偃枝及催芽劑對桑樹開花、果實品質與產量之影響 (初報)

陳 妍 華[1)] 張 哲 嘉[2)]

關鍵字：桑樹、長果桑、偃枝、催芽

摘要：'長果桑 1 號' (*Morus laevigata* 'Elongated Fruit No.1')為多年生落葉果樹，於中南部栽培易有休眠後萌芽、開花不齊之現象，導致產量不穩之問題。為探討偃枝能否改善上述問題，本研究以中興大學園藝試驗場 7 年生植株為材料，於 107 年 11 月下旬起進行偃枝、偃枝+氰滿素催芽、氰滿素催芽及不偃枝+不催芽 (對照組) 等四種處理，比較處理間之萌芽日期、萌芽率、開花率、每芽花穗數、果實品質及預估產量，以評估是否可作為改善栽培模式之參考。偃枝、氰滿素催芽、偃枝+氰滿素催芽皆可使萌芽日期提早 8-11 天，開花期也提早 18-26 天。萌芽率則以偃枝+氰滿素催芽 (98.5%)及氰滿素催芽 (98.0%)為最高，偃枝次之 (55.2%)，對照組最低 (31.4%)。開花率以氰滿素催芽 (95.3%)及偃枝+氰滿素催芽 (86.4%)最高，偃枝(53.1%)與對照組 (35.5%)次之。每芽花穗數以氰滿素催芽 (3.7)與偃枝+氰滿素催芽 (3.5)為最多，偃枝 (2.0)次之，而對照組 (0.8)最少。果重、果縱徑、果橫徑處理間無差異，但可溶性固形物含量則以對照組(19.0°Brix)最高，其餘 3 處理則介於 17.3-18.0°Brix。氰滿素催芽 (2.4kg)、偃枝+氰滿素催芽 (2.0kg)之推估產量則高於偃枝 (0.4kg)與對照組 (0.1kg)。結果顯示，氰滿素催芽處理、偃枝+氰滿素催芽處理可使萌芽時期提早而集中，並提高萌芽率、開花率、花穗數及推估產量。偃枝雖可提早萌芽，但未能促進其它生殖生長，仍須搭配催芽劑方有效果。

前 言

桑樹屬於桑科 (Moraceae)桑屬 (*Morus*)之多年生木本雙子葉植物，分布於南緯 10 度

1)國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
2)國立中興大學園藝學系教授及通訊作者。

至北緯 50 度之間，為重要之特用作物及果樹 (Sharma *et al*., 2000; Vijayan *et al*., 2012)。'長果桑 1 號' (*M. laevigata* 'Elongated Fruit No.1')為國內唯一僅供鮮食之果桑品種 (張，2006；Chang and Chang, 2010)。在苗栗公館地區 (24°49´N, 120°82´E)之休眠期自 11 月中旬至隔年 1 月中旬，於 1 月下旬萌發新芽，需冷量為 480CU，花期自 2 月上旬至 2 月下旬(開花率 66.6%以上，成熟果實採收期自 4 月上旬至 4 月下旬，果實長條形，成熟果色呈紫黑色，可溶性固形物含量可達 20.3%，品質極為優良 (張，2006；Chang and Chang, 2010; Chang *et al*., 2014)。

一般亞熱帶地區於 11 至 12 月為桑樹芽體休眠，於 1 月上旬萌芽，'長果桑 1 號'之需冷性為 480CU，為中需冷性品種，然而於國立中興大學園藝試驗場台中市霧峰區 (24°04´N, 120°43´E)栽培之植株近年受暖化之影響，自然萌芽時間推遲於 2 月下旬至 3 月中旬，開花時間則遲至 3 月上旬至 3 月下旬，萌芽率與開花率則分別降至 64%及 26%，不僅萌芽與開花物候期皆延後且不同步，萌芽比率與開花比率也相對不整齊而低下，總花穗數與產量也因此減少，栽培於南部之植株此現象更趨嚴重 (鍾和張，2016)。

