

台灣梨樹的芽休眠生理與調控

陳 中

明道管理學院

摘 要

針對台灣特殊環境與產業下一波發展需求，梨三種栽培體制的休眠調控建議如下，俾平地梨能 6 月以前，高山梨 11 月以後穩定收果：(一)高山梨樹 7~11 月做好樹體保養；12 月樹冠用石灰硫磺波爾 5° 加尿素 5% 噴白；落葉期前樹體每週噴 CaCl_2 500 倍；4 月以前不噴刺激萌芽藥劑確保植株耐寒力，使花芽穩定離開真休眠安渡生態休眠。(二)供應平地寄接梨穗之供穗樹 7~11 月培育腋花芽；12 月採穗 7.2°C 定溫冷藏，或寄接前 45°C、20 分鐘溫湯處理打破接穗真休眠；生長於低海拔地區之樹砧 11 月除葉，11~2 月果園灌水保濕、中夜燈照、樹冠噴施 GAs，讓樹砧保持清醒。寄接後，果園保溫、保濕、隔雨，讓花芽迅速萌芽開花，穩定座果。(三)平地「微幅倒頭」梨樹 7~11 月禮肥護葉，果枝更新修剪保養樹體；10 月果園施基肥；果樹 11 月除葉，噴施夏油、 KNO_3 或 GAs 打破相對休眠；12 月施打氰滿素 25 倍催花；12~3 月果園灌水、保溫、中夜燈照，保持樹體清醒；1 月開花座果，加速營養與生殖生長。

關鍵字：梨、芽休眠調控、產期調節

前 言

梨是世界重要溫帶水果，但在地理資源多樣的台灣，表現相當特殊：在呈熱帶、亞熱帶氣候型態的台灣平地，可以生長冬季低溫需求很少的橫山梨、台灣野梨；海拔 2000 公尺高山，則可種植冬季低溫需求甚多的溫帶梨。溫帶梨品質好，目前栽培集中梨山一帶；平地橫山梨則主要分布台中、苗栗、新竹縣一帶中北部丘陵，東部則宜蘭、花蓮縣少許(康等，

1998)。平地梨在台灣最南延伸至嘉義縣竹崎鄉，近年彰化縣南區的埤頭鄉、竹塘鄉、溪洲鄉、二林鎮一帶，為汰換釀酒金香葡萄，也有人開始種梨：先種蜜雪，可能因果實品質仍不夠好，再回頭寄接豐水，即普遍表現不錯，果實約莫 6 月中旬端午節期間成熟，時機品質俱佳，估計會形成一新熱點(陳中私人參訪, 2005)。

溫帶梨品種多，因品質與貯藏性遠優於橫山梨，產期又相近，故好一段時間，平地的橫山梨幾乎被高山的溫帶梨打得奄奄一息。救亡圖存的第一個嘗試是「倒頭栽培」：秋天植株除葉，讓梨樹 10 月萌芽、開花，然後在不算太冷的冬天生長結實，果實約莫翌年 4 月成熟，產期因而與秋梨整個錯開，是謂「倒頭」(廖, 1995)。此法在中北部丘陵施展成果並不好，主要癥結在中北部丘陵冬季積溫不足，倒頭梨生長孱弱而緩慢，品質不佳，樹亦元氣大傷，得不償失(康等, 1998)。民國六十九年，東勢張榕生農友冬天取高山新世紀梨花芽穗，寄接平地橫山梨，新世紀隨即開花且正常結實，果實 6、7 月成熟，產期較高山大幅提前，產期調節效果遠勝橫山梨倒頭栽培，因而引起果農群起效尤，蔚為今日逾 5000 公頃規模。新的「寄接栽培」體系，使平地許多幾近荒蕪的橫山梨園起死回生，反敗為勝(呂與徐, 2002)。

