萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響

(Ⅲ)萎凋條件對白茶品質之影響

林金池[1]　　陳世雄[2]

行政院農業委員會茶業改良場

摘　要：本試驗目的在探討萎凋溫、濕度及時間的控制對白茶品質之影響。自 1994 年秋季至 1995 夏季，採摘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萎凋試驗。試驗採雙重裂區設計，以三種萎凋溫度(18、25、32℃)為主區，三種萎凋濕度(40、60、80%)為副區，小區則為三種萎凋時間(40、50、60HR)。期能藉由茶葉之官能品評分析結果，探討白茶最佳萎凋條件模式，供改善白茶製造技術之參考。經由反應曲面分析白茶最適萎凋條件，以低溫高濕萎凋 40～50 小時為宜。建議春茶以 18℃，夏、秋茶以 20～25℃，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：白茶、萎凋、溫度、濕度、品質

---

1. 台灣省茶業改良場　助理研究員

2. 國立中興大學農藝學系　教授

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

(II) Quality of White Tea as Affected by Duration of Withering Condition

Jin-Chih Lin[1] **Shih-Shiung Chen**[2]

TTES, COA

Abstract: Experiments were conducted from the fall 1994 through spring and summer of 1995 to investigate effects of withering temperature, humidity, and duration on the quality of white tea. Young shoots of a bud with two leaves harvested form ten-year-old tea (cultivar TT17) bush, which going on the Taiwan Tea Experiment Station, were used for withering experiments. Double split-plot design with three replications was applied to three crops of tea under controlled temperature and humidity. Three levels of withering temperature, 18, 25, and 32℃ consisted of the main plot. The subplot were three levels of relative humidity, 40, 60, and 80% the sub-sub-plot consisted of three withering periods, tea leaves were dried after 40, 50, and 60 hours of withering respectively. Panel sensory test were practiced to determine qualities of white tea.

Response surface analysis suggest that tea leaves withering under low temperature with high humidity, 18℃ for the spring, and 20-25℃ for the summer and fall, with 80% relative humidity to 40-50 hours, are essential to a better quality of white tea.

Key words: White tea, Withering, Temperature, Humidity, Quality

---

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

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

前　言

官能品評就是以科學的方法，藉著人的視、嗅、嚐、觸及聽等五種感覺，來測量與分析食品或其他物品之性質的一種學科。茶葉的品質官能鑑定是依賴評茶師敏銳的感覺和豐富的經驗來評審茶的優劣。因官能品評除了能快速評鑑出茶葉的外觀、色、香、味之優劣外，並能判別出其他檢驗方法難以檢測出的風味特性(區, 1995；甘, 1984)。因此，目前國內外茶葉品質鑑定方式仍以官能分析為主。

陳(1993)利用主成分分析及多維向量法及應用對數線性模式分析茶葉現有評分項目特性。蔡等(1990)利用官能分析結果判別製造之包種茶茶樹品種，有近八成的成功率。陳(1993)則以近紅外線(NIRS)分析包種茶官能品質特性之結果指出，以近紅線分析香氣成分與滋味其r值約為0.85及0.88。高(1994)利用逐步多元迴歸及路徑分析等統計方法，探討祁門紅茶感官品質與化學成分間的相互關係，結果顯示，祁門紅茶感官品質影響最大的化學成分是全氮量，其次為胺基酸及茶多元酚。

茶葉製造過程主要為採摘茶樹幼嫩芽葉，製造成不同茶類。新鮮茶葉內含物質，除水分(含量約 75%左右)外，所含化學成分主要有多元酚類化合物、胺基酸、咖啡因、及各種芳香物質等。這些成分和成茶品質有一定關係，能在製茶萎凋過程中參與轉化，影響茶葉的色、香、味及品質(甘, 1984；Takeo, 1984；Owuor and Orchard, 1989；You *et al.*, 1984)。白茶僅經萎凋即可製成，白茶的品質與萎凋環境息息相關(阮, 1995)。因此，本試驗主要目的在探討萎凋溫、濕度及時間的控制對白茶品質之影響。期能藉由茶葉之官能品評分析結果，探討白茶最佳萎凋條件模式，供改善白茶製造技術之參考。

材料與方法

一、試驗材料：

本試驗製造白茶所用之茶菁原料，為芽長至一心三至五葉時，採摘初展之一心二葉茶菁為材料。將茶菁送至萎凋室，進行不同溫濕度處理及室內自然萎凋(對照)試驗。試驗採雙重裂區設計，以三種萎凋溫度(18、25、32℃)為主區，三種濕度(40、60、80%)為副區，小區則為三種萎凋時間(40、50、60HR)，重複三次。溫濕度控制室可在恆溫恆濕條件下進行萎凋試驗。本試驗之萎凋攤葉量設定為每平方公尺800克。以電動天平稱取茶菁，放入萎凋盤，均勻攤開，置於萎凋架上進行萎凋試驗。當萎凋至40、50及60小時，分別由三個萎凋室內逢機各取出三盤茶葉進行乾燥。

乾燥作業利用電熱焙茶機，先以 120℃高溫烘五分鐘，中間翻拌一次，再以 70～80℃繼續乾燥三小時。烘乾後茶樣以鋁箔袋加脫氧劑包裝，並將樣品貯放於－18℃冷凍庫中。俟每季茶所有樣品製造完後，取出一部份樣品供官能品評分析。

在春、夏和秋三季另取部分茶菁於室內自然環境條件下進行萎凋以做為對照。攤葉厚

度為1～1.5公分，按照傳統製造白茶方法，春茶為室內萎凋60小時，夏茶則為萎凋36小時，秋茶為室內萎凋40小時後以70～80℃進行乾燥作業，茶樣保存做為品評對照之用。

春、夏和秋三季茶葉採摘製造日期分別為：

秋茶：1994年8月25、30日及9月2日。

春茶：1995年3月24、31日及4月3日。

夏茶：1995年6月9、12及16日。

二、官能品評分析

本試驗品評小組由6位經茶業改良場甄試合格，並具有多年從事茶業研究及品評工作之品評員所組成。茶樣品評方法分為傳統評分法(圖1，上部)及參考偏差描述法(deviation from reference descriptive analysis)(圖1，下部)兩種。稱取茶樣3公克放入審茶杯中，以150ml沸水沖泡靜置5分鐘後，濾出茶湯。每次沖泡20個茶樣，由於評定項目多，為提高準確度，將品評員分成二組，一組先品評前10個茶樣，另一組同時品評後10個茶樣，每10杯中之第一杯為對照組(茶樣依季節不同，按照傳統製造白茶方法，春茶為室內自然萎凋60小時，夏茶則萎凋36小時，秋茶萎凋40小時)，評完10杯後兩組對調，再評其餘10杯。傳統評分法品評項目，包括外觀(appearance)佔30%、水色(color)20%、香氣(aroma)25%及滋味(flavor)25%(圖1，上部)。參考偏差描述法品評項目則略有增加，Stone and Sidel(1985)指出類似食味品評之複雜性狀，若評分項目愈多，分項愈細，愈有助於完整的描述食品之特性。本試驗描述分析將品評項目細分為外觀、水色、甘甜味(sweet taste)、鮮活性(freshness)、醇厚感(fullness)、苦澀味(bitter astringency taste)、鮮純毫香(delicate aroma)、青草氣(grassy smell)、總評(overall)等九個項目，並與對照組比較，依照樣品與對照組差異程度，在適當位置標示(圖1，下部)強度並評分。

三、統計分析及繪圖

本試驗將品評各項評分結果進行變方分析(GLM)，並進行各項主效應及交感效應之顯著性測驗(SAS Institute, 1988)。繪圖軟體採用Excel 95(Window 95)。

本研究根據Box及Behnken(1960)三變數三變級反應曲面設計，以萎凋之溫度、濕度及時間三個試驗因子，總計15個處理組合，將白茶之外觀、水色、香氣、滋味及總評等五項官能品評分數分別列為反應變數，採用SAS軟體中之RSREG程式進行反應曲面分析，求出三變數二次多項方程式，並據以獲得最高品質白茶之最適萎凋條件。此外，本試驗使用Surfer access system繪圖軟體(Version 3.00, Golden Software Inc., USA, 1987)，分別對迴歸所得之二次多項式進行繪圖，經由所得圖形之配合，以求出最佳萎凋處理條件。

品評人員：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿品評日期：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

請品評員就給予之樣品，依序在下列所有品評項目中就適當位置上打〞∨〞和分數，並在其上面空白處標示強度，謝謝合作。

一、外觀：芽葉勻整細嫩，葉面翠綠，毫心銀白，葉背有白茸毛佳；芽葉毫心少，暗紅、黃綠混雜差。

二、水色：清澈，杏黃、橙黃為佳；深黃或微紅差。

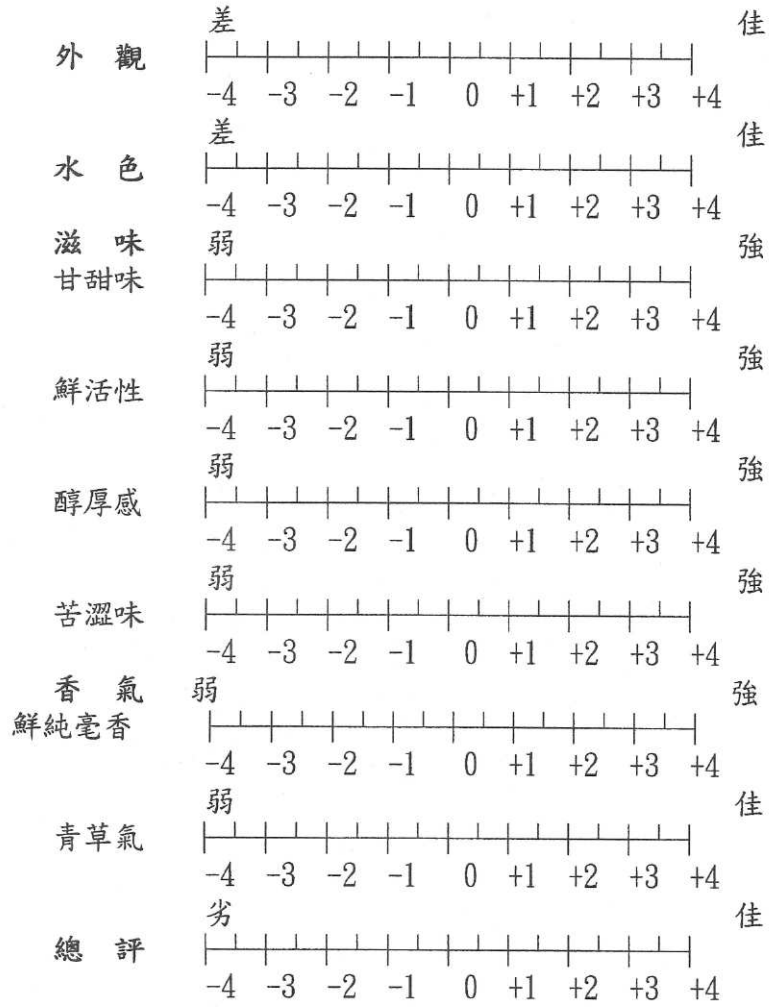
三、香氣：鮮嫩純爽，毫香顯為佳；純正或微粗或稍帶青草氣差。

四、滋味：包括甘甜味、鮮活性、醇厚感(醇厚佳；淡薄差)、苦澀味四項。

五、總評：

外 觀 30%	水 色 20%	香 氣 25%	滋 味 25%	總 評 100%

六、描述分析法：(品評者就茶樣喜好程度或感官品評強度標示強度)。



圖一、白茶品評試驗之官能品評表單

Fig. 1. Sensory evaluation sheet for panel test of white tea.

