

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°C）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°C）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°C）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°C，夏、秋茶為25~27°C，因此，建議春茶以18°C，夏、秋茶以25°C，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°C，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°C)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°C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)。

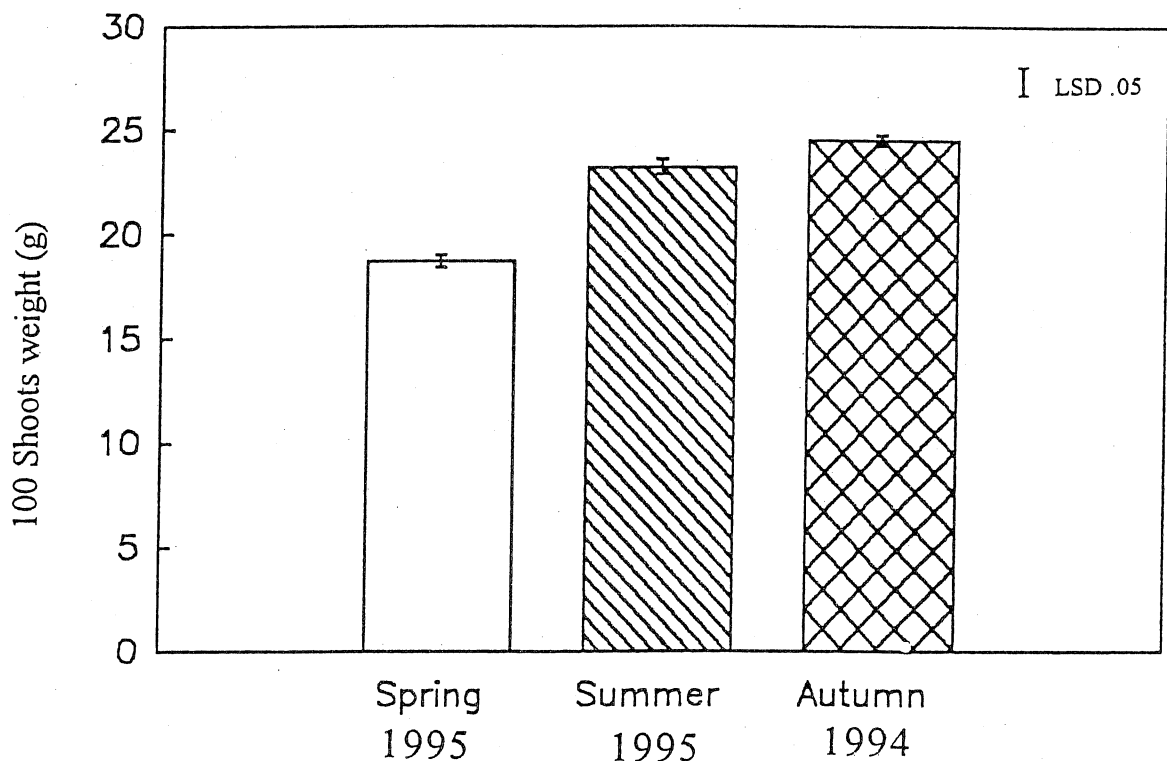


Fig. 1. Weights per 100 young shoots of tea cultivar TTES 17 harvested from different growth seasons.

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。

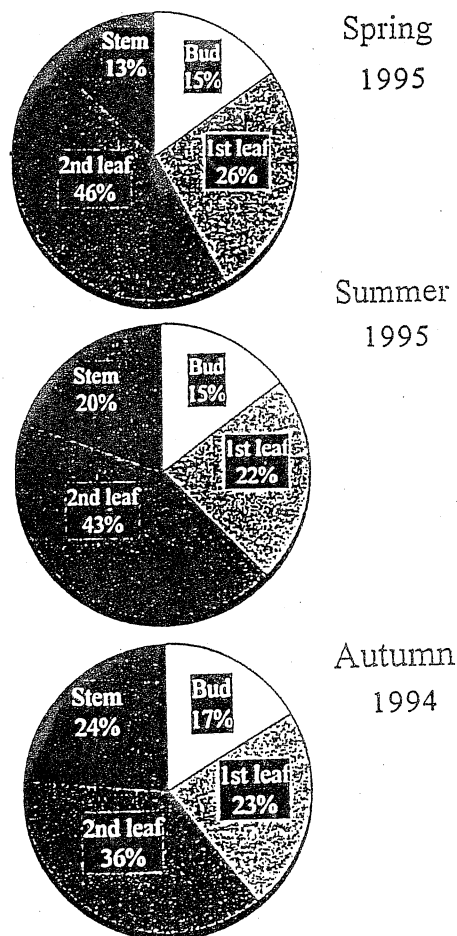


Fig. 2. Fresh weight(%) of bud, stem, first and second leaf detached from young shoots of tea cultivar TTES 17 in different growth seasons.