偃枝可藉由改變側芽之植物賀爾蒙含量，減少芽體與其他營養器官之競爭，而能加速花芽發育 (Ito *et al*., 1999)。除此之外，於 1 月中旬噴施氰滿素 (hydrogen cyanamide)20 倍稀釋液可使'長果桑 1 號'打破相對休眠 (paradormancy)而能提早萌芽、開花 (鍾和張，2016；Sudawan *et al*., 2016)，但消費者仍有所疑慮。本試驗於中興大學園藝試驗場進行偃枝、偃枝+氰滿素催芽、氰滿素催芽及不偃枝不催芽 (對照組)等三種處理，比較各處理間之萌芽日期、萌芽率、開花率、每芽花穗數、果實品質及預估產量，期能使'長果桑 1 號'於春天萌芽一致且提高萌芽率而能達到每年穩定生產之成果，提供栽培模式管理調整之參考。

材料與方法

一、植物材料

試驗於國立中興大學園藝試驗場 (24°04'N, 120°43'E)進行，選用品種為約 7 年生之'長果桑 1 號' (*Morus laevigata* 'Elongated Fruit No.1')，於 107 年 8 月下旬進行更新修剪，萌新梢後約 107 年 11 月上旬疏除多餘枝條，每樹約保留 9-10 亞主枝，植株依 Chang and Chang (2010)之方式進行灌溉、噴藥及施肥之例行管理。

共計 3 種處理：(1) 偃枝、(2) 偃枝+氰滿素催芽、(3) 氰滿素催芽，以及不進行上述處理之對照組，每處理 3 株樹，每株樹選取圓周相近之 3-4 枝亞主枝進行調查與取樣，採完全逢機設計 (CRD)。

偃枝處理於 107 年 11 月下旬圓周不超過 7 cm 時進行，將枝條彎曲拉下與水平棚架(高度約 1.5 m)平行，以布繩懸掛於棚架鐵絲下，亞主枝與主幹之開張角度約成 45 度角 (圖 1)。在 108 年 2 月前萌生之芽體均予以去除。

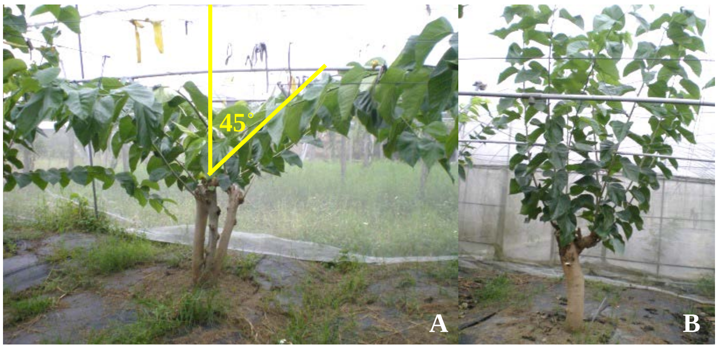

圖 1. '長果桑 1 號' 不同處理。(A) 偃枝處理、(B) 對照組。

Fig. 1. Different treatments included (A) bending treatment, and (B) control treatment on 'Elongated Fruit No.1'.

催芽處理則於 108 年 2 月上旬以氰滿素 (Dormex, hydrogen cyanamide, 春雷，心禾實業，台北)稀釋 20X 對全株進行噴施。

二、停梢時間及亞主枝生長量之調查

在偃枝處理後量取枝條長度是否持續增加以判斷是否停梢。於偃枝處理後 1 週、6 週、10 週量取標定枝條之總長 (自主枝接合處至新梢)與圓周徑 (與主枝接合處往上約 5cm 處)，於第 10 週所有調查之樹體皆無明顯生長視為停梢並停止量取長度與圓周。

三、萌芽與萌花調查

每枝條選取與主枝接合處往上之 30 cm 至 180 cm 區段 (總長 150 cm)進行調查與取樣(圖 2)。催芽 2 週後至 3 月上旬約每 3-4 天一次、3 月上旬至 4 月中旬約 10 天調查一次萌芽時間、萌芽比率、萌花時間、開花比率、總花穗數。

