-3% tea water content than the hot air drying during the drying process. In order to get the multiple uses of continuous drying machine, it was developed to be fully closed so that the air might circulate in the drying system, it thus might be used for tea roasting.

The rotary dehumidifier drying system is more suitable for strip shaped Pauchong tea because the tea must be taken into drying machine for primary drying immediately after rolling and then complete manufacture process with final drying in it. As for the semi-ball shaped Pauchong tea, it is not suitable to use rotary dehumidifier drying system for drying because there are several repeats of repanning and ball rolling process between primary drying and final drying which may cause the loss of aromas and damage of tea quality.

The cost of using the rotary dehumidifier drying system to dry tea was higher in comparison with the traditional hot air drying; however, it may be considered to use from the view point of maintaining the aromas and promoting the quality of made tea.

Key words: Tea, Rotary Dehumidifier, Dry

1, 2 . Head, research assistant, Department of Tea Machinery, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, 324, R.O.C.

東部冬季淺剪枝時期對茶樹產期 調整及產量之影響

馮 鑑 淮¹

摘 要

本試驗探討東部地區冬季淺剪枝時期對茶樹產期調整及產量之影響，其處理分為11月10日、11月30日、12月20日（對照）及1月10日淺剪枝，三年試驗結果摘要如下：

冬季淺剪枝時期影響次年各季產期與產量，具有明顯的調節產期效果。

冬季11月10日提早淺剪枝，台茶12號及青心烏龍全年可採摘高價晚冬茶兩次，分別為台茶12號次年1月12日及青心烏龍2月9日此時期仍屬晚冬茶，11月9日又可採摘晚冬茶，其中台茶12號產量達145.5克/株，較1月10日淺剪枝48.5克/株為高，及青心烏龍種46.0克/株較對照29.0克/株為高，均達顯著差異。

不論品種，12月20日淺剪枝（對照），翌年早春茶延後產期至3月中下旬售價降低為缺點，但晚冬茶亦延至12月上旬採摘，其品質優良可獲得高價格。

關鍵字：茶樹、剪枝、產期、產量

前 言

本省北部及西部冬季溫度低，冬茶收穫後茶樹即進入休眠期，至次年春季氣溫回昇，才開始萌芽及生長，待三至四月才開始採收春茶，因此冬茶與春茶間隔明顯。但東部茶區全年氣溫高，茶樹生長期較長（陳，1991），導致茶樹無明顯的休眠期，十二月至翌年一月晚冬時期，尚可產製晚冬茶；每年二月早春茶時期有早春茶可採摘。此兩季茶菁受供需不平衡之影響，售價極高，為東部茶農重要收入來源。為此，農友施行剪枝、施肥、灌溉等栽培法，來延長冬茶或提早春茶產期及達到增產提高收益的目標。但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（Tanton, 1991）；再加上茶樹一年可採收多次，因此各種栽培處理均會影響每季茶芽生長週期、產期及產量之分佈，其中尤以剪枝時期最值得探討。

東部茶區種植晚生青心烏龍種為主，其春茶產期最晚且集中，造成採摘及製茶人工季節性

1.台灣省茶業改良場台東分場分場長

的缺乏，嚴重影響採摘及製茶品質，施行不同時期剪枝可達到分散產期及降低生產成本之效果。近年東部地區種植中生種台茶12號面積也逐年增加，也達到以品種來調節產期的效果。

剪枝時期調節產期之研究頗多，西部之中低海拔茶區12月淺剪枝萌芽期最早，6月或4月淺剪枝，春茶增量55.6及50%（蔡，1985）。武陵農場高海拔茶區冬至剪枝收量高（蔡等，1991）。名間鄉春茶淺剪枝產量高，石碇鄉春茶後及夏茶後淺剪春茶收量高（蔡等，1991）。梅山鄉春茶採收後淺剪次年春茶產量較高，但產期延後至5月4日售價偏低不經濟（陳等，1989）。日本秋茶剪枝時期提早冬芽生育量，次年春茶萌芽提早（中野，1993）。日本10月上旬剪枝春茶採摘期提早，10月下旬剪枝春茶收量高（田中，1991）。在上年淺剪枝面上3~6公分以上淺剪，可提早春茶萌芽期（馮，1982），北部以塑膠布配合遮蔭網隧道式覆蓋於茶行上，提高溫度可促進早春萌芽（馮，1986）。東部冬季提早剪枝時期之早春萌芽期，優於保溫及灌溉效果（馮等，1994）。利用氫氨在早春噴施於茶樹上以促進萌芽，可提早產期及提高產量（馮與陳，1992）。茶為長期作物更新成本高，本試驗探討冬季淺剪枝時期對全年產期及產量與售價之影響，作為延後晚冬茶及提早春茶產期之依據。

材料與方法

一、供試品種

台茶12號（中生種）、青心大冇（中生種）、青心烏龍（晚生種）樹齡9至11年生。

二、試驗地點：

台東縣鹿野鄉茶業改良場台東分場。

三、試驗設計：

試驗田間設計採逢機完全區集（RCBD）排列，四處理重複四次，每品種16小區、三品種計48小區，共480機茶樹。

淺剪枝時期分為11月10日、11月30日、12月20日（對照）及1月10日四處理，每處理間隔20日，連續舉行三年試驗。

四、調查方法：

調查萌芽期密度、產期分佈、產量、農藝性狀及售價等。

結果與討論

一、東部冬季氣溫對晚冬茶及早春茶收穫之影響

茶芽的生長受溫度之影響，耐寒的小葉種在12.5°C以下不生長（王和段，1978）。晚生種青心烏龍，其萌芽時期溫度須超過20°C（吳，1964），生長之基溫亦偏高（陳等，1991）。每年12月至翌年1月晚冬時期，本省其他茶區茶樹進入休眠時期東部茶區由於冬季氣溫暖和（圖1），日照長，茶芽仍在生長，每年二月早春時期即可採摘芽葉，一年採摘次數達七次；茶樹無休眠全年在採茶，形成東部茶區特殊景觀。此類茶菁產製之晚冬茶及早春茶因茶葉供應量少而供不應求，茶菁價格高，素為東部茶農所重視。

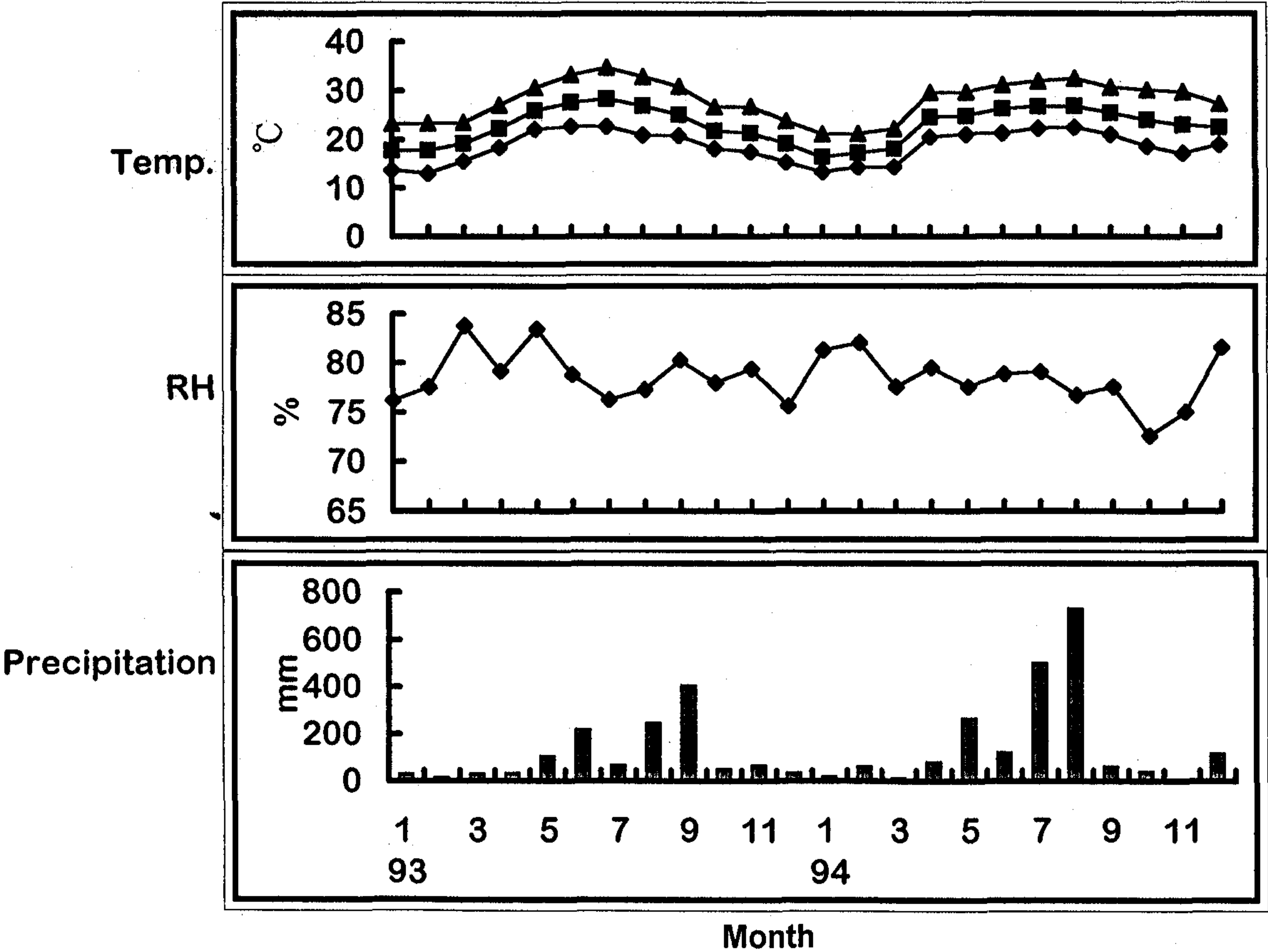
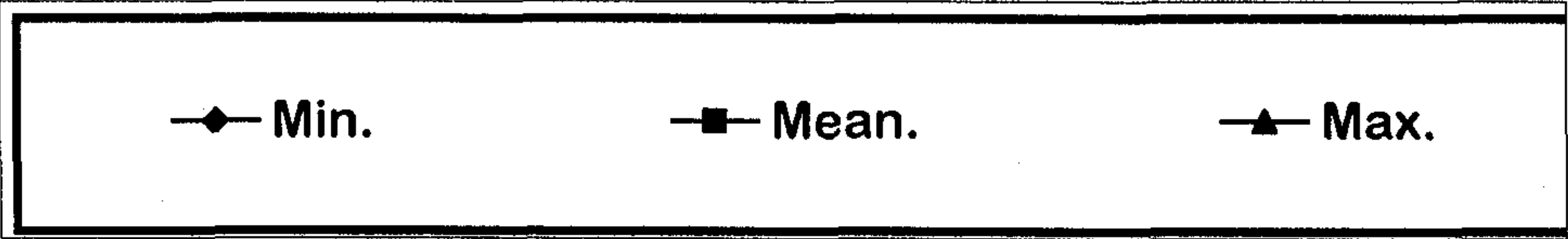


圖 1. 試驗期間台灣東部各月分平均雨量，氣溫及相對濕度之分佈圖
Fig 1. Monthly Precipitation, air temperature and relative humidity during experimental period in the tea district of eastern Taiwan.



二、冬季淺剪枝時期對早春茶萌芽與芽葉發育之影響

本試驗最早淺剪枝處理為11月10日，至次年1月5日調查萌芽率及芽葉發育結果。一心三葉以上，以台茶12號達39.8%最多，青心大有12.6%次之而青心烏龍僅8.1%最少，顯示春茶萌芽受品種早晚生特性影響（中野・大石，1993）。東部農友為調節晚冬茶及早春茶，利用剪枝、施肥、灌溉等技術調節產期及提高產量，冬季低溫時期以溫度因子影響萌芽最重要，以致栽培技術調整產期受限，建議種植早生新品種最為經濟有效。

台茶12號不同剪枝時期比較，1月5日調查結果，11月10日最早剪枝處理，一芽二葉

佔48.9%三葉32.4% 四葉7.4%最多。11月30日剪枝處理茶芽最長者僅達一芽一葉佔19.4%。12月20日剪枝（對照）1月18日調查剛萌芽者佔24.1%，1月10日剪枝處理2月15日調查尚未萌芽。

青心大有種，在1月5日調查時，11月10日剪枝處理者一芽二葉佔36.3%及三葉佔12.6%，11月30日剪枝最長僅一芽葉佔7.8%。

青心烏龍種，在1月5日調查時，11月10日剪枝處理者，一芽二葉佔19.8%，三葉佔8.1%，11月30日剪枝者一芽一葉最長僅佔0.4%（表1）可見冬季提早淺剪枝時期可提早春茶萌芽生長，但仍受溫度(Tanton, 19797)、缺水（陳、蔡，1992）、日照及養分供應等諸環境所影響。

表 1. 冬季淺剪枝時期對早春茶萌芽率及芽葉發育之影響（1993）單位：%
Table 1. Effects of winter pruning date on percentage of bud burst and young shoot development of spring tea (1993)

品種	芽葉發育階段	剪 枝 日 期	Pruning date (月/日 month/day)		
Cultivar	stage of young shoot	調 查 日 期	Investigation date		
		11/10	11/30	12/20	1/10
		1/05	1/05	1/18	2/15
----- % -----					
台茶12號 TTES No.12	未萌芽數(Rest bud)	4.7	26.9	75.9	100.0
	萌 芽 數(Burst bud)	95.3	73.1	24.1	0.0
	萌 芽 中Bursting	0.0	53.7	24.1	0.0
	一 葉1 Leaf	6.6	19.4	0.0	0.0
	二 葉2 Leaves	48.9	0.0	0.0	0.0
	三 葉3 Leaves	32.4	0.0	0.0	0.0
	四 葉4 Leaves	7.4	0.0	0.0	0.0
青心大有 Chin Shin Dapang	未萌芽數(Rest bud)	7.7	50.3	76.0	59.5
	萌 芽 數(Burst bud)	92.3	49.7	24.0	40.5
	萌 芽 中Bursting	8.4	41.9	19.4	40.5
	一 葉1 Leaf	35.0	7.8	4.6	0.0
	二 葉2 Leaves	36.3	0.0	0.0	0.0
	三 葉3 Leaves	12.6	0.0	0.0	0.0
青心烏龍 Chin Shin Oolong	未萌芽數(Rest bud)	15.4	62.1	87.1	
	萌 芽 數(Burst bud)	84.6	37.9	12.9	
	萌 芽 中Bursting	14.5	37.5	12.9	
	一 葉1 Leaf	42.2	0.4	0.0	
	二 葉2 Leaves	19.8	0.0	0.0	
	三 葉3 Leaves	8.1	0.0	0.0	

三冬季剪枝時期對早春茶萌芽密度之影響

採摘前調查採摘面上之萌芽數。台茶12號於 11月 10 日剪枝處理者萌芽密度最密，達 48.5芽/400平方公分，差異顯著；11月30日剪枝處理34.5芽/400平方公分次之，但較其餘

東部冬季淺剪枝時期對茶樹產期調整及產量之影響

二處理為密，差異亦達顯著(表2)，青心大有種11月10日剪枝處理達24.3芽／400平方公分較12月20日剪枝對照處理為密，差異顯著。青心烏龍11月10日剪枝處理萌芽達48.0芽／400平方公分較其餘三處理為密，差異顯著，可見11月10日提早剪枝萌芽密度顯著的較密。

表 2. 冬季淺剪枝時期對春茶萌芽密度之影響 (1993)
Table 2. Effects of winter pruning on shoot density of tea bush.(1993)

剪 枝 日 期	台 茶 12 號 TTES No.12		青 心 大 有 Chin Shin Dapang		青 心 烏 龍 Chin Shin Oolong	
Pruning date (年/ 月/ 日) (year/month/day)	調查日期 (月/日) (month/day)	萌芽密度 (芽/400cm²) (shoots/400cm²)	調查日期 (月/日) (month/day)	萌芽密度 (芽/400cm²) (shoots/400cm²)	調查日期 (月/日) (month/day)	萌芽密度 (芽/400cm²) (shoots/400cm²)
1992/11/10	1/11	48.5 ^a	1/26	24.3 ^a	1/27	48.0 ^a
1992/11/30	2/02	34.5 ^b	2/15	23.3 ^{ab}	2/15	37.8 ^b
1992/12/20	3/22	25.5 ^c	3/02	19.0 ^b	3/15	26.3 ^c
(對照)						
1993/ 1/10	4/07	25.8 ^c	3/30	21.3 ^{ab}	4/07	32.5 ^b

註：表中直行平均值後之小寫英文字母相同者表示差異未達到5%顯著。

表 3. 冬季淺剪枝時期對春茶萌芽長度之影響 單位：cm

Table 3. Effect of winter pruning on shoot length of spring tea. (cm)

剪 枝 日 期 Pruning date 月/日 month/day	調 查 日 期 Observation date 月/日 month/day														
	12/29	1/5	1/11	1/18	1/27	2/2	2/8	2/15	2/23	3/2	3/9	3/15	3/22	3/30	4/7
台茶12號 TTES No : 12															
11/10	7.74	9.08	11.70	(1/12)											
11/30		2.44	4.09	6.11	7.68	8.23	(2/3)								
12/20				1.38	3.36	3.36	3.36	3.47	4.29	5.42	5.62	6.60	8.36	(3/24)	
1/10									2.39	2.77	3.49	4.29	8.72	11.20	12.24 (4/7)
青心大有 Chin Shin Dapang															
11/10	3.58	3.80	5.04	5.18	6.60	(2/1)									
11/30		2.01	2.84	3.98	4.01	6.63	6.70	7.40	(2/17)						
12/20				1.42	2.64	3.98	4.72	5.46	7.54	(3/5)					
1/10						0.84	1.22	2.11	4.12	6.09	8.77	9.77	12.92	13.51	(3/30)
青心烏龍 Chin Shin Oolong															
11/10	3.02	3.89	5.42	6.42	7.51	7.73	7.92	(2/9)							
11/30		1.09	2.97	3.51	5.06	6.30	6.49	7.56	(2/15)						
12/20				1.27	1.42	2.41	3.61	4.44	5.67	6.47	7.57	7.63	(3/16)		
1/10									2.22	3.17	4.53	5.81	8.74	9.47	12.40 (4/7)

註：()表示採摘日期 月/日

四冬季淺剪枝時期對早春茶萌芽長度之影響

各處理剪枝後開始萌芽至採摘前，每7日隨機取樣調查20芽量其長度。結果11月10日最

早剪枝處理不同品種茶芽在採摘前之生長比較，台茶12號至1月11日達11.7公分最長，但青心大有僅6.6公分，青心烏龍為7.92公分，台茶12號茶芽生長最快速而長。11月30日、12月20日及1月10日處理結果亦相同，與品種間萌芽期早晚遺傳有關。

同品種處理間比較，台茶12號11月10日最早剪枝茶芽達11.7公分，11月30日剪枝至2月2日芽長為8.23公分。12月20日剪枝（對照）至3月22日芽長8.36公分。1月10日剪枝至4月7日芽長最長達12.24公分（表3）與剪枝後溫度提高茶芽生長速率加速有關，但產期延遲春茶售價降低（表8）不經濟。青心大有及青心烏龍剪枝時期處理效果與台茶12號相同。

五、淺剪枝時期對不同季節採摘期之影響

東部冬季氣溫暖和，日照長，茶樹無休眠期，每年12月至翌年1月仍有茶芽採摘製造晚冬茶，2月立春時期即有芽葉供採摘供製造早春茶。此兩季茶菁售價高，為茶農所重視的產茶季節。本試驗11月10日最早剪枝處理後不同品種產期比較（表4），台茶12號1993年1月12日及1994年1月14日採摘期最早，青心大有種1993年2月1日及1994年1月28日次早，青心烏龍種1993年2月9日及1994年2月2日最晚採摘，可見台茶12號較青心大有及青心烏龍分別提早採摘期20~14及28~19，為受不同萌芽期品種特性之影響，建議種植早生品種調節及分散產期，效果優於栽培法調節產期經濟有效。

表 4. 冬季淺剪枝時期對茶樹產期之影響

Table 4. Effects of winter light pruning on harvesting date of tea.

品 種 Cultivar	年 度 Year	1 9 9 3 年						1 9 9 4 年					
		剪枝日期 Pruning date 月/日 month/day	早春茶 Early Spring	春茶 Spring	夏茶 Summer	秋茶 Autumn	冬茶 Winter	晚冬茶 Late winter	早春茶 Early Spring	春茶 Spring	夏茶 Summer	秋茶 Autumn	冬茶 Winter
月 / 日 month/day													
台茶12號	11/10	1/12△	4/12	6/26	8/ 3	9/22	11/ 9	1/14△	4/ 1	5/ 7	7/21	9/ 7	
TTES	11/30	2/ 3△	4/28	6/28	8/ 6	10/ 4	11/23	2/ 7△	4/28	6/14	8/15	10/ 4	
No.12	12/20	3/24	5/11	6/30	8/17	10/ 7	12/ 2	3/ 8	5/10	6/28	8/21	10/13	
	1/10	4/ 7	6/17	7/28	9/20	11/ 3	1/ 6	3/14	5/12	7/ 6	8/31	10/27	
青心大有	11/10	2/ 1△	4/12	7/ 8	8/31	10/22		1/28△	4/ 6	6/ 6	8/15	10/20	
Chin Shin	11/30	2/17	4/28	7/13	9/ 3	10/26		2/18	4/12	6/ 9	8/23	10/28	
Dapang	12/20	3/ 5	5/11	7/19	9/11	11/ 5		3/15	5/25	7/ 6	8/31	11/ 7	
	1/10	3/30	5/26	7/23	9/20	11/15		3/25	6/ 3	7/25	9/ 7	11/14	
青心烏龍	11/10	2/ 9△	4/12	7/ 9	9/23	11/ 9		2/ 2△	-	6/27	9/ 1	-	
Chin Shin	11/30	2/15	4/28	7/13	10/ 7	11/26		2/22	-	7/ 5	9/ 7	-	
Oolong	12/20	3/16	5/11	7/20	10/21	12/10△		3/18	-	7/15	9/15	-	
	1/10	4/ 7	7/ 8	9/23	11/28	1/ 6△		3/25	-	7/20	9/21	-	

註:1.青心烏龍種1994年冬季早春茶因罹患赤葉枯病無採收。
2.12月20日為對照處理
3.1994年台茶12號晚冬茶因病害茶芽短小無採摘
4.△表示晚冬茶

同品種不同剪枝時期比較，不論品種或年度，早春茶採摘期隨著冬季淺剪枝時期提早而提前（表 4）。1993年立春為 2月 4日前採摘者俗稱晚冬茶或冬片，質優量少，春節前供應售價特別高（表 8），晚冬茶價格高於早春茶此兩季茶為東部農友重要收入季節。

東部冬季淺剪枝時期對茶樹產期調整及產量之影響

兩年試驗結果，台茶12號11月10日及30日最早淺剪枝翌年分別於 1月12日及2月3日春節前採摘高價之晚冬茶， 4月12日及28日採春茶售價不如早春茶，但晚冬茶於11月 9日及23日採摘延後採摘期晚冬茶售價更高，建議 6月26日夏茶製茶品質差的季節停止採摘，延後30或20日左右再實行修剪，則秋茶、冬茶及晚冬茶均延後採摘期以提高晚冬茶品質及售價。11月10日剪枝處理年初及年底可採摘二次高價之晚冬茶，且春茶不會延遲太多，為最理想之剪枝時期。青心大冇及青心烏龍兩品種亦以11月10日淺剪枝後可採摘晚冬茶較適當，其中青心烏龍夏茶停採可延後冬茶產期提高售價。

不論品種12月20日剪枝（對照）及1月10日剪枝兩處理早春茶採摘期延後到3月份，尤其1月10日剪枝處理延到4月7日，春茶售價低落為缺點，但晚冬茶12及1月採摘春節前售價特別高為優點。

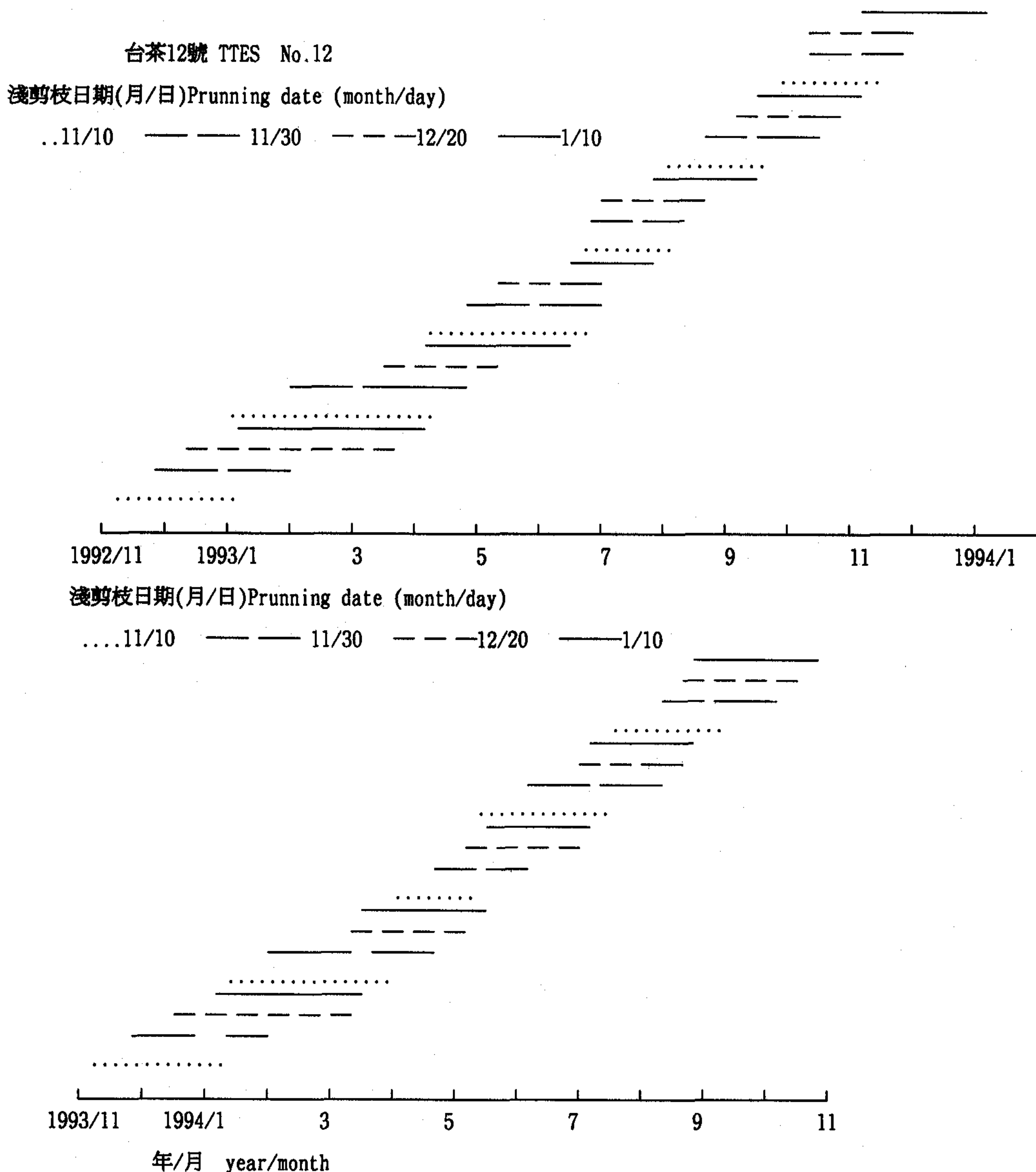


圖 2. 冬季淺剪枝時期對台茶12號產期之影響

Fig 2. Effect of winter pruning on harvest date of TTES No.12 Tea bush.

