台灣低海拔之獼猴桃催芽研究

吳 承 軒[1] 林 慧 玲[2]

關鍵字：低海拔、獼猴桃、催芽

摘要：獼猴桃(*Actinidia* spp.)為溫帶落葉果樹，在亞熱帶低海拔地區栽培，會遭遇秋、冬季低溫不足的問題。冬季低溫不足會造成下一季無法充分打破休眠；秋季溫度偏高則會延遲落葉與休眠的進程等。本研究以催芽的方法試圖解決低海拔冬季低溫不足的問題；並探討人為除葉對秋季不落葉造成休眠延遲問題的改善。刻傷後處理 20%氰胺基化鈣水解溶液有最佳的催芽效果，其次依序為刻傷後處理 20%大蒜萃取液、刻傷後處理 Dormex®10 倍稀釋液、不刻傷直接處理 Dormex®10 倍稀釋液，並以未刻傷之對照組效果最差。在低海拔溫室進行催芽，刻傷之效果大於 Dormex®10 倍稀釋液。於 1 月在低海拔溫室進行人為除葉，對來年萌芽效果較 12 月與 2 月除葉要好；隨著除葉時間的提早，芽體可溶性醣累積量較多。

前 言

獼猴桃(kiwifruit)屬於獼猴桃科(Actinidiaceae)獼猴桃屬(*Actinidia*)，其屬內包含 50 個以上的種(Warrington and Weston, 1990)，其中，經濟栽培最多的為中華獼猴桃(*A. chinensis*)、美味獼猴桃(*A. deliciosa*)與軟棗獼猴桃(*A. arguta*)，已成為重要的溫帶落葉果樹(Ferguson, 2011)。若要在亞熱帶低海拔地區栽培溫帶的獼猴桃，可能會面臨秋、冬季低溫不足的問題，秋季溫度偏高則會延遲落葉與休眠的進程，冬季低溫不足則會造成植株無法在下一季充分打破芽體休眠(Nee, 1991; Cook *et al*., 2005)。催芽為溫帶果樹栽培常用的方法，在冬季低溫不足的地區，用以提高萌芽率與促進萌芽整齊一致；在台灣地區，冬季仍有短暫的低溫，若配合有效的催芽方法，可望克服獼猴桃於低海拔栽培所遭遇之冬季低溫不足的問題。台灣的低海拔地區，秋季溫度偏高，在溫帶落葉果樹的栽培上，會造成落葉時間的延遲，使休眠進入的時間較晚，加上低溫不足，造成下一季萌芽不良，若要在低海拔進行催

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，通訊作者。

芽，解決秋季延遲落葉的問題是必須的。人為除葉，是簡單的田間操作，並可解決延遲落葉的問題，但除葉的時間為重要的關鍵，太早則腋芽萌發，形成新梢，更加不易進入休眠；太晚則不具人為除葉之意義(Mohamed, 2008)。本研究即嘗試以催芽來克服低海拔冬季低溫不足的問題，另外進行植株休眠前的人為除葉試驗，探討休眠前人為除葉對下一季萌芽的影響，期待能解決獼猴桃於低海拔的栽培時的冬季休眠與春季萌芽之問題。

材料與方法

一、 材料來源

低海拔田間催芽試驗之材料，使用嫁接 1 年後之枝條，接穗來源為南投縣仁愛鄉北東眼山之國立中興大學園藝試驗場高冷地分場(東經 121°7'47.79"，北緯 24°4'26.14"，海拔 1350 公尺)，共有 8 個品種或個體：屬於美味獼猴桃(*A. deliciosa*)者：'Abbott'(A)、'Bruno'(B)、'中興 3 號'(C) 與一雌株個體(E)，以及雄株品種'Tomuri'(D) 與'Matua'(M)；屬於中華獼猴桃(*A. chinensis*)之雄株個體(F)與屬於台灣羊桃(*A. setosa*)的雌株品種'鞍馬 9 號'(G)。接穗經充分低溫冷藏後，於 2012 年寄接於低海拔之山梨獼猴桃(*A. rufa*)砧木上，於隔年(2013)春季進行催芽試驗。

休眠前除葉的試驗於溫室中進行，材料為 1 年生之嫁接植株，接穗來自國立中興大學園藝試驗場高冷地分場之'Matua'雄株美味獼猴桃，於 2012 年 2 月 17 日嫁接至國立中興大學校園溫室內之 1 年生山梨獼猴桃扦插苗盆栽，經過一年的生長，始作為本試驗之材料。

二、 試驗方法

低海拔催芽試驗的部分，於 2013 年 2 月 16 日進行冬季修剪，將細弱、捲曲之枝條剪去，並進行枝條的短截。修剪後於各品種枝條中，選取均一枝條，每品種或個體分為 5 組進行標記('Abbott'、'中興 3 號'、美味獼猴桃雌株個體'E'與'鞍馬 9 號'樣本量少，僅標記 4 組)，每組為 1 個處理，每處理標記 4 枝枝條，每枝為 1 重複，每處理 4 重複。