(一)萌芽：於芽體尖端可見綠色 (stage1)開始調查，以達到 stage 3 視為芽體萌動 (鍾和張，2016) (圖 3)。

(二)萌芽率(%) = (萌芽總數/芽體總數) × 100

(三)萌芽時間：以調查枝條皆萌芽之日期為第一次萌芽時間、計算最終累積萌芽率之日期為第二次萌芽時間。

(四)萌花：以芽體中花穗可見時確認為花芽 (圖 3)。

(五)開花率(%) = (萌花總芽數/萌芽總個數) × 100

(六)萌花時間：以調查枝條皆萌花之日期為第一次萌花時間、計算最終累積萌花率之日期為第二次萌花時間。

(七)每區段花穗數：在花穗上小花柱頭開展後計算每芽之花穗數並加總。

(八)每芽平均花穗數 = 每枝條選取區段總花穗數/萌花總芽數

圖 2. '長果桑 1 號' 亞主枝調查區段。

Fig. 2. The section be investigated of the sub-branch of 'Elongated Fruit No.1'.

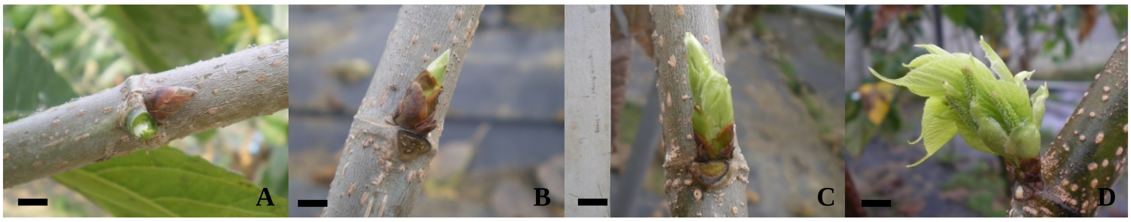

圖 3. '長果桑 1 號' 芽體不同發育階段。(A) Stage 0，休眠芽、(B) Stage 1，芽體尖端可見綠色、(C) Stage 3，芽體萌動、(D) Stage 7，花穗可見。

Fig. 3. Different development stages of 'Elongated Fruit No.1' mulberry bud. (A) Stage 0, bud in dormancy; (B) Stage 1, visible green on bud tip; (C) Stage 3, budbreak; (D) Stage 7, inflorescences visible. Bar = 1cm.

四、果實品質及產量推估

於果實成熟時 (呈紫紅色、紫色)採收調查果實性狀，包括鮮重、果縱徑、果橫徑、可溶性固形物 (Total soluble solid, TSS)含量，以及推估產量。

(一) 果實鮮重以電子微量天平 (XT-2201A, Precisa Gravimetrics AG, Switzerland)秤量。

(二) 果縱徑與果橫徑以游標卡尺 (500-196-20, Mitutoyo, Japan)測量，果縱徑量取小果與果梗連接之總長度；果橫徑量取複果之中段寬度。

(三) 可溶性固形物含量在榨取整顆果實之果汁後，以滴管吸取約 1 ml 果汁，使用電子式糖度計 (PAL-1, Atago, Japan)測定，結果以°Brix 表示。

(四)依 Chang and Chang (2010)之方式推估產量，每株產量推估 (kg) = 平均果重 (g) 每枝

條之平均總花穗數 × 枝條數 9 枝/1000

五、統計分析

試驗採完全逢機設計 (completely randomized design)。亞主枝生長量之調查、萌芽率、萌花率、總花穗數、每芽花穗數、果實品質、推估產量分析以 SAS 10.0 (SAS Institute Inc., North Carolina, USA)進行，資料經變異數分析 (analysis of variance, ANOVA)，並以最小顯著差異 (least significance difference, LSD)進行比較，顯著水準 (significance level)為 5%。