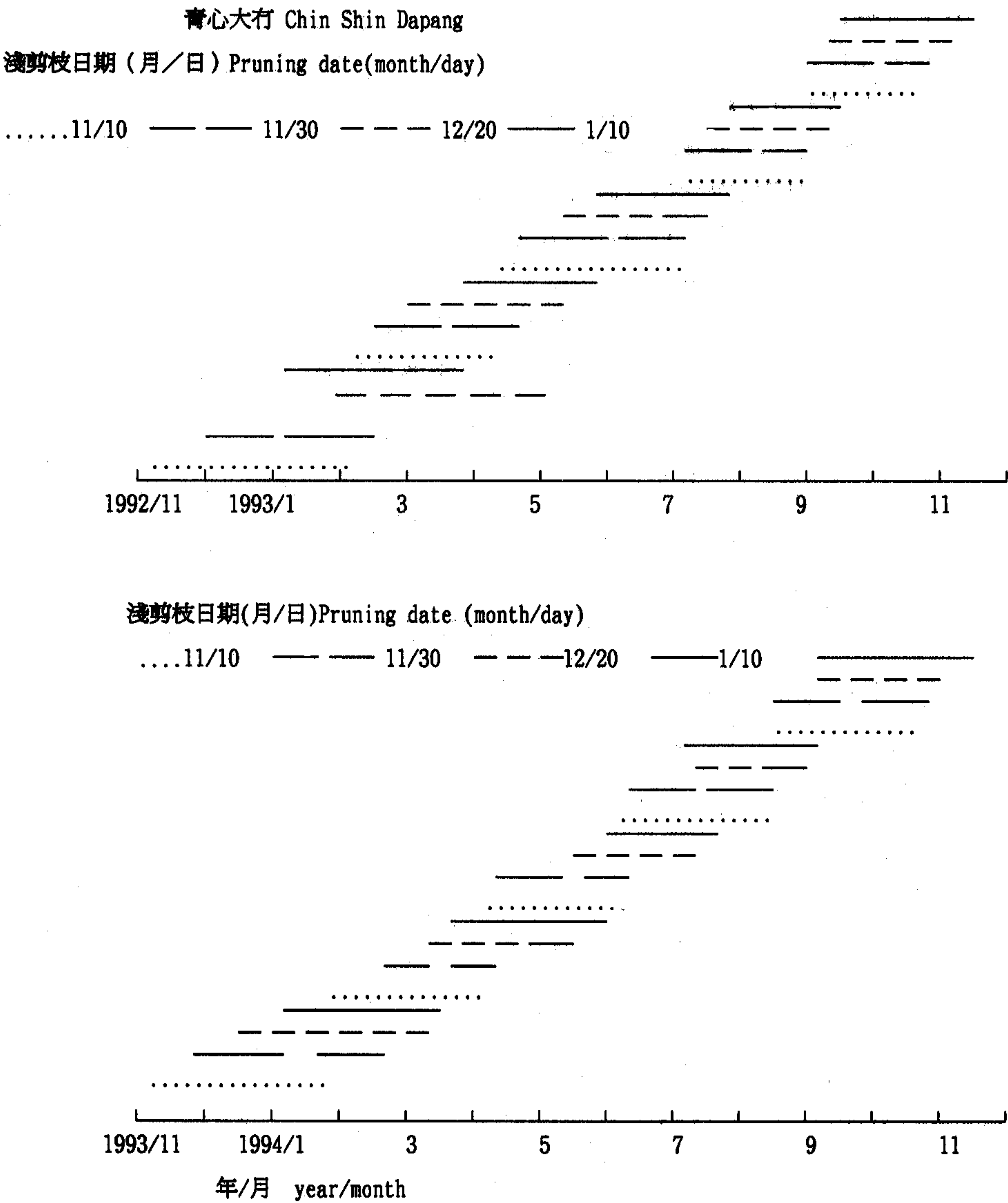


圖 3. 冬季淺剪枝時期對青心大有產期之影響

Fig 3. Effect of winter pruning on harvest date of Chin Shin Dapang tea bush.

東部冬季淺剪枝時期對茶樹產期調整及產量之影響

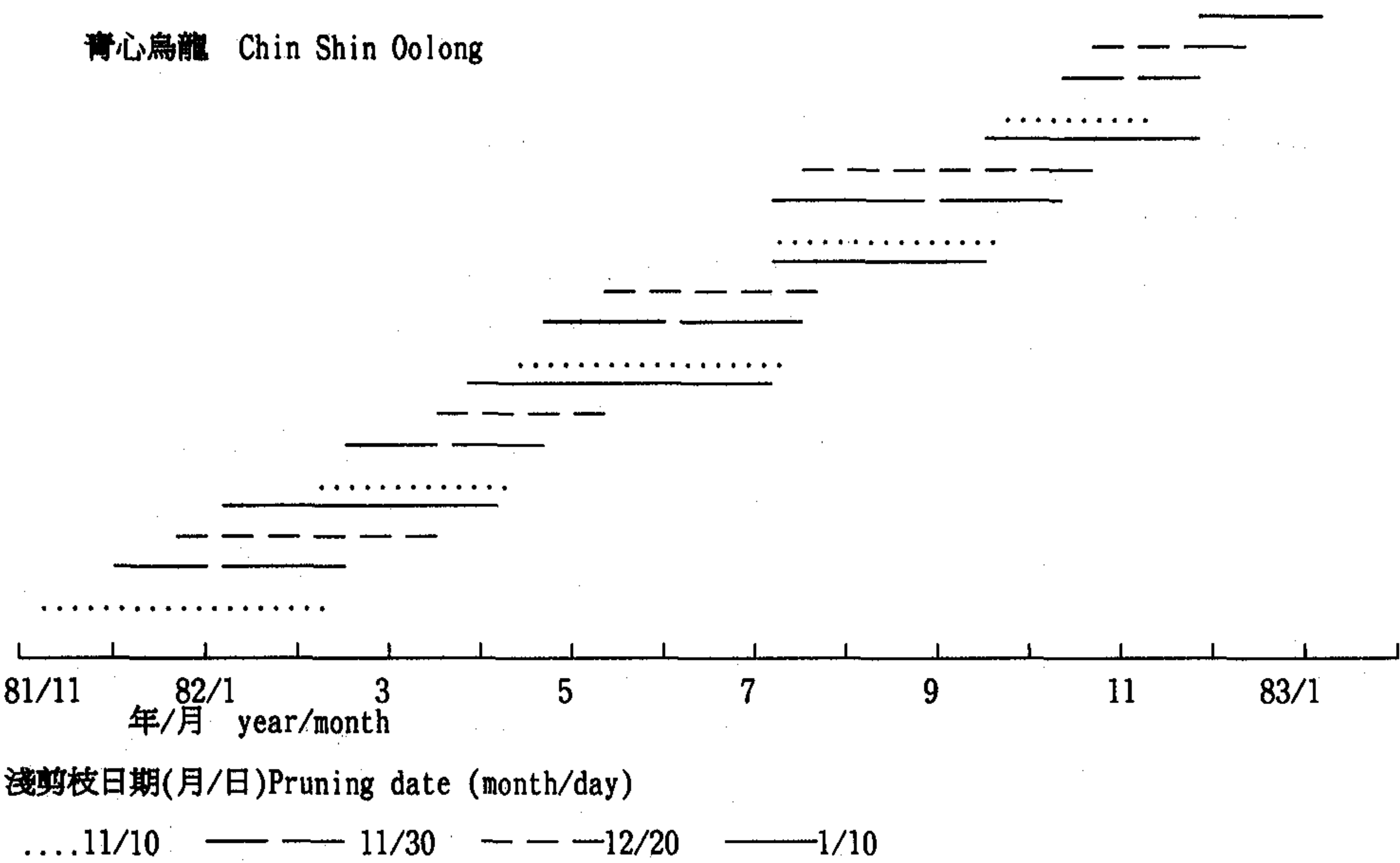


圖 4. 淺剪枝時期對青心烏龍產期之影響

Fig 4. Effect of winter pruning on harvest date of Chin Shin Oolong tea bush.

表 5. 冬季淺剪枝時期對茶樹生長週期之影響

Table 5. Effects of winter pruning on the growing period of tea.

品 種 Cultivar	年 度 Year	1 9 9 3 年						1 9 9 4 年						
		剪枝日期	早春茶	春茶	夏茶	秋茶	冬茶	晚冬茶	早春茶	春茶	夏茶	秋茶	冬茶	
		Pruning date	Early Spring	Spring	Summer	Autumn	Winter	Late winter	Early Spring	Spring	Summer	Autumn	Winter	
		月/日	日						日					
		month/day												
台茶12號	11/10	63	91	75	38	49	48	69	78	36	75	47		
TTES	11/30	66	85	61	39	59	49	69	81	47	62	49		
No.12	12/20	95	48	50	48	51	56	79	63	49	54	53		
	1/10	88	71	41	53	44	64	64	59	59	56	58		
青心大有	11/10	83	51	87	44	53	-	79	69	61	70	67		
Chin Shin	11/30	79	71	76	52	54	-	80	54	58	65	67		
Dapang	12/20	76	67	69	48	55	-	86	71	42	56	68		
	1/10	80	57	58	59	56	-	75	70	52	44	68		
青心烏龍	11/10	91	63	88	76	47	-	-	-	-	-	-		
Chin Shin	11/30	77	73	76	87	49	-	-	-	-	-	-		
Oolong	12/20	87	56	70	94	50	-	-	-	-	-	-		
	1/10	88	92	77	66	40	-	-	-	-	-	-		

註：1. 12月20日為對照處理
2. 生長週期為本次採摘後至下次採摘之茶芽生長日數

六冬季淺剪時期對採摘週期之影響

茶樹採摘週期長短影響全年採摘次數及產量，採摘週期常受品種、季節、土壤、氣候、海拔高度及茶園管理之影響，其中氣溫介於 16~24℃範圍內芽葉生長速率與氣溫呈正相關（Hord,E.M.and Squire,G.R.1976），以品種影響較大。台中縣武陵農場海拔2100公尺冬季溫度非常低春茶延至6月5日採茶，秋茶8月8日及冬茶11月16日採茶採摘週期甚長，全年僅可採摘三次，產量低生產成本高（馮等，1989）。台茶12號較青心大有及青心烏龍採摘週期短，全年可多收穫晚冬茶一次（表5）。

表 6. 冬季淺剪枝時期對茶樹產期與產量之影響(1993)

Table 6. Effect of winter pruning on harves date and yield of tea bush in 1993.

品 種	剪枝日期	早春茶		春茶		夏茶		秋茶		冬茶		晚冬茶	
Ciltivar	Pruning date	Early Spring		Spring		Summer		Autumn		Winter		Late winter	
	月/日	產 期	產 量	產 期	產 量	產 期	產 量	產 期	產 量	產 期	產 量	產 期	產 量
	month/day	H.D	yield	H.D	yield	H.D	yield	H.D	yield	H.D	yield	H.D	yield
		月/日	克/株	月/日	克/株	月/日	克/株	月/日	克/株	月/日	克/株	月/日	克/株
		M/D	g/bush	M/D	g/bush	M/D	g/bush	M/D	g/bush	M/D	g/bush	M/D	g/bush
台茶12號	11/10		a		b		c		b		a		ab
		1/12△	155.0	4/12	83.5	6/26	43.8	8/03	173.8	9/22	248.5	11/09	145.5
			b		c		c		b		a		b
		2/ 3△	128.5	4/28	26.8	6/28	27.5	8/06	191.8	10/04	237.5	11/23	116.5
			c		bc		b		b		a		a
TTES No.12	12/20 (對照)	3/24	40.5	5/11	58.5	6/30	15.0	8/17	192.0	10/07	242.5	12/02	160.0
			ab		a		a		a		b		c
		4/ 7	104.5	6/17	135.0	7/28	78.0	9/20	236.5	11/03	142.5	1/06	48.5
			b		a		b		a		a		a
		2/ 1△	25.0	4/12	39.0	7/08	66.5	8/31	119.5	10/22	77.0	-	-
青心大有	11/10		b		a		b		a		a		-
			b		b		ab		a		a		-
		2/17	20.5	4/28	23.8	7/13	87.5	9/03	106.5	10/26	104.0	-	-
			b		b		ab		a		a		-
		3/ 5	22.0	5/11	19.5	7/19	94.0	9/11	114.0	11/05	95.5	-	-
Chin Shin Dapang	12/20 (對照)		a		b		a		a		a		-
		3/30	47.0	5/26	21.5	7/23	114.0	9/20	125.0	11/15	97.5	-	-
			a		a		b		a		a		-
		2/ 9△	27.0	4/12	56.0	7/09	35.5	9/23	29.5	11/09	46.5	-	-
			a		a		a		c		b		-
青心烏龍	11/10		a		a		a		a		a		-
		2/15	19.3	4/28	50.0	7/13	85.0	10/07	25.0	11/26	27.0	-	-
			b		a		ab		a		b		-
		3/16	3.2	5/11	21.0	7/20	61.5	10/21	34.5	12/10△	29.0	-	-
			a		a		b		bc		ab		-
Chin Shin Oolong	12/20 (對照)	4/ 7	22.5	7/08	53.0	9/23	31.0	11/02	27.0	1/06△	31.5	-	-
			a		a		b		bc		ab		-
		4/ 7	22.5	7/08	53.0	9/23	31.0	11/02	27.0	1/06△	31.5	-	-
			a		a		b		bc		ab		-
		4/ 7	22.5	7/08	53.0	9/23	31.0	11/02	27.0	1/06△	31.5	-	-

註：△ - 晚冬茶
H.D : Harvest date
M/D : Month/Date

表 7. 冬季淺剪枝時期對茶樹產期與產量之影響 1994
Table 7. Effect of winter pruning on harvest date and yield of tea bush in 1994.

品 種 Ciltivar	剪 枝 日 期 Pruning date	早春茶		春茶		夏茶		秋茶		冬茶	
		Early Spring		Spring		Summer		Autumn		Winter	
		月/日		產 期 產 量		產 期 產 量		產 期 產 量		產 期 產 量	
		month/day		H.D yield		H.D yield		H.D yield		H.D yield	
		M/D g/bush		M/D g/bush		M/D g/bush		M/D g/bush		M/D g/bush	
台茶12號	11/10	b		b		b		a		a	
		1/14△	175.0	4/01	151.0	5/07	192.5	7/21	363.0	9/07	350.0
		b		b		b		a		b	
		2/07△	135.0	4/28	156.0	6/14	195.5	8/15	365.0	10/04	305.0
TTES No.12	11/30	b		a		a		a		c	
		3/08	135.0	5/10	212.5	6/28	224.5	8/21	360.0	10/13	270.0
		(對照)		a		a		b		b	
		1/10	223.8	5/12	239.5	7/06	225.5	8/31	330.0	10/27	276.3
青心大有	11/10	bc		b		b		a		b	
		1/28△	52.5	4/06	92.5	6/06	111.0	8/15	202.5	10/20	168.5
		c		b		b		a		a	
		2/18	38.5	4/12	97.5	6/09	111.5	8/23	245.0	10/28	184.0
Chin Shin Dapang	11/30	ab		a		b		a		b	
		3/15	72.0	5/25	123.5	7/06	116.5	8/31	215.0	11/07	160.0
		(對照)		a		a		a		b	
		3/25	82.0	6/03	121.5	7/25	153.0	9/07	190.0	11/14	163.5
青心烏龍	11/10	b				a		a			
		2/02△	33.0	—		6/27	57.5	9/01	122.5	—	
		c				a		a			
		2/22	22.0	—		7/05	69.0	9/07	150.0	—	
Chin Shin Oolong	11/30	ab				a		a			
		3/18	42.0	—		7/15	69.0	9/15	132.5	—	
		(對照)		a		a		a			
		3/24	42.0	—		7/20	58.5	9/21	123.5	—	

註：1. △晚冬茶
2.H.D：Harvest date 3.M/D：Month/Date

七、各季淺剪枝時期對產量之影響

1993年產量比較，11月10日及30日剪枝處理，春、夏、秋茶產量雖較1月10日剪枝剪枝處理為低，但春茶產期提早售價提高，兼售價高之冬茶及晚冬茶產量顯著的增加差異顯著，因此冬季提早剪枝時期較經濟有效。

台茶12號11月10日剪枝後1月12日最早採摘屬晚冬茶售價高（表 8）其產量最高達155/克較11月30日及12月20日剪枝處理為高差異顯著，11月10日剪枝處理晚冬茶11月9日產量達145.5克／株，高於11月30日及1月10日剪枝處理者，一年可採摘二次晚冬茶，售價高收益增加為適當之剪枝時期。11月30日剪枝處理2月3日採收產量128.5克／株，較12月20日剪枝為

高差異顯著，11月23日採摘晚冬茶116.5克／株產量高於1月10日剪枝處理，產期延後售價顯著提高（表 6）。12月20日剪枝對照處理春茶產量最低，產期延遲到 3月24日售價降低，但晚冬茶採摘期延到12月2日售價提高，產量達160克／株優於11月30日及1月10日剪枝處理為產製晚冬茶之適當剪枝時期。

青心大有早春茶產量以 1月10日淺剪枝最高差異顯著，但早春茶產期最慢售價降低，收益減少，秋冬茶產量無差異，青心烏龍12月20日及1月10日剪枝處理早春茶產期延後售價降低，產量無差異，但冬茶產期延後售價提高，產量較高可增加收益。

1994年不論品種11月10日最早淺剪枝處理1月底至2月7日採收屬於晚冬茶春節前售價高，產量高於11月30日收益提高，為產製晚冬茶最佳冬季剪枝時期。

表 8. 台東茶區歷年各季茶菁價格比較表 (元/公斤)
Table 8. Comparison on the young shoot price of the spring tea and winter tea from 1993 to 1996.(NT \$ /Kg)

季 節 Crop Season	日 期 年/月/日 Date year/month/day	台茶12號 元/公斤 TTES No.12 NT \$ /Kg	日 期 年/月/日 Date year/month/day	青 心 烏 龍 元/公斤 Chin Shin Oolong NT \$ /Kg
春 茶 Spring	1993/04/05	130	1993/03/26	200
	04/13	110	05/14	80
	1994/03/13	130	1994/03/09-16	240
	04/11	70-90	04/11-17	90
	04/30	70	05/03-11	80
冬 茶 Winter	10/20	70	10/20	80
	11/03	85	10/26	100
	11/15	90	11/26	150
	11/23	100	12/09	180
	11/25	130	12/11	200
			1995/01/24	200
			02/09	200
	1995/11/12	70	10/22	80
	11/30	100	11/14	100
	12/05	120	11/20	120
			12/01	130
	12/13	140	12/20	180
	1996/01/15	180	1996/01/04	280
			01/10	320
			02/10	300

八冬季淺剪枝時期對各季茶菁價格之影響

東部冬季暖和，日照時間較長，北部茶樹休眠期仍有茶芽可採摘，產製晚冬茶及早春茶售價高，冬茶從11月開始至立春隨著產期延後而提高售價，立春後早春茶隨著產期延後降低售價（表 8），因此東部農友利用栽培法調節產期增加收益，但受氣候條件限制最大，種植早生及全年生長週期長之品種，較為經濟有效。

致 謝

本試驗田間試驗工作，承蒙徐福聲、張德旺及柯憲達先生協助，稿蒙台灣大學陳副教授右人斧正，謹致謝意。

參考文獻

1. 王鎮恆、段建真. 1978. 茶樹栽培學. 浙江農業大學編 PP.109-111。
2. 吳振鐸. 1964. 茶葉 PP.24-25. 農業要覽第七輯第三篇. 台灣。
3. 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。
4. 馮鑑淮. 1986. 栽培法促進春茶提早萌芽試驗. 茶改場75年年報 PP.6-7。
5. 馮鑑淮. 1996. 東部冬季淺剪枝時期對早春茶萌芽生長及產量之影響. 台灣茶業研究彙報 15:11-24。
6. 馮鑑淮、陳右人. 1992. 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。
7. 馮鑑淮、陳國任、陳右人. 1994. 東部茶樹剪枝時期、保溫與灌溉對春茶萌芽生長之影響. 台灣茶業研究彙報 13:9-26。
8. 馮鑑淮、陳右人、蔡俊明、施金柯. 1989. 高海拔茶區茶樹生態及品質調查. 茶改場80年年報 PP.12-13。
9. 陳玄. 1991. 氣象因子對本省茶園分佈之影響. 土壤及農業氣象資源應用研討會專利 PP.105-133. 台灣省茶業改良場。
10. 陳右人. 1988. 根溫對檸檬果開花之影響. 台大園藝系博士論文 PP.192。
11. 陳右人、蔡俊明、施金柯. 1991. 茶樹淺剪枝時期對茶菁產量之影響. 茶改場80年年報 PP.13-15。
12. 陳右人、蔡俊明、馮鑑淮. 1989. 不同淺剪枝時期對茶菁生產週期調整與品質之影響. 茶改場78年年報 PP.14-15。
13. 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。
14. 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 PP.14-15。
15. 蔡俊明、馮鑑淮、陳右人. 1991. 高海拔茶區茶樹生態及品質調查. 茶改場80年年報 PP.12-13。
16. 中野敬之、大石准. 1993. チャ冬芽の芽長と幼葉數の推移. 日本茶業研究報告 77: 1-4。
17. Tanton, T.W. 1979. Some factors limiting yields of tea (*Camellia sinensis* L.) Expt. Agric. 15:147-199.