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。

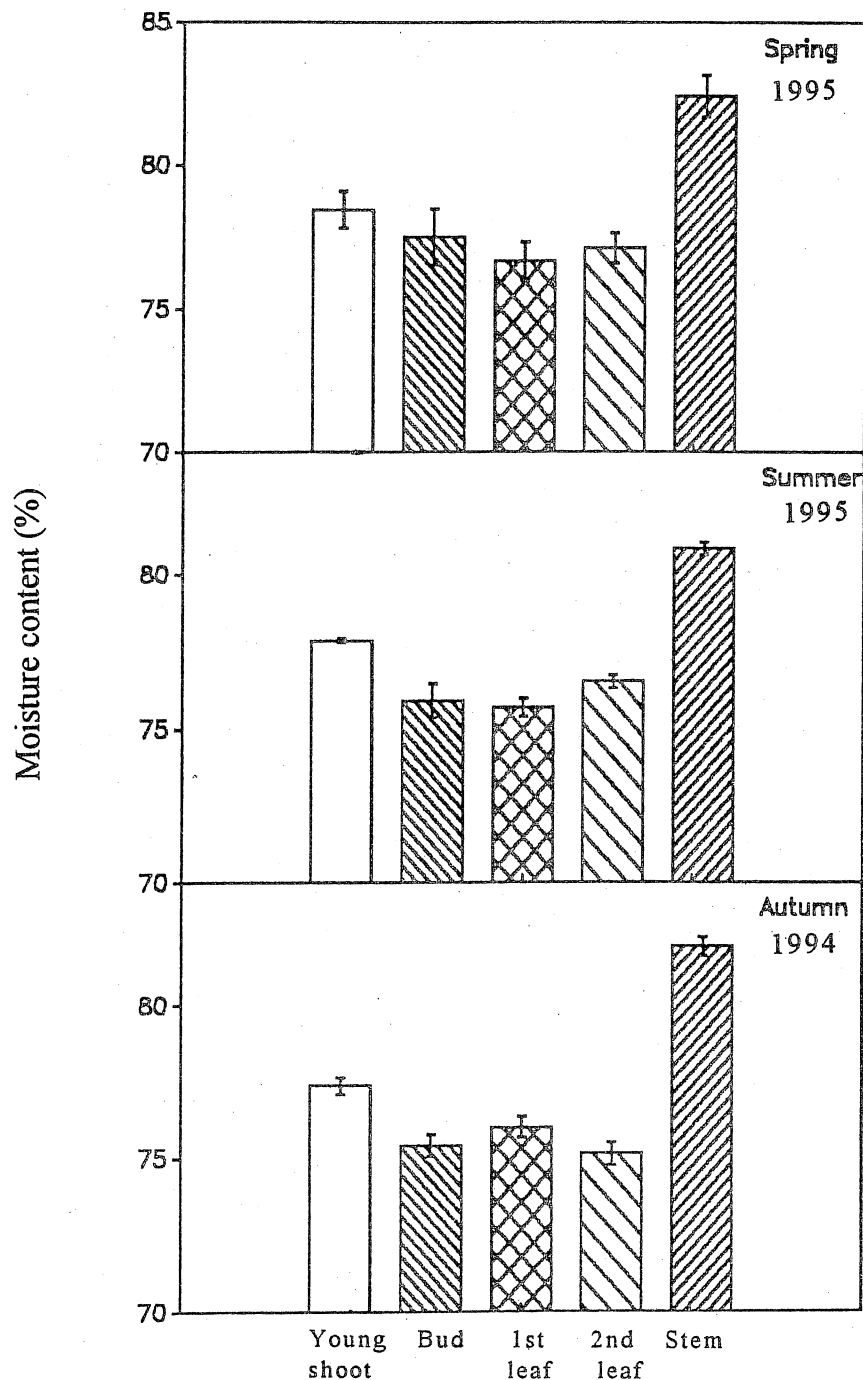


Fig. 3. Moisture contents of tea shoots and different parts harvested from different growth seasons.