結 果 與 討 論

一、萎凋溫度、濕度與時間處理對春、夏、秋三季白茶官能品質影響之變方分析

本試驗分別將春、夏、及秋季白茶茶葉外觀、香氣、茶湯之水色、滋味與總評等五個項目之官能品評分數，以品評員為區集，進行變方分析。

春茶之變方分析結果顯示，在五個品評項目中，區集效應(品評員間之差異)除滋味一項顯著外，其餘均不顯著。六位品評員對白茶外觀、水色、香氣及總評看法一致(表 1)，顯示品評員水準甚高，並無偏好或不客觀之情形存在，因而增加本試驗品評結果之可信度。

表一、萎凋溫度、濕度與時間處理對春季白茶官能品質影響之變方分析

Table 1. Analyses of variance for sensory evaluation of white tea as affected by withering temperature, humidity, and time treatments (spring, 1995).

Source of variation	df	Appearance	Color	Aroma	Flavor	Overall sensory
Block (Judge)	5	NS	NS	NS	*	NS
Temperature (T)	[2]	***	***	**	***	***
Linear	1	***	***	***	***	***
Quadratic	1	NS	***	***	***	***
Error (a)	10					
Humidity (H)	[2]	***	***	***	***	***
Linear	1	***	***	***	***	***
Quadratic	1	**	NS	***	*	**
T*H	[4]	***	***	NS	*	***
T_L*H_L	1	***	***	**	***	***
T_L*H_Q	1	**	NS	NS	NS	NS
T_Q*H_L	1	***	***	*	*	***
T_Q*H_Q	1	***	**	**	*	***
Error(b)	30					
Time(P)	[2]	***	***	***	***	***
Linear	1	***	***	***	***	***
Quadratic	1	*	NS	NS	NS	NS
T*P	[4]	**	***	***	***	***
T_L*P_L	1	***	**	***	***	***
T_L*P_Q	1	NS	NS	NS	NS	NS
T_Q*P_L	1	NS	***	*	**	***
T_Q*P_Q	1	NS	*	NS	NS	NS
H*P	[4]	**	*	NS	NS	NS
H_L*P_L	1	NS	**	NS	NS	NS
H_L*P_Q	1	NS	NS	NS	*	NS
H_Q*P_L	1	**	NS	NS	NS	NS
H_Q*P_Q	1	NS	NS	NS	NS	NS
T*H*P	8	**	***	***	***	***
Error	90					

*, **, *** Significant mean square at the 0.05,0.01,0.001 probability levels, respectively.

變方分析結果顯示萎凋溫度、濕度與時間三個因子主效應及彼此間交感效應都達極顯著水準。兩因子交感效應除香氣與滋味(T× H、H× P)及總評(H× P)不顯著外，大致均達極顯著水準(表 1)。此一結果顯示，萎凋溫度、濕度及時間處理對改變白茶各項品質都有顯著的效果。此外，變方分析亦顯示白茶各項品質對萎凋的溫度與濕度大都呈二次曲線反應，顯

示透過反應曲面分析，或可找到提高白茶品質之萎凋溫、濕度條件。但白茶品質對萎凋時間則呈直線反應，隨萎凋時間之延長，白茶品質變劣。

萎凋溫度與濕度(T× H)之交感效應對白茶香氣之影響不顯著，均以較低的萎凋溫度(18℃)及中等濕度(60%左右)所生產之白茶可獲得較高的評分，白茶品質較佳。但萎凋溫度提高，濕度太高或太低，白茶品質變劣。此外，萎凋濕度與萎凋時間(H× P)之交感對白茶香氣、滋味及總評之影響也不顯著，均以較高之相對濕度(80%)，萎凋 50 小時左右，白茶茶湯之香氣、滋味及總評可獲得較高評分，生產之白茶品質較佳。但當相對濕度降至 60%以下，白茶茶湯之香氣、滋味與總評分數隨萎凋時間增長而降低。

表二、萎凋溫度、濕度與時間處理對夏季白茶官能品質影響之變方分析

Table 2. Analyses of variance for sensory evaluation of white tea as affected by withering temperature, humidity, and time treatments (summer, 1995).

Source of variation	df	Appearance	Color	Aroma	Flavor	Overall sensory
Block (Judge)	5	NS	NS	NS	*	*
Temperature (T)	[2]	***	***	*	**	***
Linear	1	***	***	***	***	***
Quadratic	1	***	***	NS	***	***
Error (a)	10					
Humidity (H)	[2]	***	**	***	***	***
Linear	1	***	***	***	***	***
Quadratic	1	**	**	NS	NS	NS
T*H	[4]	***	***	NS	NS	***
T_L*H_L	1	***	NS	NS	*	***
T_L*H_Q	1	**	NS	NS	NS	NS
T_Q*H_L	1	***	***	NS	NS	*
T_Q*H_Q	1	***	***	***	***	***
Error(b)	30					
Time(P)	[2]	***	***	NS	***	***
Linear	1	***	***	NS	***	***
Quadratic	1	NS	***	NS	NS	NS
T*P	[4]	**	***	***	***	***
T_L*P_L	1	***	***	***	***	***
T_L*P_Q	1	NS	***	NS	NS	NS
T_Q*P_L	1	NS	***	*	*	NS
T_Q*P_Q	1	NS	**	NS	NS	NS
H*P	[4]	***	***	NS	NS	**
H_L*P_L	1	***	***	NS	NS	*
H_L*P_Q	1	***	NS	NS	NS	NS
H_Q*P_L	1	NS	**	NS	NS	NS
H_Q*P_Q	1	**	**	NS	*	**
T*H*P	8	***	***	NS	NS	*
Error	90					

*, **, *** Significant mean square at the 0.05,0.01,0.001 probability levels, respectively.

夏茶之變方分析結果顯示，在五個品質項目中，區集效應除滋味與總評二項顯著外，

其餘均不顯著，顯示六位品評員對白茶外觀、水色及香氣等品評項目看法相當一致。萎凋溫、濕度與時間三個因子主效應，除香氣在萎凋時間主效應不顯著外，其餘均達極顯著水準。兩因子及三因子之交感效應除濕度與時間之交感(H× P)對香氣與滋味之影響不顯著外，其餘大致達極顯著水準(表 2)。試驗結果顯示萎凋溫、濕度及時間處理對夏季白茶之外觀、水色及總評都造成顯著差異。

白茶香氣之三因子交感(T× H× P)不顯著。萎凋溫度與濕度(T× H)之交感不顯著，但萎凋溫度主效應顯著，萎凋濕度主效應極顯著，香氣對萎凋溫濕度二者均為直線反應，顯示白茶香氣是受到萎凋溫度及濕度之影響。白茶在低溫(18℃)高濕(80%)條件下萎凋，香氣較佳，

表三、萎凋溫度、濕度與時間處理對秋季白茶官能品質影響之變方分析

Table 3. Analyses of variance for sensory evaluation of white tea as affected by withering temperature, humidity, and time treatments (autumn, 1994).

Source of variation	df	Appearance	Color	Aroma	Flavor	Overall sensory
Block (Judge)	5	NS	NS	***	***	NS
Temperature (T)	[2]	***	***	*	**	***
Linear	1	***	***	***	***	***
Quadratic	1	*	NS	NS	NS	NS
Error (a)	10					
Humidity (H)	[2]	***	**	NS	NS	***
Linear	1	***	***	NS	NS	***
Quadratic	1	***	***	NS	NS	***
T*H	[4]	***	*	NS	**	***
T_L*H_L	1	***	*	***	***	***
T_L*H_Q	1	***	NS	NS	NS	*
T_Q*H_L	1	NS	NS	NS	NS	NS
T_Q*H_Q	1	**	***	NS	NS	**
Error(b)	30					
Time (P)	[2]	NS	***	NS	NS	NS
Linear	1	NS	***	NS	NS	NS
Quadratic	1	NS	NS	NS	NS	*
T*P	[4]	***	***	**	**	***
T_L*P_L	1	***	***	**	**	***
T_L*P_Q	1	***	*	NS	NS	**
T_Q*P_L	1	***	NS	**	NS	***
T_Q*P_Q	1	NS	NS	NS	NS	NS
H*P	[4]	***	***	**	*	***
H_L*P_L	1	***	NS	*	NS	***
H_L*P_Q	1	***	***	**	*	***
H_Q*P_L	1	**	**	NS	NS	***
H_Q*P_Q	1	NS	NS	NS	NS	NS
T*H*P	8	***	***	***	*	***
Error	90					

*, **, ***Significant mean square at the 0.05,0.01,0.001 probability levels, respectively.

但當溫度提高，香氣隨萎凋濕度之降低而逐漸劣變。此外，萎凋濕度與萎凋時間交感(H× P)

不顯著，因萎凋時間主效應也不顯著，即白茶香氣易受萎凋濕度影響，且均以高濕(80%)條件下萎凋，品質較佳。

秋茶之變方分析結果顯示，在五個品評項目中，品評員之區集效應，除香氣與滋味極顯著外，其餘均不顯著，顯示六位品評員對白茶之外觀、水色及總評看法一致(表 3)。萎凋溫度主效應在五個品評項目均達極顯著水準，且為直線反應，溫度越低，白茶各項品質愈好。萎凋濕度主效應，除對白茶香氣與滋味兩項不顯著外，其餘各品評項目如外觀、水色、總評均為極顯著，並為二次曲線反應，亦即透過迴歸分析，可能找出最佳品質之最適萎凋濕度條件。萎凋時間除了水色之主效應為極顯著外，其餘四個品評項目均不顯著。兩個因子及三因子交感效應，除了香氣之萎凋溫、濕度交感(T× H)不顯著外，都達極顯著水準。由於秋茶香氣萎凋溫度主效應顯著，且為直線反應，但與萎凋溫度交感(T× H)不顯著，且萎凋濕度之主效應不顯著，顯示秋茶香氣主要受萎凋溫度處理之影響，而造成顯著差異。萎凋溫度愈低，白茶香氣愈佳。秋茶以低溫(18℃)萎凋，香氣最佳，隨萎凋溫度升高，秋茶香氣隨之降低。