Effects of Winter Pruning on Harvest Date and Yield Regulation of Tea (*Camellia sinensis* L.) Bush

Chian-Hoai Fong¹

Abstract

The experiment was to study the effect of winter pruning date on the harvest date and yield regulation. The experimental treatment was used different pruning date, including Nov. 9th, Nov. 30th, Dec. 20th(CK) and Jan. 10th. The experimental results were summerized as follows:

Spring tea harvest date getting earlier as ahead of schedule of winter pruning date. This result in regulate harvest date of all the season teas during whole year in eastern Taiwan. Ahead of the winter pruning date of TTES No.12 and Chin-Shin Oolong to Nov. 10th, will advancing the harvest date of spring tea to Jan. 12th and Feb. 9th, which is belon to late winter and early spring tea, respectively. The late winter yield of TTES No.12 was higher, 145 g/plant, than that the pruning in Jan. 10th, was 48.5 g/plant. The yield of Chin-Shin Oolong was 46 g/plant, than that the CK, was 29 g/plant. The shoot yield had significant difference. The prices of these two season teas are higher than other seasons. The bush, which pruning in this season, harvests the winter tea in Nov. 9th of next year with significant high yield. This is the proper winter pruning date, because it can harvest twice winter tea.

All of the cultivars in control plot, which pruning in Dec. 20th, have the latest spring and winter tea. It is the best choice for late winter tea production.

Key words: Tea, Pruning, Harvest date, Yield

1. Director, Taiwan Tea Experiment Station, Taitung Substation

茶園中有色黏紙誘捕害蟲之效果調查

蕭 素 女¹

摘 要

小綠葉蟬 (*Jacobiasca formosana* Paoli)、刺粉蝨 (*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance)及三輪薊馬 (*Dendrothrips minowai* Priesner)等對黃色有偏好性，黃色黏紙攤平，固定在木板上，水平或垂直安置在茶樹樹叢不同高度誘引，以黏紙放在離地面約20公分之矮處誘捕小綠葉蟬效果最好，黏紙又以豎立放置的效果較水平放置好，對刺粉蝨的誘捕效果則以豎立放置在樹冠面上的效果較好。黏紙捲成圓筒狀和攤平豎立在茶叢下對小綠葉蟬的誘捕效果差異不顯著。對各種顏色偏好性調查結果，不論黏紙是掛在向東或向西的位置，對誘捕小綠葉蟬的效果以黃綠色和黃色黏紙最好，二者差異不顯著。至於對刺粉蝨的效果則以黃色黏紙最好。又刺粉蝨密度高時，黏紙設在茶叢下方亦有很好的誘引效果。

關鍵字：有色黏紙、小綠葉蟬、刺粉蝨

前 言

水稻、甜菜、芝麻及果樹包括梨、櫻桃、蘋果、葡萄、椪柑等作物上都會利用黃色黏板或黃色圓筒狀黏蟲陷阱做為調查族群密度的工具，以監控葉蟬的發生(田中等，1986；橋元與河野，1986；Capinera，1980；Cwikla，1987；Fleisher et al.，1983；Kersting & Baspinar，1995；Larsen & Whalon，1988；Mcclure，1980；Ohsawa et al.，1989；Teulon & Penman，1984)，或調查品種間對葉蟬的抗性(井邊，1981)或比較黏板和其他方法的效果(Larsen et al.，1988；Ohsawa et al.，1989；Purcell，1980)。在茶園、麥田及椪柑園，黃色黏蟲陷阱比藍色、綠色、酪梨色、紅色及白色可誘到更多的葉蟬(河野與橋元，1978；Alrerson et al.，1977；Mochizuki et al.，1994)。黃色黏蟲陷阱更可配合標識再捕法了解葉蟬的移動模式，把握適當防治時機(Whitney & Meyer，1988)或以黃色黏板預測每代成蟲出現的時間，再依日積溫預測藥劑防治之時機(Teulon & Penman，1984)。而在國內有關葉蟬類利用有色黏板做監測的報告很少，倒是對薊馬類的研究較多。蔬菜、花卉等作物常利用有色黏板進行田間

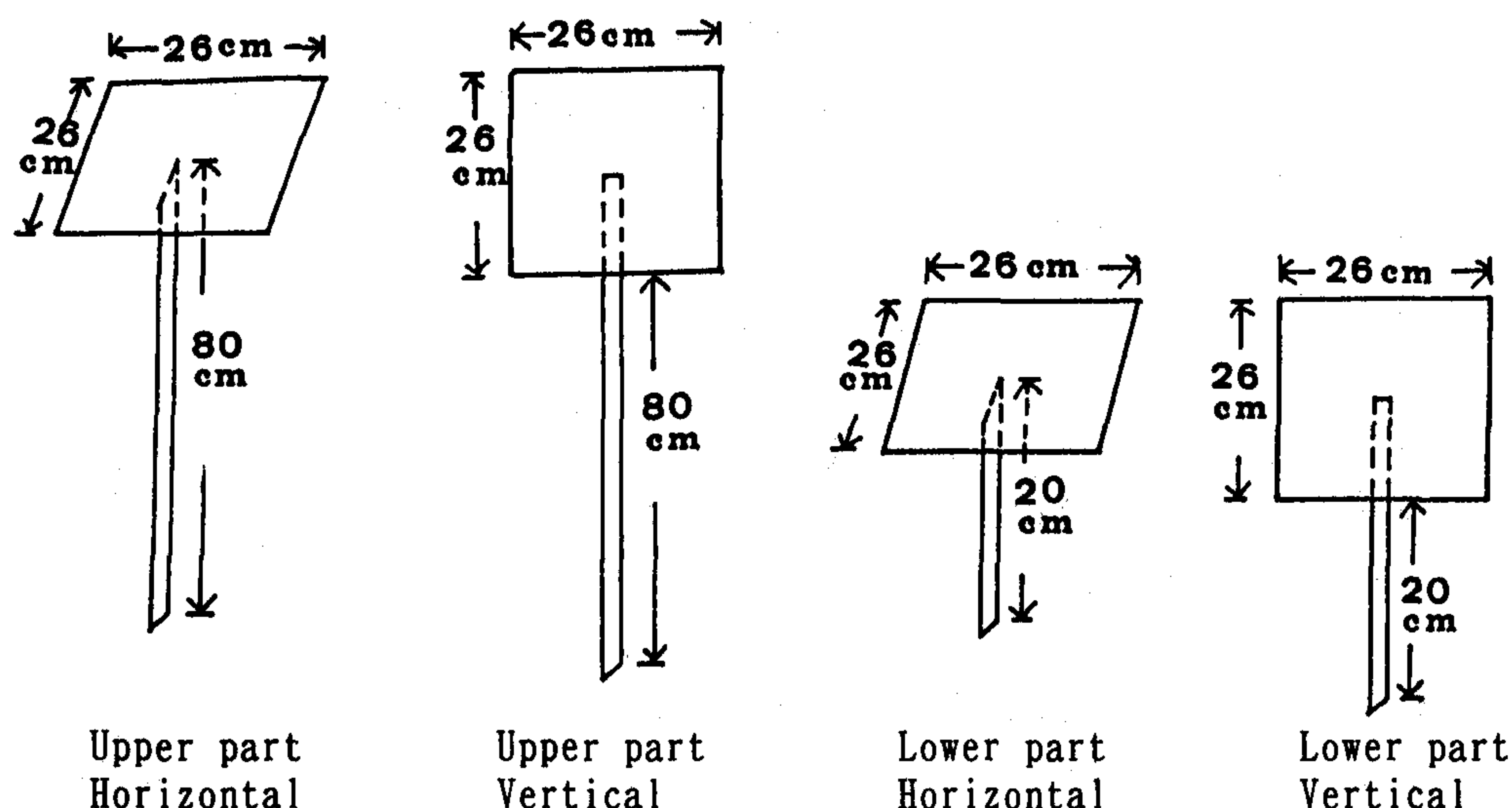
1.臺灣省茶業改良場研究員兼秘書。

害蟲發生消長及分佈調查 (王, 1988), 在設施內栽培的高價作物更可利用有色黏板偵測害蟲的發生, 再配合應用化學防治與生物防治於綜合防治的體系中(林、王, 1989; 童, 1996)。淺藍色誘蟲色片對蔥薊馬最俱誘引力(呂, 1990), 黃色黏板對非洲菊斑潛蠅具有效果(王、林, 1992), 藍色誘蟲色片對花薊馬效果最好(邱、吳, 1993)。日本亦有報告顯示果園內黃色平板誘引較多的茶黃薊馬(村岡, 1990)。有鑑於各種害蟲對顏色的反應不一, 乃進行有色黏紙對茶樹主要害蟲之誘引效果調查, 提供發生預測之利用, 今將初步調查結果整理成文, 以供參考。

材料與方法

一黏紙安置高度及方式之比較

在關西選擇一處茶園, 茶樹高約70公分, 固定板高度為80公分和20公分兩種, 板面長寬各為26公分, 一和茶樹水平, 一和茶樹垂直, 如圖所示, 再將長寬各為21公分的黃色黏紙用雙面膠固定在板面上。另一種為將黃色黏紙捲成圓筒, 掛在茶叢下, 底部離地面約15公分, 總計 5 個處理, 每處理各掛一個黃色黏紙。採逢機完全區集設計, 每4行茶樹設一重複, 共計 4 重複, 每處理相隔10公尺, 於81年11月至12月進行, 共調查5次。每次調查時計數所誘捕到的小綠葉蟬 (*Jacobiasca formosana* Paoli) 及刺粉蝨 (*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance) 成蟲數, 並換新的黏蟲紙。



固 定 板 圖 示

二不同顏色黏紙誘捕效果之比較

在龍潭店子湖茶區選擇兩處茶園, 茶樹為南北走向, 採用逢機完全區集設計將每處茶園劃成 4 小區, 每小區每隔 6 公尺在茶叢下方懸掛不同顏色的黏紙各一個, 黏紙捲成圓筒狀, 一處茶園將黏紙掛在茶叢下方向東的位置, 另一處茶園則將黏紙掛在茶叢下方向西的位置, 所使用的顏色第一次為白、藍、墨綠等三種, 第二次為白、藍、黃綠、墨綠及黃色等五種。於83年10月至11月進行調查, 每星期調查一次, 每次調查時計數所誘捕到的小綠葉蟬及刺粉

蝨的成蟲數並換新的色紙。各種色紙並以攜帶型色差計 (color difference meter) 測定其明亮度及色度，其顏色之明度、色度分別敘述如下：白色：90.13，+0.48，+2.65；黃綠色：67.69， -33.24， +47.20；墨綠色：51.50， -15.61， +26.94；黃色：88.94， -9.62， +64.23；藍色：70.81， -5.20， -24.06；各組中，第一個數值表示明亮度；第二個數值 "+" 表示紅成份 "-" 表示綠成份；第三個數值 "+" 表示黃成份 "-" 表示藍成份。

結果與討論

一、黏紙安置高度及方式之比較

於關西茶園調查結果，發現黃色黏紙可誘到小綠葉蟬、刺粉蝨、薊馬等；就小綠葉蟬被捕獲的情形來看(表1)，黃色黏紙豎立放在樹冠上方所捕獲的小綠葉蟬比水平放在樹冠上方要多，唯差異不顯著，但黃色黏紙豎立放在茶叢下，則比水平放在同一處捕獲更多的小綠葉蟬，且差異顯著。黃色黏紙捲成圓筒狀掛在茶叢下方其捕獲效果和豎立放在茶叢下方效果一樣，由本調查結果，黏紙安裝的方式是要直立放置而不是水平放置，此與日本茶園用平板豎立的方式監控茶綠葉蟬 (*Empoasca onukii* Matsuda)是相同的(Mochizuki, et al., 1994)。至於黏紙的高度則安置在茶叢下方較樹冠上方的效果好，且差異顯著。

表 1. 黃色黏紙置放方式誘捕茶小綠葉蟬效果之比較(關西，民國81年)
Table 1. Attractiveness of yellow sticky traps on tea leaf hoppers, *Jacobiasca formosana* Paoli by different setting methods

放 置 方 式 Setting method	誘捕成蟲數 (隻/張) No. of adults captured by one trap					平均 Ave.
	Nov.11	Nov.23	Dec.1	Dec.9	Dec.23	
高豎 Upper part, vertical	23.0b	23.0b	9.5c	49.5bc	12.8c	23.6
高平 Upper part, horizontal	3.5b	4.5b	1.5c	0.5c	0.8c	2.2
矮豎 Lower part, vertical	80.0a	109.0a	149.5a	186.8a	143.5b	133.8
矮平 Lower part, horizontal	19.5b	45.3b	42.5bc	63.5bc	47.8c	43.7
圓筒 矮處 Lower part, cylindrical	88.0a	133.0a	115.0ab	119.0ab	202.5a	131.5

* Means of the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

本區茶園刺粉蝨的危害並不嚴重，不過，調查時亦捕獲一些成蟲。就刺粉蝨被捕獲的情形來看，豎立放在樹冠上所捕獲的蟲數比水平放在樹冠上要多，且差異顯著，但安置在茶叢下方的黏紙，不管豎立或水平安置都誘不到蟲，掛在茶叢下圓筒狀的黏紙亦相同 (表2)。

由此不同位置捕獲的結果，可了解小綠葉蟬成蟲多於茶叢內活動，而刺粉蝨成蟲則多於茶叢上方活動。本次調查於11月至12月間進行，在下方的黏紙亦黏到三輪薊馬，(*Dondrothrips minowai* Priesner) 唯數量少，未做紀錄。

由本調查得悉欲利用黃色黏紙誘捕小綠葉蟬，黃色黏紙宜捲成圓筒狀或攤平豎著放在茶叢下方，唯為方便起見，以捲成圓筒狀為宜。若目標昆蟲為刺粉蝨時則改放在樹冠上方。

表 2. 黃色黏紙置放方式誘捕刺粉蝨效果之比較(關西，民國81年)

Table 2. Attractiveness of yellow sticky traps on citrus spiny-blackfly, *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance by different setting methods

放 置 方 式 Setting method	誘捕成蟲數 (隻/張) No. of adults captured by one trap				平均 Ave.
	Nov.11	Nov.23	Dec.1	Dec.9	
高豎 Upper part, vertical	55.0a	24.5a	0	1.0	20.1
高平 Upper part, horizontal	14.0b	26.5a	0	0.8	10.3
矮豎 Lower part, vertical	1.8b	0 b	0	0	0.5
矮平 Lower part, horizontal	0 b	0 b	0	0	0
圓筒 矮處 Lower part, cylindrical	2.3b	0.3b	0	0	0.7

* Means of the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

二、不同顏色黏紙誘捕效果之比較

首先利用白、藍、墨綠三種顏色之黏紙捲成圓筒狀，掛在茶叢下方，不論是掛在茶叢的東向或西向，皆以墨綠色效果最好，黏到最多的小綠葉蟬和刺粉蝨，其次為白色 (表3)。另再以白、藍、黃綠、墨綠、黃等五種顏色比較，亦不論是掛在茶叢的東方或西方，平均皆以黃綠色黏到最多的小綠葉蟬，其次為黃色(表4、5)，不過其差異並不顯著。在日本，茶綠浮塵子 *E. onukii* 以藍、綠、黃、紅、白五種顏色調查結果亦是黃色的效果最好 (Mochizuki,

茶園中有色黏紙誘捕害蟲之效果調查

et al.,1994)。至於對刺粉蝨的效果，不論是掛在東方或西方的位置，則以黃色黏紙黏到最多，其次為墨綠色，再其次為黃綠色，所捕獲的數目差異相當大（表6、7）。

本次調查，黏蟲紙只懸掛在茶叢下方，但誘到相當多的刺粉蝨，而關西茶區調查的結果掛在下方黏到的蟲數很少，兩者有所不同，究其原因，主要在於刺粉蝨密度差異很大的關係。

表 3. 不同顏色黏紙誘捕茶園害蟲效果之比較（龍潭，民國 83 年）
Table 3. Attractiveness of sticky traps of different colors on tea pests

黏紙 顏色 Colors of the trap	小綠葉蟬 (隻/張) leaf hopper(No. of adults/one trap)		刺粉蝨 (隻/張) spiny-blackfly(No. of adults/one trap)	
	上午向陽	上午背陽	上午向陽	上午背陽
白 White	147.3b	40.5b	146.0b	202.8b
藍 Blue	105.8b	37.5b	13.3b	25.5b
墨綠 Dark green	266.0a	56.5a	557.0a	407.5a

* Means of the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

表 4. 不同顏色黏紙誘捕茶小綠葉蟬效果之比較（上午向陽）
Table 4. Attractiveness of sticky traps of different colors on tea leaf hoppers, *Jacobiasca formosana* Paoli setting on the eastern side of tea row (face to the sun in the morning)

黏紙 顏色 Colors of the trap	誘捕成蟲數 (隻/張) No. of adults captured by one trap				平均 Ave.
	Nov.2	Nov.9	Nov.16	Nov.23	
白 White	268.0a	491.8ab	284.3ab	275.5b	329.9
藍 Blue	435.3a	428.0b	271.5b	217.8b	342.6
黃綠 Yellowish green	332.5a	708.0a	378.3ab	437.3a	464.3
墨綠 Dark green	195.5a	446.8b	372.0ab	327.3ab	335.4
黃 Yellow	473.0a	563.5ab	410.5a	334.0ab	445.3

Means of the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

表 5. 不同顏色黏紙誘捕茶小綠葉蟬效果之比較 (上午背陽)

Table 5. Attractiveness of sticky traps of different color on tea leaf hoppers, *Jacobiasca formosana* Paoli setting on the eastern side of tea row (back to the sun in the morning)

黏紙 顏色 Colors of the trap	誘捕成蟲數 (隻/張) No. of adults captured by one trap				平 均
	Nov.2	Nov.9	Nov.16	Nov.23	
白 White	69.8**	168.3a	141.5a	146.3b	131.5
藍 Blue	93.5	148.0a	156.3a	140.8b	134.6
黃綠 Yellowish green	221.5	227.3a	298.8a	281.8a	229.6
墨綠 Dark green	93.0	179.0a	205.3a	188.0ab	166.3
黃 Yellow	136.5	229.3a	221.5a	269.5a	214.2

* Means of the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.
** Data did not analyze because two traps of yellowish green sticky paper were failed.

表 6. 不同顏色黏紙誘捕刺粉蝨效果之比較 (上午向陽)

Table 6. Attractiveness of sticky traps of different colors on citrus spiny-blackfiy, *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance setting on the eastern side of tea row (face to the sun in the morning)

黏紙 顏色 Colors of the trap	誘捕成蟲數 (隻/張) No. of adults captured by one trap				平 均
	Nov.2	Nov.9	Nov.16	Nov.23	
白 White	517.0b	24.0c	3.3b	3.3ab	136.9
藍 Blue	481.5b	26.0c	4.0b	2.0ab	128.4
黃綠 Yellowish green	1149.0b	201.5ab	11.5ab	6.3a	342.0
墨綠 Dark green	3277.8b	96.8bc	13.8ab	1.8b	847.5
黃 Yellow	8904.5a	262.3a	23.5a	3.3ab	2298.4

* Means of the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

茶園中有色黏紙誘捕害蟲之效果調查

表 7. 不同顏色黏紙誘捕刺粉蝨效果之比較(上午背陽)
Table 7. Attractiveness of sticky traps of different colors on citrus spinyblackfiy, *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance setting on the eastern side of tea row (back to the sun in the morning)

黏紙 顏色 Colors of the trap	誘捕成蟲數 (隻/張) No. of adults captured by one trap				平 均
	Nov.2	Nov.9	Nov.16	Nov.23	
白 White	410.3**	8.3a	0.8a	2.5ab	105.5
藍 Blue	114.5	7.5a	1.8a	1.0b	31.2
黃綠 Yellowish green	5798.5	93.0a	17.0a	3.3ab	753.1
墨綠 Dark green	4802.5	45.5a	2.5a	6.0a	1214.1
黃 Yellow	9122.0	115.3a	14.0a	4.8ab	2314.0

* Means of the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.
** Data did not analyze because two traps of yellowish green sticky paper were failed.

由本調查得悉害蟲對顏色有偏好性，小綠葉蟬偏好黃綠色及黃色而刺粉蝨則偏好黃色。若同時欲調查此兩種害蟲的族群變動，建議採用黃色黏紙誘捕。至於懸掛方式以捲成圓筒狀掛在茶叢下方為宜。

誌 謝

本調查得以順利完成，有賴茶業改良場文山分場駕駛關景璋先生及臨工高純清女士協助，農試所園藝系黃肇家博士及其助理並協助測定有色黏紙，謹此一併誌謝。

參考文獻

1. 王清玲. 1988. 臺灣新侵入之園藝作物害蟲簡介. 中華昆蟲特刊第二號果樹害蟲綜合防治研討會:145-153。
2. 王清玲、林鳳琪. 1992. 黃色黏板誘捕非洲菊斑潛蠅(*Liriomyza trifolii* (Burgess))之效果測定. 中華農業研究 41(1):61-69。
3. 呂鳳鳴 1990. 誘蟲色片及銀色反光布在蔥薊馬防治上之應用. 中華昆蟲 10:337-342。
4. 邱煒宗、吳美雲. 1993. 田間誘蟲色片對花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan)) 之誘引效果, 中華昆蟲 13:229-234。
5. 林鳳琪、王清玲. 1989. 非洲菊斑潛蠅之田間偵測. 中華昆蟲特刊第四號. 重要蔬菜害蟲

綜合防治研討會:59-69。

6. 童智虹. 1996. 誘殺板與黃色黏板之併用防治方法. 農業世界 152:25-27。
7. 井邊 時雄. 1981. 粘著板による水稻品種のツマグロヨコバイ抵抗性ほ場検定法. 九州病虫害研究會報 27:78-79。
8. 田中福三郎、近藤 章、逸見 尙. 1986. 黃色粘著 トラップによるフタテンヒメヨユバイ成蟲の誘殺. 應用動物昆虫學會誌 30(4):305-307。
9. 村岡 實. 1990. 果樹アザミウマ類の發生予察のために開發された黃色平板粘著トラップ. 植物防疫 44(1):24-26。
10. 河野 通昭、橋元 祥一. 1978. カンキツ園のドリヒメヨユバイ類に関する研究(第2報):. 黃色粘著トラップによる發生消長調査について. 九州病虫害研究會報 24:154-155。
11. 橋元 祥一、河野 通昭. 1986. カンキツ園のヒメヨユバイ類に関する研究. 第3報ポンカン園によける秋季の發生消長. 九州病虫害研究會報 32:200-202。
12. Alrerson, D. R., J. N. All, and R. W. Matthews. 1977 Response of leafhoppers and aphids to variously colored sticky traps. Journal of the Georgia Entomological Society Vol. 12(4):336-341.
13. Capinera, J. L. 1980 Visual responses of some sugar beet insects to sticky traps of various yellow and orange hues positioned at 2 heights. The Southwestern Entomologist 5(2):76-79.
14. Cwikla, P. S. 1987 Annotated list of leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) from two Ohio fens with a description of a new chlorotettix. Ohio Journal of Science Vol.87(4):134-157.(Summary only)
15. Fleischer, S. J., W. A. Allen, and R. L. Pienkowski. 1983 Relationship between absolute density and sticky trap catches of adult potato leafhoppers in alfalfa. Journal of the Georgia Entomological Society Vol. 18(2):213-218.
16. Kersting, U., and H. Baspinar. 1995 Seasonal and diurnal flight activity of *Circulifer haematocephus* (Hom., Cicadellidae), an important leafhopper vector in the Mediterranean area and the near East. Journal of Applied Entomology Vol. 119(8):533-537.
17. Larsen, K. J., and M. E. Whalon. 1988 Field monitoring of X-disease leaf hopper vectors (Homoptera: Cicadellidae) and infected chokecherry in Michigan peach and cherry orchards. Great Lakes Entomologist Vol. 21(2): 61-67.(Summary only)
18. McClure M. S. 1980 Spatial and seasonal distribution of leafhopper vectors of peach prunus-persica x disease in Connecticut USA. Environmental Entomology 9 (5):(RECD. 1981) 668-672.
19. Mochizuki, M., M. Ohtaishi, and K. Honma. 1994 Yellow sticky trap of flat type is useful for monitoring the occurrence of tea green leafhopper, *Empoasca onukii* Matsuda (Homoptera: Cicadellidae) in tea fields. Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series B (Tea)

No.7 PP.29-37.(Summary only)

20. Ohsawa, S., T. Sato, and T. Negata. 1989 Sampling efficiency of sticky boards for population estimation of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, on rice hills. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan No.40:87-90.(Summary only)
21. Purcell, A. H., and J. S. Elkinton. 1980 A comparison of sampling methods for leafhopper vectors of x-disease in California cherry orchards. Journal of Economic Entomology Vol. 73(6):854-860.
22. Teulon, D. A. J., and D. R. Penman. 1984 Spray timing for control of Froggatt's apple leafhopper in Canterbury. Proceedings of the Thirty-Seventh New Zealand Weed and Pest Control Conference, Russley Hotel, Christchurch, August 14th to 16th, 1984. PP.245-247.(Summary only)
23. Whitney, S. P., and J. R. Meyer. 1988 Movement between wild and cultivated blueberry by two species of sharpnosed leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) in North Carolina. Journal of Entomological Science Vol. 23(1):88-95.