試驗於 2013 年 3 月 6 日進行催芽，催芽項目分為未刻傷之對照組(CK n.c.)、刻傷後處理 20%大蒜萃取物(Gar.)、刻傷後處理 20%氰胺基化鈣水解溶液(Ca)、刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液(HC)，以及未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液(HC n.c.) (僅'Bruno'、'Tomuri'、中華獼猴桃雄株個體'F'與'Matua'有此處理)。高海拔之對照組則分為未刻傷之對照組(CK n.c.)、刻傷後處理 20%大蒜萃取物(Gar.)、刻傷後處理 20%氰胺基化鈣水解溶液(Ca)、刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液(HC)，以及未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液(HC n.c.)。

休眠前除葉試驗的部分，選取 30 枝一致且健壯、末端枝葉茂盛的主幹，每枝為 1 重複、每組 10 重複，共分成 3 組，分別於 2012 年 12 月 1 日(Defoliation 1)、2013 年 1 月 2

日(Defoliation 2)與 2013 年 2 月 3 日(Defoliation 3)進行除葉處理，並進行輕度修剪，剪去過長與纏繞的枝條。

各處理於 2013 年 3 月 7 日再進行中度修剪，留下健壯的主幹與主枝。修剪後，所有樣本皆剪取 4 個芽供碳水化合物之分析之用。修剪與採樣後，即進行催芽處理。

各除葉時間之組別，其催芽處理皆分為 4 部分：未刻傷之對照組(CK n.c.)、刻傷之對照組(CK)、未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液 (HC n.c.)與刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液(HC)。刻傷採用每齒寬約 1 mm 之細齒鋸子，於芽體上方進行刻傷；Dormex® 10 倍稀釋液為使用 Dormex® (含 49 %氰胺)稀釋 10 倍配製而成，並包含 0.05 %之展著劑(豐展)。

三、 調查項目

(一)、田間催芽之萌芽率

於 2013 年 3 月 13 日、3 月 20 日、3 月 27 日、4 月 10 日、4 月 17 日、4 月 24 日與 5 月 1 日計算低海拔各品種獼猴桃各催芽處理的萌芽率，萌芽率之計算：萌芽率=萌芽數÷總芽數。

(二)、碳水化合物含量

溫室除葉之枝條，將催芽前修剪時(2013 年 3 月 7 日)取樣之芽體，先放入 100℃烘箱 1hr 進行殺菁，之後以 70℃烘乾 2-3 天。因樣品量少，以研缽及杵磨成乾粉後秤取乾重記錄，進行可溶性醣與澱粉之分析。每 4 個芽體為 1 重複，共 10 重複。

(三)、溫室催芽之萌芽率

溫室植株催芽後分別於 2013 年 3 月 20 日、3 月 27 日、4 月 11 日、4 月 17 日與 4 月 25 日計算萌芽率。萌芽率之計算：萌芽率=萌芽數÷總芽數。

四、 統計分析

將試驗結果以 SAS 9.3 軟體(Institute Inc, 2012)計算平均值，並利用 ANOVA 進行變方分析(analysis of variance)及最小顯著差異(least significant difference method, LSD)比較各處理間之差異顯著性。

結　果

一、 田間催芽之萌芽率

在低海拔催芽試驗的部分，品種'Abbott'、'中興 3 號'、美味獼猴桃雌株個體'E'、'鞍馬 9 號'因樣本不足，分為未刻傷之對照組、刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液、20%氰胺基化鈣水解溶液與 20%大蒜萃取液等 4 個處理；而樣本數較充足的'Bruno'、'Tomuri'、中華獼猴桃雄株個體'F'與'Matua'，則多了未刻傷之 Dormex® 10 倍稀釋液處理組。

低海拔之各品種獼猴桃經過各催芽處理後，各催芽處理並不影響萌芽時間；各品種之萌芽期在低海拔皆集中於 3 月中旬-下旬。

低海拔各獼猴桃品種或個體經各催芽處理後，皆以刻傷後 20%氰胺基化鈣水解溶液處理，有較高的萌芽率；其中'Abbott'、美味獼猴桃雌株個體'E'、中華獼猴桃雄株個體'F'之萌芽率在 59-74%之間；'鞍馬 9 號'平均 25%；其餘品種萌芽率在 37-41%之間(圖 1)。不做任何處理之對照組，其萌芽率在各品種或個體皆較低，萌芽率在 6-11%之間。各催芽處理中，效果居次者，為刻傷後之 20%大蒜萃取液處理，各品種平均萌芽率在 18-41%之間。刻傷後 Dormex® 10 倍稀釋液處理之各品種獼猴桃，其平均萌芽率在 14-28%；而未刻傷之 Dormex® 10 倍稀釋液處理者，其平均萌芽率則在 9-21%之間，平均較有刻傷者為低，但僅在中華獼猴桃雄株個體'F'具有顯著差異。