就生產腹地言，寄接梨遠大於高山梨。惟寄接須年年施作，十分費工，成本居高不下是產業罩門。惟渠能當全世界梨空窗期(或水果淡季)大量在台灣低海拔地區生產高品質梨，仍為其不可取代優勢(施, 2002a)。降低寄接栽培成本之道除改變樹砧樹形，使寄接施作方便(林, 2002)；就是進行少低溫需求高品質梨育種，直接取代寄接。惟迄目前為止，新整枝體系仍在嘗試；已命名之新品種梨低溫需求仍高，果實 7、8 月成熟，產期調節效果亦未如寄接梨顯著，品質尚有改善空間，總體表現仍不敵寄接梨。真要拿新品種梨拉開產期，還需靠休眠調控，利用中南部更和暖的冬季行倒頭處理(施, 2002b)。高山梨的優勢在寄接梨推出後大受威

脅，台灣加入 WTO 更是雪上加霜，加上氣候變遷，國土復育施政當道，情勢更加艱困。今後因應之道在調整品種，在延後產期錯開市場。

WTO 對台灣農業的威脅，全面而長遠。特別是當兩岸關係益趨密切，三通已勢難違逆。面對國際競爭，拓展果品外銷，已是台灣梨今後無可迴避的路。如何進能攻(開拓海外市場)，退能守(躲過進口衝擊)，台灣梨下一步努力的目標更應在市場時機上多為考慮：讓台灣高品質梨在當年的六月以前或十一月以後穩定產出，直接關係台灣梨產業是否能夠勝出，這些都有賴對台灣梨的休眠生理與調控，在既有基礎上做更進一步探討。

落葉果樹的芽休眠生理

Lang(1987)將落葉果樹的芽休眠定名為相對休眠(Paradormancy)、內生休眠(Endodormancy)與生態休眠過程(Ecodormancy)等三種類型。其中內生休眠在國內又稱自然休眠或真休眠，是指樹芽即使給予適宜的生長環境，仍停頓不能萌芽生長，必須經過一定的低溫才能打破休眠恢復生長的生理狀態。相對休眠與生態休眠，則歸類為被迫休眠(imposed dormancy)，是指由於不利的外界或內部因素使芽暫時處於停頓生長的狀態，只要這些不利的因素解除，芽立刻萌發生長。

Saure(1985)指出：芽休眠有一定的進程(圖 1)；郗(1995)亦指出每年一年生枝上顯芽萌動雛梢伸出，即標記一年生長季開始。在展葉抽梢營養生長的同時，新一輪的芽原體即在新出葉的葉基形成。新芽歷經鱗片分化，後續的生長主要限定在鱗片中，或形成雛梢或花芽分化，只要沒有外界刺激(如剪梢或落葉)，芽基本即不萌動。這樣的生理狀態，稱芽處在「預休眠」(Predormancy)或相對或平行休眠(Relative or Para-dormancy)狀態。