Investigation on the Efficiency of the Color Sticky Traps to the Pests in Tea Plantation

Suh-Neu Hsiao¹

Summary

Tea leaf hopper (*Jacobiasca formosana* Paoli), spiny-blackfly (*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance) and black tea thrip (*Dendrothrips minowai* Priesner) occurred in tea garden were attracted by yellow color. Different heights and setting methods of traps were compared. The best capture of tea leaf hoppers was by the yellow sticky flat traps setting vertically and 20 cm above ground. The best capture of spiny blackflies was by the yellow sticky flat traps setting vertically on the top of tea bushes. The number of leaf hoppers captured by yellow sticky cylindrical trap and yellow sticky flat trap setting vertically under tea bushes were not significantly different. The preference of those pests to different colors was investigated. Whatever the cylindrical sticky trap hung on the eastern or western sides of tea row under bushes, the results showed that the preferable colors of tea leaf hoppers were yellowish green and yellow. No significant difference was present between the number of leaf hoppers captured by these two colors. Whereas the most preferable color of spiny blackfly was yellow. Sticky trap hung under tea bush caught more spiny blackflies while the population density of the pest was high. The data of black tea thrip were not recorded because the density was very low in tested plantation.

Key words; color sticky traps, tea leaf hopper, citrus spiny-blackfly

1. Senior Entomologist, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.

不同氮源對茶樹氮素代謝酵素活性之影響

邱垂豐¹ 朱德民²

摘 要

本試驗以台茶12號和青心烏龍為供試品種，探討不同氮源處理對茶樹氮素代謝之影響。為避免土耕干擾因子，採用砂耕栽培法，按春茶、夏茶、六月白、秋茶及冬茶等不同季節取樣調查分析。藉以瞭解不同氮源對茶樹氮素代謝之影響，以作為茶園氮素肥培管理之參考。

二供試品種在硝酸氮肥處理下，植株各部位器官所累積硝酸鹽離子含量均較尿素或硫酸銨肥料處理來得高。對於氮素代謝有關酵素活性，硝酸態氮處理，除了茶樹植株葉片有較高硝酸態氮還原酵素活性外，其餘亞硝酸還原酵素，麩胺醯胺合成酵素，麩胺酸合成酵素及麩胺酸脫氫酵素等一連串氮素代謝酵素活性卻較尿素或硫酸銨處理有降低之趨勢。並且控制氮素代謝這些酵素的活性受到季節的影響相當大。

關鍵字：氮源、茶樹、氮素代謝

前 言

氮肥的種類雖有很多種，但作物吸收利用的主要型態為銨態氮及硝酸態氮二種，而不同型態的氮素進入植物體後所需的代謝作用亦有所不同(2.4.5.22)。

目前本省茶樹栽培所施用氮肥型態，可分為銨態氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)和硝酸態氮($\text{NO}_3^- - \text{N}$)二種。不同氮素型態對茶樹生長發育和茶菁產量具有決定性之影響(12.13.21)，據研究報告顯示茶樹是嗜酸性土壤的作物，故施用銨態氮肥料有利於土壤酸性之維持，更有助於茶樹生長與發育，進而促進茶菁的生產(3.8.12)。

基於茶樹生長發育對氮素的需求性，及茶樹生長發育與茶菁生產的關係性，因此有必要就不同氮源肥料對於茶樹氮素代謝做進一步研究探討，期以作為茶樹栽培氮肥施用之參考。

1.台灣省茶業改良場助理研究員

2.國立中興大學農藝研究所教授

3.本計畫承農委會經費補助

材料與方法

一試驗材料：

台茶12號和青心烏龍二年生。

二試驗地點：

台灣省茶業改良場之溫室。

三栽培介質：

採用砂耕（石英砂）種植法，石英砂先以自來水洗清，曬乾後裝在黑色塑膠栽培筒（長10公分，寬10公分，高35公分）。

四養液配方：a.銨態氮：硫酸銨b.尿素c.硝酸態氮：硝酸鉀和硝酸鈣三處理。養液肥料濃度為：（如附件一、二）

N 40ppm, P(KH_2PO_4) 3.1ppm, K(K_2SO_4) 40ppm, Ca(CaCl_2) 30ppm, Mg(MgSO_4) 25ppm, Fe(Fe-EDTA) 0.35ppm, B(H_2BO_3) 0.1ppm, Mn(MnSO_4) 1ppm, Zn(ZnSO_4) 0.1ppm, Cu(CuSO_4) 0.025ppm, Mo(Na_2MoO_4) 0.05ppm, Al [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$] 10.8ppm。

五試驗方法：

茶苗定植於石英砂後（定植日期為80年3月），每日每株茶樹灌水約300ml，約二個月茶樹已成活，改以培養液灌溉，每天每株注入300ml（循環培養液）。每週更換培養液一次，每隔一天利用硫酸及氫氧化鉀調整培養液pH值在於5.0~5.5左右，並且每隔兩週，以自來水充分淋洗介質，以防鹽分積聚。

經過10個月處理後，翌年三月開始按春茶、夏茶、六月白、秋茶、及冬茶等不同季節取樣測定硝酸鹽離子(NO_3^-)含量以及一連串氮素代謝有關酵素活性的變化。

六調查項目：

在各茶季（春茶、夏茶、六月白、秋茶和冬茶）分別取樣調查分析。

(一)硝酸鹽 (NO_3^-) 含量測定

各秤取0.2g茶樹根、莖、成熟葉、嫩葉烘乾樣品於試管中，加入 5ml蒸餾水，置於45°C水浴中 3 小時後，以 3,000rpm離心30分鐘。取上澄液 0.1ml，加入0.4ml 5%(W/V) salicylic acid溶液（5g salicylic acid溶於濃硫酸至100ml），冷卻後再加入 9.5ml 2N NaOH，俟冷卻至室溫時，以光電比色計在 410nm波長下測其吸光度，並以 KNO_3 製備標準曲線換算成硝酸鹽 (NO_3^-) 含量 (Catalodo et al., 1975)。

(二)氮素代謝酵素活性測定

分別切取1g的新鮮茶樹嫩葉第二展開葉片及根尖約3公分左右，放入預冷之研鉢中，注入液態氮以達瞬間冷凍，同時加入0.2g海砂與 0.6g PVPP 迅速磨碎呈乾粉狀，並加入6ml萃取液(50mM tris-HCl buffer pH7.8; 15% glycerol; 14mM β -mercapto thanol; 1mM EDTA; 0.1% Triton X-100)，磨成糊狀後，以紗布過濾入離心管，以30,000xg離心15分鐘，抽取上澄液為酵素萃取液，進行下列酵素活性的測定，操作過程均在0~4°C下進行。

1.硝酸鹽還原酵素 (nitrate reductase, NR; E C 1.6.61)

取0.5ml反應液 (25mM phosphate buffer pH 7.5; 5mM L-cystein; 10mM KNO_3 ;

0.2mM NADH) 加入0.5ml酵素萃取液混合均勻，置於30°C水浴中30分鐘後，加入1ml 1% sulfonilamide 與 1ml 0.02% N-1-naphtylethylene diamine-dihydrochloride混合均勻，使呈色30分鐘，在540nm測定吸光度，換算亞硝酸鹽(NO_2^-)的形成量 (Campbell and Smarrelli, 1978; Oaks *et al.*, 1976)。

2. 亞硝酸鹽還原酵素 (nitrite reductase, NIR; E C 1.7.99.4)

取0.5ml反應液 (50mM phosphate buffer pH 7.0; 2mM NaNO_3 ; 0.75mM methyl viologen) 加入0.5ml酵素萃取液及0.2ml sodium dithionite-sodium bicarbonate，並迅速充入氮氣後塞住試管口，置於25~30°C恒溫中30分鐘後，加入50ml蒸餾水混合均勻，再加入2ml 1% sulfanilamide與2ml 0.02% N-1-naphthylethylene diamine-dihydrochloride 混合均勻使呈色15分鐘，在540nm下測其吸光度，換算亞硝酸鹽(NO_2^-)被還原的量 (Suzuki *et al.*, 1985)。

3. 麩胺醯胺合成酵素 (glutamine synthetase, GS; E C 6.3.1.2)

取0.5ml反應液 (100 mM tris-HCl buffer pH8.0; 50mM L-glutamate; 10mM ATP; 30mM MgSO_4 ; 20 mM NH_2OH)加入0.5ml酵素萃取液混合均勻，置於25~30°C恒溫中30分鐘。加入2ml反應終止液(2.5g FeCl_3 ; 5g trichloroacetic acid; 100ml 1.5N HCl) 終止反應，在540nm下測吸光度，以r-glutamy hydroxamate 的標準曲線換算 GS 活性 (Oaks *et al.*, 1980)。

4. 麩胺酸合成酵素 (glutamate synthetase, GOGAT; E C NADH 1.4.1.14)

先在分光光度計的液槽加入0.4 ml 5mM α -ketoglutaric acid; 0.1 ml 100mM KCl; 0.3ml 1mM NADH; 1ml 25mM phosphate buffer pH7.5 與0.05ml酵素萃取液。以加入0.4ml 20mM L-glutamine做為反應計時的開始，由記錄器連續記錄5分鐘內在340nm下吸光度的變化，換算GOGAT的活性(Singh and Srivastava, 1986)。

5. 麩胺酸脫氫酵素 (glutamate dehydrogenase, GDH; E C NADP+ 1.4.1.4)

取2.5ml反應液(50mM tris buffer pH8.2; 12.4 mM α -ketoglutaric acid; 148 mM $\text{CH}_3\text{COONH}_4$; 0.1mM NADH; 0.8mM CaCl_2) 加入0.05ml酵素萃取液作為反應的開始，由記錄器連續記錄5分鐘內在340nm下吸光度的變化，換算 GDH 的活性 (Singh and Srivastava, 1986)。

七試驗期間：1991~1992年。

八資料分析：

所有測定分析結果之資料，均先進行變方析，若達顯著水準者，再依 Duncan's MRT 或 L.S.D.法進行平均值顯著性測驗。

結果與討論

一、不同氮源處理對茶樹硝酸鹽離子含量之影響

測定茶樹植株各部位硝酸鹽離子含量變化，由表1~4可以明顯看出，台茶12號或青心烏龍均以葉片含量最高，尤其以成熟葉片硝酸鹽離子的含量較植株其他部位為高。二供試品種在三種不同氮源處理下，台茶12號根部硝酸鹽離子含量幾乎沒有明顯差異，但青心烏龍則以硝酸態氮處理為較高(表1)。至於枝條部位硝酸鹽離子含量，台茶12號以施用硝酸態氮肥

料處理平均0.176 mg/g dwt 最高，硫酸銨處理0.127 mg/g dwt 為最低，二者含量幾乎相差約三分之一左右，青心烏龍所表現結果亦相當一致（表2）。

表 1. 不同氮源處理對茶樹根部硝酸鹽含量變化之影響。

Table 1. Changes in nitrate contents of tea roots after various nitrogen source treatment (1992)

Cultivar	Treatment	Spr. tea	Sum. tea	2nd sum. tea	Aut. tea	Win. Tea
-----mg/g dwt-----						
TTES No.12	NH ₄ ⁺ - N	0.054b	0.148a	0.153a	0.129a	0.095a
	NO ₃ ⁻ - N	0.131a	0.095b	0.106b	0.082b	0.093a
	Urea	0.085b	0.093b	0.114b	0.123a	0.081a
Chin-Shin Oolong	NH ₄ ⁺ - N	0.154a	0.050c	0.056c	0.049c	0.199b
	NO ₃ ⁻ - N	0.140a	0.174a	0.184a	0.226a	0.242a
	Urea	0.118b	0.140b	0.132b	0.116b	0.153b

*Means of the respective cultivan with the same letter within a column are not significantly different at 5% leavel according to Duncan's multiple test.

表 2. 不同氮源處理對茶樹莖部硝酸鹽含量變化之影響。

Table 2. Changes in nitrate contents of tea stems after various nitrogen source treatment (1992)

Cultivar	Treatment	Spr. tea	Sum. tea	2nd sum. tea	Aut. tea	Win. Tea
-----mg/g dwt-----						
TTES No.12	NH ₄ ⁺ - N	0.194a	0.110b	0.107b	0.103b	0.121b
	NO ₃ ⁻ - N	0.212a	0.117b	0.183a	0.190a	0.179a
	Urea	0.204a	0.156a	0.127b	0.071c	0.103b
Chin-Shin Oolong	NH ₄ ⁺ - N	0.147c	0.104c	0.091c	0.118b	0.127b
	NO ₃ ⁻ - N	0.230a	0.202a	0.192a	0.159a	0.157a
	Urea	0.187b	0.155b	0.143b	0.127b	0.113b

*Means of the respective cultivan with the same letter within a column are not significantly different at 5% leavel according to Duncan's multiple test.

此外成熟葉片硝酸鹽離子含量，二供試品種仍以硝酸態氮處理較硫酸銨或尿素處理為高，相差高達一倍以上，差異特別明顯（表3）。且硫酸銨與尿素處理之間對於硝酸鹽離子含量並沒有很明顯差異，但品種間略有不同反應。對於嫩葉硝酸鹽離子的累積量較成熟葉略為低。台茶12 號施以硝酸態氮處理，其嫩葉硝酸鹽離子含量最高，硫酸銨處理次之，尿素處理最低。青心烏龍亦仍以硝酸態氮處理最高，但硫酸銨處理反而最低，二品種略有不同反應。同時亦可發現二個品種在同年變化中，施以硝酸態氮處理，春茶和冬茶嫩葉硝酸鹽離子累積量有較高趨勢（表4）。由上述結果顯示，茶樹對於硝酸鹽離子的吸收，主要累積於葉片，尤其是成熟葉片、枝條及根部含量較少。

不同氮源對茶樹氮素代謝酵素活性之影響

表 3. 不同氮源處理對茶樹成熟葉硝酸鹽含量變化之影響。

Table 3. Changes in nitrate contents of tea mature leaves after various nitrogen source treatment (1992)

Cultivar	Treatment	Spr. tea	Sum. tea	2nd sum. tea	Aut. tea	Win. Tea
-----mg/g dwt-----						
TTES No.12	NH ₄ ⁺ -N	0.484b	0.533b	0.506b	0.748b	0.471b
	NO ₃ ⁻ -N	1.192b	0.964a	1.203a	1.176a	1.132a
	Urea	0.276b	0.680b	0.468b	0.413c	0.186c
Chin-Shin Oolong	NH ₄ ⁺ -N	0.506b	0.534b	0.526b	0.512b	0.714b
	NO ₃ ⁻ -N	1.217a	1.228a	1.120a	1.203a	1.170a
	Urea	0.530b	0.750b	0.641b	0.725b	0.753b

*Means of the respective cultivan with the same letter within a column are not significantly different at 5% leavel according to Duncan's multiple test.

表 4. 不同氮源處理對茶樹嫩葉硝酸鹽含量變化之影響。

Table 4. Changes in nitrate contents of tea young leaves after various nitrogen source treatment (1992)

Cultivar	Treatment	Spr. tea	Sum. tea	2nd sum. tea	Aut. tea	Win. Tea
-----mg/g dwt-----						
TTES No.12	NH ₄ ⁺ -N	0.469a	0.487ab	0.436b	0.234b	0.480b
	NO ₃ ⁻ -N	0.462a	0.577a	0.589a	0.357a	0.626a
	Urea	0.293b	0.441b	0.423b	0.261b	0.437b
Chin-Shin Oolong	NH ₄ ⁺ -N	0.531b	0.509a	0.282b	0.217b	0.486b
	NO ₃ ⁻ -N	0.653a	0.551a	0.451a	0.355a	0.835a
	Urea	0.550b	0.529a	0.473a	0.201b	0.478b

*Means of the respective cultivan with the same letter within a column are not significantly different at 5% leavel according to Duncan's multiple test.

二不同氮源處理對茶樹氮素代謝有關酵素活性之影響

(一)硝酸還原酵素活性

二個供試品種在三種不同氮源處理下，茶樹根部和嫩葉部位硝酸還原酵素(Nitrate reductase, NRase) 活性均有顯著差異，且在同一年變化趨勢亦不完全相同。台茶12號根部硝酸還原酵素活性在三種氮源處理下，以夏茶活性最高，春茶最低，相差幾乎高達五倍之多，降低幅度相當明顯；除了夏茶施以硝酸態氮處理，其硝酸還原酵素活性較高外，其餘季節硫酸銨、尿素處理各有所不同反應（圖1A）。青心烏龍亦以春茶、冬茶硝酸還原酵素活性最低，夏茶最高。除此之外，春茶、夏茶及六月白以硝酸態氮處理，硝酸還原酵素活性比硫酸銨或尿素處理為高（圖1B）。至於嫩葉部位，二供試品品種在不同氮源處理下，亦有相類似反應。其中以春茶和冬茶硝酸還原酵素活性為最低，二者沒有明顯差異，但均較夏茶為低。除青心烏龍夏茶給予尿素處理，硝酸還原酵素活性較高外，其餘均以硝酸態氮處理較其他二種處理為高（圖2）。

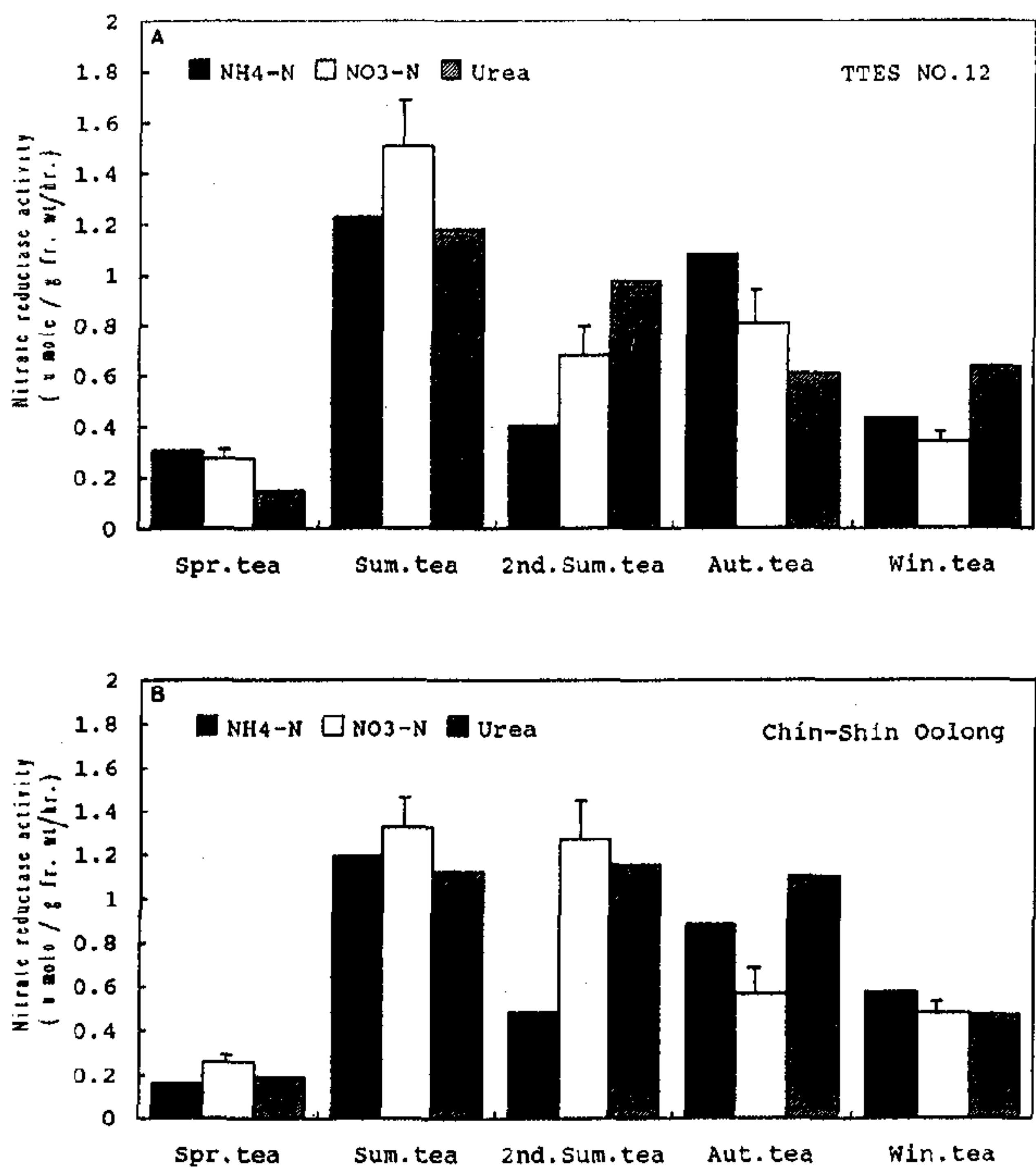


圖 1. 不同氮源對茶樹根部硝酸還原酵素活性之影響
Fig. 1. Effects of nitrogen sources on nitrate reductase activity of roots in two tea cultivars (1992).

I : LSD.05

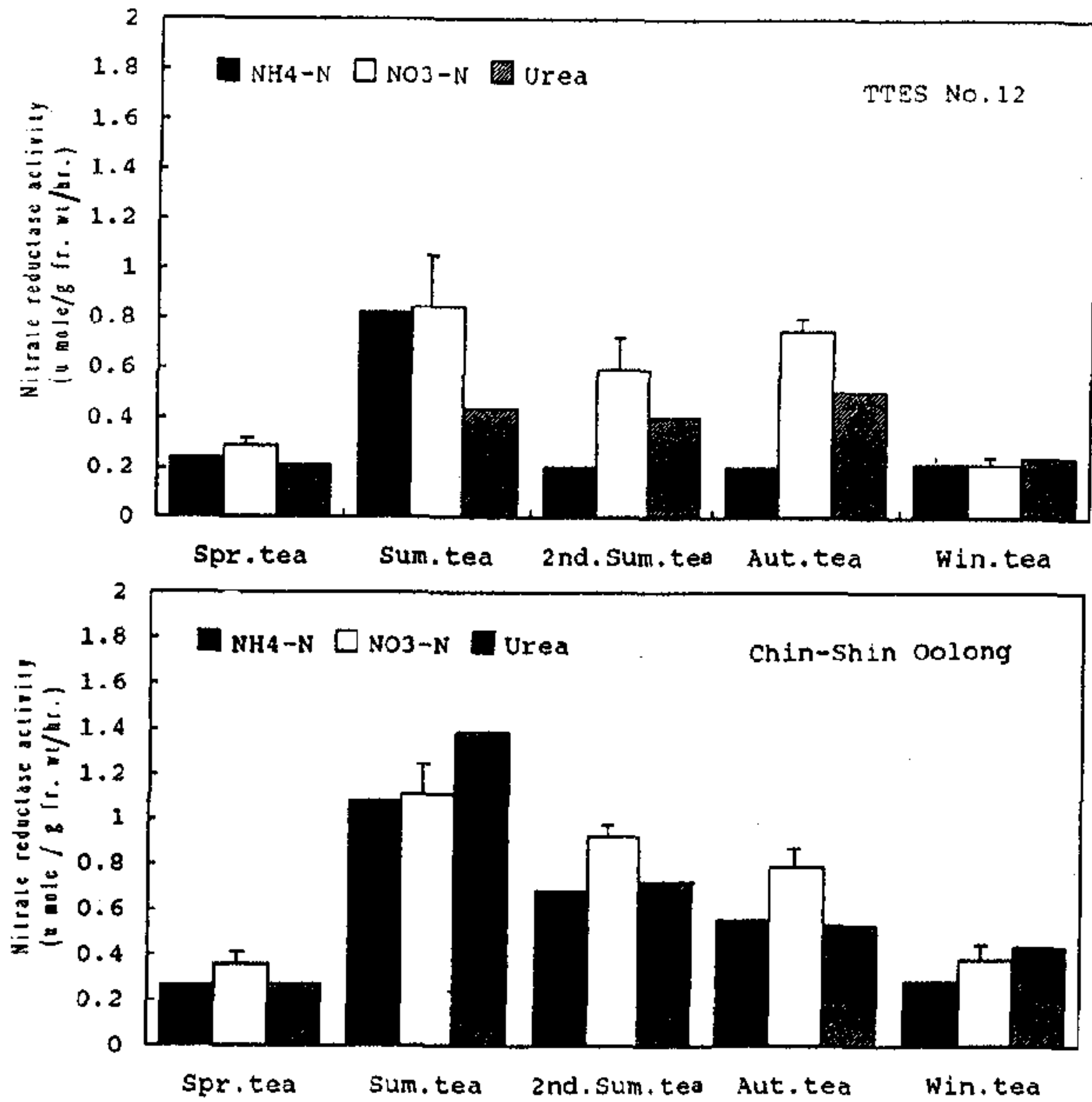


圖 2. 不同氮源對茶樹葉片硝酸還原酵素活性之影響
Fig. 2. Effects of nitrogen sources on nitrate reductase activity of leaves in two tea cultivars (1992).