二、春、夏、秋三季白茶最適萎凋條件反應曲面分析

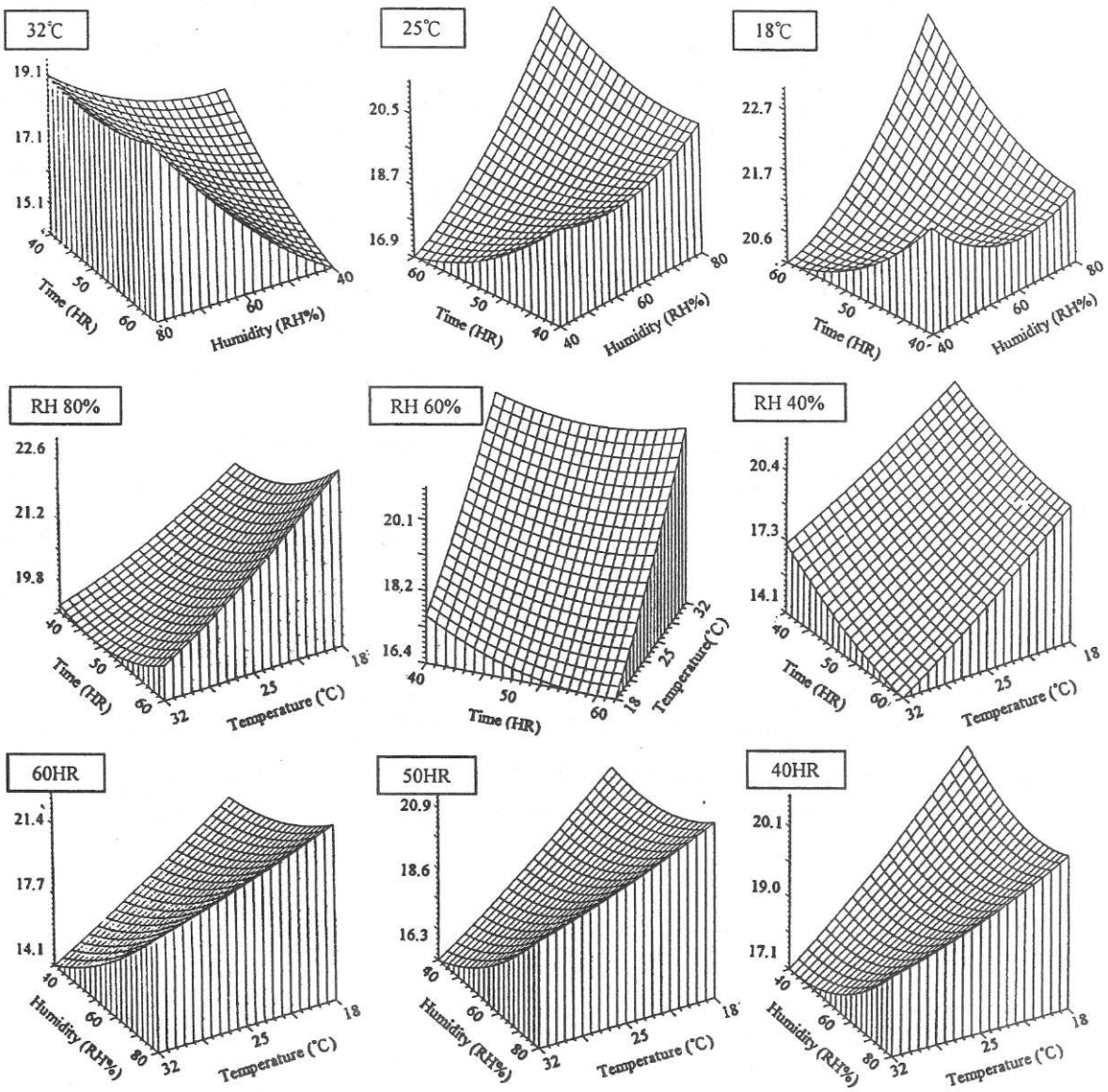
由於變方分析表(表 1 至 3)只能概括瞭解萎凋處理之效應顯著與否，但不易明確看出影響白茶品質之萎凋溫、濕度及時間處理之適當條件，因此，本試驗利用反應曲面分析，嚐試求出白茶品質萎凋處理的最佳條件。

(一)春茶之反應曲面分析

由春茶五項官能品評評分之反應曲面分析結果(表 4)，可求得各品評項目反應曲面多項式。春茶茶湯外觀($\hat{Y}$)受萎凋溫度(X_1)、濕度(X_2)、及時間(X_3)影響之反應曲面之模式為：

$$(\hat{Y}) = 18.4 - 2.1X_1 + 1.3X_2 - 0.3X_3 + 0.2X_1^2 + 0.7X_1 \times X_2 + 0.6X_2^2 - 0.3X_1 \times X_3 + 0.9X_2 \times X_3 + 0.4X_3^2 \quad (R^2 = 0.964，\ 圖\ 2)$$

Fig. 2



圖二、萎凋處理對春季白茶外觀之影響

Fig. 2. Scores of appearance of white tea by sensory evaluation of panel testing as affected by withering treatments (spring, 1995).

表四、春季白茶反應曲面設計分析及官能品評各項評分

Table. 4. Design matrix and sensory evaluation scores for response surface analysis of white tea (spring, 1995).

Treatment	Temperature. X1 (℃)	Humidity X2 (RH%)	Time X3 (HR)	Appear.	Color	Aroma	Flavor	Overall sensory
1	-1	-1	0	20.8	14.5	18.6	19.0	72.9
2	-1	0	-1	21.3	14.6	18.6	18.9	73.4
3	-1	0	1	21.2	14.2	18.8	19.3	73.5
4	-1	1	0	21.1	14.3	18.4	18.6	72.4
5	0	-1	-1	18.7	12.9	17.2	17.5	66.3
6	0	-1	1	16.5	10.1	15.6	15.3	57.5
7	0	0	0	18.4	13.1	17.3	17.5	66.3
8	0	0	0	18.4	12.3	17.1	17.1	64.9
9	0	0	0	18.4	12.5	16.9	17.2	65.0
10	0	1	-1	20.4	14.1	17.4	17.5	69.4
11	0	1	1	21.9	13.0	18.1	17.8	70.8
12	1	-1	0	15.7	11.3	15.8	15.7	58.5
13	1	0	-1	17.4	12.6	16.2	16.7	62.9
14	1	0	1	16.1	12.2	15.8	15.8	59.9
15	1	1	0	18.9	12.5	17.2	17.6	66.2

Temperature: -1(18℃), 0(25℃), +1(32℃)
Humidity: -1(RH40%), 0 (RH60%), +1(RH80%)
Time: -1(40HR), 0(50HR), +1(60HR)

探討春茶外觀對萎凋濕度(X_2)、時間(X_3)之反應時，將萎凋溫度(X_1)之三個變級中，較高之溫度 32℃代之以＋1，中溫之 25℃代之以 0，低溫之 18℃代之以－1，分別代入上述反應曲面模式中，得到的萎凋溫度三個變級個別之反應曲面模式如下：

32℃：$\hat{Y}=16.6+2X_2-0.6X_3+0.6X_2^2+0.9X_2\times X_3+0.4X_3^2$

25℃：$\hat{Y}=18.4+1.3X_2-0.3X_3+0.6X_2^2+0.9X_2\times X_3+0.4X_3^2$

18℃：$\hat{Y}=20.7+0.6X_2+0.6X_2^2+0.9X_2\times X_3+0.4X_3^2$

探討春茶外觀對萎凋溫度、時間之反應時，同上述方法將萎凋濕度變數分別以常數(＋1，0，－1)代入反應曲面方程式中，可求得萎凋濕度三個變級之反應曲面模式如下：

RH80%：$\hat{Y}=20.3-1.3X_1+0.6X_3+0.2X_1^2-0.3X_1\times X_3+0.4X_3^2$

RH60%：$\hat{Y}=18.4-2X_1-0.3X_3+0.2X_1^2-0.3X_1\times X_3+0.4X_3^2$

RH40%：$\hat{Y}=17.7-2.7X_1-1.2X_3+0.2X_1^2-0.3X_1\times X_3+0.4X_3^2$

探討白茶外觀對萎凋溫度、濕度之反應時，將萎凋時間之三個變級取常數(＋1，0，－1)代入反應曲面方程式中，也可分別求得三個時間變級之反應曲面模式：

60HR：$\hat{Y}=18.5-2.3X_1+2.2X_2+0.2X_1^2+0.7X_1\times X_2+0.6X_2^2$

50HR：$\hat{Y}=18.4-2X_1+1.3X_2+0.2X_1^2+0.7X_1\times X_2+0.6X_2^2$

40HR：$\hat{Y}=19.1-1.7X_1+0.4X_2+0.2X_1^2+0.7X_1\times X_2+0.6X_2^2$

將以上三處理因子三變級共九個反應曲面方程式以 Surfer Access system 繪圖軟體處理，可得到九個春茶外觀在不同處理評分表現之曲面圖(圖 2)。白茶非常注重外觀，成茶外觀評分佔 30%，並以「青天白地」評分較高，即製成之白茶外觀葉面黛綠或翠綠，葉背披覆白色茸毛。在不同溫度條件下結果顯示，18℃低溫下，配合低濕短時間萎凋，製成之白茶外觀翠綠富茸毛，白茶外觀之評分較高。不同萎凋濕度條件下，則均以低溫短時間萎凋，白茶外觀較佳。在不同萎凋時間下，均以低溫低濕處理可以得到較佳外觀。整體而言，春茶在低溫(18℃)高濕(60-80%)短時間(40HR)萎凋的條件下，生產之白茶外觀較翠綠，評分較佳。若萎凋高溫、低濕或長時間條件下，白茶失水速率加快，白茶茶菁極易在萎凋期間發酵紅變，外觀評分低。

春茶茶湯水色之反應曲面模式為：

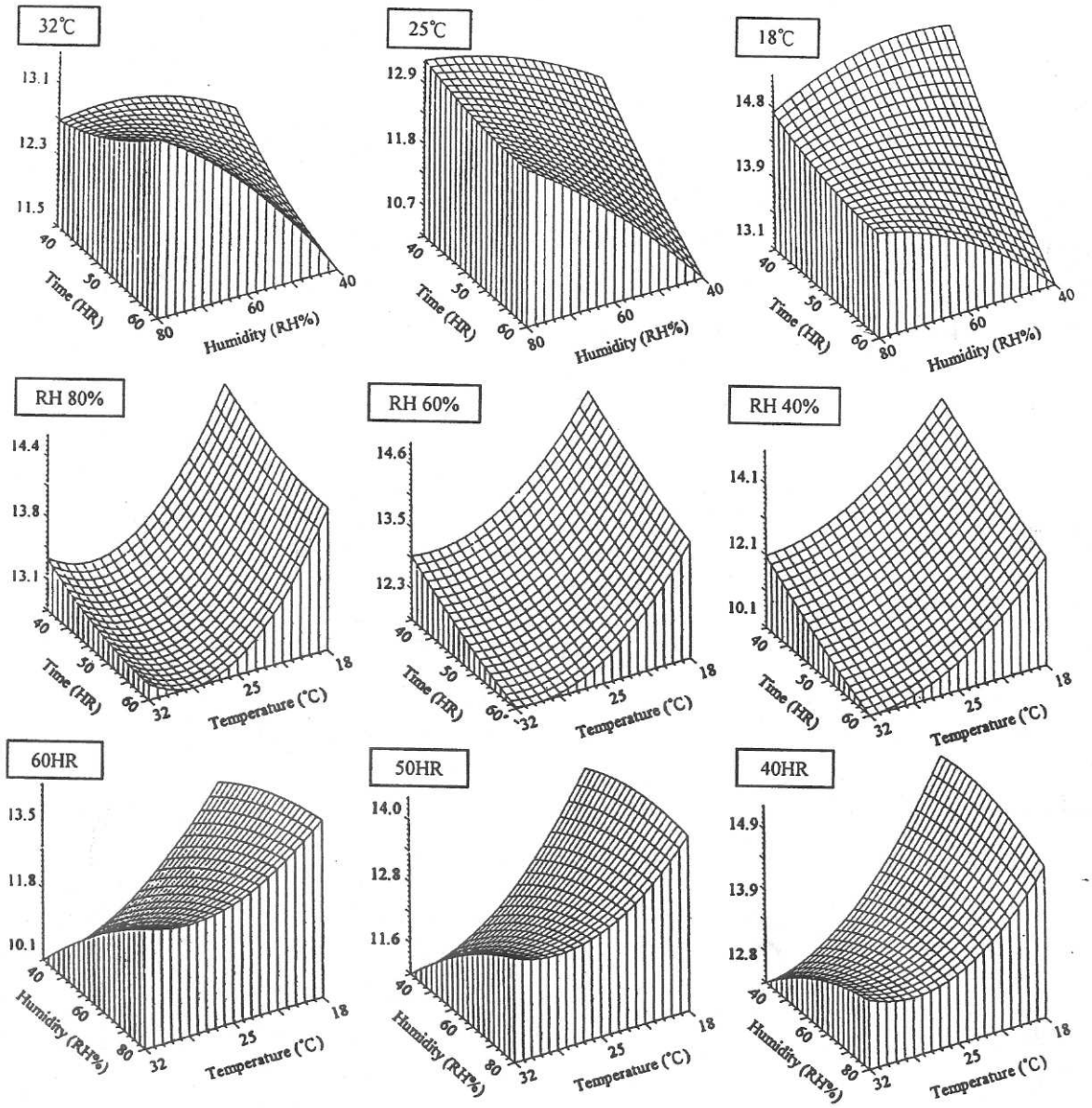
$(\hat{Y})=12.6-1.1X_1+0.6X_2-0.6X_3+0.7X_1^2+0.4X_1\times X_2-0.2X_2^2+0.4X_2\times X_3+0.1X_3^2$ ($R^2=0.871$，圖 3)