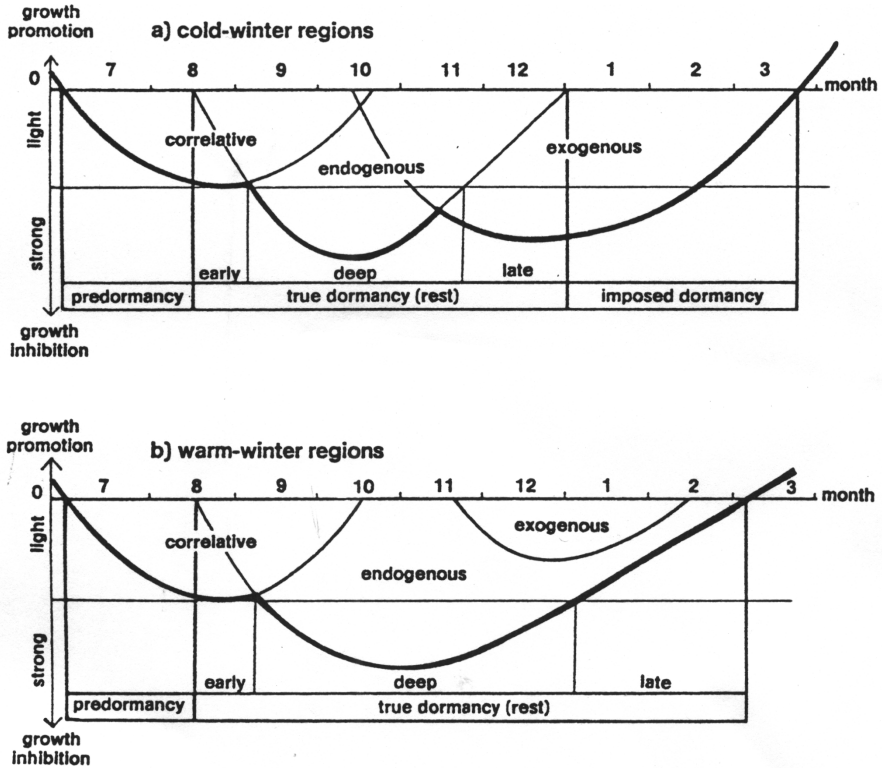


圖 1. 休眠的進程及影響其組成的內、外因素。(Saure, 1985)

Fig. 1. The course of dormancy and its components as influenced by internal and external factors.

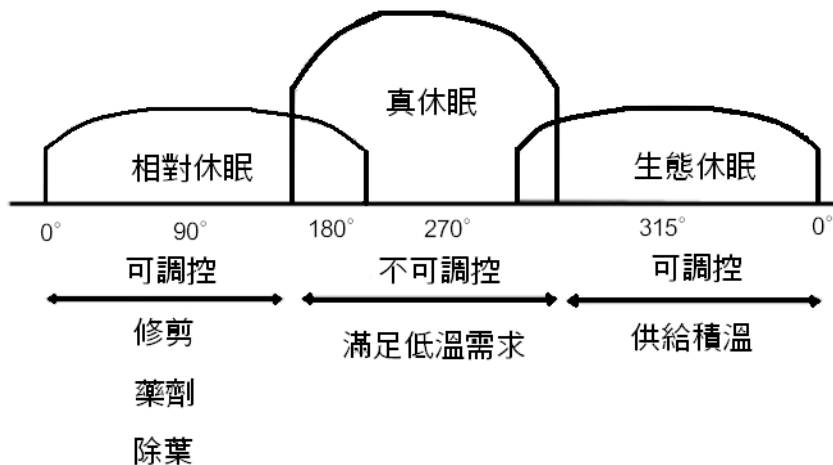


圖 2. 芽休眠的可控調與不可控調。(Faust 等, 1997)

Fig. 2. The regulated and unregulated bud dormancy.

造成早期芽休眠的原因可能是頂端優勢，或芽本身發育未臻成熟；之後的停滯，則是基於成熟葉的作用。鑒於由這些因素造成的休眠皆會因這些因素消失而解除，所以在 Faust 等(1997)歸類「預休眠」為「可控調」的休眠(圖 2)。

隨生長季節進入夏季，新芽因成熟葉數量愈增，葉齡愈高，相對性休眠的程度逐漸升高，剪梢除葉刺激萌芽的難度即加大。特別是從夏至(6月22日)到秋分，日長逐漸縮短，芽的休眠狀態即由相對休眠的狀態逐漸進入內生休眠(Endodormancy)或真休眠。此時，樹芽即使給予刺激或給予適宜的生長環境都不為所動，非靠低溫不能化解，Faust(1997)歸類這種休眠為「不可控調」的休眠(圖 2)。

表 1. 打破芽真休眠的低溫單位之相應溫度值(Faust, 1989)

Table 1. The Corresponding temperatures of chill unit for release endodormancy.

chill unit values	Corresponding Temperature(°C)		
	A	B	C
0	<1.4	-1.0	-1.1
0.5	1.5-2.4	1.8	1.6
1.0	2.5-9.1	8.0	7.2
0.5	9.2-12.4	14.0	13.0
0	12.5-15.9	17.0	16.5
-0.5	16.0-18.0	19.5	19.0
-1.0	>18	21.5	20.7
-1.5	—		22.1
-2.0	—		23.3

A : Richardson *et al* (1974), in high-chilling peaches.

B : Gilreath and a Buchanan(1981b), in low-chilling nectarine.