I : LSD.05

(二) 亞硝酸還原酵素活性

由圖3A可以明顯看出，台茶12號經三種不同氮源處理後，茶樹根部亞硝酸還原酵素（Nitrite reductase, NIRase）活性，除了春茶以尿素處理略高外，其餘各季幾乎沒有明顯差異，祇是在年變化中，亞硝酸還原酵素活性高低略有不同反應，其中以秋茶最高。至於青心烏龍根部亞硝酸之還原酵素活性，除春茶施以硫酸銨或尿素處理較硝酸態氮處理約高出三分之一活性之外，夏茶、六月白、秋茶及冬茶在三種氮肥處理下亦幾乎沒有顯著差異，其中以秋茶亞硝酸還原酵素活性約21 u mole/g fr.wt./hr.為最高，夏茶約 10 u mole/g fr. wt./hr.最低，相差高達一倍之多(圖3B)。此外嫩葉部位亞硝酸還原酵素活性，二個供試品種在三種不同氮源處理下，所表現結果相當一致，幾乎沒有什麼差異(圖4)。在同一年變化中，以秋茶活性最高，春茶和夏茶的活性最低，差異亦達一倍左右。由此結果顯示不同氮源處理對茶樹根部及葉片亞硝酸還原酵素活性沒有任何影響，但亞硝酸還原酵素活性大小明顯受季節的影響。

(三) 麩胺醯胺合成酵素

台茶12號在三種氮源處理下，茶樹根部麩胺醯胺合成酵素（Glutamine synthetase, GS）活性，在一年變化中以夏季活性較高，特別六月白施以硝酸態氮處理比硫酸銨或尿素處理有較高活性，且高出三分之一；春茶和冬茶則活性較低，尤其是冬茶降低幅度最為明顯（圖5A）。至於青心烏龍略有不同反應，除了秋茶以尿素處理，根部麩胺醯胺合成酵素活性較高外，其餘春茶、夏茶、六月白及冬茶均以硝酸態處理為最高，且有明顯差異。此外，冬茶無論在三種氮源處理下，麩胺醯胺合成酵素活性亦是最低（圖5B）。另外，由圖6A可以明顯看出，台茶12號在不同氮源處理下，嫩葉部位位麩胺醯胺合酵素活性雖沒有很明顯差異，但春茶、六月白及冬茶仍以硝酸態氮處理有較高活性，至於夏茶和秋茶則較低。青心烏龍經三種不同氮源處理後，其表現結果與台茶12號略有不同反應，施以硝酸態氮處理，對於嫩葉部位麩胺醯胺合成酵素活性並沒有較高趨勢，反而硫酸銨或尿素處理有較高活性；同時亦可發現春茶和夏茶施以硫酸銨肥料，其活性較尿素或硝酸態氮肥處理為高。反之，秋茶和冬茶則以尿素處理最佳；至於六月白，硫酸銨和尿素處理幾乎沒有明顯差異（圖6B）。就麩胺醯胺合成酵素活性變化來看季節影響活性似乎大於氮源處理，這種現象在根部較葉片明顯，不同氮源對麩胺醯胺合成酵素活性影響因品種不同，及部位不同而不同，似乎沒有一規則可循。

(四) 麩胺酸合成酵素活性

在三種不同氮源處理下，二供試品種，茶樹根部麩胺酸合成酵素（Glutamate synthetase, GOGAT）活性非常低，幾乎測不到其酵素活性反應；至於葉片則有較高酵素活性反應，且三種氮肥處理間亦有明顯差異。台茶12號嫩葉麩胺酸合成酵素活性，在同年變化中，以春茶和夏茶酵素活性反應0.25~0.44 u mole/g fr.wt/hr.為最高；秋茶和冬茶0.05~0.08 u mole/g fr.wt/hr.最低，相差幾乎高達五倍左右，特別是夏茶施以硫酸銨或尿素處理，其酵素活性最高，且較硝酸態氮處理高出三分之一以上。至於三種氮肥處理間在其他季節並沒有明顯差異（圖7A）。青心烏龍在不同氮源處理下，茶樹嫩葉麩胺酸合成酵素活性，除了秋茶和冬茶沒有明顯差異外；其餘三季均有明顯差異，並且以硫酸銨或尿素處理較硝酸態氮處理為高（圖7B）。

(五) 麩胺酸脫氫酵素活性

此外麩胺酸脫氫酵素(Glutamate dehydrogenase, GDH)茶樹根部活性，由圖8可以明顯看出，其活性非常低，除了台茶12號六月白施以尿素處理以及青心烏龍夏茶和六月白施以硝酸態氮處理有較高活性之外，其餘各季幾乎很低，無法測出其活性。同時亦發現夏茶和六月白，二供試品種在三種不同氮源處理下，其酵素活性反應完全不相同。至於嫩葉部位，除秋茶外，茶樹葉片麩胺酸脫氫酵素活性相當高，二個品種表現相當一致，但在三種氮肥處理下，略有不同反應。台茶12號春茶和秋茶以硝酸態氮處理其活性最高，尿素處理次，硫酸銨處理最低；夏茶、六月白及冬茶則均以硫酸銨或尿素處理為較高，硝酸態氮處理較低（圖9A）。反之，青心烏龍略有不同反應，在五個季節當中，均以尿素或硫酸銨處理較硝酸態氮處理為高，且有明顯差異，特別是冬茶（圖9B）。同時在一年變化中，以春夏茶麩胺酸脫氫酵素活性最高，秋茶最低，二個供試品種反應相類似。

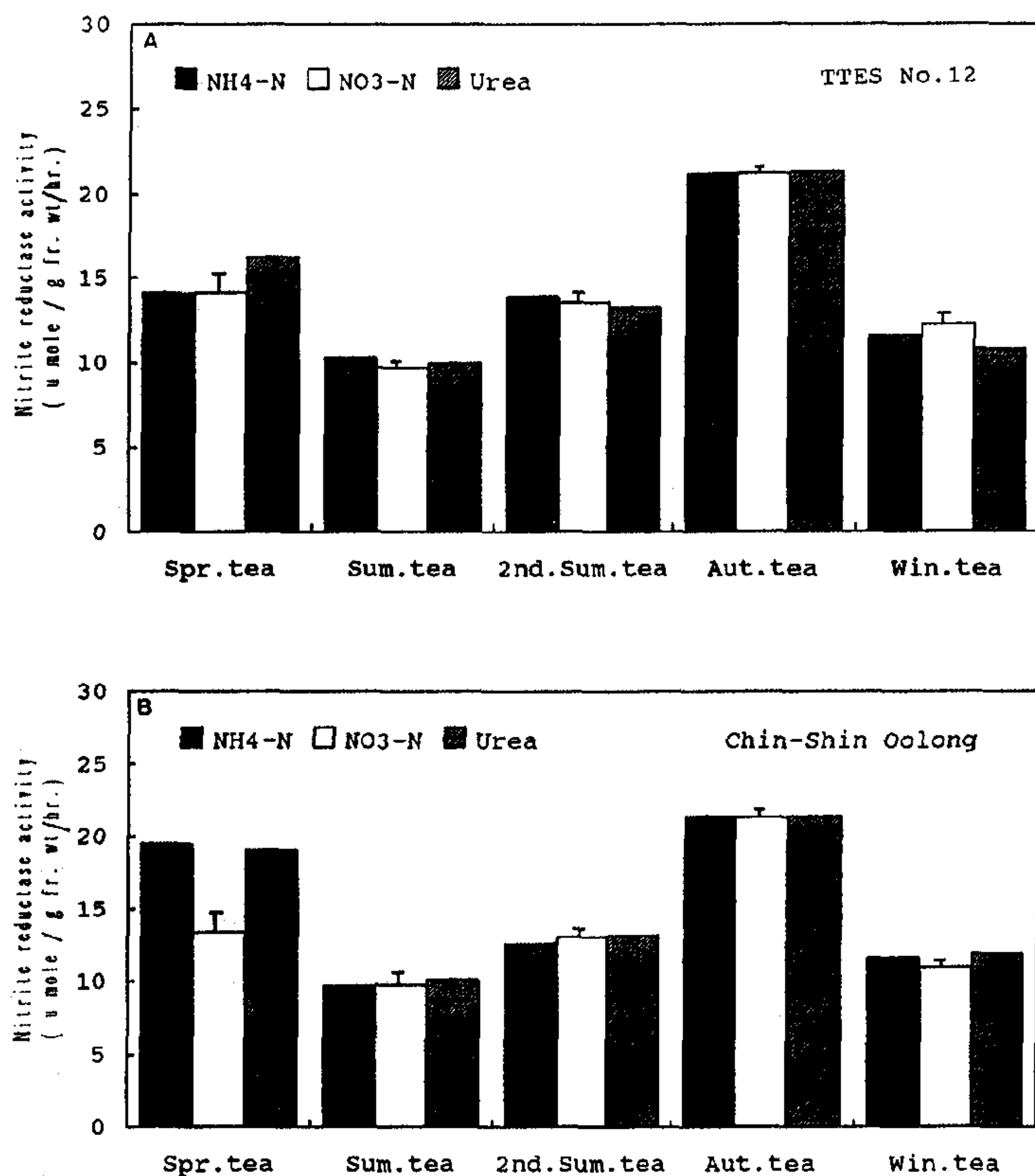


圖 3. 不同氮源對茶樹根部亞硝酸還原酵素活性之影響。

Fig. 3. Effects of nitrogen sources on nitrite reductase activity of roots in tow tea cultivars (1992).

1 : LSD.05

不同氮源對茶樹氮素代謝酵素活性之影響

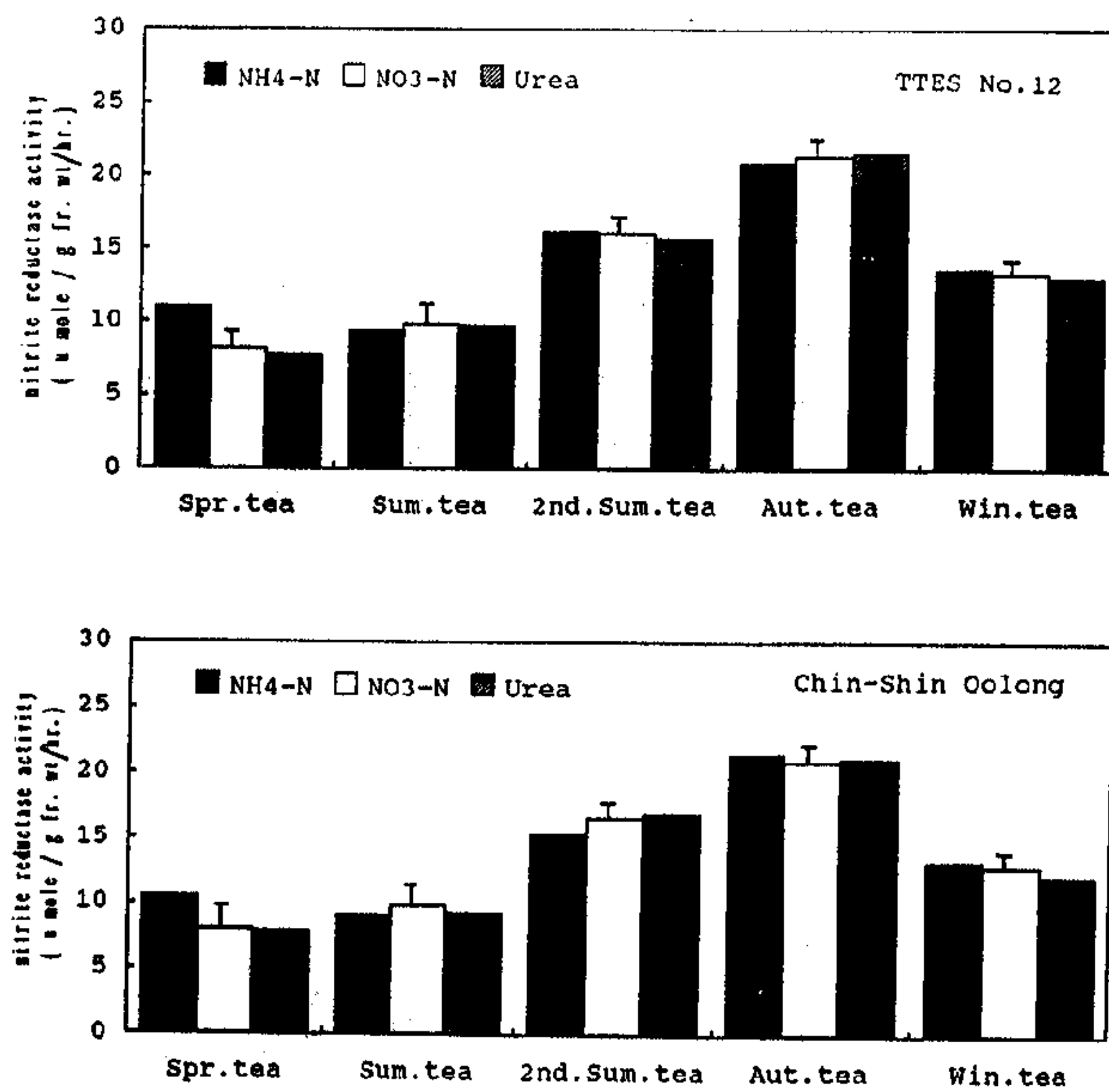


圖 4. 不同氮源對茶樹葉片亞硝酸還原酵素活性之影響

Fig. 4. Effects of nitrogen sources on nitrite reductase activity of leaves in two tea cultivars (1992).

I : LSD.05

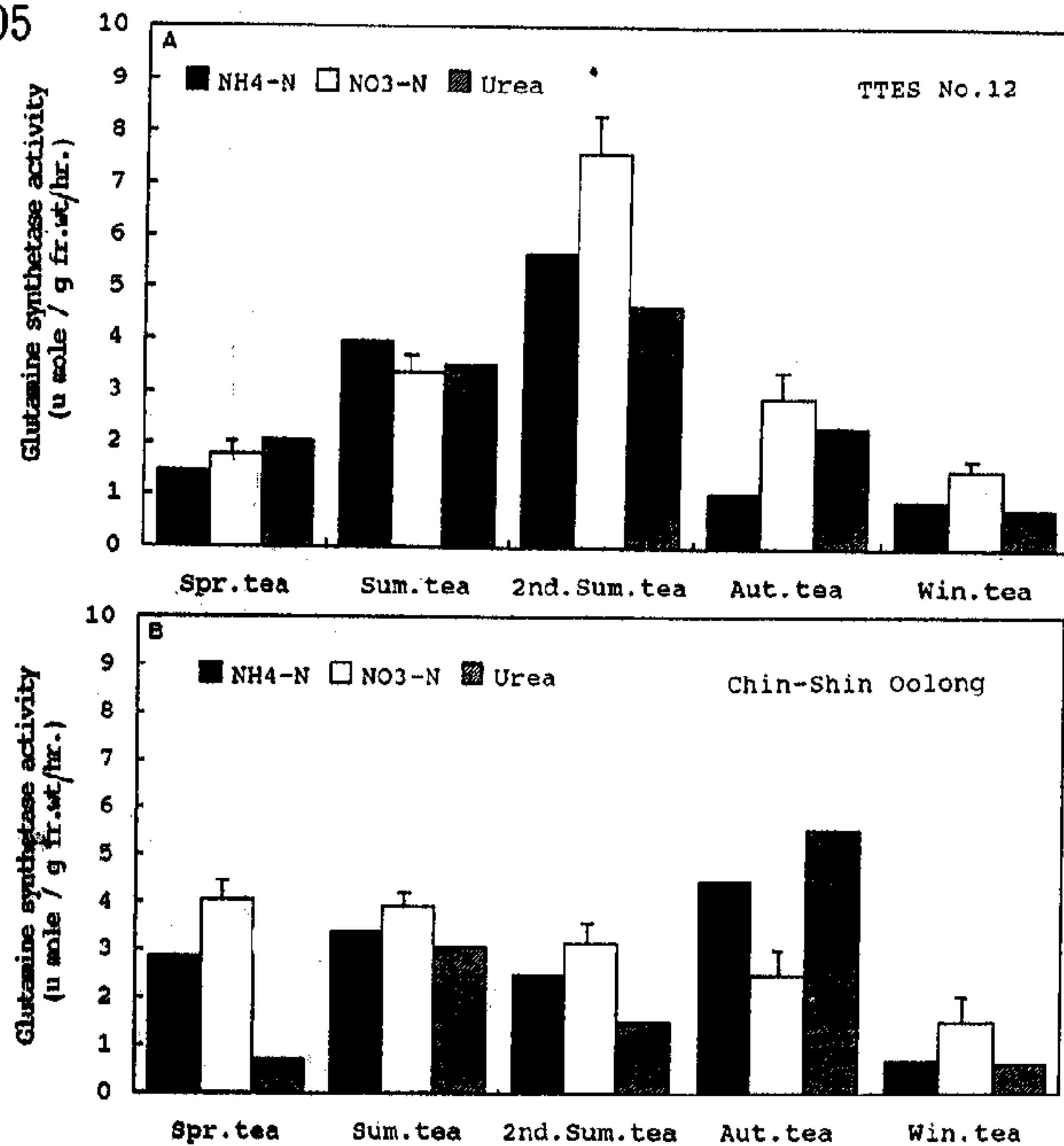


圖 5. 不同氮源對茶樹根部麩胺醯胺合成素活性之影響

Fig. 5. Effects of nitrogen sources on glutamine synthetase activity of root in two tea cultivars (1992).

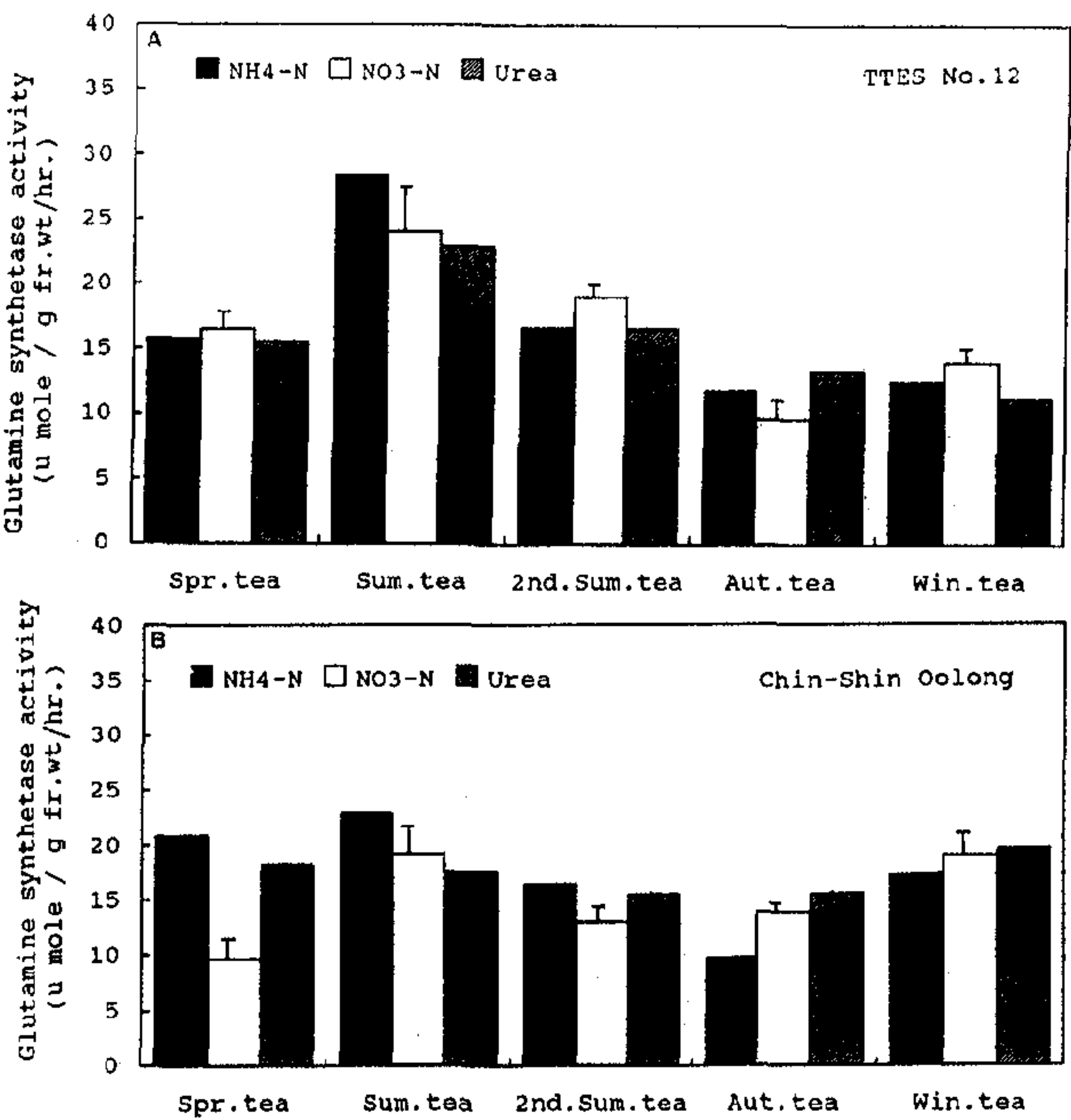


圖 6. 不同氮源對茶樹葉片麩胺醯胺合成酵素活性之影響
Fig. 6. Effects of nitrogen sources on glutamine synthetase activity of leaves in two tea cultivars (1992).

I : LSD.05

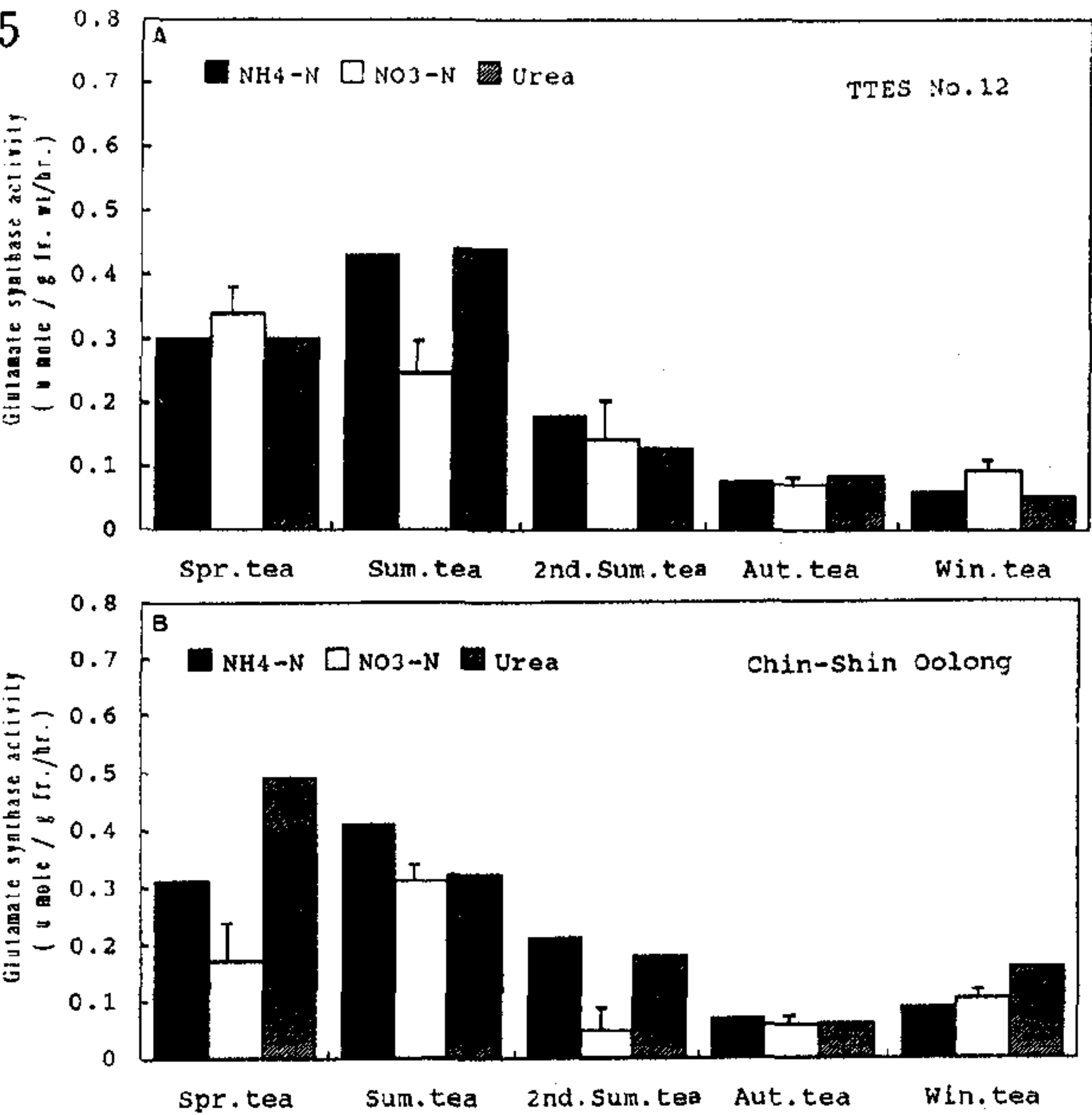


圖 7. 不同氮源對茶樹葉片麩胺酸合成酵素活性之影響
Fig. 7. Effects of nitrogen source on glutamate synthetase activity of leaves in two tea cultivars (1992).