凋處理條件之反應曲面圖。白茶茶湯水色以杏黃且清澈明亮為宜，官能品評時可獲得較高的評分。試驗結果顯示，在不同溫度條件下，春茶茶湯水色在低濕長時間萎凋條件下因茶菁發酵紅變，沖泡後水色偏紅，評分低。在不同濕度條件下，均以低溫、短時間萎凋，白茶水色較佳。對不同萎凋時間而言，則以低溫低濕條件，水色評分有較高趨勢。整體而言，仍以低溫(18℃)、高濕(80%)短時間(40HR)萎凋，白茶水色較佳。

春茶香氣之反應曲面模式為：

$(\hat{Y})=17.1-1.2X_1+0.5X_2-0.1X_3+0.3X_1^2+0.4X_1\times X_2+0.1X_2^2-0.2X_1\times X_3+0.6X_2\times X_3-0.1X_3^2$ ($R^2=0.959$，圖 4)

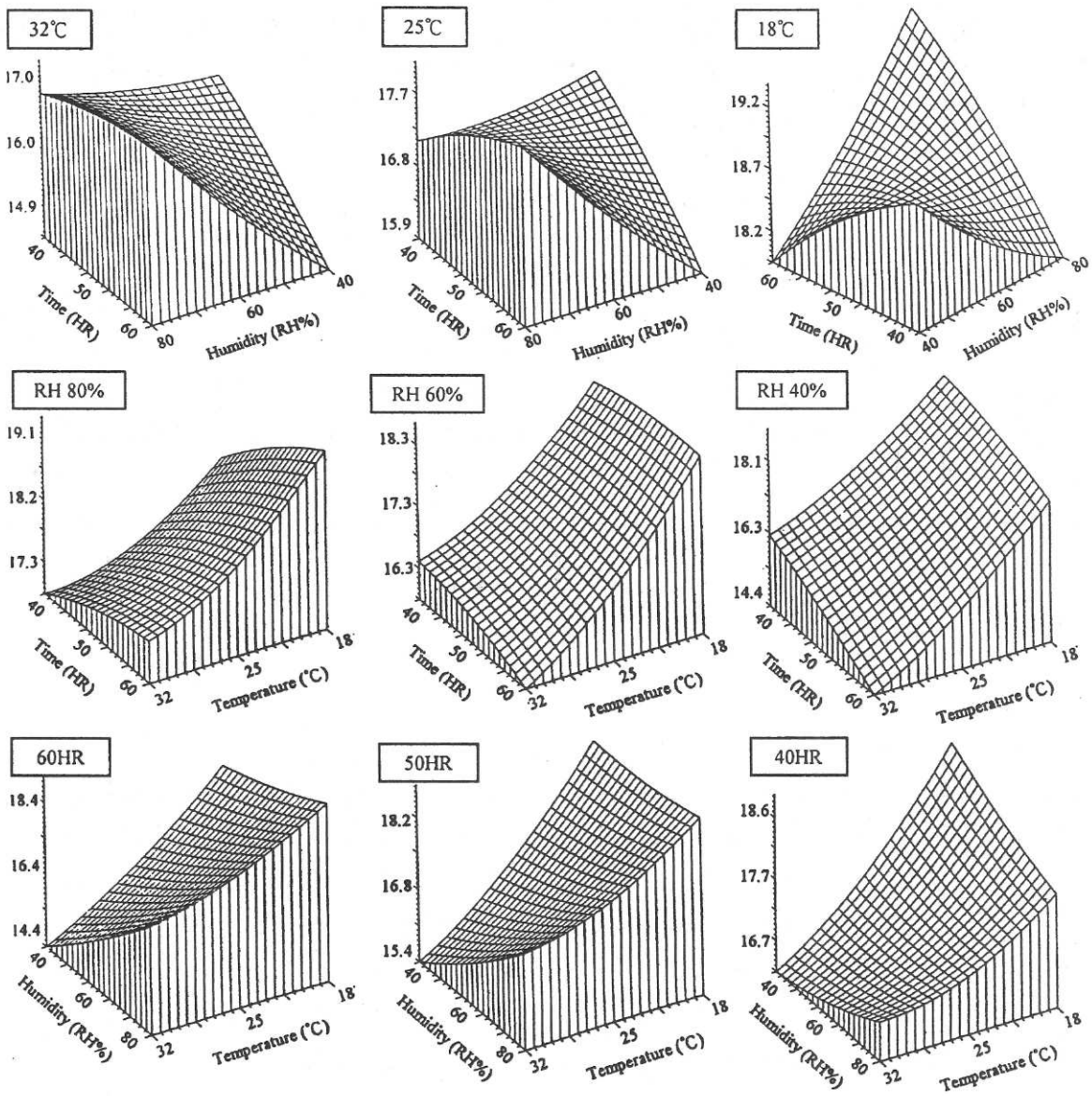
Fig. 3



圖三、萎凋處理對春季白茶茶湯水色之影響

Fig. 3. Scores of color of white tea infusion by sensory evaluation of panel testing as affected by withering treatments (spring, 1995).

Fig. 4



圖四、萎凋處理對春季白茶茶葉香氣之影響

Fig. 4. Scores of aroma of white tea by sensory evaluation of panel testing as affected by withering treatments (spring, 1995).

對春茶香氣而言，在不同溫度條件下，以高濕並經長時間萎凋，白茶香氣較佳，其中又以18℃低溫處理，生產之白茶香氣評分較高。在不同濕度條件下，則以低溫、短時間萎凋，白茶香氣較佳，但高濕下則以低溫長時間萎凋，香氣評分較高。就不同萎凋時間而言，也以低溫低濕的萎凋條件，白茶香氣評分較高，並隨萎凋時間延長，香氣評分隨之降低。但整體而言，春茶香氣以低溫、高濕及短時間萎凋，可得到較高之評分。

春茶茶湯滋味之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 17.3 - 1.3X_1 + 0.5X_2 - 0.3X_3 + 0.6X_1^2 + 0.6X_1 \times X_2 - 0.1X_2^2 - 0.3X_1 \times X_3 + 0.6X_2 \times X_3 - 0.1X_3^2 \ (R^2 = 0.966，圖\ 5)$$

在不同溫度條件下，春茶滋味變化趨勢並不一致。在不同濕度條件下，溫度愈高，萎凋時間愈長，滋味逐漸變差。對萎凋時間而言，均以低溫低濕處理之白茶評分較高。但整體而言，春茶仍以低溫、低濕及短時間萎凋，其滋味較佳。

春茶總評之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 65.4 - 5.6X_1 + 3X_2 - 1.3X_3 + 1.7X_1^2 + 2.1X_1 \times X_2 + 0.3X_2^2 - 0.8X_1 \times X_3 - 2.6X_2 \times X_3 + 0.3X_3^2 \ (R^2 = 0.959，圖\ 6)$$

在不同溫度條件下，以低溫(18℃)之評分最高，在高濕長時間或低濕短時間萎凋，白茶總評評分較高。在不同濕度條件下，溫度愈低，萎凋時間愈短，白茶品質較佳。就不同萎凋時間而言，在溫、濕度較低的條件下萎凋，白茶總評評分較高。整體而言，白茶在低溫、高濕及較短時間萎凋，生長之白茶品質較佳。

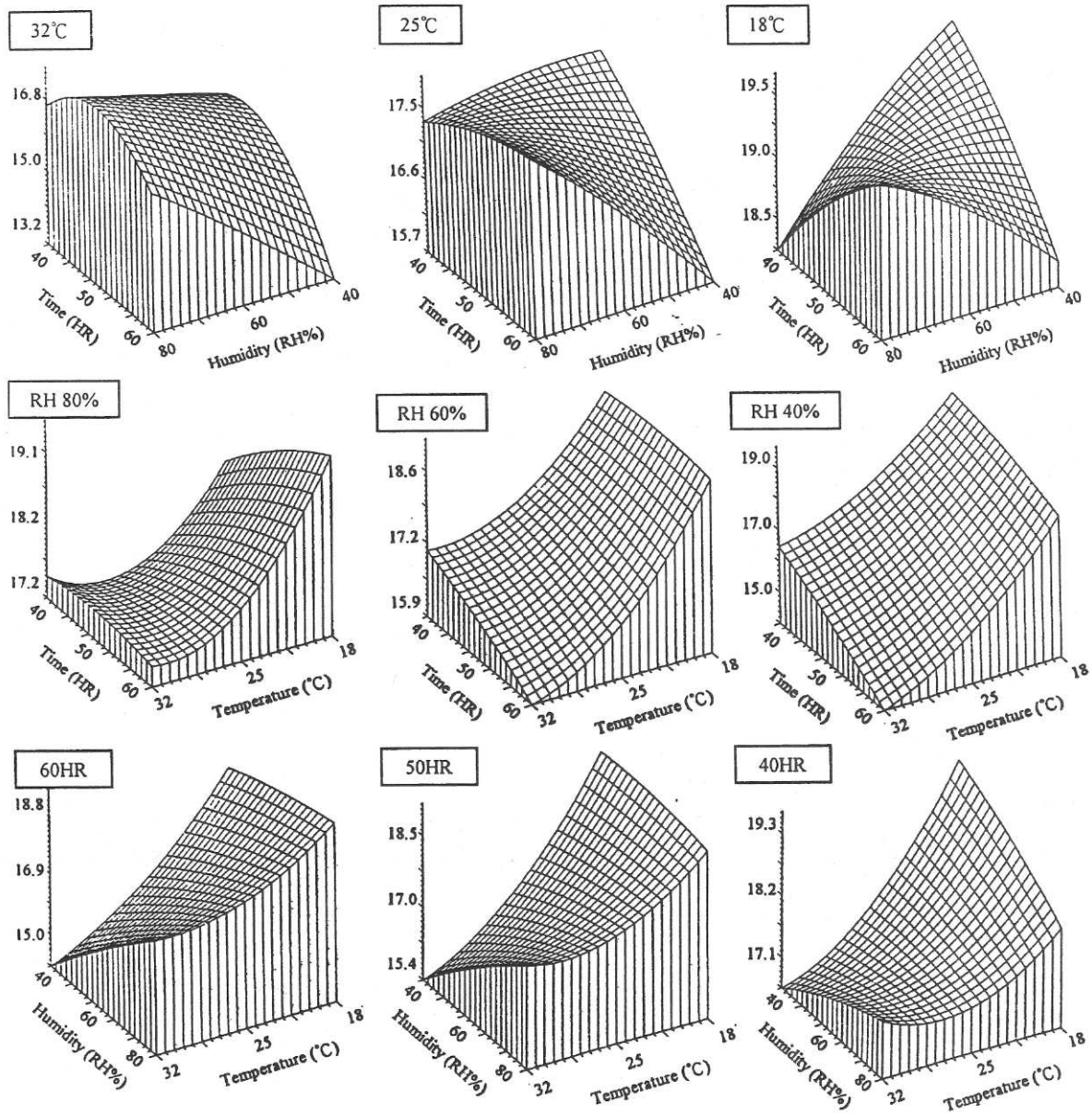
(二)夏茶之反應曲面分析

夏茶官能品評結果(表5)，經反應曲面分析白茶外觀反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 16 - 0.5X_1 + 0.6X_2 - 0.2X_3 + 0.7X_1^2 + 0.5X_2^2 - 0.4X_1 \times X_3 + 0.9X_3^2 (R^2 = 0.996$$