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

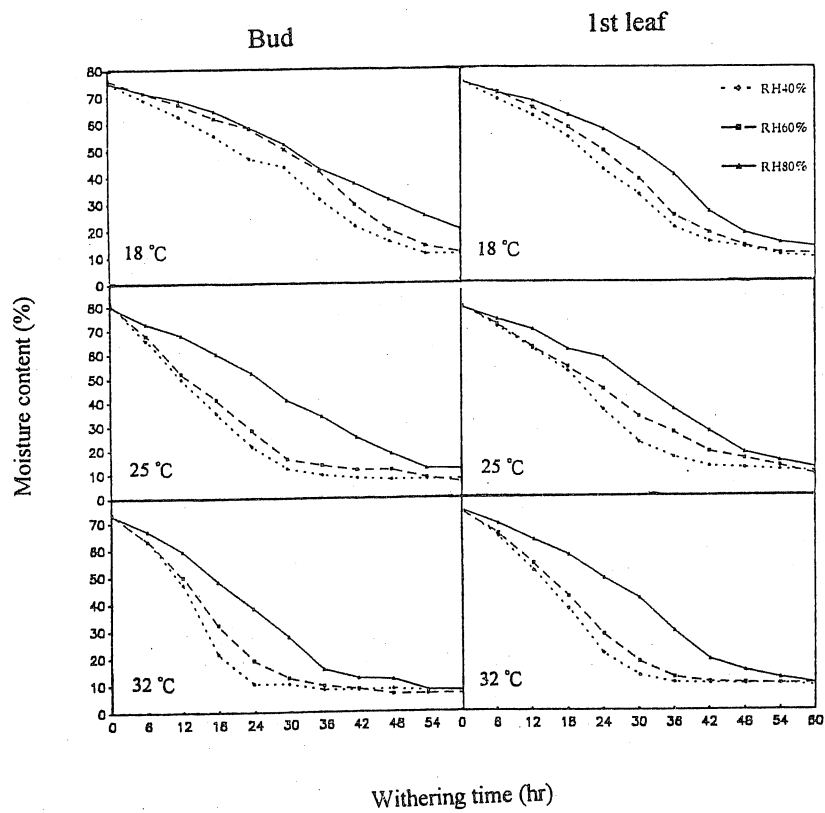


Fig.4-1. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (spring, 1995).

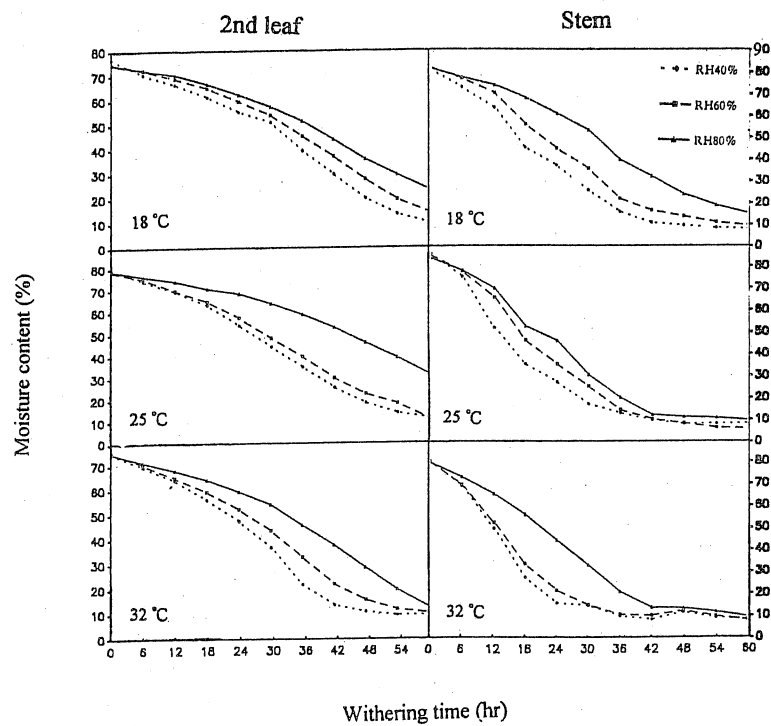


Fig.4-2. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (spring, 1995).