I : LSD.05

不同氮源對茶樹氮素代謝酵素活性之影響

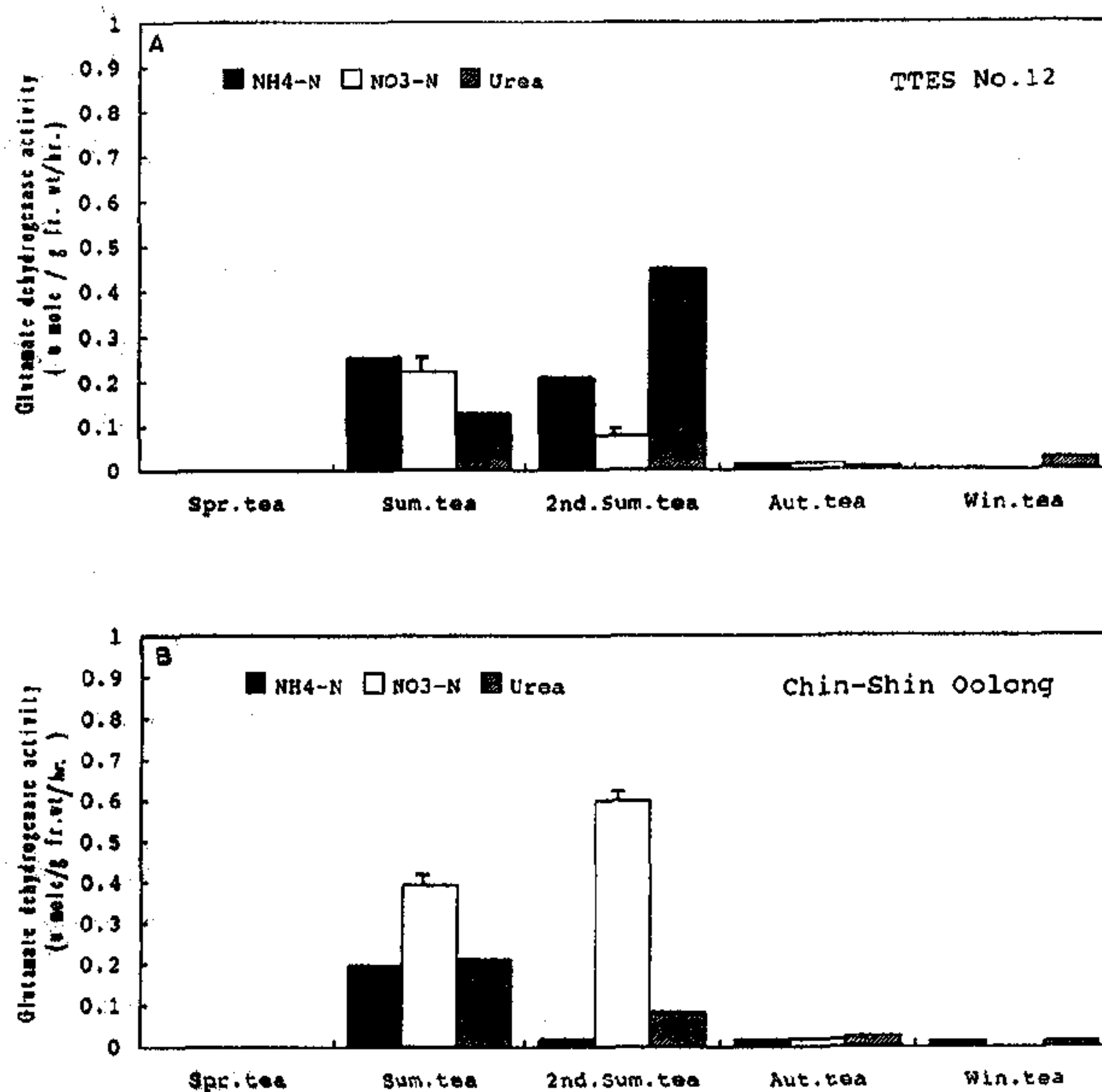


圖 8. 不同氮源對茶樹根部麩胺酸脫氫酵素活性之影響

Fig. 8. Effects of nitrogen sources on glutamate dehydrogenase activity of roots in two tea cultivars (1992).

I : LSD.05

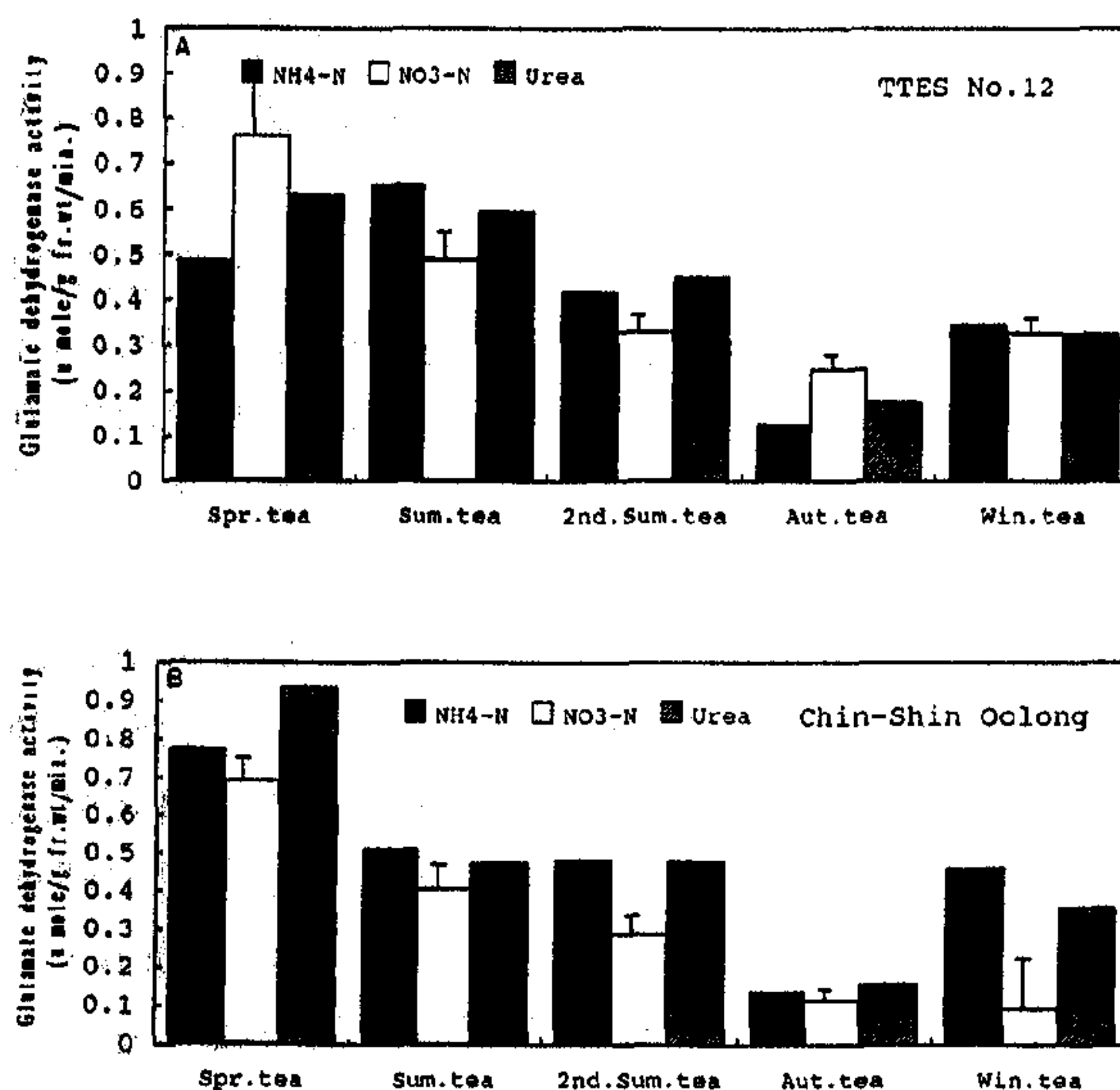


圖 9. 不同氮源對茶樹葉片麩胺酸脫氫酵素活性之影響

Fig. 9. Effects of nitrogen sources on glutamate dehydrogenase activity of leaves in two tea cultivars (1992).

I : LSD.05

綜合上述試驗結果顯示茶樹以硝酸態氮處理，根部所吸收的硝酸鹽離子大部分立刻隨著蒸散流直接經由木質部導管運送至葉片中。由表1-4可以明顯看出，二供試品種均以硝酸態氮處理較硫酸銨或尿素處理成熟葉片硝酸鹽離子含量高出一倍以。同時亦可發現茶樹植株各部硝酸鹽離子累積於葉片。因此根部吸收的硝酸鹽離子，若不被馬上利用時，則累積在葉片或枝條中，即存在於植物細胞中的兩個硝酸庫(nitrate pool)，一為貯藏庫(storage pool)大約有99%是貯存於液胞中，另一為代謝庫(metabolic pool)，位於細胞質(6.14)。

一般作物葉片全氮含量的多寡應與葉片中硝酸離子的代謝有密切關係，而硝酸還原酶活性(nitrate reductase activity)的大小又是控制硝酸還原作用的主要因素。由圖1及2結果中可看出，施以硝酸態氮處理，茶樹根部硝酸還原酶活性並沒有較高，反而，葉片硝酸還原酶活性隨硝酸鹽離子濃度的增加而提高，顯然茶樹硝酸還原作用主要發生在葉片，根部發生很小，此結果分析與高等(1989)、許和倪(1990)和Yoneyama and Kumazawa(1975)等人的結果相一致。同時亦可發現二品種硝酸還原酶活性以夏茶最高，春茶和冬茶最低，相差高達四倍左右，這可能是溫度的高低影響到硝酸態氮吸收以及硝酸還原酶活性大小。

當硝酸鹽離子經由根部吸收後，由木質部導管傳送至葉片，在葉片先還原成亞硝酸(nitrite, NO_2^-)，接著再立刻還原成銨(NH_4^+)才能被作物所利用，此種還原過程必需仰賴光合作用所提供的能源(ATP)及還原劑(NADH)，然後再進行一連串銨態氮的同化作用合成胺基酸或蛋白質等氮化合物。從圖3及4結果顯示，二供試品種在三種不同氮源處理下，根部和嫩葉亞硝酸還原酶活性(nitrite reductase activity)幾乎沒有明顯差異，由此結果說明亞硝酸還原酶在茶樹氮素代謝中並不是一個限制因子。至於施以硝酸態氮處理，茶樹亞硝酸還原酶活性並沒有比較高，推測可能與茶樹植株生長勢較弱，葉片葉綠素含量低且呈黃化現象，使得整個光合作用能力低，無法提供充足的光合物供氮素代謝所需能和還原劑，造成往後一連串的主要氮素代謝酶活性反有降低之趨勢。江(1954)試驗結果認為茶葉中硝酸還原作用有限，因此硝酸鹽在茶葉中利用效率不高，故硝酸態氮肥料不宜做為茶樹氮肥，此一結果與本試驗不謀而合。

當銨態氮被作物根部吸收後，大部分的銨態氮皆在根部直接經由麩胺醯胺合成酶(glutamine synthetase)及麩胺酸合成酶(glutamate synthetase)將銨態氮同化，合成麩胺醯胺(glutamine)或麩胺酸(glutamate)等有機物質，再經由木質部轉運到上部被利用(Shaner and Boyers, 1976)。至於尿素則須經由尿素酶(urease)先分解成氨離子和二氧化碳，然後再進一步進行銨態氮的同化作用。

就麩胺醯胺合成酶活性變化來看(圖5及6)，季節影響活性似乎大於氮源處理，這種現象在根部較葉片為明顯，不同氮源對麩胺醯胺合成酶活性影響因品種及部位而不同，似乎沒有一規則可循。但是二供試品種在三種氮源處理下，春茶或冬茶的麩胺醯胺合成酶活性遠較其他三季為低，推測原因可能與溫度有關。因為儘管茶樹在整個越冬過程中都不斷進行代謝活動，隨著休眠時間的延長，對氮素的吸收、代謝及同化利用能力亦明顯降低。

一般麩胺醯胺合成酶是銨同化作用的起點，促進麩胺醯胺的合成，麩胺酸合成酶則是將麩胺醯胺上的醯胺(amide-N)轉移到 α -酮戊二酸(α -ketoglutarate)上形成麩胺酸，因此兩酶彼此依賴於相互的受質供應，構成所謂麩胺醯胺合成酶/麩胺酸合成酶循環。本試驗研究結果發現二供試品種在三種不同氮源處理下，茶樹根部麩胺酸合成酶活性非常低，幾乎測不到其酶活性反應；至於葉片則有較高酶活性，二供試品種均以硫酸銨或尿素處

理比硝酸態氮處理有較高嫩葉麩胺酸合成酵素活性，此結果反應可能與茶樹好鉍性有關，或是與光合產物的供給有相關。同時亦發現春茶、夏茶及六月白麩胺酸合成酵素活性較秋茶和冬茶為高，推測可能與氣溫高低有關係。石垣（1979）亦認為茶樹是常綠多年生作物，其生長有一定的周期，且生長周期受到氣象條件，特別是氣溫所左右，季節變化的不同隨著養分吸收和代謝的變化亦有差異。因此當氣溫開始下降時，其各項生育活動趨於緩慢，冬季則生育幾乎停止。

保科和小菅（1985）以綠茶品種（やぶきた）為材料，利用 $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 追蹤法探討茶樹氮素代謝，結果發現鉍態氮被茶樹吸收後，主要同化為麩胺酸，同時亦發現麩胺酸能與乙胺（ethylamine）結合，經由茶胺酸合成酵素（theaninease）的催化作用，在根部合成茶胺酸，然後經由木質部轉運到地上部。本試驗結果亦發現施尿素或硫酸鉍處理對於茶樹根部或嫩葉部位含有大量茶胺酸，硝酸態氮處理則較少（資料未列），此結果反應是否意味著施用硝酸態氮肥料會降低茶胺酸合成酵素活性，使得茶胺酸合成減少，或是茶胺酸被分解成乙胺和麩胺酸，以致造成麩胺酸或麩胺酸在根部或葉片累積。至於茶樹根部麩胺酸合成酵素活性非常低，幾乎測不到其酵素活性反應，推測是否與麩胺酸和茶胺酸代謝有關。保科（1985）指出麩胺酸代謝速度比茶胺酸代謝慢。

事實上一般作物鉍同化成胺基酸，除了經由麩胺酸合成酵素／麩胺酸合成酵素循環以外，亦可經由麩胺酸脫氫酵素（glutamate dehydrogenase）的催化作用將鉍同化成麩胺酸，作為代替麩胺酸合成酵素／麩胺酸酵素的代途徑。本試驗結果發現茶樹本身有較高麩胺酸脫氫酵素的活性，由圖8及9可以明顯看出茶樹嫩葉部位麩胺酸脫氫酵素活性較根部來得高。譚（1977）亦曾認為葉綠體是高等植物鉍同化的主要場所，其中麩胺酸脫氫酵素大部分存於葉肉細胞或維管束鞘的葉綠體中。故葉片含有較高麩胺酸脫氫酵素活性。從試驗結果中亦可發現二供試品種幾乎均以硫酸鉍或尿素處理較硝酸態氮處理有較高麩胺酸脫氫酵素，推測其原因可能與茶樹好鉍性或氮素代謝酵素途徑有關。至於二品種在同一年變化中，以春茶、夏茶及六月白的麩胺酸脫氫酵素活性最高，秋茶和冬茶最低，推測可能受氣溫的影響。

結 語

氮肥的種類雖有很多種，但最後能被作物所吸收利用的，只有鉍態氮和硝酸態二種。茶樹本身是一種嗜鉍性作物，因此當鉍離子被茶樹根部吸收後，大部分的鉍離子直接根部進行鉍同化作用，合成麩胺酸、麩胺酸或茶胺酸等有機物質，再經由木質部導管轉送至地上部被利用。此外，茶樹鉍同化成胺基酸，除經由麩胺酸合成酵素／麩胺酸合成酵素循環外，發現茶樹葉片含有很高麩胺酸脫氫酵素的活性，所以亦可經由麩胺酸脫氫酵素的催化作用將鉍同化成麩胺酸，可做為代替麩胺酸合成酵素／麩胺酸合成酵素的代謝途徑，亦由於這二代謝途徑的相互配合，不但可製造茶樹同化所需的麩胺酸，其且具有防止細胞不致受到鉍離子累積的毒害，纔能使氮素發揮致最大利用效率，使得茶樹生育最為旺盛，進而獲得高產優質的茶菁原料。因此根據不同氣候環境，不同土壤的施肥質地、品種特性、以及採摘量等條件下，擬定合理有效的氮肥措施，對於提高茶葉產量，增進茶葉品質無疑有利。

參考文獻

1. 江毓西. 1954. 葉施肥對於茶樹生葉收量及成茶品質之影響. 茶葉研究論文集 1:36~4。
2. 李娟. 1986. 茶樹秋冬季之氮代謝與養分利用. 中國茶葉 3:10~12。
3. 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。
4. 高祖明、張耀棟、張道勇、史瑞和. 1989. 氮磷鉀對葉菜硝酸鹽積累和硝酸還原酶、過氧化物酶活性的影響. 園藝學報 16:293~297。
5. 許長藹、倪晉山. 1990a. 小麥葉內硝酸還原的代謝庫. 植物生理學報 16:277~283。
6. 許長藹、倪晉山. 1990b. NO_3^- 上運和液泡內 NO_3^- 外流對小麥葉內硝酸還原酶活性的調節. 植物生理學報 16:340~346。
7. 譚鎮中. 1977. 植物氮同化過程中的幾種酵素. 興大土壤 3:31~39。
8. 小菅伸郎. 1987. 茶園土壤における適正pHについて. 茶業研究報 66:98~101。
9. 石垣幸三. 1979. チヤが秋に吸収する養分. 茶 32:10~14。
10. 保科次雄. 1985. 茶樹による施肥氮素の吸収に関する研究. 茶業試驗場研究報告 20:1~41。
11. 保科次雄、小菅伸郎. 1985. 茶樹の根における施肥氮素の同化と地上部への轉流. 茶業研究報告 61:14~17。
12. 保科次雄、香西修治、石垣幸三. 1978. 茶樹における夏肥氮素の吸收代謝に及ぼす施肥時期及び氮素形態の影響. 茶業技術研究 54:28~32。
13. 奥村茂夫. 1985. 多肥栽培の問題點. 茶 38:20~26。
14. Aslam, M., A. Oaks and R. C. Huffaker. 1976. Effect of light and glucose on the induction of nitrate reductase and on the distribution of nitrate in etiolated barley leaves. Plant Physiol. 58: 588~591.
15. Campbell, W. H., and J. Smarrelli, Jr. 1978. Purification and kinetics of higher plant NADH: nitrate reductase. Plant Physiol. 61: 611~616.
16. Catalodo, D. A., M. Haroon, L. E. Schrader, and V. L. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of sulicylic acid. Commun. Soil Sci. Plant Analysis. 6: 71~80。
17. Oaks, A., I. Stulen, K. Jones, M. J. Winspear, S. Misra, and I. L. Boesel. 1980. Enzymes of nitrogen assimilation in maize roots. Planta 148: 477~484.
18. Shaner, D. L., and J. S. Boyero. 1976. Nitrate reductase activity in maize (*Zea mays* L.) leaves. Plant Physiol. 58: 499~504.
19. Singh, R. P., and H. S. Srivastava. 1986. Increase in glutamate synthetase(NADH) activity in maize seedlings in response to nitrate and ammonium nitrogen. Physiol. Plant. 66: 413~416.
20. Suzuki, A., A. Oaks, J. P. Jacquot, J. Vidal, and P. Gadal. 1985. An electron

- transport system in maize roots for reactions of glutamate synthetase and nitrite reductase. *Plant Physiol.* 78:374~378.
21. Wilson, K. O. 1975. Studies on the mineral nutrition of tea. II. Nitrogen. *Plant Soil* 42: 501~516.
22. Yoneyama, T., and K. Kumazawa. 1974. A kinetic study of the assimilation of ^{15}N -labelled ammonium in rice seedling roots. *Plant Cell Physiol.* 15: 655~661.
23. Yoneyama, T., and K. Kumazawa. 1975. A kinetic study of the assimilation of ^{15}N -labelled nitrate in rice seedlings. *Plant Cell Physiol.* 16: 21~26.

Effects of Various Nitrogen Sources on Nitrogen Metabolism Enzymes Activity of Tea Plant

Chwei-Feng Chiou¹ Teh-Ming Chu²

Summary

The objective of the experiment was to evaluate the effects of various N sources on the nitrogen metabolism of tea plants. Two tea cultivars, Taiwan Tea Experiment Station No.12(TTES No. 12) and Chin-Shin Oolong, were grown in sand culture and supplied with nutrient solution, which content 40ppm of pure nitrogen. The nitrogen come from 3 different sources, which are ammonium nitrogen (as ammonium sulfate) 、 nitrate nitrogen (calcium nitrate and sodium nitrate) and urea, respectively. The experiment was conducted in the Taiwan Tea Experiment Station (from 1991 to 1992), and tea plants were sampled during the growth period.

Reduction in growth 、 yield and quality of tea plants by using nitrate--N was associated with the enzymes controlling the nitrogen metabolism. Nitrogen metabolic changes including nitrate content and nitrate reductase activity localized primarily in the leaves were higher in tea plants grown under nitrate--N than that under ammonium--N or urea. While activities of nitrite reductase 、 glutamine synthetase 、 glutamate synthetase and glutamate dehydrogenase in nitrate--N treated plant were significantly lower than those in ammonium-N or urea treated plant. Also, the activities of these enzymes controlling the nitrogen metabolism were affected highly by the seasonal changes.

Key words: Nitrogen sources, Tea plant, Nitrogen metabolic

-
1. Assistant Agronomist, Taiwan Tea Experiment Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R. O. C.
 3. This project was financially sponsored by council of Agriculture, R.O.C.