不同溫度條件下，以低溫(18℃)高濕短時間萎凋，白茶之外觀較佳。對不同濕度而言，則均以低溫短時間萎凋，可得到較佳外觀。在不同萎凋時間處理下，萎凋環境之溫、濕度愈低，白茶外觀愈佳。由本試驗處理範圍內，只能求出白茶外觀最低點之萎凋條件，在萎凋溫度為31.3℃，相對濕度為51.2%，萎凋時間為55.5小時，生產之白茶外觀最差。整體而言，若以低溫、高濕及較短時間萎凋，生產之白茶外觀較佳。

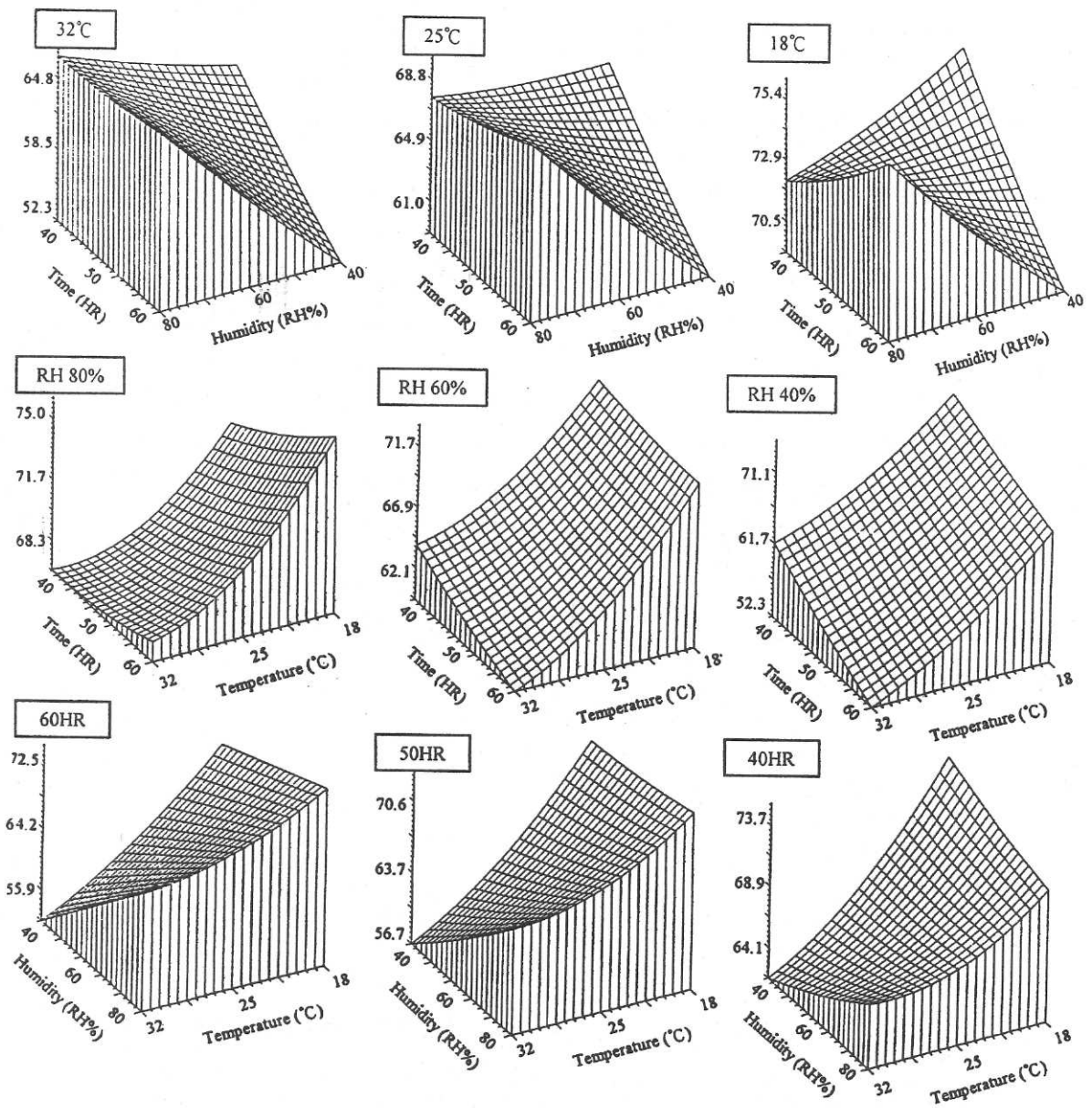
Fig. 5



圖五、萎凋處理對春季白茶茶湯滋味之影響

Fig. 5. Scores of flavor of white tea infusion by sensory evaluation of panel testing as affected by withering treatments (spring, 1995).

Fig. 6



圖六、萎凋處理對春季白茶品質總評之影響

Fig. 6. Overall sensory evaluation scores of white tea by panel testing as affected by withering treatments (spring, 1995).

夏茶茶湯水色反應曲面模式為：

$$(\hat{Y})=11.5-1.8X_1+0.2X_2-0.7X_3+1.4X_1^2+1.0X_2^2-0.4X_1\times X_3-0.6X_2\times X_3+1.4X_3^2(R^2=0.980)$$

夏茶茶湯水色整體趨勢與外觀一致，均以低溫高濕及短時間萎凋，生產之白茶茶湯水色較佳。在本試驗處理之範圍內，由模式只能求出白茶茶湯水色最低點之萎凋條件。當溫度為29.8℃，濕度 59.9%，並以 53.6 小時萎凋之條件下，生產之白茶茶湯水色最差。若濕度提高，溫度降低，均對白茶茶湯水色之改善有所助益。

夏茶香氣之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y})=16-0.5X_1+0.6X_2-0.2X_3+0.7X_1^2+0.5X_2^2-0.4X_1\times X_3+0.9X_3^2(R^2=0.973)$$

對夏茶香氣而言，若在低溫(18℃)條件下，則以高濕長時間萎凋，製成之白茶香氣較佳。但若溫度提高至 25 或 32℃，則以高濕短時間萎凋，生產之白茶香氣可以獲得較高評分。在不同萎凋濕度條件下，均以低溫短時間萎凋，白茶香氣較佳。由試驗之迴歸模式中，可求得最低點之白茶香氣萎凋條件，在萎凋溫度 27.7℃，濕度 49.6%，萎凋 51.9 小時條件下，生產之白茶香氣最差。

表五、夏季白茶反應曲面設計分析及官能品評各項評分

Table 5. Design matrix and sensory evaluation scores for response surface analysis of white tea (summer, 1995).

Treatment	Temperature. X1 (℃)	Humidity X2 (RH%)	Time X3 (HR)	Appear.	Color	Aroma	Flavor	Overall sensory
1	-1	-1	0	23.0	15.9	17.1	18.4	74.3
2	-1	0	-1	23.8	16.1	17.7	18.1	75.8
3	-1	0	1	22.6	15.4	18.5	19.1	75.7
4	-1	1	0	22.7	16.0	18.2	18.7	75.7
5	0	-1	-1	19.6	13.6	17.1	16.9	67.3
6	0	-1	1	19.2	13.3	16.5	16.5	65.5
7	0	0	0	18.2	11.5	16.2	15.8	61.7
8	0	0	0	18.2	11.3	16.0	16.0	61.5
9	0	0	0	18.0	11.7	15.8	16.0	61.5
10	0	1	-1	21.8	15.7	18.3	18.8	74.6
11	0	1	1	19.0	12.9	17.6	17.3	66.8
12	1	-1	0	17.2	11.8	16.3	16.2	61.5
13	1	0	-1	19.5	13.8	17.5	17.9	68.7
14	1	0	1	16.7	11.7	16.6	16.5	61.4
15	1	1	0	19.5	11.9	17.3	17.9	66.7

Temperature: -1 (18℃), 0 (25℃), +1 (32℃)
Humidity: -1 (RH40%), 0 (RH60%), +1 (RH80%)
Time: -1 (40HR), 0 (50HR), +1 (60HR)

夏茶茶湯滋味之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 15.9 - 0.7X_1 + 0.6X_2 - 0.3X_3 + 1.2X_1^2 + 0.4X_1 \times X_2 + 0.7X_2^2$$

$$- 0.6X_1 \times X_3 - 0.3X_2 \times X_3 + 0.8X_3^2 \ (R^2 = 0.980)$$

在不同溫度條件下，白茶茶湯滋味隨萎凋濕度降低，及萎凋時間延長而變劣。在不同濕度條件下，均以高溫長時間萎凋，白茶之滋味較差。就不同萎凋時間而言，萎凋溫度愈高，濕度愈低，白茶滋味愈差。整體而言，在高溫、低濕及長時間萎凋的情況下，白茶滋味變劣。由反應曲面分析顯示，當萎凋溫度為 28.1℃，濕度為 50%，萎凋 52.7 小時，此條件下生產之白茶滋味最差。

夏茶總評之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 61.6 - 5.4X_1 + 1.9X_2 - 2.1X_3 + 4.9X_1^2 + 1.0X_1 \times X_2 + 3.1X_2^2 - 1.8X_1 \times X_3 - 1.5X_2$$

$$\times X_3 + 3.9X_3^2 \ (R^2 = 0.998, \text{圖 } 7)$$

就夏茶總評而言，在不同萎凋溫度、濕度及時間處理結果與滋味相當類似。均以高溫、低濕及長時間萎凋，總評之評分最低。由反應曲面分析顯示，當溫度為 29.5℃、濕度 53.5%，萎凋 53.6 小時，所生產之白茶總評評分最低。總之，夏茶若萎凋溫度高於 28℃，濕度低於 60%，萎凋超過 50 小時，生產之白茶品質變差。因此，建議在茶葉調製過程中，應適度控制萎凋環境，避免長時間在高溫低濕之不利環境下進行萎凋，將可確保白茶品質不致變劣。