結　果

一、停梢時間及亞主枝生長量之調查

經過偃枝處理之枝條在 108 年 1 月 6 日 (偃枝後 6 週)停梢；而其餘樹體則於 108 年 1 月 31 日 (偃枝後 10 週)停梢 (表 1)。

枝條總長度介於 248.1-269.9 cm，對照組與偃枝之枝條長度有顯著差異 (表 2)。圓周長約介於 6.8-7.1 cm，處理間無顯著差異 (表 2)。

二、萌芽與萌花調查

於 108 年 2 月 9 日進行氰滿素催芽處理，約 3-5 日後落葉，108 年 2 月 17 日芽體尖端可見綠色，約為 stage1 (鍾和張，2016)。

(一)萌芽時間與萌芽率

各處理第一次萌芽時間，偃枝+氰滿素催芽與氰滿素催芽處理為 108 年 2 月 21 日，僅有偃枝處理為 108 年 2 月 24 日，而對照組則於 108 年 3 月 4 日才可見芽體萌動 (表 1)。第二次萌芽時間，偃枝+氰滿素催芽與氰滿素催芽處理為 108 年 2 月 24 日，與第一次萌芽時間差距較小僅 3 天；偃枝處理為 108 年 3 月 4 日，與第一次萌芽相距 8 天；對照組則為 108 年 3 月 22 日，與第一次萌芽相距天數達 18 天 (表 1)。累積萌芽率以偃枝+氰滿素催芽與氰滿素催芽處理最高，分別為 98.5%與 98.0%；偃枝處理次之，萌芽率 55.2%；對照組 31.4%為最低 (表 3)。

(二)萌花時間與開花率、花穗數

以芽體中花穗可見為萌花。第一次萌花時間偃枝+氰滿素催芽與氰滿素催芽處理為 108 年 2 月 24 日，僅有偃枝處理為 108 年 3 月 4 日，而對照組則為 108 年 3 月 22 日 (表 1)。第二次萌花時間，偃枝+氰滿素催芽與氰滿素催芽處理為 108 年 2 月 27 日，與第一次萌花時間僅差距 3 天；偃枝處理為 108 年 3 月 22 日，與第一次萌花相距 18 天；對照組則為 108 年 4 月 20 日，與第一次萌花相距天數達 29 天 (表 1)。開花率以氰滿素催芽處理最高達 95.3%、偃枝+氰滿素催芽為 86.4%，兩者無顯著差異；偃枝處理開花率為 53.1%、而對照組 35.5%為最低 (表 3)。

計算標定區段枝條之總花穗數，以偃枝+氰滿素催芽與氰滿素催芽處理最多，分別為

41.8 與 47.8 個；偃枝處理為 8.7、而對照組 3.0 最少 (表 3)；每芽平均花穗數，以偃枝+氰滿素催芽 (3.5)與氰滿素催芽 (3.7)處理最多；偃枝 (2.0)處理次之、而對照組 (0.8)最少 (表 3)。

表 1. '長果桑 1 號'不同處理之停梢時間、萌芽時間與萌花時間。

Table 1. Comparison of shoot growth cease, budbreak, and flowering date in 'Elongated Fruit No.1' mulberry under different treatments.

Treatment	Date				
	Growth cease	1st Budbreak	2nd Budbreak	1st Flowering	2nd Flowering
Bending[z]	2019/1/6	2019/2/24	2019/3/4	2019/3/4	2019/3/22
Bending + Forcing[y]	2019/1/6	2019/2/21	2019/2/24	2019/2/24	2019/2/27
Forcing	2019/1/31	2019/2/21	2019/2/24	2019/2/24	2019/2/27
Control	2019/1/31	2019/3/4	2019/3/22	2019/3/22	2019/4/20

[z] Date of bending: 2018/11/25

[y] Date of forcing: 2019/02/09

表 2. '長果桑 1 號'不同處理停梢時枝條長度與圓周長。

Table 2. Comparison of sub-branch length and circumference when the shoot growth ceased in 'Elongated Fruit No.1' mulberry under different treatments.