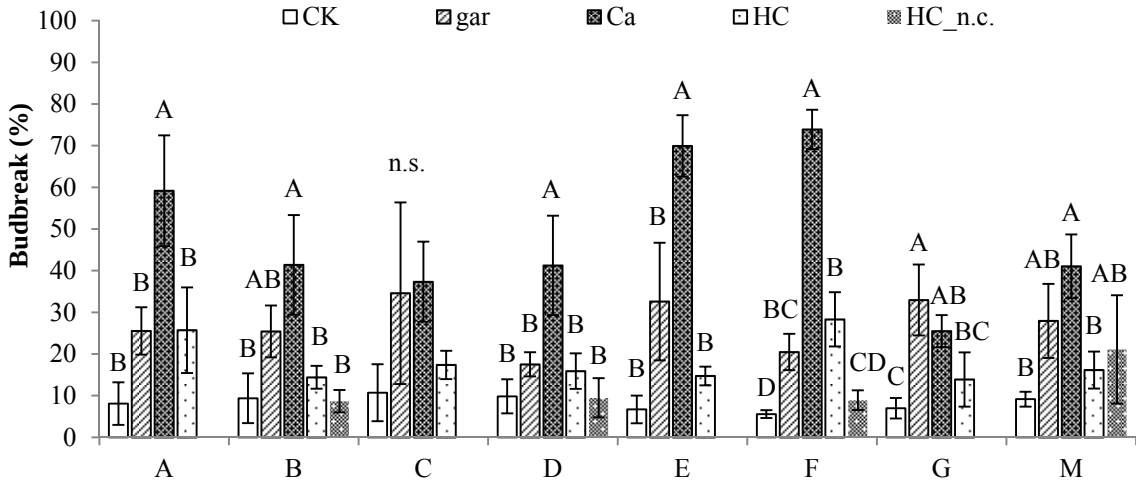

圖 1. 獼猴桃各品種於低海拔經各式催芽後之萌芽率。CK，對照組；gar，20%大蒜萃取液處理組；Ca，20%氰胺基化鈣水解溶液處理組；HC，Dormex® 10 倍稀釋液處理組；HC n.c.，未刻傷之 Dormex® 10 倍稀釋液處理組。

Fig. 1.Bud break percentages of kiwifruit cultivars after bud-forcing at lowland. A:'Abbott', B:'Bruno', C:'Chung Hsing No. 3', D:'Tomuri', E: a female individual 'E' of *A. deliciosa*, F:a male individual 'F' of *A. chinensis*, G:'An-Ma No.9', M:'Matua'. CK: control, gar: 20% garlic extract after nicking, Ca: 20% calcium cyanamide hydrolyzed solution after nicking, HC: 10 fold diluted Dormex® after nicking, HC_n.c.:10 fold diluted Dormex® without nicking.

總括來說，各催芽處理對萌芽率由高至低，可排序為刻傷後 20%氰胺基化鈣水解溶液處理、刻傷後20%大蒜萃取液處理、刻傷後Dormex® 10倍稀釋液處理、未刻傷之Dormex® 10倍稀釋液處理，而以未刻傷之對照組萌芽率最低。

二、碳水化合物含量

低海拔溫室內之獼猴桃'Matua'，於不同時間進行除葉處理後，於催芽前分析芽體之可溶性醣含量，結果顯示：隨著除葉時間的延後，芽體可溶性醣含量下降(圖 2)；最早除葉之處理(12 月)，其芽體可溶性醣含量為 2.76%，顯著高於最晚除葉者(2 月除葉，可溶性醣含量 2.35%)。澱粉含量在各除葉日期之處理間則無顯著差異，其值平均在 1.84-1.90%之間。

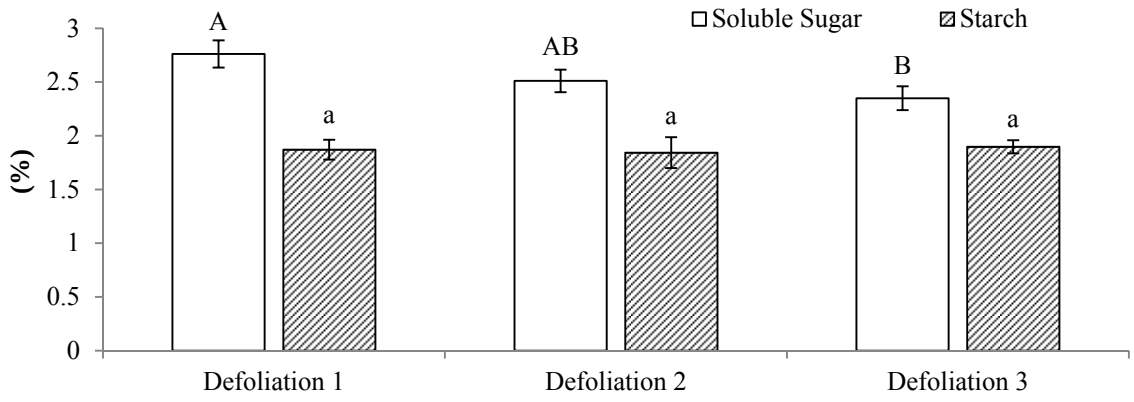

圖 2. 低海拔溫室內之'Matua'獼猴桃於不同時間進行除葉處理之催芽前可溶性醣與澱粉含量。Defoliation 1：12 月除葉；Defoliation 2：1 月除葉；Defoliation 3：2 月除葉。

Fig. 2. Soluble sugar and starch content of' 'Matua' with different defoliation times in a greenhouse at lowland. Date of Defoliation 1: 1st Dec. 2013; Date of Defoliation 2: 2nd Jan. 2013; Date of Defoliation 3: 3rd Feb. 2013. Different letters (capital letters, soluble sugar; small letters, starch) represent statistically significant difference by LSD at $p \leqq 0.05$.