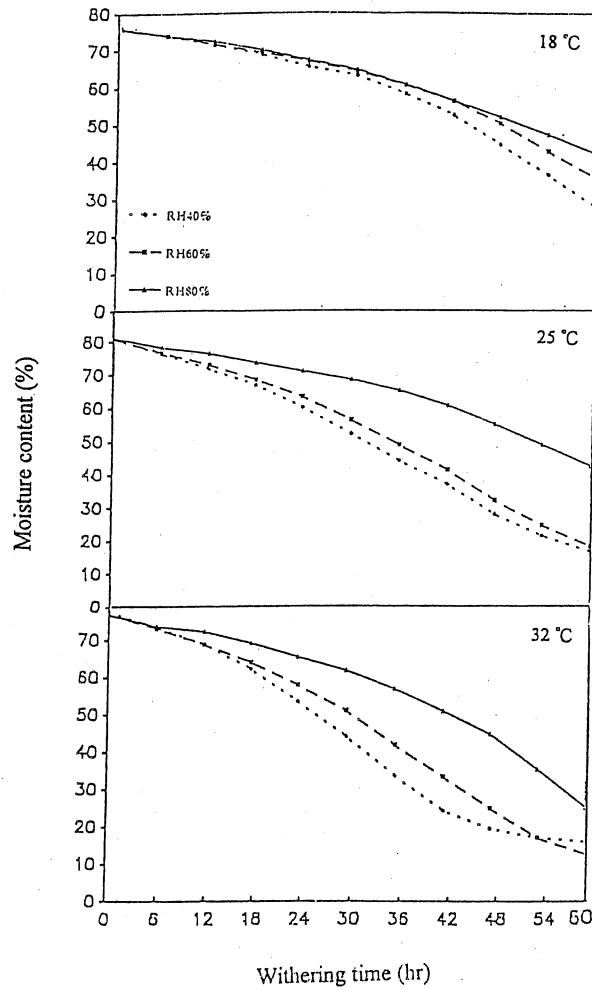


Fig.4-3. Dehydration curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by different temperature and relative humidity treatments (spring, 1995).

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

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

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線

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

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

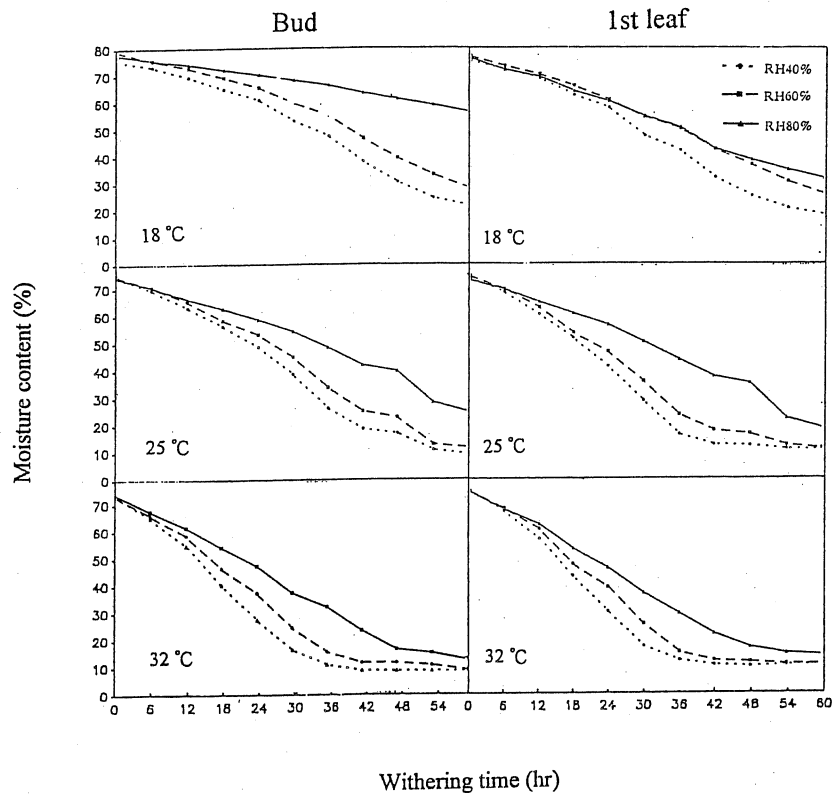


Fig.5-1. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (summer, 1995).