C : Shaltout and Unrath(1983b), in high-chilling apple.

估計低溫需求的模式很多，一般仍認為化解真休眠效果最佳的低溫在 7.2°C(見表 1)，太低或太高對打破休眠的效果都不好(Faust, 1989)。需要的低溫量，又因樹種乃至品種而異：如梨或蘋果需要 200~1400 個 7°C 以下低溫小時打破休眠(表 2)；此外不同品種間又有極大差異：例如豐水、幸水、新世紀、二十世紀梨等都是低溫需求量較高的品種，打破真休眠需要 1000~1500 小時低溫；相對地，橫山梨、台灣野梨需求低溫量僅 50~120 小時(表 3)。在台灣，低溫需求量高的品種必須種植在海拔 2000 公尺高山；低溫需求少的品種才可以栽培在平地。

表 2. 不同果樹的的低溫需求(Faust, 1989)

Table 2. The chilling requirement of some deciduous fruit trees

Species	Number of chill hours of 7.2°C
Almonds	0-800
Peaches	100-1250
Japanese plums	100-800
Apples and pears	200-1400
European plums	800-1500
Cherries	800-1700

表 3. 不同品種梨的估計低溫需求量 (廖, 1995)

Table 3. The estimated chill unit of various cultivar pear.

品 種	估計低溫需求量(CU)*
臺灣野梨(<i>Pyrus konhensi</i>)	50
橫 山	120
台農種苗一號(4029)	800
松 茂	700
鴨 梨	1100
菊 水	1200
長十郎	1500

品 種	估計低溫需求量(CU)*
二十世紀	1400
豐 水	1350-1500
幸 水	500-1350
新世紀	1500
法蘭西	1300

*CU=1hr of 7.2°C

冬季較寒冷的高緯度地區，冬季低溫充足，芽的真休眠可以很快解除，但天寒地凍會箝制芽的萌動，這種不回溫不消失的休眠稱生態休眠(Ecodormancy)，又稱為「被迫休眠」(Imposed dormancy)或「外抑性休眠」(Exogenous dormancy)，只要外界溫度回升到 20°C 常溫，休眠就自動解除，所以也算是一種「可控調」的休眠(Faust 等, 1997；Saure, 1985)。

在冬季較不寒冷的低緯度地區，常因短日、先一年生長季延長或落葉較晚，使真休眠期形成較深；另一方面也因為冬季低溫不足解除較慢，以致真休眠涵蓋長，生態休眠相形下即較不明顯(見圖 1)(Saure, 1985)。

Fuchigami 與 Nee(1987)以度生長階段模式(Degree growth stage model)同步顯示芽休眠進程與植株的營養生長的關係(圖 3)，指出果樹的芽休眠可以說是從一年春萌開始(0°)一直持續到翌年春萌(360°)，週而復始的一連串過程：當春萌初始，頂端生長點頂端優勢與新芽成熟度，讓新形成的芽原體進入相對休眠狀態(0~90°)。隨著營養生長旺盛，新葉增多逐漸成熟，新芽逐漸進入相對休眠高峰，直到當年生新梢頂芽形成，營養生長停止(或稱營養成熟，Vegetative maturity, VM)(90~180°)。VM 是休眠循環(dormancy cycle)關鍵：VM 之前，植物沒有明顯的冷馴化能力，封頂之後才能冷馴化(Arora 等, 2003)。此後新芽逐漸由相對休眠轉入真休眠。真休眠在植株正常落葉之際達到最深(180~270°)。入冬之後，已落葉的植株則因持續感受低溫，反而開始解除真休眠，在冬季嚴寒的高緯度地區，並因此進入生態休眠(270~315°)，待春暖以後萌芽(315~360