三、溫室催芽之萌芽率

低海拔溫室內之獼猴桃'Matua'於 12 月進行除葉、隔年 3 月催芽之萌芽率平均以刻傷後氰胺處理最高，其後依次為刻傷之對照組、未刻傷對照組，最後為未刻傷之氰胺處理，其中刻傷後氰胺處理之萌芽率顯著高於未刻傷之氰胺處理(圖 3)。各處理之萌芽率在 6.3-18.9 之間；萌芽期為催芽後之 2-5 周。

溫室內於 1 月進行除葉、3 月催芽者，其萌芽率以刻傷後氰胺處理最高，達 47.7%；其次為刻傷之對照組，有 30.1%；最低為未刻傷之氰胺處理與對照組，平均在 12.6-13.5%之間，顯著低於刻傷後氰胺處理者(圖 4)。有刻傷處理之對照組與刻傷後氰胺處理者，其萌芽期在催芽後 2 周前，而未刻傷之對照組與未刻傷直接氰胺處理者，其萌芽期則為催芽後 2-3 周。

於 2 月進行除葉、3 月催芽之萌芽率，以刻傷之對照組最高，有 37.3%；其次為刻傷後氰胺處理與未刻傷之對照組；最低則為未刻傷之氰胺處理組，僅 11.4%，顯著低於刻傷後之對照組(圖 5)。各處理之萌芽期在催芽後 2-3 周。

綜合比較各除葉時間與催芽處理：未刻傷處理者，不論有氰胺處理或對照組，不同除葉時間其萌芽率無顯著差異，萌芽率不受除葉時間所影響，其值皆低於 20% (圖 6)。有刻傷處理的部分，刻傷後之對照組，隨著除葉時間的延後，萌芽率增加；2 月除葉者之萌芽率顯著高於前一年 12 月除葉者；刻傷後氰胺處理組，以 1 月除葉者顯著高於 2 月除葉者。萌芽期的部分，以 1 月除葉之刻傷處理萌芽最早也最一致；萌芽期最長者則為前一年 12 月除葉者，顯示其萌芽不一致。

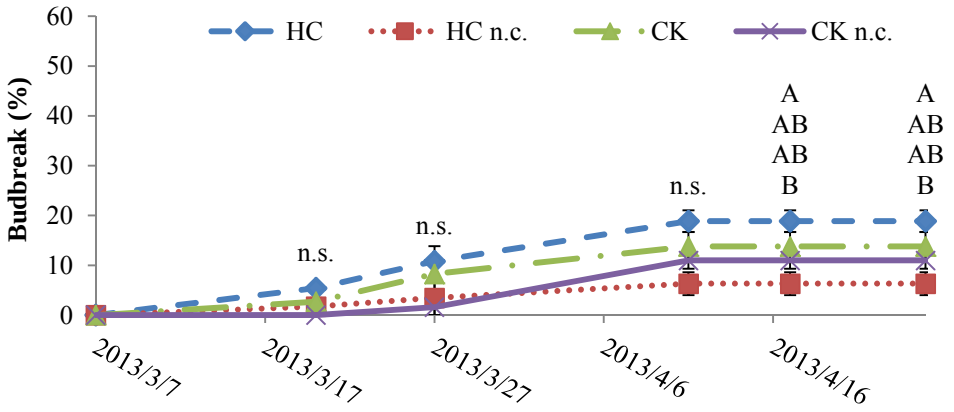

圖 3. 低海拔溫室內之'Matua'獼猴桃於 12 月進行除葉、隔年 3 月進行催芽之萌芽率。(HC，刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液；HC n.c.，未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液；CK，刻傷之對照組；CK n.c.，未刻傷之對照組。

Fig. 3. Budbreak percentage of 'Matua' which defoliated at Dec. 2012 and bud-forced at Mar. 2013 in a greenhouse at lowland. HC: 10 fold diluted Dormex® after nicking, HC n.c.: 10 fold diluted Dormex® without nicking, CK: control with nicking, CK n.c.: control without nicking.

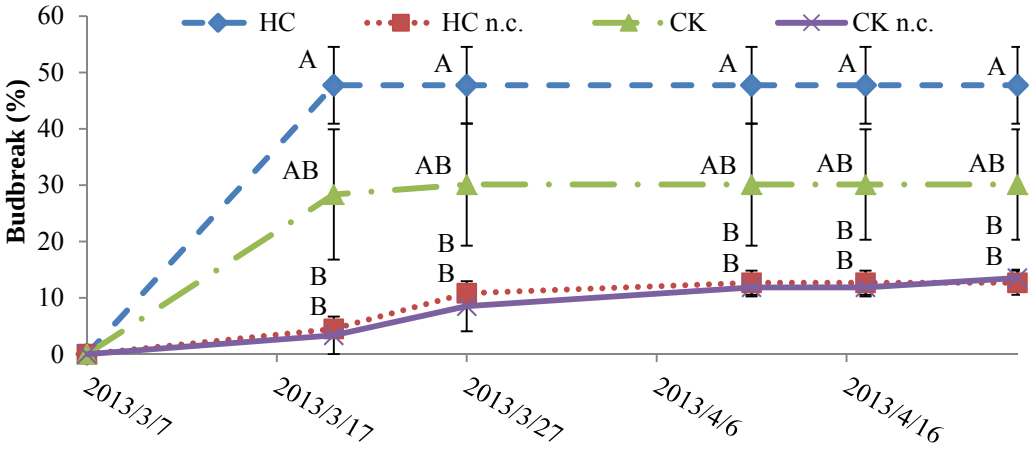

圖 4. 低海拔溫室內'Matua'於 1 月進行除葉、3 月進行催芽之萌芽率。HC，刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液；HC n.c.，未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液；CK，刻傷之對照組；CK n.c.，未刻傷之對照組。

Fig. 4. Budbreak percentage of 'Matua' which defoliated at Jan. 2013 and bud -forced at Mar. 2013 in a greenhouse at lowland. Footnotes are the same with Fig. 3.