Treatment	Length of the sub-branch(cm)[z]	Circumference of the sub-branch(cm)
Bending	248.1 ± 9.9[y] b	7.1 ± 0.3 a
Bending + Forcing	250.2 ± 16.1 ab	7.0 ± 0.2 a
Forcing	263.8 ± 8.1 ab	6.8 ± 0.1 a
Control	269.9 ± 5.5 a	7.1 ± 0.4 a

[z] The values were means ± SD of 3 replication analyses on the date of shoot growth stop.

[y] Means followed by the same letter within the same column are not significantly different by LSD test at $P < 0.05$.

表 3. '長果桑 1 號'不同處理萌芽率、萌花率、總花穗數與每芽花穗數。

Table 3. Comparison of percentage of budbreak, percentage of flowering, total number of inflorescences, and average number of inflorescences per bud in 'Elongated Fruit No.1' mulberry under different treatments.

Treatment	Percentage of budbreak(%)^{z}	Percentage of flowering(%)	Total number of inflorescences	Average number of inflorescences per bud
Bending	55.2 ± 5.4 ^{y}b	53.1 ± 13.7 b	8.7 ± 2.2 b	2.0 ± 0.4 b
Bending + Forcing	98.5 ± 1.4 a	86.4 ± 12.0 a	41.8 ± 19.1 a	3.5 ± 1.2 a
Forcing	98.0 ± 3.4 a	95.3 ± 5.0 a	47.8 ± 2.4 a	3.7 ± 0.4 a
Control	31.4 ± 12.5 c	35.5 ± 26.2 b	3.0 ± 3.1 b	0.8 ± 0.6 b

^{z} The values were means ± SD of 3 replication analyses. Percentage data were arcsine-square-root transformed prior to analysis.

^{y} Means followed by the same letter within the same column are not significantly different by LSD test at P < 0.05.

表 4. 不同處理對'長果桑 1 號'果實鮮重、果縱徑、果橫徑與可溶性固形物含量之影響。

Table 4. Comparison of fresh weight, longitudinal, transversal, and TSS content in 'Elongated Fruit No.1' mulberry under different treatments.

Treatment	Fresh weight(g)^{z}	Longitudinal(mm)	Transversal(mm)	TSS(°Brix)
Bending	5.4 ± 2.1^{y} a	78.5 ± 16.0 a	9.0 ± 0.6 a	18.0 ± 0.6 ab
Bending + Forcing	5.2 ± 0.7 a	74.2 ± 6.6 a	9.5 ± 0.4 a	17.3 ± 0.5 b
Forcing	5.5 ± 0.5 a	76.4 ± 4.4 a	9.4 ± 0.2 a	17.8 ± 0.4 ab
Control	4.6 ± 0.7 a	73.5 ± 6.6 a	8.8 ± 0.4 a	19.0 ± 1.4 a

^{z} The values were means ± SD of 3 replication analyses.

^{y} Means followed by the same letter within the same column are not significantly different by LSD test at P < 0.05.

三、果實品質及產量推估

果實鮮重介於 4.6-5.5 g，果縱徑約為 73.5-78.8 mm，果橫徑則為 8.8-9.5 mm，處理間無顯著差異 (表 4)。可溶性固形物含量則以對照組測得最高值為 19.0°Brix，其餘 3 處理則介於 17.3-18.0°Brix (表 4)。推估產量以偃枝+氰滿素催芽與氰滿素催芽處理最高，分別為 2.0 與 2.4 kg，其次為偃枝 (0.4 kg)及對照組 (0.1 kg) (表 5)。

表 5. 不同處理對'長果桑 1 號'推估產量之影響。

Table 5. Comparison of estimated yield in 'Elongated Fruit No.1' mulberry under different treatments.

Treatment	Estimated yield per tree(kg)[z]
Bending	0.4 ± 0.1[y] b
Bending + Forcing	2.0 ± 1.2 a
Forcing	2.4 ± 0.3 a
Control	0.1 ± 0.1 b

[z] The values were means ± SD of 3 replication analyses. Estimated yield (kg) = fresh weight (g) × total numbers of inflorescences per sub-branch × 9 sub-branches/1000.