不同氮源對茶樹氮素代謝酵素活性之影響

附件一：NH₄⁺-N和Urea養液肥料濃度(ppm)

藥 品 名	濃 度	N	P	K	Ca	Mg	Fe	B	Mn	Za	Cu	Mo	Al
(NH ₄) ₂ SO ₄ 或 Co(CH ₂) ₂	1M	40											
KH ₂ PO ₄	1M		3.1	3.9									
K ₂ SO ₄	0.5M			36.1									
CaCl ₂ .2H ₂ O	1M				30								
MgSO ₄ .7H ₂ O	20mM					25							
Fe-EDTA	20mM						0.35						
H ₂ BO ₃	25mM							0.1					
MnSO ₄ .4H ₂ O	2mM								1				
ZnSO ₄ .7H ₂ O	2mM									0.1			
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.5mM										.025		
Na ₂ Mo ₂ O ₄ .2H ₂ O	0.5mM											0.05	
Al ₂ (SO ₄) ₃ .16-18H ₂ O	1M												10.8
	合 計	40	3.1	40	30	25	0.35	0.1	1	0.1	.025	0.05	10.8

附件二：NO₃⁻-N養液肥料濃度(ppm)

藥 品 名	濃 度	N	P	K	Ca	Mg	Fe	B	Mn	Za	Cu	Mo	Al
Ca(NO ₂) ₂ .4H ₂ O	1M	40			30								
KH ₂ PO ₄	1M		3.1	3.7									
K ₂ SO ₄	0.5M			36.1									
NaNO ₃	1M												
MgSO ₄ .7H ₂ O	20mM					25							
Fe-EDTA	20mM						0.35						
H ₂ BO ₃	25mM							0.1					
MnSO ₄ .4H ₂ O	2mM								1				
ZnSO ₄ .7H ₂ O	2mM									0.1			
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.5mM										.025		
Na ₂ Mo ₂ O ₄ .2H ₂ O	0.5mM											0.05	
Al ₂ (SO ₄) ₃ .16-18H ₂ O	1M												10.8
	合 計	40	3.1	40	30	25	0.35	0.1	1	0.1	.025	0.05	10.8

台灣之茶文化及其科學

阮 逸 明*

摘 要

台灣之有茶，早於1645年（荷蘭據台時期）之巴達維亞城日記中就有記載；另據諸羅縣誌（1717年）載有：「水沙連內山，茶甚夥，……」。由此觀之，台灣早有野生山茶。

然而，台灣近二百年來，茶樹栽培及茶葉製造之發展，與上述野生茶並無關連，茶園所植之茶樹更與野生茶無親緣之關係。台灣現今供製造包種茶，烏龍茶等優良地方品種，是先民由福建帶來之閩茶品種，早期製茶技術亦由福建製茶師父來台傳授，因此台灣產製包種茶、烏龍茶之技術乃源自福建，但在政府有關機構不斷應用新科技、新技術輔導茶農改進產製技術，提高茶葉品質，已逐漸演變而自成一格；其外觀及香味與中國大陸烏龍茶絕然不同，各茶區亦依其產製環境之特性而發展出各種特色茶。

台灣地區製茶種類緣於歷史淵源、生活、文化及經濟因素而先後引進及發展烏龍茶、包種茶、紅茶、綠茶（龍井、眉茶及煎茶）等製造技術，使台灣成為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。

台灣之茶文化源於閩粵工夫茶之好客隨俗風尚，融入江南文人茶之風雅，而成就台灣獨特的茶藝文化。台灣的茶藝館也在無心插柳的情況下，間接帶動了民俗藝品、陶藝品、園樂及仿中國古典建築之懷古風潮，尤其是拓展了茶器藝術的視野。

1975年後，台灣經濟起飛，生活水準提高，政府輔導舉辦優良包種烏龍茶比賽及宣導國人飲茶，茶藝館逐漸興起而取代盛極一時的港式茶樓飲茶方式。愛茶人士及業者也相繼成立推廣茶藝文化的民間組織，於1982年9月首先成立中華民國茶藝協會，並提出中華茶藝的基本精神——「清、敬、怡、真」；1984年9月由茶藝業者籌組成立「中華茶藝業聯誼會」，闡揚中華茶藝文化，推廣茶藝精緻生活，促進國際茶文化交流為其宗旨。1984年6月成立天仁茶藝文化基金會，其宗旨為以茶藝平和悠美的意境，建立國民新的生活規範，使社會達到富而好禮的境界。1985年以來大專院校的學生社團亦相繼成立茶藝社，推展學生茶藝活動。

*台灣省茶業改良場 場長

茶業在台灣有其經濟生產價值，更有非經濟性文化特質，目前台灣茶業雖面臨勞力缺乏、工資高漲、消費者口味多元化、茶葉進口日益增多之壓力，但若能調整產銷結構，應用新科技、新技術提升茶葉產製技術，結合茶業科技及茶藝文化促使茶藝生活化及發揚茶文化特質，必能使傳統產業現代化及永續發展。

台茶之源起與發展

台灣之有茶，早於荷蘭據台時期（1624～1662年），荷人所寫巴達維亞城日記1645年3月11日之記事中載有「茶樹在台灣也有發現，唯似乎與土質有關，……」，雖未載明發現之地點，但其所指之茶樹無疑是指野生茶樹，且與清代文獻所載水沙連之野生茶樹，應無相關，蓋因荷蘭人往南投水沙連方面的發展遲至1650年左右才開始。

又據諸羅縣誌（1717年）記載：「水沙連內山，茶甚夥，……」；赤嵌筆談（1736年）載有「水沙連社茶在深山中，……每年通事與各蕃說明，入山焙製」；而淡水廳誌中亦載有貓螺內山產茶，性極寒，蕃不敢飲。所謂貓螺內山乃今南投、埔里、水里地區的深山；而水沙連乃自埔里的五城往集集、沙連一直到濁水溪上游蕃地的總稱。當時蕃界與平地隔絕，非經通事（理蕃官職）與之議妥，不得進入。由此觀之台灣先民早已利用野生山茶焙製茶葉營販。

然而，本省近二百年來，茶樹栽培及茶葉製造之發展，與上述野生茶並無關連，茶園所植之茶樹更與野生茶無親緣之關係。本省現今供製造包種茶，烏龍茶等優良地方品種，是先民由福建帶來之閩茶品種，早期製茶技術亦由福建製茶師父來台傳授，因此台灣產製包種茶、烏龍茶之技術乃源自福建。

清嘉慶年間（1810年），柯朝氏自福建武夷山引入茶籽，種植於鯪魚坑（今台北縣瑞芳地區），相傳為台灣北部植茶之始。

清咸豐乙卯年（1855年），林鳳池氏自福建引入青心烏龍茶苗，種植於凍頂山，相傳為凍頂烏龍茶之起源。

清末民初，張氏兄弟由福建安溪引入純種鐵觀音茶苗及製造技術，在木柵樟湖山種植及試製鐵觀音茶，相傳為木柵鐵觀音之起源。

清廷鑑於茶為台灣重要經濟作物，乃鼓勵茶之生產。當時台灣北部沿淡水河上游及其支流大料坎（大漢溪）、新店、基隆三溪之丘陵地帶廣植茶樹。

清光緒十一年（1885年）台灣建省，劉銘傳任巡撫，劉氏為圖強茶業之團結，擴展生產，改良技術，精進品質，獎勵輸出，遂於光緒十五年（1889年），特命茶業者組織「茶郊永和興」，此即茶商公會之起源。此時，茶園開拓益廣，一直拓展至宜蘭、新竹以南，產茶量亦隨之遽增，而輸出量亦於光緒十九年（1893年）達九千八百餘公噸。

光緒二十一年（1895年），甲午戰爭清廷戰敗，將台灣割讓日本統治，當時日本乃以茶與蠶絲為國家重要經濟產業，故將台灣既有二萬六千餘公頃茶園，列為台灣重要農業產業，除擴大栽培面積外，並積極從事茶樹品種及栽培技術改良，烏龍茶、包種茶與紅茶等製造技術改良與推廣，奠定茶業技術改良基礎。台灣光復後政府積極獎勵復興茶園，組織台茶改進委員會輔導改良茶園耕作及製茶技術，並設立茶葉生產專業區，整合茶業研究機構將台灣省農業試驗所所屬平鎮茶業試驗分所、魚池茶業試驗分所及農林廳所屬茶業傳習所合併改組為台灣省茶業改良場專責茶業試驗研究及示範推廣工作；產、官、學界相互配合，致使茶業科技研究、產製技

術及特色茶享譽全球。

台茶現況及特色

目前台灣地區茶園面積約二萬一千公頃，集中於台北、桃園、新竹、苗栗、南投、嘉義、雲林、宜蘭、花蓮及台東等海拔數百公尺至一千五公尺間的丘陵地、緩坡地及高山等，年產量約二萬二千公噸。

台灣地區製茶種類緣於歷史淵源因生活、文化及經濟因素而先後引進及發展烏龍茶、包種茶、紅茶、綠茶（龍井、眉茶及煎茶）等製造技術，使台灣成為獨一兼具不發酵茶類（綠茶），部份發酵茶類（種茶、烏龍茶）及全發酵茶類（紅茶）產製技術的產茶地區。

台灣栽培之茶樹品種及製茶技術等，雖然早期皆由先民自大陸傳入，福建烏龍茶及鐵觀音茶的製茶技術先後傳入本島，然而台灣包種茶及烏龍茶的產製技術，在政府有關機構不斷應用新科技、新技術輔導茶農改進產製技術，提高茶葉品質，已逐漸演變而自成一格，其外觀及香味與大陸烏龍茶絕然不同。各茶區亦依其產製環境之特性而發展出各種特色茶：如台北文山包種茶、石門鐵觀音、木柵鐵觀音、桃園龍泉茶、新竹白毫烏龍（椶風茶）、苗栗明德茶、南投松柏長青茶、凍頂茶、竹山金萱、宜蘭素馨茶、台東福鹿茶、花蓮天鶴茶、以及新興高山茶等皆各有其特殊風味。台灣製茶種類花色雖然繁多，但文山包種茶、凍頂茶、白毫烏龍（椶風茶）及高山茶號稱台灣四大特色茶，茲將其品質特色簡述如后：

一、文山包種茶：

文山包種茶產於台灣北部山區鄰近烏來風景區，以台北縣坪林、石碇、新店所產最負盛名。文山包種茶要求外觀呈條索狀，色澤翠綠，水色蜜綠鮮豔略金黃，香氣清雅似花香，滋味甘醇滑潤帶活性。是著重香氣的茶葉，香氣愈濃郁品質愈高級。

二、凍頂茶：

凍頂茶產於台灣中南部鄰近溪頭風景區海拔500～800公尺山區，為南投縣鹿谷鄉的特產茶葉。凍頂茶因製造過程經過布球揉捻（團揉），外觀緊結成半球形，色澤墨綠，水色金黃亮麗，香氣濃郁，滋味醇厚甘韻足，飲後回韻無窮，是香氣、滋味並重的台灣特色茶。

三、白毫烏龍茶（椶風茶）：

白毫烏龍為台灣名茶中之名茶，全世界僅台灣產製，由採自受茶小綠葉蟬吸食之青心大有幼嫩茶芽，經手工攪拌控制發酵，使茶葉產生獨特的蜜糖香或熟果香，為新竹縣北埔、峨眉及苗栗縣頭份所產特色茶。白毫烏龍茶，以芽尖帶白毫愈多愈高級而得名，其外觀不重條索緊結，而以白毫顯露，枝葉連理，白、黃、褐紅相間，猶如朵花為其特色，水色呈琥珀色，具熟果香、蜜糖香，滋味圓柔醇厚。

四、高山茶：

台灣飲茶人士所慣稱的「高山茶」是指，海拔1000公尺以上茶園所產製的半球型包種茶（市面上俗稱烏龍茶）。主要產地為嘉義縣、南投縣內海拔1000～1500公尺新興茶區。因為高山氣候冷涼，早晚雲霧籠罩，平均日照短，致茶樹芽葉所含兒茶素類等苦澀成分降低，而

茶胺酸及可溶氮等對甘味有貢獻之成分含量提高，且芽葉柔軟，葉肉厚，果膠質含量高，因此高山茶具有色澤翠綠鮮活，滋味甘醇、滑軟、厚重帶活性，香氣淡雅，水色蜜綠顯黃及耐沖泡等特色。

台茶發展策略

茶業在台灣有其經濟生產價值，更有非經濟性的發展價值，目前台灣茶業雖面臨勞力缺乏、工資高漲、消費者口味多元化、茶葉進口日益增多之壓力，但若能(1)加強茶園水土保持工作(2)輔導改良機械採茶技術，提高剪採茶菁品質，減緩手採人工需求壓力(3)推行茶園省水灌溉，減少茶樹旱害(4)配合電腦診荐系統推行茶樹肥培合理化(5)推行茶園有機農法耕作，追求永續茶業(6)加強推行大面積茶樹病蟲害非農藥防治(7)推行茶葉製造及精製作業自動化(8)推展茶葉多元化產品(9)輔導農民團體推展茶葉分級包裝直銷(10)結合茶業科技茶藝文化促使茶藝生活化。調整產銷結構，及應用新科技、新技術提升茶葉產製技術，必能使傳統產業現代化及永續發展。其中短程發展策略包括下列各項：

- 一、為因應高級茶區勞力缺乏，而茶葉產製具週期性，且短期內需求大量勞力，目前雖有許多製造過程可用機械代替手工，但勞力需求最多的團揉（布球揉捻），乃未能完全以機械代替手工，而耗時最長且最需依賴經驗與技術的靜置與攪拌，仍大都依賴人工控制茶葉進行部份發酵，使茶葉獲致最佳的色、香、味品質，今後實有必要發展各製茶單元（如萎凋、攪拌、團揉、乾燥等）自動化控制機械，以降低高級茶生產成本，且易於控制成品品質。
- 二、本省茶業除發展高級特色茶外，利用大型機械大量製造一般內外銷用茶葉，仍有其重要性，尤其低海拔茶區，茶菁採收大都採行剪採，短期間採收的大量茶菁，必需配合大型自動化製茶機械，才能在勞力缺乏，工資高漲的現況下，使低海拔剪採茶園降低生產成本，大量產製品質均一的茶葉，除可供一般內外銷之用，尚可穩定供應國內罐（盒）裝茶飲料所需之原料茶。
- 三、袋茶（Tea bag）因沖調飲用方便，極具發展潛力；但目前乃以紅茶系列為袋茶的主流，此乃因袋泡紅茶早期即風行於歐美，為因應袋泡紅茶的需求，紅茶製造法早已突破傳統製法，而發展出一套生產碎型紅茶供袋茶包裝之技術。本省因飲用袋茶已漸成風潮，而目前又以袋泡紅茶為主流，實有必要加速促進本省袋泡包種茶及烏龍茶的發展，使年青人接受本省傳統茶葉俾能與進口紅茶相抗衡，加強傳統茶葉飲料的地位。
- 四、茶菁剪採及製茶機械化是必然的趨勢，但為因應伴隨機械化所產生的粗製茶梗長、老葉、黃片多的問題，茶葉精製機械如：拔梗機、篩切機、色澤選別機、風選機等的改良，茶葉併堆及精製技術的改進與輔導業者，近年來雖有突破性的研發成果，但仍須再加強國產化及降低機械設備成本。
- 五、開發茶葉多樣化產品，並加強副產物之加工利用研究，提高其行銷競爭力。
- 六、擴大培育茶業技術人員，適時辦理技術訓練及講習，普遍提高茶業技術人員素質；研訂茶葉分級標準，輔導茶農從事分級包裝，逐步實施茶葉品質分級制度。

台灣茶藝文化團體

1975年後，台灣經濟起飛，生活水準提高，政府輔導舉辦優良包種茶比賽及宣導國人飲茶，茶藝館逐漸興起而取代盛極一時的港式茶樓飲茶方式。愛茶人士及業者也相繼成立推廣茶藝文化的民間組織，於1982年9月首先成立中華民國茶藝協會，並提出中華茶藝的基本精神——「清、敬、怡、真」；「清」：即「清廉」、「清潔」、「清靜」、及「清寂」之清。「茶藝」的真諦，不僅求事物外表之清潔，更需求心境之清寂、寧靜、明廉、知恥，在靜寂的境界中，方能體味「飲茶」之深奧。「敬」：敬者萬物之本，無敵之道也。敬乃對人尊敬，對己謹慎，其顯現於形表者為誠懇之儀態，無輕藐虛偽之意，敬與和相輔，勿論賓主，一舉一動均含有「能敬能和」之心情，不流於凡俗，一切煩思雜慮，由之盡滌，茶味所生，賓主之心歸於一體。「怡」：據說文解字注：「怡者，和也、悅也、樂也。」可見怡字含義廣博。調和之意味，在於形式與方法；悅樂之意味在於精神與情感，飲茶啜苦咽甘，啟發生活情趣，培養寬闊胸襟與遠大眼光，不爭名奪利，使人我之間的紛爭，消弭於無形；怡悅的精神，在於不矯飾自負，樂觀進取，處身於溫和之中，養成謙恭的行爲。「真」：真理之真，真知之真。至善即是真理與真知結合的總體。至善的境界，是存天性，去物慾，不為利害誘惑，格物致知，精益求精，換言之，用科學的方法，求得一切事物的至理，飲茶的真諦，在於啟發智慧與良知，使人人在日常生活中，澹泊明志，儉德行事，臻於真、善、美的境界。

台灣現代最早的茶藝館，可追溯到1976年台北市林森北路的中國功夫茶館，及同時期在高雄出現的玉葫蘆茶館；但台灣茶藝館業者約在1981年始談起籌組聯誼會事宜，當時台北地區陸續開了八家茶藝館：陸羽、白雲軒、紫藤廬、貴陽、仙境、老龔、神州及雅仕坊；這些茶藝館業者為了研討如何向社會推出茶藝館形象；在1981年7月由陸羽茶藝中心的蔡榮章總經理邀集業者開會，決議：

(一)發行八家茶藝館的聯合名片。

(二)採用「茶藝館」作為共同名稱。

(三)採用紫藤廬周渝先生的提議以「從咖啡廳到茶藝館、從西方情調走進東方境界」為號召，引導社會大眾走向茶藝館。

1981年底，台北的傳播媒體開始注意茶藝館這門新興行業，特別以專題介紹了陸羽與紫藤廬兩家茶藝館，向大家解說茶藝館的理念與泡茶技巧，而揭起了茶藝之風。

1981年底台北茶藝館業者在仙境之家聚會，成立「大台北茶藝業者聯誼會」；會中並選出仙境的林昭宏先生為第一任會長，老龔茶坊的龔于堯先生出任總幹事。這時已有十五家茶藝館參加，因此重新印製了第二次的聯合名片，名片仍由周渝設計，以「靜」字為茶藝館的新形象，同時「宜興式茶具品茗法」也首次出現在聯合名片中。

此一時期的茶聯會員，都有共同開發市場的共識，遇有活動，大多出錢出力，全力支援，如有新茶藝館開業，會員也會在籌備裝修時給予熱心的協助。1982年更由陸羽茶藝中心推動，舉辦了第一屆中華茶藝獎選拔賽。

1984年4月13日由陸羽茶藝中心蔡榮章先生邀集全省七十四家茶藝館負責人，召開「茶藝館負責人聯誼會」，決議：

(一)每月第三個星期下午二時，輪流在各茶藝館召開聯誼會，這是茶聯會例行月會的由來。

(二)印製第三次聯合名片，以「自然精神的再發現，人文精神的再創造」為新號召，並印出「台灣主要茶葉的認識」使社會大眾更了解台茶的優美。

1984年9月17日在逸清茶藝館的聚會中，正式成立「中華茶藝事業聯誼會」，推舉陸羽蔡榮章先生為創會會長，東坡居的殷魁志為副會長。中華茶藝業聯誼會成立宗旨為：闡揚中華茶藝文化，推廣茶藝精緻生活，促進國際茶文化交流。目前中華茶藝業聯誼會在總會下設台北分會、台中分會、台南分會及高雄分會；現任(第十三屆)總會長為翰林茶館總經理涂宗和先生。

1984年6月由天仁茶業公司李瑞河董事長發起成立天仁茶藝文化基金會，其宗旨為以茶藝平和悠美的意境，建立國民新的生活規範，使社會達到富而好禮的境界。1985年以來大專院校的學生社團亦相繼成立茶藝社，推展學生茶藝活動。其他民間茶藝社團有茶農及其家屬組成的如名間鄉的松嶺茶藝聯誼會，及松嶺門茶協會，鹿谷鄉的生活茶會；有茶藝愛好者組成的如台北市茶藝協會、台中市茶藝協會、南投縣茶藝協會、高雄市茶緣茶藝協會及茗泉茶藝研究會等，此外各都會區的茶商公會對茶藝文化活動的支持與推廣亦不遺餘力。

茶藝文化活動及宣揚

台灣茶文化自1980年以來，在民間茶藝團體的推展及政府配合輔導下，舉辦多項大型的茶藝文化活動，如1987年在台北市由中華民國茶藝協會主辦中華茶藝業聯誼會協辦的「茶藝大觀」為期14天，除茶藝示範外，還舉辦中、日、韓茶藝文化交流，是台灣地區首次與日、韓茶文化團體的交流；1991年由基隆市立文化中心主辦天仁茶藝文化基金會協辦的「茶藝文化展」由8月展出至12月，包括靜態的茶葉產製展、茶器文物藝品展、品茗空間展，以及動態的茶宴、泡茶示範、達樂花園野外品茗，並開設茶文化研習營，及出版活動專輯。中華茶藝業聯誼會亦於1991年6月在高雄市中正文化中心舉行為期9天的「茶藝嘉年華」內容包括茶與相關藝術、茶與生活、茶與文化等主題，同時舉辦中華茶藝獎選拔（第五屆），並出版活動專刊。官方舉辦的茶藝文化活動，係配合行政院文化建設委員會所策劃之「文藝季」活動，由台灣大學食品科學研究所及台灣省茶業改良場聯合主辦天仁茶藝文化基金會協辦，1993年3月於台灣大學思亮館舉行「茶藝文化學術研討會」。另於1994年3月由台灣省茶業改良場主辦中華茶藝業聯誼會及天仁茶藝文化基金會協辦，在台中市立文化中心及新竹縣教師研習中心舉辦「茶文化與生活」特展，以靜態及動態展示中華茶禮大觀、茶藝文化專題演講、茶藝示範及教師茶文化研習會。其他如台灣區製茶同業公會於1992年起，於元旦期間每年舉辦的「茶與生活」或「茶與花卉」特展，國家音樂廳舉辦的「茶與樂的對話」活動及陸羽茶藝中心舉辦的國際無我茶會等，都是對台灣茶文化有深遠影響的茶藝文化活動。

茶文化的傳承除藉由茶藝活動外，茶業及茶藝文化雜誌的出刊及流傳亦占極重要的地位，台灣主要的茶學雜誌，早期的有日據時期由台北茶商工會出刊的「台灣茶業月報」及「台灣之茶業」；近代的有由政府機關發行的「茶業專訊」，由民間團體發行的「茶訊」、「茶藝月刊」、「中華茶藝會刊」，由大專院校茶藝社出刊之「台大茶藝」、「茶藝專刊」及已商業化發行的「茶與藝術」、「茶與壺」、「壺中天地」及「紫玉金砂」等。

結 語

台灣之茶文化源於閩粵工夫茶之好客隨俗風尚，融入江南文人茶之風雅，而成就台灣獨特的茶藝文化。台灣的茶藝館也在無心插柳的情況下，間接帶動了民俗藝品、陶藝品、國樂及仿中國古典建築之懷古風潮，尤其是拓展了茶器藝術的視野。

茶業在台灣有其經濟生產價值，更有非經濟性文化特質，目前台灣茶業雖面臨勞力缺乏、工資高漲、消費者口味多元化、茶葉進口日益增多之壓力，但若能調整產銷結構，應用新科技、新技術提升茶葉產製技術，結合茶業科技及茶藝文化促使茶藝生活化及發揚茶文化特質，必能使傳統產業現代化及永續發展。

參考文獻

1. 阮逸明. 1993. 台灣茶業科技研究發展及展望. 茶藝文化學術研討會專刊. 台灣省茶業改良場編印 PP.115~129。
2. 林易山. 1993. 茶心. 茶藝文化. 基隆市立文化中心出版 PP.89~113。
3. 周渝. 1994. 從「茶之事」談起. 茶術與癡. 國立清華大學藝術中心編印 PP.22~24。
4. 吳振鐸. 1987 序—1987中華民國茶藝大觀. 中華民國茶藝協會出版 PP.4~5。
5. 季野（企劃）. 1996. 為台灣茶業團體做體檢. 茶與壺 PP.17~40. 第52期九月號。
6. 范增平. 1992. 台灣茶業發展史 PP.270~286. 台北市茶商業同業公會出版。
7. 陳擎光. 1993. 品茗環境的設計理念. 茶藝文化學術研討會專刊. 台灣省茶業改良場編印 PP.11~36。
8. 張宏庸. 1994. 文人茶藝. 茶文化與生活專刊. 阮逸明等編輯. 台灣省茶業改良場發行 PP.17~27。
9. 張宏庸. 1994. 工夫茶藝. 茶文化與生活專刊. 阮逸明等編輯. 台灣省茶業改良場發行 PP.57~72。
10. 張宏庸. 1994. 台灣茶學雜誌小史. 茶術與癡. 國立清華大學藝術中心編印 PP.66~69。
11. 蔡榮章、林瑞萱. 1995. 現代茶思想集. 玉川出版社. 台北市。
12. 劉漢介. 1987. 茶藝之我見. 1987中華民國茶藝大觀. 中華民國茶藝協會出版 PP.46~49。
13. 中華茶藝業聯誼會. 1992. 中華茶藝之薪傳. 1992中華茶藝大觀 PP.90~95. 中華茶藝業聯誼會出版。

Present Status of Tea Industry in Taiwan

I-Ming Juan¹ Mu-Lien Lin²

ABSTRACT

Taiwan tea industry has undergone sweeping changes from the export market to the domestic market over the past years. Export of green tea has sharply shrunk, whereas import of black tea and jasmine tea is fast growing. There have been the expected increasing demands for partially fermented tea of high quality, partly due to the prosperity of Taiwanese living standard. Some production data of Taiwan's tea are: total acreage 21,334 ha; annual production, 24,486 tons; export, 3,172 tons; imports, 8,065 tons in 1995; and key varieties, Chinsin Oolong, Chinsin Dapan and TTES No. 12.