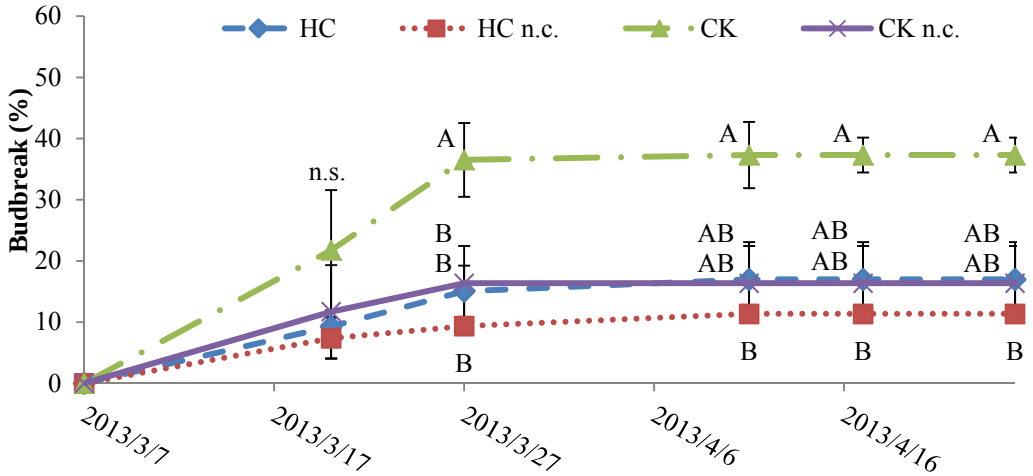

圖 5. 低海拔溫室內之'Matua'於 2 月進行除葉、3 月進行催芽之萌芽率。HC，刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液；HC n.c.，未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液；CK，刻傷之對照組；CK n.c.，未刻傷之對照組。

Fig. 5. Budbreak percentage of 'Matua' which defoliated at Feb. 2013 and bud -forced at Mar. 2013 in a greenhouse at lowland. Footnotes are the same with Fig. 3.

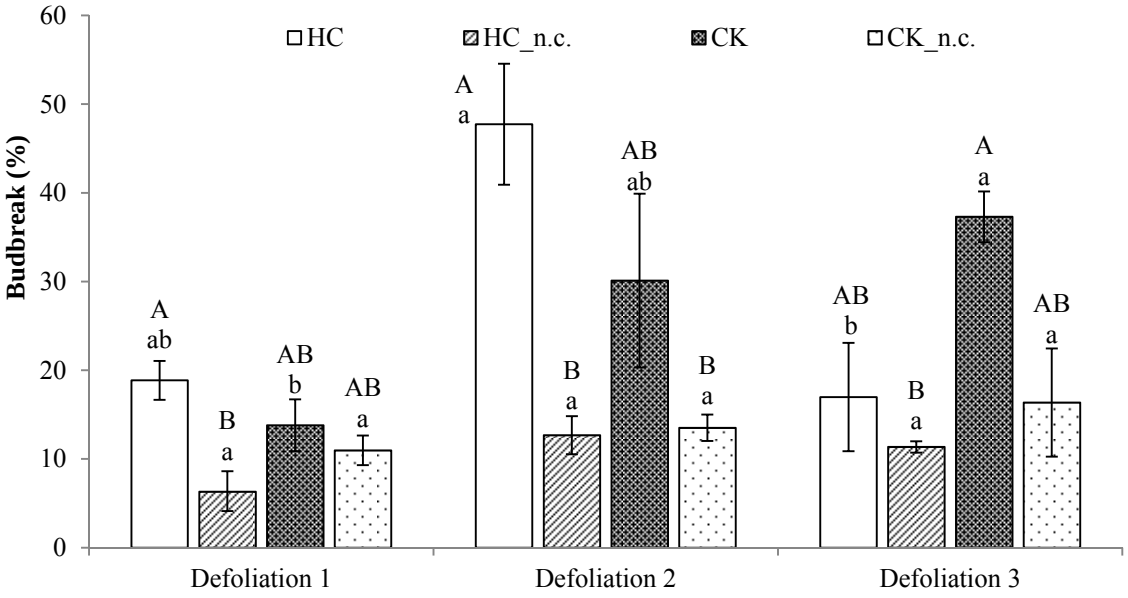

圖 6. 低海拔溫室內之'Matua'其不同時間除葉與不同催芽處理之萌芽率。HC，刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液；HC n.c.，未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液；CK，刻傷之對照組；CK n.c.，未刻傷之對照組。(Defoliation 1：12 月除葉；Defoliation 2：1 月除葉；Defoliation 3：2 月除葉。以上皆於 3 月催芽)