[y] Means followed by the same letter within the same column are not significantly different by LSD test at P < 0.05.

討　論

桑樹在溫帶地區自 9 月下旬開始進入休眠， 12 月下旬開始進入解除期 (林和楊，1990)。在亞熱帶地區，Yahiro *et al.* (1986)依其休眠性質分為深休眠與淺休眠品種，其中淺休眠品種於 10 月上旬進入休眠，1 月下旬進入解除期。在苗栗地區之'長果桑 1 號'休眠期自 11 月中旬至隔年 1 月中旬，於 1 月下旬萌發新芽 (Chang and Chang, 2010)。本試驗之'長果桑 1 號'並未在 10 月進入休眠，而是在 1 月下旬才停梢，調查結果與上述並不相符 (表 1)。大部分落葉樹種打破芽體休眠之低溫需求需低於 10℃，然而，在桑樹中相對較高溫之 10-17℃也可有效打破休眠，在 17℃處理下 7 天可有效打破芽體休眠(90%)，而 20℃處理下 30 天後也無法完全使芽體打破休眠 (未達 80%) (Yahiro *et al.*, 1986)。由中央氣象局氣溫資料顯示，台中市霧峰區 2019 年 1 月平均溫度 20.0℃，且每日均溫介於 15.8-23.4℃之間，其中均溫低於 17℃僅 2 天，可能因此無法有效打破芽體休眠與正常萌芽 (林和楊，1990；Yahiro *et al.*, 1986; Meira *et al.*, 2016)。

陳等 (1999)將玫瑰花植株修剪為 1.2 m 高，將枝條撚折偃屈，並固定在水平位置，可打破其頂芽優勢，促進基部產生大量更新主枝以產生較長之切花。根據果樹枝梢的生長發育，改變其生長角度，或造成損傷以緩和生長勢而促進開花著果，與調節營養生長與生殖生長二者之間的平衡相關 (盧，1990；Colaric *et al.*, 2006)。徐等 (2011)對於蘋果進行不同偃枝角度之處理，隨著角度增大，可使枝條開張、使葉片光照條件得到改善，枝條受損後維管束組織受阻而能使枝條內營養物質累積，促進花芽的形成，且能提高果實品質。梨樹偃枝後，藉由減少 IAA 和 GA 濃度，增加 ABA 和 CK 等植物賀爾蒙含量，減少芽體與其他營養器官之競爭，而能加速花芽發育 (Ito *et al.*, 1999)

氰氨基化鈣溶液或氰滿素可作為催芽劑之作用，以打破葡萄芽體的休眠 (楊，1984)。休眠枝塗抹氰氨基化鈣溶液後可促使生長抑制物質消失、生長促進物質增加、休眠枝呼吸量增加、澱粉轉變為糖類的時期提早及細根內非蛋白態氮素增加，因而促使芽體生理活性增加而萌發 (楊，1984；沈和楊，1988)。氰滿素中打破休眠的有效成分為氰胺，其抑制過氧化氫酶 (catalase)之活性使活性氧物質 (ROS)累積，促使其他自由基清除反應進行(如過氧化酶 (peroxidase)反應)，接著啟動細胞擴張與延展所需之基因表現，以及調控新芽體生長之相關植物賀爾蒙如乙烯等，而能有效打破相對休眠 (paradormancy) (吳和林，2013；鍾和張，2016；Sudawan *et al.*, 2016)。