(三)秋茶之反應曲面分析

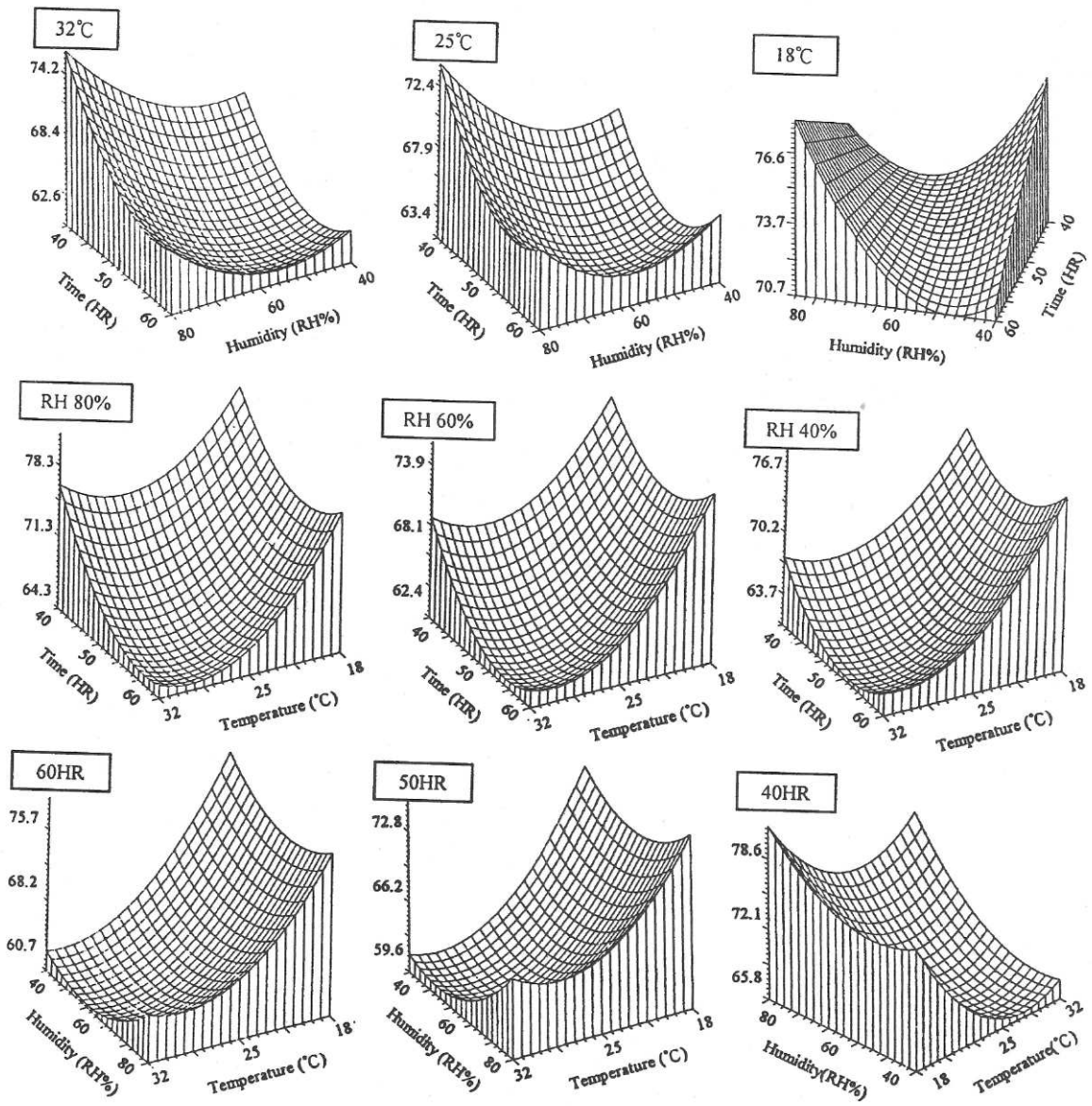
秋茶官能品評結果(表 6)，經反應曲面分析，求得秋茶外觀之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 19 - 2.2X_1 + 0.9X_2 + 0.3X_3 - 0.3X_1^2 + 1.3X_1 \times X_2 + 1.4X_2^2 - 0.4X_1 \times X_3 + 2.2X_2 \times X_3$$

$$- 0.7X_3^2 \ (R^2 = 0.920\ )$$

在不同溫度條件下，白茶外觀隨濕度增加及萎凋時間延長，評分有隨之提高的趨勢。不同濕度處理下，以低溫短時間萎凋，白茶之外觀較佳。在不同萎凋時間條件下，萎凋溫度愈低，時間較短，白茶外觀評分較高。整體而言，秋茶以低溫、高濕，萎凋 50 小時左右，生產之白茶外觀較佳。

Fig. 7



圖七、萎凋處理對夏白茶品質總評之影響

Fig. 7. Overall sensory evaluation scores of white tea by panel testing as affected by withering treatments (summer, 1995).

表六、秋季白茶反應曲面設計分析及官能品評各項評分

Table 6. Design matrix and sensory evaluation scores for response surface analysis of white tea (autumn, 1994).

Treatment	Temperature X1 (℃)	Humidity X2 (RH%)	Time X3 (HR)	Appear.	Color	Aroma	Flavor	Overall sensory
1	-1	-1	0	22.0	16.6	19.1	19.1	76.9
2	-1	0	-1	21.0	15.7	18.4	18.5	73.5
3	-1	0	1	22.0	16.5	19.0	19.0	76.5
4	-1	1	0	22.3	16.8	18.5	18.3	75.9
5	0	-1	-1	21.0	15.6	18.9	19.0	74.5
6	0	-1	1	17.5	15.0	18.2	18.5	69.1
7	0	0	0	19.3	15.2	18.7	18.5	71.7
8	0	0	0	19.3	15.3	18.4	18.4	71.3
9	0	0	0	18.4	15.2	18.6	18.3	70.4
10	0	1	-1	17.4	15.0	17.2	17.8	67.5
11	0	1	1	22.7	16.0	19.3	19.0	76.9
12	1	-1	0	16.4	13.9	17.1	17.3	64.7
13	1	0	-1	15.9	13.6	18.0	17.5	65.0
14	1	0	1	15.2	13.8	17.6	17.6	64.2
15	1	1	0	21.9	15.8	19.0	18.9	75.6

Temperature: -1(18℃), 0(25℃), +1(32℃)

Humidity: -1(RH40%), 0(RH60%), +1(RH80%

Time: -1(40HR), 0(50HR), +1(60HR)

秋茶茶湯水色之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 15.2 - 1.1X_1 + 0.3X_2 + 0.2X_3 + 0.4X_1 \times X_2 - 0.2X_1 \times X_3 + 0.4X_2 \times X_3 - 0.4X_3^2 \quad (R^2 = 0.959)$$

秋茶水色整體趨勢與外觀相當一致，在低溫高濕環境條件下，萎凋 50 小時左右，水色較佳。

秋茶香氣之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 18.6 - 0.4X_1 + 0.1X_2 + 0.2X_3 - 0.1X_1^2 + 0.6X_1 \times X_2 - 0.3X_1 \times X_3 + 0.7X_2 \times X_3 - 0.2X_3^2$$

$$(R^2 = 0.892)$$

秋茶在 18℃低溫下，經低濕短時間萎凋，香氣較佳，但在高溫下，則以高濕長時間萎凋，香氣有較佳趨勢。在不同濕度條件下，萎凋溫度與時間對香氣之影響，處理間趨勢並不一致。

但在不同萎凋時間條件下，均以低溫低濕處理，香氣有較佳趨勢。整體而言，秋茶若以25℃、高濕及長時間萎凋，製成白茶之香氣較佳。

秋茶茶湯滋味之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 18.4 - 0.5X_1 + 0.1X_2 + 0.2X_3 - 0.2X_1^2 + 0.6X_1 \times X_2 + 0.2X_2^2 - 0.1X_1 \times X_3 + 0.4X_2 \times X_3$$

$$(R^2 = 0.901)$$

秋茶滋味，在不同溫度條件下，均以高濕長時間萎凋，白茶滋味較佳。在不同濕度處理條件下，萎凋溫度與時間對滋味之影響，處理間趨勢並不一致。但在不同萎凋時間條件下，白茶以低溫低濕處理，茶湯滋味較佳。整體而言，白茶滋味以低溫、低濕及較短時間萎凋者較佳。

秋茶總評之反應曲面模式為：

$$(\hat{Y}) = 71.1 - 4.2X_1 + 1.3X_2 + 0.8X_3 - 0.03X_1^2 + 3X_1 \times X_2 + 2.2X_2^2 + 1.0X_1 \times X_3 + 3.7X_2 \times X_3$$

$$-1.3X_3^2 \ (R^2 = 0.932,\ 圖\ 8)$$

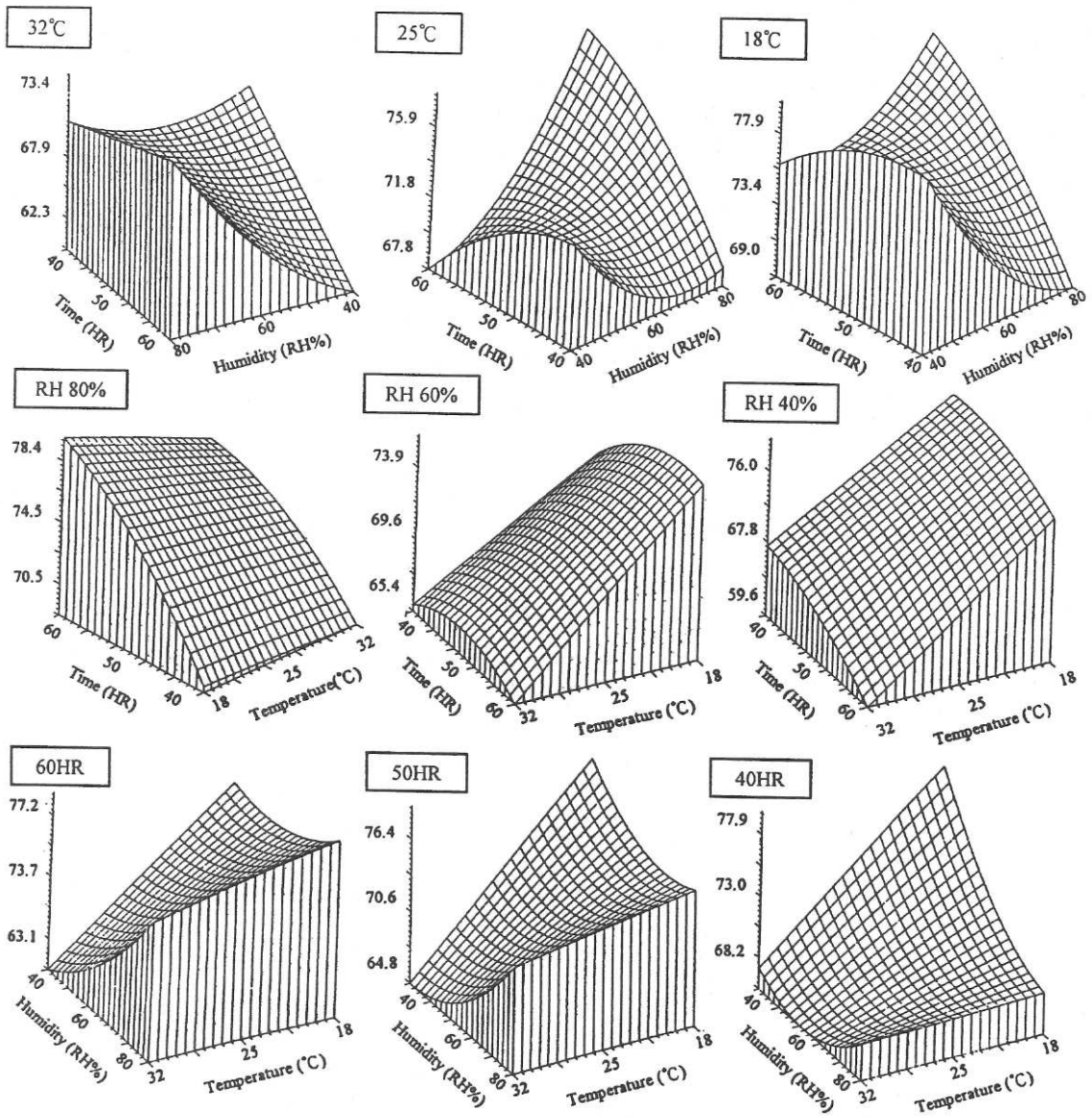
秋茶總評整體變化趨勢與滋味類似，也是以低溫、高濕及較短時間萎凋，秋茶品質較佳。

秋茶因茶芽之分化、萌發與生長均處於高溫低濕之生長環境中，因此，茶菁採摘後，若能控制萎凋溫度在20～25℃之稍低溫度，相對濕度80%左右，萎凋40～50小時，對生產之白茶品質提昇將有所助益。