Fig. 6. Budbreak percentage of 'Matua' with different defoliation times and different bud-forcing methods in a greenhouse at lowland. HC: 10 fold diluted Dormex® after nicking, HC n.c.: 10 fold diluted Dormex® without nicking, CK: control with nicking, CK n.c.: control without nicking. Different letters represent statistically significant difference between bud-forcing treatments (capital letters) or defoliation times (small letters) by LSD at $p \leqq 0.05$. (Defoliation 1: Defoliated at 1st Dec. 2012; Defoliation 2:Defoliated at 2nd Jan. 2013; Defoliation 3: Defoliated at 3rd Feb. 2013. All the samples were bud-forced at 7th Mar. 2013.)

討　論

低海拔的田間催芽試驗，綜合各品種與各處理的平均狀況，以刻傷後處理 20%氰胺基化鈣水解溶液者，其萌芽率最高，次之的為刻傷後處理 20%大蒜萃取液者，其後依序為刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液、未刻傷直接處理 Dormex® 10 倍稀釋液，而萌芽率最低的則為未刻傷之對照組。

20%氰胺基化鈣水解溶液，理論上含有 4-5%的氰胺，與 Dormex® 10 倍稀釋液處理應該有相同之效果，但本試驗之結果顯示，刻傷後處理 20%氰胺基化鈣水解溶液，其萌芽率在 6 個品種中，均顯著高於刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液。推測其原因，可能是因為 20%氰胺基化鈣水解溶液在製作上，以布袋進行過濾，過濾之後仍具有一定程度的細小殘渣，催芽後可能附著於刻傷之傷口，延長、增強了處理的效果。另一方面，根據 Pang 等(2007)之研究，經過氰胺處理後的芽體，會誘導 Ca^{2+}-ATPase 的基因表達，使細胞中的 Ca^{2+} 濃度上升；另外鈣調素(calmodulin)、鈣調素結合蛋白(calmodulin-binding protein)，與鈣必要蛋白質激酶(calcium-dependent protein kinase)也會被氰胺的誘導所活化。這些資訊顯示鈣 Ca^{2+}作為訊息傳訊者，在休眠解除扮演重要的角色，這很可能也是 20%氰胺基化鈣水解溶液雖然帶有的氰胺濃度與 Dormex® 10 倍稀釋液處理類似，而在本試驗中之處理效果卻遠勝於 Dormex® 10 倍稀釋液處理之原因。

刻傷後處理 20%大蒜萃取液的催芽方法，在本試驗中達到不錯的效果，在各品種的處理效果中，皆與刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液者無顯著差異，並在'鞍馬 9 號'獼猴桃中，萌芽率顯著高於刻傷後處理 Dormex® 10 倍稀釋液者。大蒜萃取液對於催芽的有效成分，主要來自其雙烯丙基硫化物(diallyl sulfide)，在研磨萃取的過程中，大蒜內含有的蒜胺酸(alliin)與蒜胺酸酶(alliinase)因細胞破裂而進行反應，產生大蒜素(allicin)，而大蒜素則會快速再分解成許多揮發性的化合物，其中最多的即為 diallyl sulfide (Lawson and Wang, 2001)。根據 Wang 與 Faust(1994)的研究，以 30% diallyl sulfide 處理'Anna'蘋果之芽體，經過 48 小時候，其還原態穀胱甘肽含量、穀胱甘肽還原酶活性、抗壞血酸含量與抗壞血酸過氧化酶活性等，皆顯著高於對照組，而以 45℃高溫處理 1 小時或經過 400 低溫時數單位(chilling unit，CU)之芽體，也有相同之反應，顯示芽體正處於對抗氧化逆境的狀態中，且該氧化逆境與誘導萌芽之反應類似，故有催芽之功效。

刻傷後氰胺處理與未刻傷之氰胺處理，其在田間之萌芽率多無顯著差異；但在中華獼猴桃雄株個體'F'中，刻傷者顯著高於未刻傷者。造成此結果的原因，可能是田間的低溫較溫室充足，且又有施用氰胺處理，使刻傷的影響力相對下降，但仍保有一定效果。

許多落葉果樹在低海拔的栽培，會遇到秋季溫度過高造成延遲落葉，造成休眠延後，使低溫需求不易滿足，降低或延遲萌芽。人為落葉為簡單易行的方法，而其最重要的就是掌握落葉的時間。本試驗中，12 月除葉的組別，其萌芽率低，皆在 20 %以下；而 1 月與 2 月除葉的組別，其最高萌芽率分別有 47.7 %與 37.3 % (圖 6)。在萌芽時間方面，1 月的刻傷處理有最短的萌芽期，顯示其萌芽最一致；而萌芽期最長的則為 12 月除葉者，表示其萌芽不一致(圖 3、圖 4)。12 月除葉的效果不佳，原因可能是太早除葉，植株仍在旺盛中，除葉後大量萌發側芽，這些新生枝條進入休眠的時間更晚，造成春季應打破休眠時，反而正處於深度的休眠，加上休眠期無法與冬季低溫期重疊，導致了偏低的萌芽率；而 2 月除葉可能已經太晚，萌芽率不如 1 月者。在 Mohamed (2008)的研究中，於埃及栽培的