於 1 月中旬噴施氰滿素，可使'長果桑 1 號'提早約 17 日萌芽並提高萌芽率達 83.2% (鍾和張，2016)。本試驗偃枝、氰滿素催芽、偃枝搭配氰滿素催芽處理者萌芽時間較對照組提早約 8-11 天，開花期也提早 18-26 天，可有效調整產期 (表 1)。另外，處理組萌芽時間集中於 3-8 天之間，對照組則為 18 天，開花時間則分別為 3-18 天 (處理組)與 29 天 (對照組)；相較之下，經過偃枝或氰滿素催芽者萌芽時間較一致，萌芽整齊，在成熟時採收期較集中 (表 1)。此結果與桃樹之調查結果相似，溫帶地區桃樹栽培種開花整齊，花期集中於 3-5 天之內開放；而在台中市霧峰區因低溫不足，所調查之低需冷量桃樹栽培種花期甚長，可達 2-3 個月 (Ou and Chen, 2000)。

本試驗各處理組萌芽比率皆較對照組高，與鍾和張 (2016)調查結果趨勢相符，但本試驗對照組萌芽比率較低 (31.4%與 65.0%)，可能與累積低溫、萌芽時期溫度、與更新修剪時間不一致相關 (Meira *et al.*, 2016)。萌芽比率、開花率、花穗數以氰滿素催芽、偃枝搭配氰滿素催芽處理為最高，偃枝處理則顯著低於兩者 (表 3)。在本試驗偃枝角度僅達 45°，並未完全將枝條拉成水平，可能造成頂芽優勢未完全去除，且枝條內營養物質未充分累積，植物賀爾蒙含量無相對應變化，而未能達到提高萌芽率之效果 (盧，1990；陳等，1999；徐等，2011；Ito *et al.*, 1999)。

以氰滿素於 2 月上旬對台中地區之'長果桑 1 號'進行催芽，可使萌芽時期集中、並提高萌芽率，在前期搭配偃枝處理並不影響開花結實品質 (表 4)，且能矮化枝條方便採收。偃枝雖可提早萌芽，但未能促進其他生理生長，仍須搭配氰滿素催芽方有效果，有待後續對於偃枝角度與萌芽比率之研究。未來對於台中地區'長果桑 1 號'無法正常萌芽原因之探討，包括休眠與氣溫之關係、碳水化合物及氮素含量變化之測定、與花器分化情形之調查，有助於釐清'長果桑 1 號'休眠、解除休眠、萌芽與開花之關聯性，並能提供穩定生產、改進栽培模式管理之參考。

參 考 文 獻

沈百奎、楊耀祥。1988。葡萄芽體休眠與氮素之關係。興大園藝 13: 1-10。

吳承軒、林慧玲。2013。台灣低海拔之獼猴桃催芽研究。興大園藝 38(3): 31-43。

林進財、楊耀祥。1990。桑樹芽體休眠與碳水化合物及氮素之關係。興大園藝 15: 59-71。

徐貴軒、李宏建、宋哲、何明莉、張春波。不同拉枝角度對'望山紅'蘋果果實品質和枝類特性的影響。2011。北方園藝 20: 24-26。

陳彥睿、蔡素蕙、易美秀、魏芳明、洪惠娟。1999。玫瑰撚枝栽培技術之研究。臺中區農業改良場研究彙報 64: 27-39。

張哲嘉。2006。台灣桑樹之分類及品種改良。台灣園藝 52(4): 377-392。

楊耀祥。1984。葡萄催芽劑氰氨基化鈣使用方法之研究。農林學報 33(1): 97-116。

盧戈。1990。概述。果樹修剪圖說。四川科學技術出版社。pp. 21-22。

鍾鎮宇、張哲嘉。2016。'長果桑 1 號'產期調節之初步研究。興大園藝 41(1): 27-40。

Chang, J. C. and M. W. Chang. 2010. 'Elongated Fruit No.1' mulberry: an elite cultivar for fresh consumption. J. Am. Pomol. Soc. 64(2): 101-105.

Chang, L. Y., K. T. Li, W. J. Yang, J. C. Chang, and M. W. Chang. 2014. Phenotypic classification of mulberry (*Morus*) species in Taiwan using numerical taxonomic analysis through the characterization of vegetative traits and chilling requirements. Sci. Hort. 176: 208-217.