在相對濕度為80%時，利用反應曲面分析，求得春茶在萎凋溫度為22.9℃，時間為42.8小時，製成之白茶可獲得最佳之外觀；秋茶在溫度為27.4℃，萎凋為49.7小時，生產之白茶外觀最差(圖9)。

以評分法及參考偏差描述分析兩種品評方法，比較在低溫(18℃)高濕(80%)與高溫(32℃)低濕(40%)的製茶萎凋環境條件，春、夏、秋三季生產之白茶品質。試驗結果顯示，春茶以評分法評審的五個項目中，低溫高濕的萎凋環境生產之白茶，除萎凋40或60小時，白茶外觀較對照(室內自然萎凋60小時)差，及經60小時萎凋，其水色評分為13.6較對照差外，在其他品評項目如香氣、滋味、總評均比對照佳(表7)。反觀在高溫低濕環境萎凋，無論萎凋時間長短，生產之白茶，在五個品評項目評分均比對照差。但在高溫(32℃)高濕(80%)短時間(40HR)條件下萎凋，除了外觀及水色較對照差外，香氣、滋味及總評卻明顯比對照佳。夏、秋茶也有類似結果，因此在夏秋季生產白茶，只要提高萎凋室之濕度至80%，可延緩茶葉紅變速率，有效提高白茶之品質。春茶以參考偏差描述分析的九個品評項目中，低溫高濕長時間萎凋環境生產之白茶，除了苦澀味與青草氣(兩者均為負值時品質較佳)及水色三個品評項表七、萎凋溫濕度與時間處理以評分法與標準差離描述分析兩種感官品評法評定比較其對白茶品質之影響目比對照(室內自然萎凋60小時)差外，其餘六個品評項目，包括外觀、甘甜味、鮮活性、醇厚感、毫香及總評均比對照佳。其中又以低溫(18℃)高濕(80%)萎凋60小時處理總評之平均評分+0.9分最高，毫香也最優，評分為+1.1分(表7；圖10)。

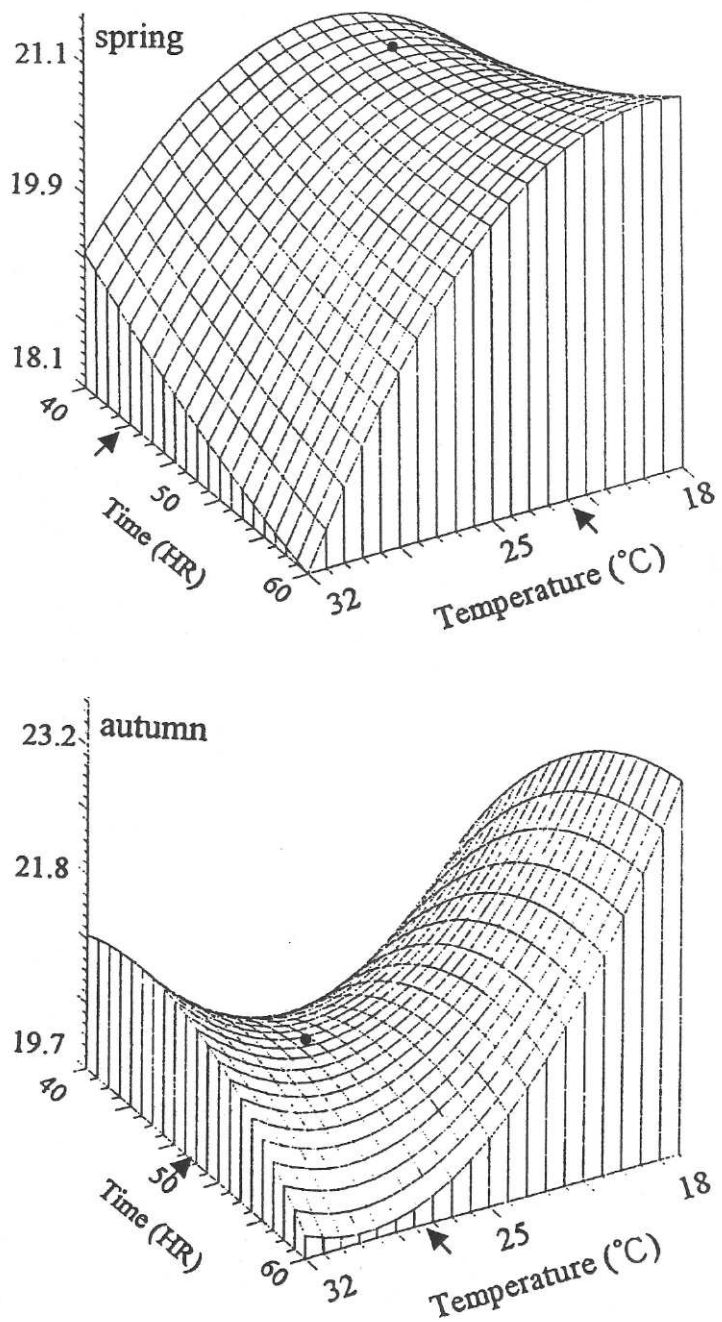
Fig. 8



圖八、萎凋處理對秋季白茶品質總評之影響

Fig. 8. Overall sensory evaluation scores of white tea by panel testing as affected by withering treatments (autumn, 1995).

Fig. 9



圖九、在 80%相對濕度條件下萎凋溫度與時間處理對白茶外觀之影響

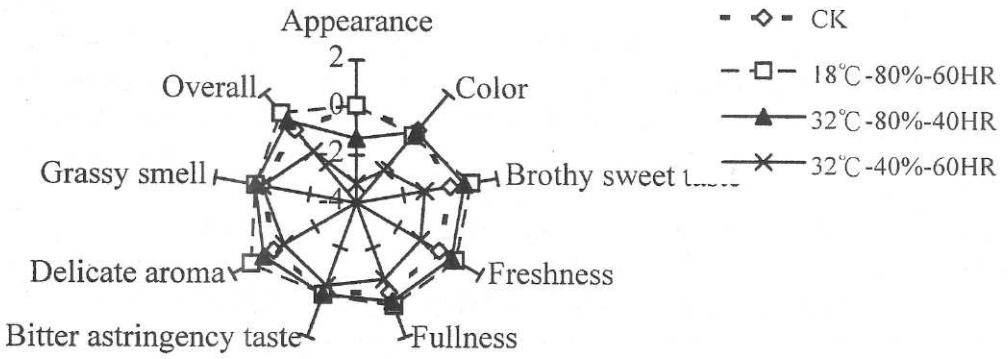
Fig. 9. Appearance of white tea as affected by withering temperature and time treatments under 80% relative humidity.

Table 7. Comparison for rating scores and deviations from reference descriptive analysis of white tea, both by panel sensory evaluation, as affected by withering humidity, temperature, and time treatments.

Crop Seasons	Temp. (℃)	Humi. (RH%)	Time (HR)	Rating Score					Deviation from reference descriptive analysis								
				appear.	color	aroma	flavor	overall	appear.	color	Sweet	fresh-ness	full-ness	bitter	delicate aroma	grassy smell	overall
		CK		21.0	14.0	17.0	17.0	69.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18	80	40	20.4	14.7	18.3	18.0	71.4	0.5	0.6	0.4	0.2	0.1	-0.1	0.6	0.4	0.2
			60	20.9	13.6	18.3	18.3	71.2	0.1	-0.3	0.9	0.8	0.6	0.1	1.1	0.3	0.9
Spring	32	40	40	16.1	11.8	16.1	15.9	60.0	-3.0	-1.9	-0.7	-0.8	-0.4	-0.5	-0.5	-0.2	-0.8
			60	15.7	11.6	16.0	15.9	59.1	-3.2	-2.2	-1.1	-0.9	-0.6	-0.3	-0.5	0.0	-1.2
	32	80	40	19.6	14.0	18.0	18.3	69.9	-1.3	-0.1	0.6	0.6	0.4	0.1	0.5	0.3	0.5
			60	17.6	11.5	16.1	15.9	60.9	-2.4	-2.2	-0.8	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.3	-1.0
	18	80	40	22.8	15.7	18.0	18.4	75.0	1.6	1.6	1.4	1.3	1.0	0.0	0.8	0.2	1.0
			60	22.1	16.1	18.5	18.9	75.6	0.9	1.9	1.6	1.3	1.4	0.2	1.1	0.7	1.4
Summer	32	40	40	17.5	11.8	16.6	16.8	62.7	-2.3	-1.9	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.4	-0.1	-0.3
			60	16.8	12.0	15.9	15.6	60.3	-2.7	-2.1	-1.1	-1.0	-0.6	-0.2	-0.9	-0.4	-1.3
	32	80	40	20.4	14.2	17.6	18.4	70.6	-0.4	0.2	1.1	1.0	0.7	0.5	0.6	0.4	1.0
			60	17.6	11.1	16.5	17.1	62.3	-2.6	-2.6	-0.4	-0.1	-0.1	-0.2	-0.8	-0.3	-0.7
	18	80	40	22.6	16.7	18.8	18.3	76.4	1.4	1.3	0.7	0.8	0.4	0.3	0.7	0.0	0.8
			60	23.0	16.9	18.7	18.5	77.2	1.6	1.3	0.6	0.6	0.4	-0.1	0.6	0.0	0.7
Autumn	32	40	40	16.7	14.7	18.0	17.8	67.3	-1.9	-0.2	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.1	-0.2	0.2
			60	16.2	13.4	17.4	17.1	64.2	-2.2	-0.7	-0.2	-0.5	-0.3	-0.1	-0.5	-0.5	-0.3
	32	80	40	21.9	16.1	18.4	18.6	75.0	1.0	0.9	0.2	0.4	0.1	-0.3	0.5	0.1	0.9
			60	18.4	12.9	17.5	17.5	66.5	-0.9	-1.3	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	-0.4	0.2	-0.3

both rating scores and deviations from reference descriptive analysis are averaged from 6 judges (3 replications for each judge) in the panel.

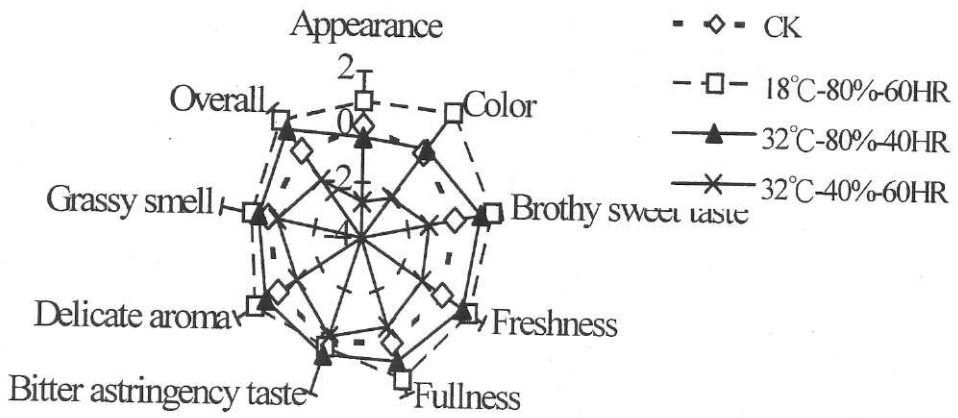
反觀在高溫(32℃)低濕(40%)萎凋環境下生產之白茶，在九個品評項目中，除苦澀味、青草氣外，其他七個品評項目均比對照差，尤其是外觀、水色及總評差距最大(圖10)。但在高溫(32℃)高濕(80%)短時間（40ＨＲ）萎凋環境下生產之白茶，除了外觀、水色、青草氣及苦澀味比對照組差外，其餘的品評項目，均比對照佳。



圖十、萎凋溫濕度與時間處理對春季白茶品質之影響
Fig. 10. Qualities of white tea as affected by withering temperature, relative humidity, and time treatments (spring, 1995).