'Anna'蘋果，在 11 月 15 日與 12 月 1 日進行除葉，可顯著提高下一季的花芽萌芽率，而 12 月 15 日在除葉以及對照組則萌芽率顯著較低，此結果與本試驗趨勢相似(圖 6)。

在正確的時間進行人為落葉處理，可促進萌芽的生理解釋，很可能與 ABA 有關。根據 Spiers (1972)的研究指出，自然的芽體休眠會受到芽鱗中的抑制物質所影響，若該抑制物質是由葉片生成，必須在落葉前的一段時間運往芽鱗。Mielke 與 Dennis (1978)則指出，游離態的 ABA 會在花原基中累積，其累積的時間與落葉的開始不約而同，並且在落葉率達到 90-95%時，達到最高峰。因此，低海拔溫室的獼猴桃於 1 月進行人為除葉顯著提高下一季萌芽率(圖 4)，其原因很可能是在 ABA 大量累積於芽體前，將 ABA 的來源去除。另有一說是，秋冬低溫不足的地區，延遲落葉會使植株較晚進入內生性休眠，當其進入內生性休眠時，很可能已經是冬季的末期(Mohamed, 2008)，此結果可能造成芽體在原本冬季低溫就不足的地區，更加無法累積打破休眠所需的低溫時數。

葉片是植物行光合作用的主要器官,除葉是否會對休眠前光合產物的累積造成影響，關係著芽體是否飽滿與下一季初期的新梢生長勢。本試驗在不同時間進行除葉處理後，於萌芽前進行採樣，分析不同時間除葉，對芽體於萌芽前之碳水化合物含量的影響。結果顯示，催芽前之芽體可溶性醣含量，非但沒有因為葉片遭到去除而減少碳水化合物的累積，反而隨著除葉時間越早，芽體可溶性醣含量越高，並顯著高於最晚除葉的處理；澱粉含量的部分，三個時間的除葉處理之間並無顯著差異(圖 2)。Richardson 等(2010)研究獼猴桃的休眠與碳水化合物的關係後指出，芽體受到誘導進入休眠的期間，芽體內生長點的蔗醣及六碳醣濃度會快速增加；醣類的累積停止於深冬，並維持穩定濃度直到春季；而在春季可見的芽體萌動前約四週，蔗醣的濃度開始顯著下降而六碳醣濃度上升。根據 Richardson 等(2010)的研究結果，本試驗提早除葉並不減少芽體內累積的可溶性醣含量，反而增加其累積(圖 2)，代表提早除葉使芽體提早受到誘導進入休眠，因而開始累積可溶性醣，而此時累積的可溶性醣，將供給春季的芽體萌動所需。

刻傷與催芽的部分，未刻傷之對照組與氰胺處理組，其萌芽率皆很低，在 20%以下；而刻傷後之對照組與氰胺處理組，其萌芽率皆高於未刻傷者(圖 6)。氰胺的主要作用效果，在於氰胺高活性的-CN_2 鍵，會與 catalase 結構中的 heme 中心之鐵原子作用，造成 catalase 的活性下降，同時也會降低 catalase mRNA 的轉錄(Nir *et al*., 1986；Or *et al*., 2001)。Catalase 的主要功能為將過氧化氫還原成水與氧氣($H_2O_2 + H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$)，當 catalase 的活性被抑制，即無法執行催化還原 H_2O_2 的功能，造成 H_2O_2 的累積(Godon *et al*., 1998；Prasad, 1996)。H_2O_2 為活性氧族之一，當過度的累積會造成氧化逆境(oxidant stress)，傷害植物體；但一定量的 H_2O_2 在植物體中，也扮演著重要的訊息傳導之角色(Desikan *et al*., 2000；Neill *et al*., 2002；Price *et al*., 1994)。因此，過氧化氫的累積，很可能是作為休眠解除的訊號。根據 Kuroda 等(2005)的研究指出，在 11 月底處理 2.5 % H_2O_2 可達到 100%的花芽萌芽率，而於 12 月初處理 10 % H_2O_2 也有相同效果。

未進行刻傷的植物體，其 H_2O_2 濃度應該處於較低的狀態，因此，即使抑制 catalase 活性，使其無法分解 H_2O_2，對植物體造成氧化逆境，累積 H_2O_2 的效果並不明顯。反之，當植物體受到刻傷的傷害，產生大量 H_2O_2，此時配合氰胺的施用，抑制 catalase 分解 H_2O_2，可使 H_2O_2 更容易累積到足夠誘導萌芽的量。在本試驗中，刻傷之對照組的萌芽率，甚至超越為刻傷的氰胺處理組(圖 6)，顯示刻傷產生大量的 H_2O_2，是在低溫不足的情況下，解除休眠的重要條件。

根據本試驗之結果，欲在台灣低海拔地區栽培溫帶的獼猴桃，對於秋、冬季低溫不足產生休眠不易打破的問題，可在溫度較低的 1 月份進行人為落葉處理，搭配在春季使用刻傷後處理 20%氰胺基化鈣水解溶液的催芽方法，可有效打破休眠，提高萌芽率。

參考文獻

Cook, N. C., A. Bellen, P. J. R. Cronje, I. D. Wit, W. Keulemans, A. V. den Putte, and W. Steyn. 2005. Freezing temperature treatment induces bud dormancy in 'Granny Smith' apple shoots. Scientia Hort. 106: 170–176.