Colaric M., F. Stampar, A. Solar and M. Hudina. 2006. Influence of branch bending on sugar, organic acid and phenolic content in fruits of 'Williams' pears (*Pyrus communis* L.). J. Sci. Food Agr. 86: 2463-2467.

Ito, A., H. Yaegaki, H. Hayama, S. Kusaba, I. Yamaguchi, and H. Yoshioka. 1999. Bending shoots stimulates flowering and influences hormone levels in lateral buds of Japanese pear. HortScience 34(7): 1224-1228.

Meira, M., V. Ransbotyna, E. Ravehb, S. Baraka, N. Tel-Zura, and M. Zaccai. 2016. Dormancy release and flowering time in *Ziziphus jujuba* Mill., a “direct flowering” fruit tree, has a facultative requirement for chilling. J. Plant Physio. 192: 118-127.

Ou, S. K. and C. L. Chen. 2000. Estimation of the chilling requirement and development of a low-chill mode for local peach tree in Taiwan. J. Chin. Soc. Hort. Sci. 46: 337-350.

Sharma, A., R. Sharma, and H. Machii. 2000. Assessment of genetic diversity in a *Morus* germplasm collection using fluorescence-based AFLP markers. Theor. Appl. Genet. 101: 1049-1055.

Sudawan, B., C. S. Chang, H. F. Chao, M. S. B. Ku, and Y. F.Yen. 2016. Hydrogen cyanamide breaks grapevine bud dormancy in the summer through transient activation of gene expression and accumulation of reactive oxygen and nitrogen species. BMC Plant Biol. 16: 202.

Vijayan, K., P. P. Srivastava, P. J. Raju, and B. Saratchandra. 2012. Breeding for higher productivity in mulberry. Czech J. Genet. Plant Breed. 48(4): 147-156.

Yahiro, M., T. Shinjo, and N. Yasuhiro. 1986. Chilling-requirements for breaking the dormancy in mulberry-winter-buds in subtropics. III. Effect of moderate low temperature at 17℃ or 20℃ for breaking the dormancy. Japan J. Trop. Agr. 30(2): 79-81.

Effects of Bending and Forcing Agent on Flowering, Berry Quality, and Yield in Mulberry (*Morus* spp.): a Preliminary Study

Yen-Hua Chen[1]   Jer-Chia Chang[2]

Key words: Mulberry (*Morus* spp.), *Morus laevigata*, Bending, Forcing

Summary

'Elongated Fruit No.1' (*Morus laevigata*) is a deciduous cultivar of mulberry that easily suffers from erratic budbreak after dormancy release and then flowering, which decrease its yield when cultivated in central-southern (subtropical-tropical) Taiwan. This study aimed to assess if bending or forcing agent could improve the problems mentioned above. Four treatments, bending, forcing (with hydrogen cyanamide), and bending + forcing, as well as control treatment (without bending and forcing) were used, and budbreak, flowering, fruit traits and quality, as well as estimated yield were evaluated. The results revealed that bending, bending + forcing, and forcing accelerated budbreak by 8-11 days and flowering by 18-26 days compared with control treatment. The percentage of budbreak was higher after bending + forcing (98.5%) and forcing (98.0%) than that after bending (55.2%) and control treatment (31.4%). The percentage of flowering after forcing, bending + forcing, bending, and control treatment was 95.3%, 86.4%, 53.1%, and 35.5%, respectively. The average number of inflorescences per bud after forcing (3.7) and bending + forcing (3.5) was higher than bending (2.0) and control (0.8). The fresh weight and longitudinal and transversal measurements of fruits were not significantly different between all treatments and control, while the total soluble solid contents in the control (19.0°Brix) were higher than those in the other treatments (17.3-18.0°Brix). The estimated yield in forcing (2.4 kg) and bending + forcing (2.0 kg) was much higher than bending (0.4 kg) and control (0.1 kg). In conclusion, bending only accelerates budbreak, whereas forcing and bending + forcing may further increase the percentage of budbreak and flowering, average number of inflorescences per bud, and estimated yield.

---

1) Graduate student in MS. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.