As that of tea plucking in most tea growing areas, tea manufacture is also facing deep labour shortage, because work force is mainly involved in processing tea. Labour shortage is the most important problems facing the tea industry in Taiwan. As a result, the production cost of the tea is pretty high, being not able to compete with foreign imported tea. The over-all tea industry in Taiwan is facing difficulties. In order to lessen the dilemma of tea industry, governmental policies and actions were established and conducted to help tea growers, manufacturers and marketers to solve the crisis.

INTRODUCTION

Taiwan is located in the middle of a chain of islands in the West Pacific stretching from Japan in the North to the Philippines in the Southwest. It is situated 160 km off the southeast coast of mainland China. Although Taiwan is small (36,000 sq. km), it is one of world famous places producing partially fermented tea.

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

1. Director

2. Head, Dept. of Tea Agronomy

Tea was introduced to Taiwan about two hundred years ago by immigrants from the Fukien province of mainland China. The climate of most part of Taiwan is subtropical, with an average annual temperature, 22°C and average annual rainfall, 100 inches. Taiwan's environment is perfect for tea cultivation. Tea is one of important specialty crops on the island of Taiwan. Estimated worth of annual production amounts to about US\$ 300 million.

Although annual tea production in Taiwan was only approximately 24,000 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 green tea, partially 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 exportation of Taiwan tea. This problem compounded by a dramatic increase in production costs because of past sharp increases in general wages due to economical growth and enormous investment of national construction projects that require a lot of labours. Moreover, the open diplomatic policies of the government and that of the internationalization of trade in which cheaper and quality agri-products, including tea, are allowed to be imported in quantity. Recent quantities of imported tea were 6,045 tons in 1991; 6,752 tons in 1992; 9,928 tons in 1993; 10,388 tons in 1994 and 8,065 tons in 1995, showing drastically increases in imports and causing serious slow demanding for domestic tea.

There is an inclination that voluminous imported Oolong tea of good quality is soliciting in the Taiwan market. Such kinds of tea were predominantly imported or smuggled from Vietnam, Indonesia and mainland China where tea-related entrepreneurs of Taiwanese made the investments to produce Paochung-Oolong tea about 5 years ago. In addition, the high profitable tea crop and extension of plucking machines in many tea producing areas has brought over-production and massive by-products of made-tea, especially the summer tea with low quality. Late economic recession has also made the situation even worse. Taiwan's canned tea beverages enjoyed annual big growth in the past several years. However, pretty exhausted development of canned tea industry has produced somewhat low requirements for the locally made tea. Indeed, all the Taiwan tea industry is facing a crisis as well as a structural change now.

In order to alleviate the afore-mentioned impacts on Taiwan tea industry, government's approach, R&D measures of reducing tea production costs and promoting tea consumption are taken in hand to sustain the industry progressive and promising. Particularly, the COA (Council of Agriculture), PDAF (Provincial Department of Agriculture & Forestry) and the Taiwan Tea Experiment Station (TTES) have resolved several developmental strategies to keep the industry being able to persist. The objectives of this paper emphasize on the hindrance presently facing the Taiwan tea industry and simultaneously on the strategies for solving the industry difficulty.

TEA CULTIVATION

According to 1995 statistical data, Taiwan had 21,334 hectares planted in tea, predominantly in the north and central parts of the island (Table 1). The main tea plantations in Taiwan were found in Taipei, Taoyuan, Hsinchu, Miaoli, Nantou, Chiayi, Yunlin, Yilan, Hualien and Taitung counties. About 54% of planting area under tea adopts machine-plucking systems. The hand-plucking tea farms are mostly located at high elevation areas, producing good quality tea.

There is a clear trend that north tea producing area is decreasing, whereas that of central-south tea is increasing (Fig. 1). North tea production is not competitive, mainly due to varietal and environmental reasons. The dominant variety in the area, Chinsin Dapan, is only good for making ordinary tea with plain aroma and flavour, having lost its competition in the market. Besides, the geographical locations of north tea, low elevations, are generally not suitable for making quality. Its spring crops tend to mature late, owing to air temperature and rainfall regimes. Although the tea acreage has decreased to less than half of the past highest total area, the total production still maintained as much as 24,486 ton in 1994, which was 85 % of the past highest total tonnage (Kan, 1995).

Table 1. Tea distribution in different producing zones in 1995.

North		Central South		Others	
County	ha	County	ha	County	ha
Taipei	3,404	Nantou	8,252	Kaohsiung	164
Yilan	603	Yinlin	497	Taitung	953
Taoyuan	1,501	Chiayi	2,051	Hwalien	306
Sinchu	2,409	Taichung	34	Tainan	3
Mioali	1,337	Chanhwa	12	Pingtung	28
Total	9,254		10,843		1,454

* PDAF (1996); The land area in Taipei and Taichung counties contains that of Taipei and Taichung cities, respectively.

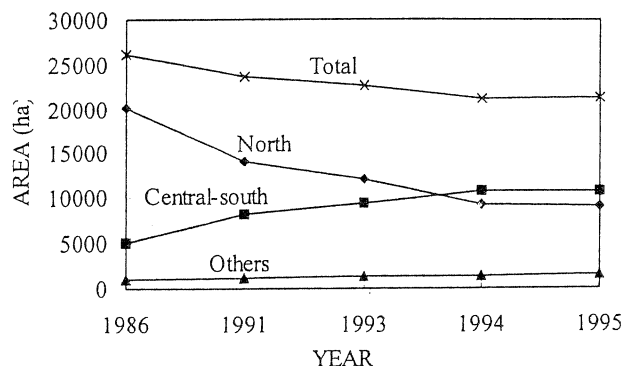


Fig. 2. Changes in land area under tea of different producing zones.

Chinsin Oolong, Chinsin Dapan and TTES No.12 are the dominant tea varieties in Taiwan (Table 2), particularly the fact that the Chinsin Oolong is Taiwan's precious assets in making partially fermented tea. The teas produced from the different elevation categories and the respective agro-ecological zones have distinctive features, in term of liquor, aroma and flavour. The minor varieties include TTES No. 13, Evergreen, Assam, Yinchu Honsin and Chinsin Kanchu. Each variety has its unique agronomic characteristics and qualities for manufacturing different kinds of tea to meet market requirements. There is a clear tendency that growing area of Chinsin Dapan is gradually decreasing for the setback of Taiwan's green tea export. However, the new local variety, Evergreen, has obviously attracted farmers' attention because of its early-matured characteristics and sound made-tea quality, with totally expansive planting acreage.

Table 2. Distribution of major tea cultivars in Taiwan.

Variety	Area, ha	Percentage
Chinsin Oolong	10,245	48
Chisin Dapan	3,900	19
TTES No.12	2,541	12
TTES No.13	922	4
Evergreen	672	3
Others	2,961	14
Total	21,241	100

* Liu (1994)

The reasonable total area under tea seems to be better maintained around 15,000 ha to 1,7000 ha based on the recent COA estimation. The past booming demand in the domestic market for partially fermented teas has resulted in 6,000 ha more tea lands in central and southern Taiwan, locating at Nantou, Chaiyi, Yunlin and Kaohsiung counties. Such increased cultivation has compensated the decreased production of north tea out of Taoyuan, Sinchu and Miaoli producing areas.

There is a strong tendency that there will have serious glutting problems as Taiwan lifts its tariff barrier on tea importation after the country joins the international trade organization, WTO. Economic influences on north-tea growth areas would be significant by reason of commodity similarity between the north tea and imported tea. Most north tea cultivation is located at low-altitudes areas. Its environment and labour conditions make yielding high quality tea with good aroma and flavour not so possible. The area of such type plantations amounts to about 5,000 ha.

The teas produced in high elevation areas are liked by most consumers and sell well. This has generated a trend in which high grade teas are in high demanding, whereas the ordinary grade teas produced from low elevation areas are in discouraged demanding. There are still cultivation problems encountering in high-grade tea production due to its soil conservation, and labour requirements in tea plucking and manufacturing. Production revenues are impressive. However, the

expenses are too high as shown in Table 3 (Shyu, 1993).

Table 3. Production costs in high-grade tea areas (Shyu, 1993)

Location	Total costs	Production worth	Net revenue
	----- US\$/ha -----		
Zenai	16,615	30,532	13,917
Alisun	35,520	48,492	12,972
Fanlu	31,058	42,698	11,641
Chuchi	39,973	56,193	16,221

* Costs included self-labours.

The second crops of summer tea in the most ordinary grade tea areas are not plucked because of its lousy quality and low sale prices. In some producing areas such as Wensun and Yilan, only spring, autumn and winter crops are harvested. This kind of production system has better allocation of farm labourers and at the same time is able to exempt from over-production. Research results have shown that giving up plucking summer crop and keeping flush shoots growing with appropriate pruning before fall crop can increase succeeding plucks such as autumn and winter harvest (Ho et al., 1994). This technology has been widely used in most tea areas to reduce the pressure of over-production in summer tea.

TEA MANUFACTURE

Generally speaking, through over 100 years development the manufacturing technique of partially-fermented tea in Taiwan is pretty matured, either in hand-made tea or in machine-made tea. The current problems of tea making is that the hand-made tea requires a lots of labour and time inputs, making manufacturers frequently doing inevitable night-shift works and competing for tea making labours. This is because hand-tea making has to go through numerous procedures such as solar withering, indoor withering, panning, rolling, mass rolling, tea-ball breaking, roasting and drying. Delicate skills and experiences are needed to control every making steps in order to gain high quality tea. Consolidated automatic controlling machines for making this kind of tea have not been available. Therefore, during tea manufacturing seasons competing for tea pluckers as well as tea making labourers nearly confronts in every high grade tea producing area, creating labour-wage hike year by year.

In addition, tea production systems are very unique because most tea farmers have their own tea manufacturing sets which currently amount to over 7,000. The farmers are growers and are also processors. 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 profitable in domestic and world markets. For the past 10 years, there were numerous big tea factories closed

down due to the above-mentioned reasons. As for the survived tea manufacturing companies, most of them like to cut down the buying price of fresh tea leaves supplied from growers who do not make tea by themselves. Consequently, farmers' revenue is seriously affected, losing willingness to run their tea farms and even asking the government for solutions. This phenomenon especially occurred in the areas producing ordinary grade tea.

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

Domestic consumption on partially fermented tea with curly spherical shape is in high demand. As the course of manufacturing, frequent rolling on hot tea balls is adopted, which creates labour intensive and brings on high production costs of the tea made. Fortunately, automatic stalk-removing machines under utilization have been quantitatively introduced from Japan or made domestically, which have successfully reduced problems of manual tea-stalks elimination and helpfully upgraded tea quality, particularly in Minchen area.

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 most consumers. Although the price of intermediate and low grade tea is reasonable, the quality may not meet the consumers' requirements. 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 and jasmine tea.

TEA MULTIPLE UTILIZATION

Through the governmental and private sectors promotion, tea multiple utilization in Taiwan is steadily growing. The driving forces are probably from the promotional efforts made by the COA, PDAF, TTES, Farmers' Association and countless tea-shop runners. Both the COA and PDAF are the funding agencies. The TTES is one of executors of promotion projects such as tea multi-product manufacturing workshops, technology transfer to local food companies, point-of-purchase display and fairs. Development of tea diversified products has satisfied our local consumers convenience and more choices about tea requirements. Besides, it has raised the added value of intermediate and ordinary grades tea (Juan, 1993; Kan, 1995).

Main developed diverse tea products include 1. beverage category: flavoured tea, tea bags, instant tea, GABA tea, organic tea, fruit tea, herbal-fruit tea and canned tea; 2. snack food: tea candy, tea jelly, roasted tea eggs, tea cake and tea chewing gum; 3. tea liquors: tea wine, tea cocktail; 4. tea dishes: miscellaneous tea recipe; 5. utilization of tea powder: tea dessert and tea ice products; 6. tea extract: tea paste, tea bathing bags, deodorant, mouth rinsing water and antioxidants; and 7. application of infused tea leaves: tea pillow and tea compost; 8. others: tea bonsai.

Successful market-products cover tea bags, tea jelly and tea beverage; whereas tea candy and tea cake are marketed in little quantity locally. Tea powder has been used in many wheatflour products such as tea noodle and tea biscuit. There is a predicted booming demand in tea diverse products because most people have a good thinking that tea is a health-protected product. Meanwhile the local food industry has utmost concern for new product development, in which tea multi-products are some of their new merchandise.

TEA MARKETING

Taiwan tea industry has gone through its prosperous export period (1945-1982)(Chiu, 1991). Since 1978 export quantity of tea became declining. Statistical data (Fig. 2) revealed that export tonnage of non-fermented tea sharply decreased, so did partially fermented tea. Imports of sizable amount of tea commenced in 1981, and 8,065 tons of tea were imported in 1995. There was a clear trend that imports of foreign tea were increasing (Fig. 3). It is interesting to note that started from 1988 there were gradual decreases in year unit price of imported tea.

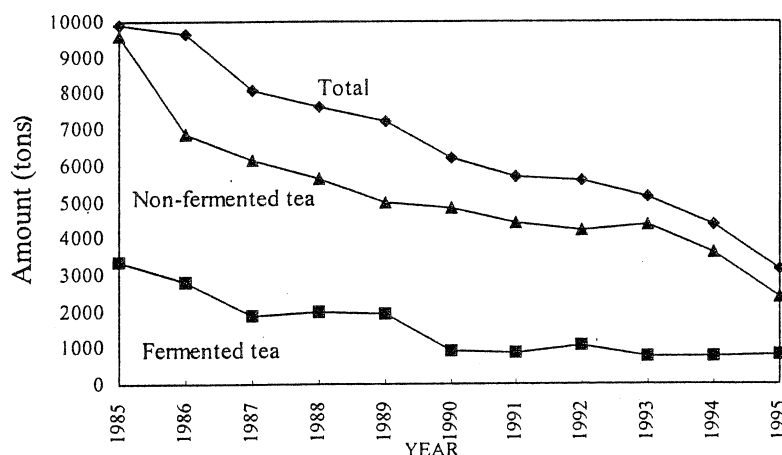


Fig. 2. Exports of tea from 1985 to 1995.

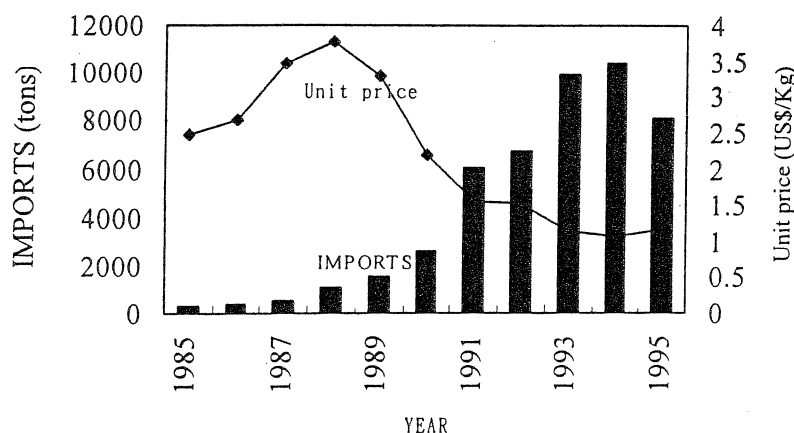


Fig. 3. Imports of tea and its unit price from 1985 to 1995.

Due to the great shift of Taiwan's tea industry from the international to the domestic market, tea marketing structure has also changed dramatically. Tea marketing channels in Taiwan are multiple. Basically, the tea market system in Taiwan (Chiu, 1991; Shiu, 1991) includes the followings:

- The market in the production areas between tea growers and tea merchants.
- The wholesale market between tea growers and tea manufactories.
- The wholesale market between gross tea manufactories and refinery tea factories.
- The wholesale market between tea manufactories and tea wholesalers.
- The wholesale and retail tea markets between wholesalers and retailers.
- The retail market between tea retailers and consumers.
- The retail market between tea growers and consumers.

The development of such marketing system has its industry's historical and economic backgrounds, resulting in complicated marketing systems. Beginning 1980's, the tea export became unstable. However, economical growth and social progress have made Taiwanese's crave for high grade tea. Governments of various ranks and many farmers' associations frequently held tea contests in tea producing areas have also provided additional incentives for farmers to make top quality tea because the rewarded tea can be sold at the better prices. With simple production facilities and noted tea making experiences, farmers can operate their business with envious profits. That is why there are several thousands tea factories of small scale production on the island.

There are consolidated thinking about the development of Taiwan tea industry. Some thoughts (Huang, 1991) have pointed that major problems of tea domestic marketing in Taiwan are: 1. Too many tea brands fail for local consumers to establish brand loyalty. 2. Tea products head for high selling prices, being hard in increasing market quantity. 3. There is no relative consistency between tea quality and sale price, usually doubted by consumers about their payments for the tea they bought. 4. Shortage of tea grading standards results in possible mimic high quality tea. 5. Most made-tea sticks to traditional consuming styles for lack of product versatility. and 6. It is facing strong competition of alien tea such as the tea made in mainland China, Indonesia and Vietnam.

DEVELOPMENTAL STRATEGIES

In order to revive Taiwan tea industry, several policies and measures have been worked out by the governments and civil organizations in order to adjust and re-manage the production of tea in Taiwan. Key ad-hoc working strategies are as follows:

Tea Cultivation

Presently, Taiwan is prepared to join the WTO. Although Taiwan has lifted its tea trade protectionism as early as in 1971, some difficulties still trouble the industry. To mitigate the pressure of

over-production on tea, further expansion of tea hectare is strictly prohibited. That voluntarily abandoning tea farms is welcome by the governments. Shifting cultivation to forest crops is subsidized, particularly for those with illegal use of slopelands. Risk assessment shows that mainland China and southeast Asian tea will quantitatively enter into Taiwan market within 3 years. Ordinary grade tea areas will suffer from depressed running problems. If the growers would like to stay in the industry they should note the survival ways of transitional cultivation in tea. Growers with strong promotion in direct marketing seem to be an alternative approach being able to remain in the industry and to overcome the dilemma facing the industry.

To settle the problems of concentrated tea plucking periods, farmers are encouraged to adopt off-seasonal production approach, such as advancing spring tea crop, discarding summer crop and delaying winter harvest but ensuring the good harvest.

Decreases in tea cultivation costs offer additional tactics of competitive abilities with foreign tea. Rational applications of fertilizers and pesticides are the better clue to sustainable management of tea industry. Currently, the key objectives of plant protection are the promotion of safe, effective and economic tea pest and disease control technologies. The goal is to ensure the safety of tea products. Tasks focused in recent years were on enforcing guidance and education in the safe use of pesticides, developing and promoting non-chemical technologies for controlling tea pests. Stepping up world's tendency, Taiwan nowadays has 10 locations conducting tea organic farming. Organic tea seems to be succeeding in a good-niche market strategy.

Boosting farm mechanization in tea fields is expected to increase farm operation efficiency and to cut-down production costs. In order to encourage farmers to make use of farm machinery, loan policy with low interest rates and subsidies, acting operation of farm machinery, and demonstration of new farm machinery such as fertilizer applicators, rail operation systems and twig crashing machines, are carried out in some tea areas.

Tea Manufacture

Several kinds of tea manufacture problems are facing the tea industry, of which lack of labourers is one of the most serious. Due to inadequate labour force, tea growers have to raise their pay to attract workers. Particularly, there exists in high-grade tea manufacturing areas, since labour requirements are pretty high due to the fact that many tea manufacture steps need high degree of manual operation. Design and manufacture of automatic machines for each processing steps like withering, stirring, panning, mass rolling and drying have become compulsory for reasons of easing off post-harvest handling on raw tea materials. The process of mass rolling requests a lots of labour inputs. Machine replacement for hand rolling is not so successful. Repeated mass rolling and drying seems to be a key step to quality tea making. Development of automatic controlling machines for processing such procedures is urgently needed. Not only it can reduce the production cost, but also

it can improve tea manufacturing.

Gradually on-farm changing from hand-plucking to machine-plucking in tea harvest is inevitable and is the best way to save production costs. That mechanization of tea manufacture will generate utmost concern for gross tea with lengthy stalks, made-tea comprised of plucked old-leaves, and yellow blades. Strengthening application of stalk-removing machines, sieving machines, color screening machines and wind-driven graders will be enhanced. In addition, technical improvement on tea blending and refining is a joint venture of the governments, local machinery workers and tea manufacturers.

Tea bags, relatively inexpensive and easy to consume, have become popular among tea drinkers in Taiwan, especially liking by the young generation. However, apart from black tea bags consumed, that of Paochung and Oolong tea bags seems to have tendency being shared sizable percentages in the tea market. The problem is to develop Oolong tea bags with delightful fragrant aroma so that it can be well accepted by most Taiwanese consumers and can compete with imported black tea bags. Tea is a specialty goods. Tea product diversification probably can lead to continued success. R&D effort towards new product development and in finding new market segments will be accelerated.

Tea Marketing

Theoretically, strategies of product marketing include product strategies, price strategies, distribution strategies and promotion strategies (Huang, 1991). Currently, domestic tea marketing measures aiming at solving industry difficulties are stated as follows. Based on different goal markets, adjusting product structures can better expand market requirements and expectations. Enlarging markets of middle-priced tea, ranging from 25 to 50 US\$ per kg, are strongly recommended. Because it tentatively has more consuming requirements as compared to that of high grade tea. Mass production of this kind of tea can be at reasonable costs. Meanwhile it can reduce the impact on abused hilly slopelands.

Efforts to help various tea producing areas to set up their own marketing brands for local specialty tea, to design marketing logos and to establish mutual marketing system should be emphasized. The works should be let local farmers' associations, tea cooperatives and other farmers organizations get involved. This push strategy can result in lower advertising and promotion costs because the same name is used on all tea produced in the same area or unit, thus raising the level of brand awareness and image.

Promotive marketing of tea-related products has also to be fortified, not only it can provide consumers more choices about tea but also it benefits tea consumption. Traditional consumer promotion including advertising, personal selling, publicity and sales promotion will be intensified, particularly the fact that purchase displays will be held frequently on the island.

Mainly due to high production costs, continuing to undertake international marketing may not be so promising. Export of raw tea to Japan for processing is not profitable. Creating customer value through small package with high tea quality is a persuasive suggestion to exporters who may apply this alternative mode to expand Japanese market operations (Kan, 1995) and to strengthen abroad market segments. Long-term tea marketing with Japan has fostered reliable marketing channels between the both sides. The marketing benefits should be grabbed and further extended. The westerners' changing demands for healthy and natural drinks has reflected that Europe and the U. S. are the potential markets for Taiwan's partially fermented tea.

REFERENCES

- Chiu, C. F. (1991), "The Present Status on Tea Cultivation, manufacture and Utilization in Taiwan", In: *World tea, the Proceedings of International Symposium on Tea Science*, Shizuoka, Japan, August 26-29, 1991, pp.34-44.
- Ho, H. F., Wang, L. C. and Lin, C. S. (1992), "Effects of Different Plucking Methods on Tea Growth, Tea Quality and Economic Evaluation in the Tea District of Middle Elevation", *Taiwan Tea Research Bulletin* 11:21-30.
- Huang, C. Z. (1991), "Tea Domestic Marketing Problems and Its Developmental Strategies in Taiwan", *Proceedings of Taiwan Tea Development*, Taicung, Taiwan, Taiwan, ROC, May 31, 1991, pp.54- 68.
- Juan, I. M. (1993), "Taiwan Tea Industry", *Proceedings of the International Symposium on Tea Science & Human Health*, Calcutta, India, Jan. 11-14, 1993, pp.86-95.
- Kan, C. N. (1995), "Present Status and Outlook on Taiwan Tea Production and Marketing", *Agri. Policy and Review* 10:24-31.
- Liu, C. T. (1994), "Survey on land area of Taiwan Tea Fields", Dept. of Agri. and Forestry, Taiwan Provincial Government.
- PDAF (1996), "Taiwan Agricultural Yearbook", 1996 Edition, Dept. of Agri. and Forestry, Taiwan Provincial Government, p.57.
- Shiu, C. C. (1991), "Tea Production and Marketing in Taiwan", *The Almanac of Food Industries in Taiwan*, ROC, 1991, pp.64-66.
- Shyu, S. T. (1993), "The Economic Analysis of Abuse of Hilly Slope land", Joint Project Report of Council of Agriculture and National Chung Hsing University, June, 1993.