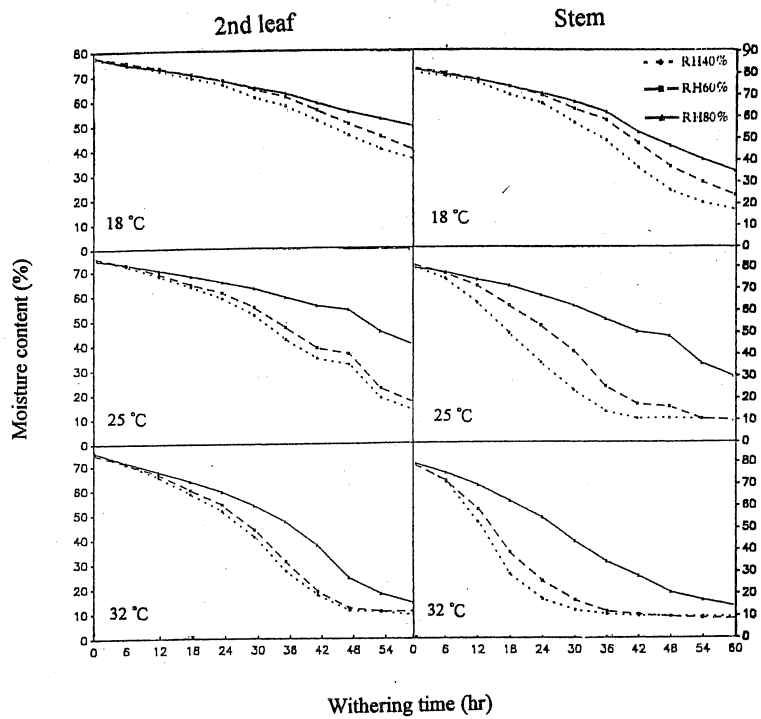


Fig.5-2. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (summer, 1995).

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線

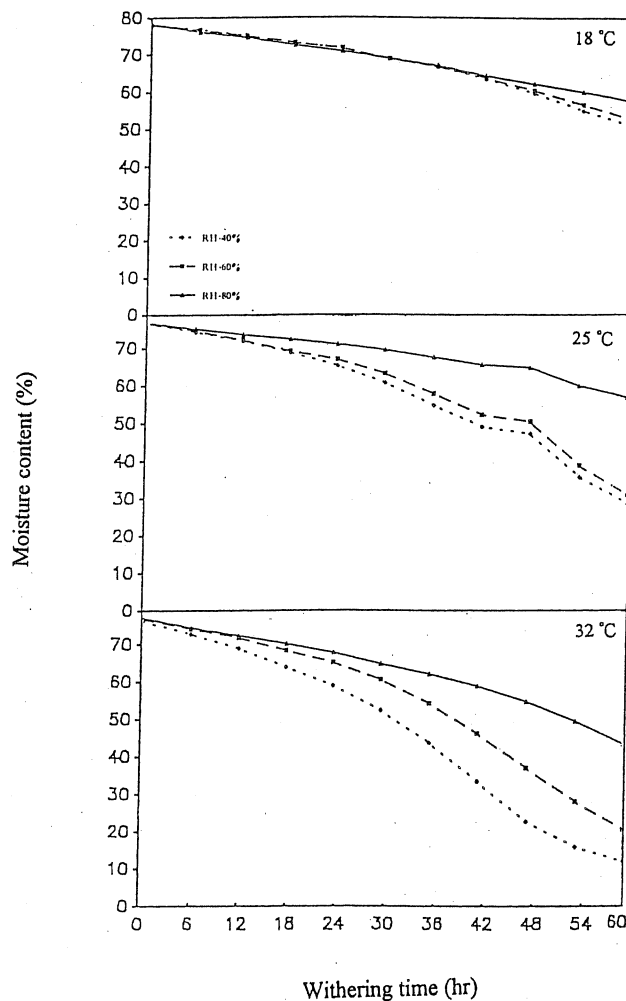


Fig.5-3. Dehydration curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by different temperature and relative humidity treatments (summer, 1995).