Desikan, R., S. J. Neill, and J. T. Hancock. 2000. Hydrogen peroxide induced gene expression in *Arabidopsis thaliana*. Free Rad. Biol. Med. 28:773–778.

Ferguson, A. R. 2011. Kiwifruit: a botanical review. Hort. Rev. 6:1-64.

Godon, C., G. Lagniel, J. Lee, J. Buhler, S. Kieffer, M. Perrot, H. Boacherie, M. B. Toledo, and J. Labarre. 1998. The H_2O_2stimulon in *Sacharomycescervisiae*. J. Biol. Chem. 273:22480-22489.

Kuroda, H., T. Sugiura, H. Sugiura. 2005. Effect of hydrogen peroxide on breaking endodormancy in flower buds of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 74: 255-257.

Lawson, L. D. and Z. J. Wang. 2001. Low allicin release from garlic supplements: a major problem due to the sensitivities of alliinase activity. J. Agric. Food Chem. 49(5): 2592–2599.

Mielke, E. A. and F. G. Dennis Jr. Hormonal control of flower bud dormancy in sour cherry (*Prunus cerasus* L.). III Effects of leaves, defoliation and temperature on levels of abscisic acid in flower primordial. 1978. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 446-449.

Mohamed, A. K. A. 2008. The effect of chilling, defoliation and hydrogen cyanamide on dormancy release, bud break and fruiting of Anna apple cultivar. Scientia Hort. 118:25-32.

Nee, C. C. 1991.Breaking dormancy in kiwifruit with chilling or chemical treatments. New Zeal. J. Crop Hort. Sci. 19:419–421.

Neill, S. J., R. Desikan, A. Clarke, R. D. Hurst, and J.T. Hancock. 2002. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signaling molecules in plants. J. Exp. Bot. 53:1237–1247.

Nir, G., Y. Shulman, L. Fanberstein, and S. Lavee. 1986. Changes in the activity of catalase in relation to the dormancy of grapevine (*Vitis vinifera* L.) buds. Plant Physiol. 81:1140–1142.

Or, E., I. Vilozny, Y. Eyal, and A. Ogrodovitch. 2001. Dormancy in grape buds: isolation and characterization of catalase cDNA and analysis of its expression following chemical induction of bud dormancy release. Plant Sci. 162:121–30.

Pang, X., T. Halaly, O. Crane, T. Keilin, A. Keren-Keiserman, A. Ogrodovitch, D. Galbraith, and E. Or. 2007. Involvement of calcium signalling in dormancy release of grape buds. J. Exp. Bot. 58: 3249-3262.

Prasad, T. A. 1996. Mechanism of chilling induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids and proteases activities. Plant 10:1017-1026.

Price, A. H., A. Taylor, S. J. Ripley, A .Griffiths, A. J. Trewavas, and R. M. Knight. 1994. Oxidative signals in tobacco increase cytosolic calcium. Plant Cell. 6:1301-1310.

Richardson, A. C., E. F. Walton, J. S. Meekings, and H. L. Boldigh. 2010. Carbohydrate changes in kiwifruit buds during the onset and release from dormancy. Scientia Hort. 124:463-468.

Spiers, J. M. Effects of defoliation and bud-scale removal on bud activity in tung. 1972. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 277-279.

Wang, S. Y., and M. Faust. 1994. Changes in the antioxidant system associated with bud break in 'Anna' apple (*Malus domestica* Borkh.) buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4): 735-741.

Warrington, I. J. and G. C. Weston. 1990. Kiwifruit: science and management. Ray Richards in association with the New Zealand Society for Horticultural Science. Auckland, New Zealand. 576pp.

Study on Bud-Forcing of Kiwifruit at Low Land in Taiwan

Chen-Hsuan Wu[1)] Huey-Ling Lin[2)]

Key words: Lowland, Kiwifruit, Bud-forcing

Summary

Kiwifruits (*Actinidia* spp.) are temperate deciduous vines with the following problems when cultured in subtropical low lands: inadequate winter chilling may cause limited budbreak in the next season, and high temperature may delay natural defoliation and the onset of dormancy in autumn. Therefore, the main goals of this study are to overcome the the problem of inadequate winter chilling by bud-forcing of low-land kiwifruit vines, and to test the potential of artificial defoliation to induce onset of bud dormancy. Results from this research may possibly be applied to culture kiwifruits in subtropical low lands. The best treatment for budbreak was nicking followed by treatment of 20% calcium cyanamide hydrolyzed solution, the second was nicking followed by treatment of 20% garlic extract, the third is nicking and then treated with 10 fold diluted Dormex®, next is the 10 fold diluted Dormex® treatment without nicking. All these treatments showed a positive effect on budbreak relative to the control. For the bud-forcing in a greenhouse at low land, nicking treatment showed a stronger effect on budbreak than treatment with 10 fold diluted Dormex®. For the artificial defoliation timing, January is better than December or February. The earlier the plants were defoliated, the more soluble sugars can be accumulated in the buds.

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

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