°)。在低緯度冬季較和暖地區，則因此解除真休眠後直接萌芽(270°~360°或0°)；但如感受低溫不足，芽便會一直處在真休眠，翌年無法生長的狀態(270°~)。

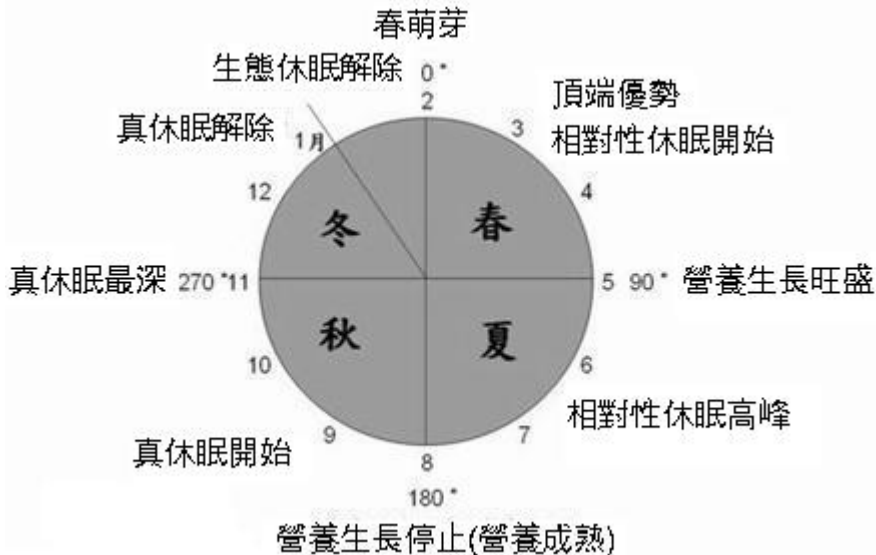


圖 3. 芽休眠的度生長階段模式。(Fuchigami and Nee, 1987)

Fig. 3. The degree growth stage model of bud dormancy in perennial wood.

芽與營養生長的一連串互動，與營養供給及荷爾蒙作用有關(郗, 1995；Arora 等, 2003)：春季當雛梢萌發，基於積溫與漸增的日長作用，新芽原體即在展葉抽梢過程中，因生長素(auxin)與赤霉素(GAs)的作用不斷形成。夏至以後，新芽在日長漸短的感受下開始鱗片分化。隨著新葉逐漸老熟，芽鱗已逐漸成熟的新芽，在脫落酸(ABA，來自成熟葉)與細胞分裂素(BA，來自根)的聯合作用下，開始有原葉分化。原葉體分化與發育過程中，如果內、外條件具備，葉間期(plastochron)節奏也恰宜，新芽就會轉向花芽分化，否則仍舊保持營養芽的狀態最終形成雛梢。在原葉分化形成雛梢或花芽分化發育的這段期間，如果 GAs 或 auxin 作用因除葉、修剪或氮肥過多，蓋過 ABA 的作用，仍在發育中的芽就會萌動(葉間期縮短)，或形成二次梢，或開出不時花。台灣梨的倒頭栽，或葡萄的

一年多收，就是應用這樣的原理。但如果沒有上述的刺激，已發育到這個地步的芽，就會在越來越多的脫落酸(因老葉增多)、越來越短的日長、越來越低的溫度與越來越乾的氣候的聯合作用下，慢慢進入真休眠(葉間期無限延長)。此生理狀況會一直加持到落葉。落葉以後脫落酸的機制消失，植株新陳代謝的效率也降到最低，低溫與長夜成了分解這一切既有結構最強烈因素。只要分解作用持續夠長(低溫需求滿足)，箝制生長的枷鎖即被打破，待春日溫回，生長重新開始，或雜稍萌發，或百花齊放(Faust, 1989)。

芽究竟如何進入真休眠，至今仍是眾人關心的話題，特別是其中休眠與耐寒的關係更是大家亟欲釐清的焦點。Arora 等(2003)總結近 10 年來的研究指出：當日長變短，氣溫變低，芽即由相對休眠逐漸進入真休眠，通常植株亦在此時健化。所以冬季芽休眠最深時期，往往也是植株最不怕凍寒的時候。正常情況下，芽春萌時，休眠與耐寒機制即俱解除，植株開始怕冷。