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°C)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

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

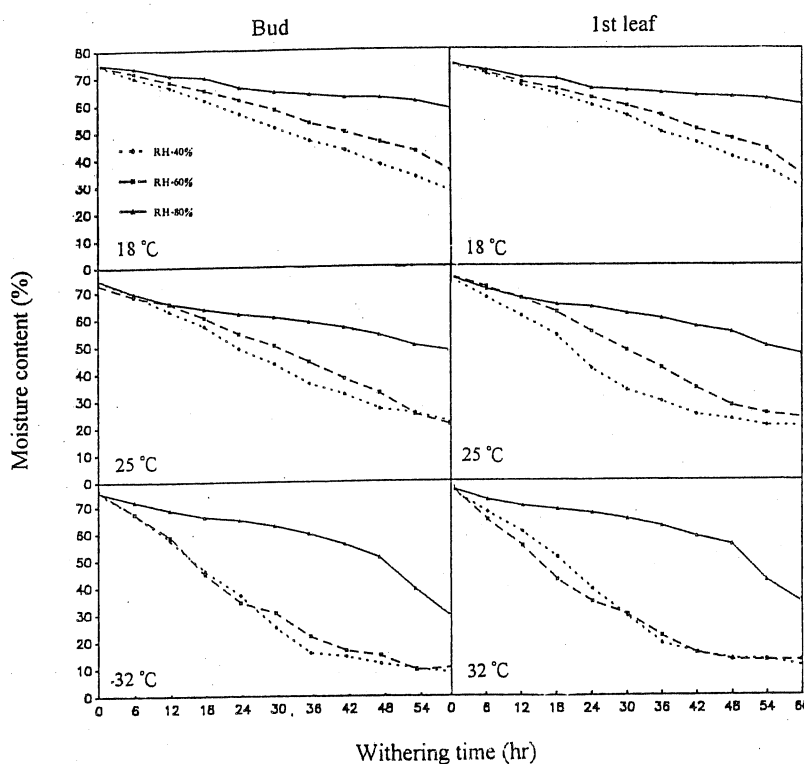


Fig.6-1. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (autumn, 1994).

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線

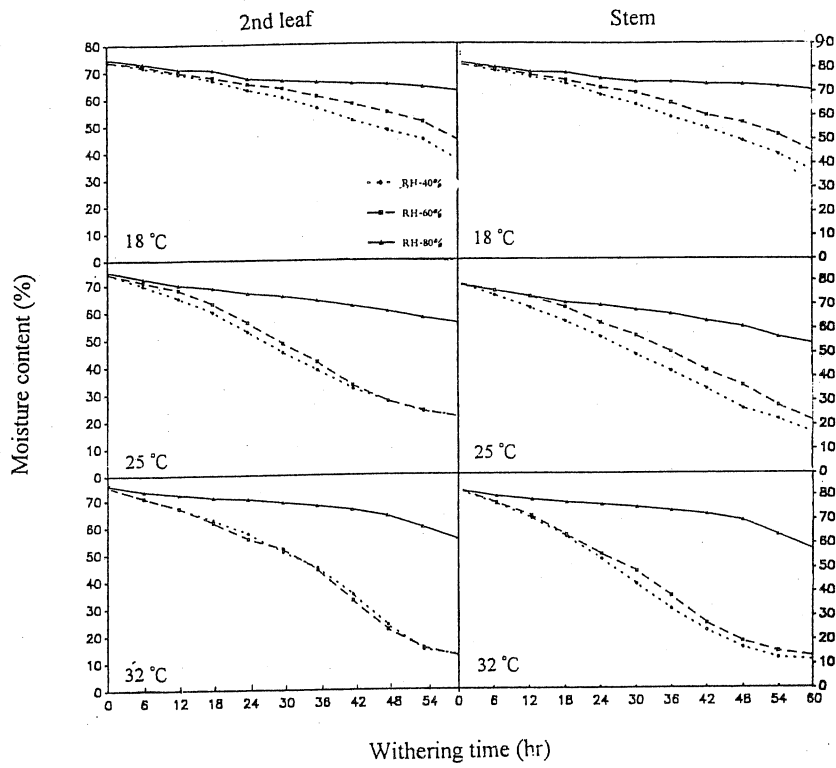


Fig.6-2. Dehydration curves of different parts detached from fresh young shoots of tea during withering as affected by temperature and relative humidity treatments (autumn, 1994).