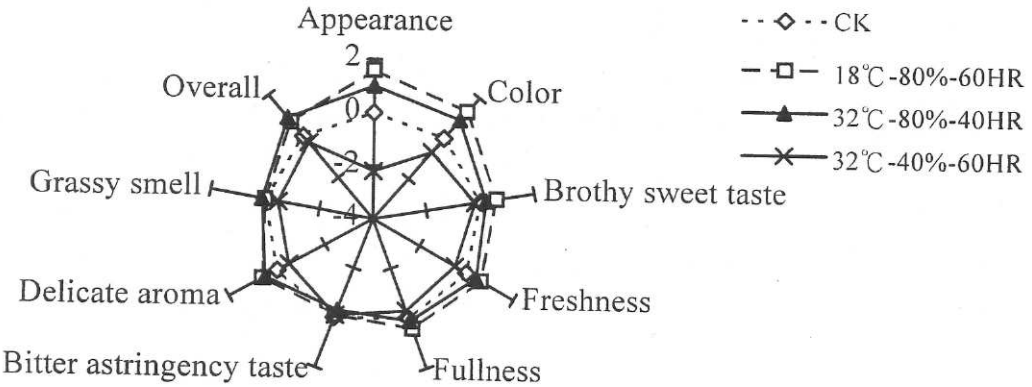
夏季以評分法評審之五個白茶品質項目中，低溫高濕處理生產之白茶，無論萎凋時間長短，五個評分項目均比對照(室內自然萎凋 36 小時)佳。但高溫低濕萎凋條件下所生產之白茶，五項評分均比對照差(表 7)，但若提高濕度至 80%並縮短萎凋時間至 40 小時，白茶品質可獲得改善。夏茶描述分析的九個品評項目中，以低溫(18℃)高濕(80%)萎凋環境生產之白茶，整體而言，除苦澀味及青草氣比對照差外，其餘七個品評項目均比對照為優。但在高溫(32℃)低濕(40%)萎凋環境下生產之白茶，品質明顯比對照差。其中又以外觀最差，萎凋 60 小時之白茶平均評分為－2.7 分，其次是水色及總評，評分分別為－2.1 及－1.3 分(圖 11)。

秋茶評分法五個品評項目中，仍以低溫高濕萎凋環境生產之白茶品質較對照(室內自然萎凋 40 小時)佳。高溫低濕處理，萎凋 40 小時生產之白茶，在水色、香氣、滋味三項評分均略高於對照。但高溫低濕下若延長萎凋時間，則白茶品質變劣(表 7)。若在高溫(32℃)高濕(80%)短時間(40HR)環境條件下萎凋，所有品評項目均比對照佳。秋茶描述分析的九個品評項目中，亦以低溫(18℃)高濕(80%)生產之白茶，明顯比對照佳。高溫(32℃)低濕(40%)經 60 小時萎凋後，白茶品質變劣，外觀之平均評分為－2.2 分最差，其次是水色之－0.7 分；但濕度提高至 80%，短時間(40HR)萎凋，生產之白茶品質則比對照佳(圖 12)。



圖十一、萎凋溫濕度與時間處理對夏季白茶品質之影響

Fig. 11. Qualities of white tea as affected by withering temperature, relativ humidity, and time treatments (summer, 1995).



圖十二、萎凋溫濕度與時間處理對秋季白茶品質之影響

Fig. 12. Qualities of white tea as affected by withering temperature, relative humidity, and time treatments (autumn, 1994).

秋茶評分法五個品評項目中，仍以低溫高濕萎凋環境生產之白茶品質較對照(室內自然萎凋 40 小時)佳。高溫低濕處理，萎凋 40 小時生產之白茶，在水色、香氣、滋味三項評分均略高於對照。但高溫低濕下若延長萎凋時間，則白茶品質變劣(表 7)。若在高溫(32℃)高濕(80%)短時間(40HR)環境條件下萎凋，所有品評項目均比對照佳。秋茶描述分析的九個品評項目中，亦以低溫(18℃)高濕(80%)生產之白茶，明顯比對照佳。高溫(32℃)低濕(40%)經 60 小時萎凋後，白茶品質變劣，外觀之平均評分為－2.2 分最差，其次是水色之－0.7 分；但濕度提高至 80%，短時間(40HR)萎凋，生產之白茶品質則比對照佳(圖 12)。

綜合春、夏、秋三季萎凋環境對白茶品質之影響，顯然以低溫高濕處理，生產之白茶品質較佳。在 32℃高溫相對濕度 40%低濕萎凋環境生產之白茶，由於茶葉失水過快，萎凋若超過 40 小時，茶菁含水量降至 30%以下，製成之白茶外觀極易變成紅褐色，沖泡後之茶湯，顏色較深，類似包種茶或烏龍茶，因此外觀與水色評分明顯較對照差。若提高濕度至 80%，縮短萎凋時間至 40 小時，可克服茶菁萎凋期間葉部紅變之困擾，並可提昇白茶之品質。在高溫環境萎凋，發酵程度較低溫處理者為重，兒茶素類含量明顯下降，其苦澀味及青草氣因而降低。吳等(1975)指出茶菁即使未經揉捻，隨萎凋之加深，兒茶素類含量隨之減少。如以綠茶的兒茶素類含量為 100%，則包種茶只有 87.3%，烏龍茶 41.3%，紅茶只剩下 12.8%。包種茶因在揉捻前已經高溫殺菁，酵素活性已失，故其推論包種茶兒茶素類之轉化大部份應該在萎凋過程發生。萎凋過程中茶葉失水，使細胞膜滲透性增加，並藉攪拌摩擦，葉緣與葉尖之細胞破損，使兒茶素類與酵素接觸，產生輕度的氧化作用，在最後二次攪拌可發現葉緣 2～3mm 呈紅褐色，顯示可能已有發酵產生。Owuor and Orchard(1992)指出紅茶揮發性組成分 I(青草氣)和組成分 II(香氣)，隨萎凋時間延長而減少，並以組成分 I 減少最多。葉和吳(1978)研究也指出，包種茶萎凋後，由於 EGCG 及 ECG 之減少，茶湯中苦澀味顯著減少。烏龍茶萎凋後苦澀味大為減輕，也與兒茶素類之減少有關。本試驗結果亦顯示，低溫(18℃)環境下生產之白茶品質較佳，但因萎凋期間低溫使得發酵程度減緩變輕，苦澀味及青草氣明顯較對照處理高。春茶在低溫條件下，若能配合以較高濕度(80%)處理，並延長萎凋時間，則茶湯中苦澀味及青草氣即可獲得改善，夏、秋茶在高溫低濕之自然萎凋環境下，若能提高濕度(80%)，縮短萎凋時間，對提昇白茶品質有所助益。

結論與建議

根據本試驗結果歸納如下建議，作為改進白茶品質製茶技術之參考：

1.製茶過程中正確控制每一階段水分變化，是提高茶葉品質的重要技術。茶菁在低溫(18

℃)高濕(80%)條件下萎凋，茶葉失水速度和緩，茶葉內含物可順利轉化，生產之白茶品質較佳。萎凋溫度若能控制與當季茶葉生長期間之環境稍低或近似，亦有助於提昇白茶之品質。

2.萎凋溫度若超過 28℃，相對濕度低於 60%，且萎凋超過 50 小時，白茶品質變差。在高濕(80%)之環境下萎凋，春茶在溫度為 22.9℃，萎凋 42.8 小時，製成白茶外觀最佳。

3.春茶萎凋期間，月平均溫度在 15～20℃之間，濕度均在 80%以上。因此，春季生產白茶只需自然環境條件下萎凋，即可獲得較佳品質之白茶。但夏、秋季月平均溫度大致高於 25℃，濕度低於 80%，所以建議夏、秋季製造白茶時，適度增加攤葉量，或以人為控制萎凋室濕度至 80%左右，並縮短萎凋時間，應可克服茶菁失水過速，茶葉紅變困擾，對改善白茶品質將有所助益。若能進一步降低溫度，雖然增加部份生產成本，但可以有效提昇白茶品質。

茶葉的品質是影響其價格及銷路最主要的因素，白茶在台灣知之者甚少，亦乏人深入研究，所以未能推廣生產。但白茶由於其風味特殊，加上其調理省工，製造容易，若能進一步提昇其品質，將可提供消費者更多樣化之選擇。

白茶的製造技術完全在於萎凋過程之控制，若能控制萎凋過程，即可掌握白茶的品質。本試驗結果顯示，控制茶菁的失水速率及每一時期之水分含量，是控制茶菁內含物轉化，乃至影響白茶品質的第一要務。為使茶菁失水和緩，萎凋環境之溫度以及濕度之控制極為重要。試驗結果顯示，茶菁在低溫(18℃)高濕(80%)的條件下萎凋，可以生產外觀、水色、香氣及滋味均佳的白茶。但茶菁在低溫高濕的環境萎凋，由於發酵程度不足，影響茶葉中青草味及苦澀味之物質轉化程度不夠，使得白茶品質未臻完善，若能延長萎凋時間，則可以改善此一缺點。本試驗設定之最高濕度為 80%，由反應曲面分析結果看來，似乎未能達到白茶最高品質之要求，若能提高濕度至 80%以上，並延長萎凋時間，或可助於進一步獲得改善白茶品質之調製方法。

參考文獻

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。

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。

阮逸明。1995。部份發酵茶製造理論與製造法 pp.5-30。台灣省茶業改良場茶業技術推廣手冊(製茶篇)。

高麗萍。1994。祁門紅茶化學審評的定量分析。茶葉科學 14:55-58。

區少梅。1995。食品官能品評學講義。國立中興大學食品科學系。台中。

陳立信。1993。茶葉品質官能品評之研究。國立台灣大學農藝學研究所博士論文。

陳玉舜。1993。包種茶官能品質分析及包裝改進之研究。國立中興大學食品科學研究所博士論文。台中。

程啟坤、姚國坤、莊雪嵐、白　元。1991。飲茶的科學。渡假出版社。台北。

葉速卿、吳振鐸。1978。半發酵茶製造過程中茶葉主要成分之變化與成茶品質之關係研究。中國農業化學會誌16:123-131。

蔡永生、區少梅、張如華。1990。不同品種包種茶－官能品質與化學組成之特徵與判別分析。台灣茶業研究彙報 9:79-97。

Box, G.E.P. and D.W. Behnken. 1960. Some new three level designs for the study of quantitative variables. Technemetrics 2:455-475.

Owuor, P.O. 1989. Black tea quality: Effects of some agronomic practices on the quality. Tea 10:134-136.

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.

SAS Institute. 1988. SAS/STAT User's guide. 6.03ed. SAS Institute , Cary, NC.

Stone, G. and J.L. Sidel.(eds.) 1985. Sensory Evaluation Practices. pp.206-226. Academic press.

Takeo, T. 1984. Withering effect on the aroma formation found during oolong tea manufacturing. Agric. Biol. Chem. 48: 1083-1085.

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.