Arora 等(2003)指出許多新的研究證據顯示：是「短日」讓芽進入真休眠；但「短日」卻不足以讓芽耐寒。目前已知，休眠與耐寒分別與不同的芽蛋白相關：其中芽的耐寒力是與一種 dehydrin，稱 D-11LEA 的蛋白有關；休眠則與另一種分布於樹皮的樹皮貯藏蛋白(bsp, bark storage protein)有關。

dehydrin 是一種親水蛋白，植物中無所不在，會在低溫與 ABA 的聯合作用下形成。此種蛋白會抓住水分子，保護細胞不因寒凍脫水(Faust 等, 1997)。但 ABA 主要在果樹缺水時在成熟葉生成，即便在長日情況下，也會加深植株之耐寒力。1997 年以來，咸認為樺樹的耐寒力與 ABA 與有關，而與日長無關。Arora 等(2003)指出：植物旱季形成的 ABA，無論如何都無法令處在長日狀況下的芽進入休眠。反之，如果芽處在短日，即便環境相對溼度高達 95%，植株 21 天後仍封頂休眠，芽的含水量甚至

在短日 4 天之後即顯示下降。相對地，長日狀況下，芽含水量 21 天不變；葉片含水量也沒有變化。也就是說，樹木的芽是否進入休眠，與日照長短有關：短日進入休眠！但植株冬季是否耐寒，反而要看植株是否經曾歷乾旱鍛鍊，卻與日長無關。

在芽進入休眠的過程中，芽的總含水量其實未變，變的是結合水與自由水的比例：當芽進入休眠，結合水即變多，自由水變少。結合水比例的多寡既反映了芽休眠的深度也反映了植株耐寒的強度。低溫只有在短日的情況下才會對休眠起加成的作用，會促進休眠但不能取代短日 (Arora 等, 2003)。

影響芽耐寒力的結合水，出自本身及周圍組織，這種結合水是以 Aquaporins，一種與原生質膜相關的蛋白質 PIP，的形式存在。這種蛋白質一旦遇到暖溫，隨即瓦解，果樹的耐寒力亦隨即喪失；但真休眠卻須滿足低溫需求(chilling requirement)之後方得解除(Arora 等, 2003)。所以台灣高山梨樹的花芽在歷經暖冬之後，一旦春寒料峭，往往不及萌發，即先凍死芽鱗之內，造成慘重損失(陳等, 1989；陳, 1999)。

在潮濕炎熱，日長、降雨終年少變的熱帶地區，情況卻有不同：在熱帶，75%落葉樹會在旱季落葉；芽的含水量與 ABA 濃度、休眠深度俱呈反比。此時植株生勢的減緩，非因日長，反而與乾旱及葉片水分潛勢有關 — 即短日區，乾旱封頂(Arora 等, 2003)。因此在暖地，果園冬季灌水，確是迴避或打破休眠正確手法。

目前咸認為休眠的解除是一種內控的抗氧化(upregulation of antioxidant mechanism)過程；氰銨(HCN)打破休眠，其實是一種藥劑震撼的結果，有取代自然低溫累積的意義，但其效果仍看休眠的階段與深度，休眠愈深，震撼的效果會減弱(Arora 等, 2003)。

Rinne 等(2001)從組織動力，即細胞與細胞間的聯繫與循環訊息強度，看芽休眠，指出：芽之休眠可看作是頂端分生組織形態活動的暫時

停滯；生長，則是細胞與細胞間訊息網絡重新啟動。細胞訊息主要經由細胞質絲(plasmodesmata)來傳遞。秋冬果樹進入休眠，頂端分生組織細胞間的細胞質絲連結(plasmodesmata connection)頻率之數量與大小，會因 1,3- β -D-glucan 及 cytosolic Ca^{2+} 沉澱的增加而減少，因而導致生長停止。1,3- β -D-glucan 主要在短日下形成；冬季的低溫會誘發頂端分生組織再生 1,3- β -D-glucanase 來消化 1,3- β -D-glucan，使 symplasmic connection 再恢復，頂端分生組織遂恢復活動，其頻率之高低，決定打破休眠低溫需求量多寡。低溫之外，合成的 GA_4 也有活化 glucanase 的效果，因而以也可以用來打破休眠。所以春季在一年生枝節間噴施 Ca^{2+} 有延遲萌芽的作用；噴施 GAs 則有促進萌芽的作用。此外，頂端分生組織細胞有絲分裂活力又與碳水化合物含量有關：當芽與周圍枝梢的碳水化合物含量不足時，細胞會停頓於 G1 階段。細胞有絲分裂活動不開始，頂端分生組織無活動(Arora 等, 2003)。因此，欲果樹萌芽良好，進入落葉期前，樹體貯藏養分的累積很重要，寧願讓果樹吃飽了睡，也不要令其餓醒了吃，這樣才對休眠調控有利。