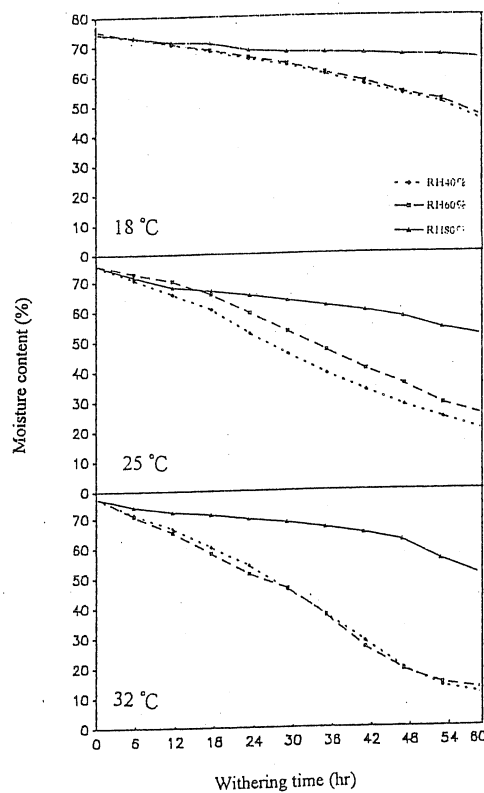


Fig.6-3. Dehydration curves of tea shoots (bud with two leaves) during withering as affected by different temperature and relative humidity treatments (autumn, 1994).

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%，其失水曲線模式為 $\hat{Y} = 78.13 - 0.187X - 0.002X^2$ ($R^2 = 0.9987$)。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)。

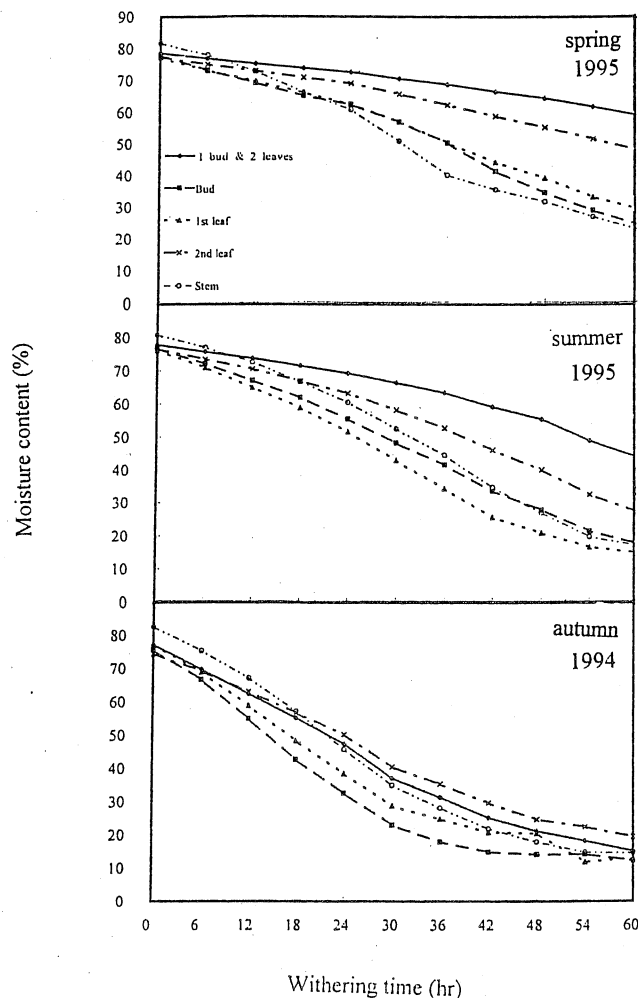


Fig. 7. Dehydration curves of different parts detached from young shoots of tea harvested from different seasons during natural withering.

萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線

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.