關於木本植物與真休眠有關的遺傳特質，目前已知樹木的無休眠(nondormant)性狀，是由單一隱性基因控制，所以自交可以選出無休眠植株。此外，低溫需求性(chilling requirement)有很強的遺傳性，其中少低溫需求(low chilling requirement)至少由一個主要的顯性基因掌控，多呈異質結合(Arora 等, 2003)，因此為擴大優質梨在台灣平地適應性，少低溫需求育種是一條可行的路。

Faust 等(1997)將芽休眠依可調控與不可調控特性歸納為兩類：其中真眠前期的相對休眠，因可利用修剪、除葉與施用藥劑(如氰氨或春雷、二氯乙醇、夏油、DNOC、 KNO_3 等)等措施加以解除；真休眠後期的生態休眠，只要調整溫度即可讓芽恢復生長。所以這兩種休眠皆為可調控。反之，無法借任何人為措施，必須施予一定低溫才能打破的真休眠則歸

為不可調控休眠。因此，欲以人為調控休眠來提前果樹產期，作法之一是設法讓果樹不進入真休眠，使持續生長；作法之二是讓果樹儘早離開真休眠，不受生態休眠延誤。反之，若欲延後果實產期，則由延遲進入休眠、延後真休眠打破或延遲萌芽做起。

利用芽休眠生理調控台灣梨產期

就 $N24 \pm 1^\circ$ 之緯度區位言，台灣屬短日照區：夏季最長日長約 13.5 小時，冬季最短日約 10.5 小時(圖 4)；因此果園冬季點燈，確可以製造很好的長日效果，讓果樹不「陷入」真休眠。

從 1901 至 2001 百年台灣月平均雨量顯示：台灣雨量季節分布並不平均，每年 10 月以後明顯進入旱季；立春以後雨水逐漸增多，5~8 月先有梅雨後有颱風，是降雨水高峰期。依據過去百年記錄，全年近 70% 雨水在這個時期落下(圖 5)。

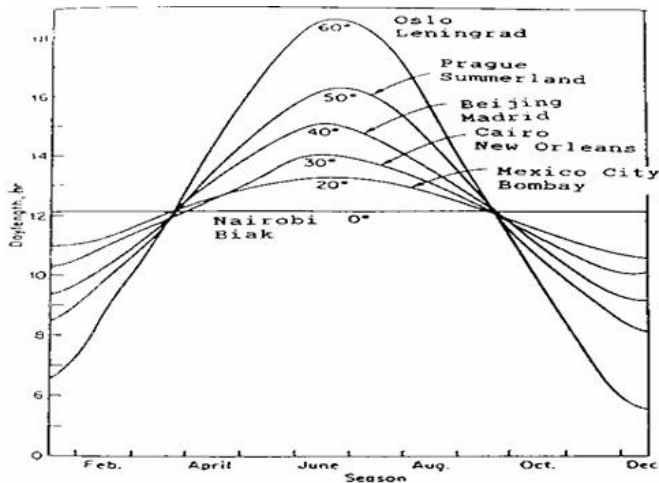


圖 4. 地球不同緯度地區的日長年分布，顯示台灣屬短日照區，每年最長日約 13.5 小時，最短日約 10.5 小時。所以在彰化必須終年點燈來製造長日效果。(west wood, 1993)

Fig. 4. The daylength via latitude around the world, shown Taiwan is a short daylength area from 10.5hrs through 13.5hrs.

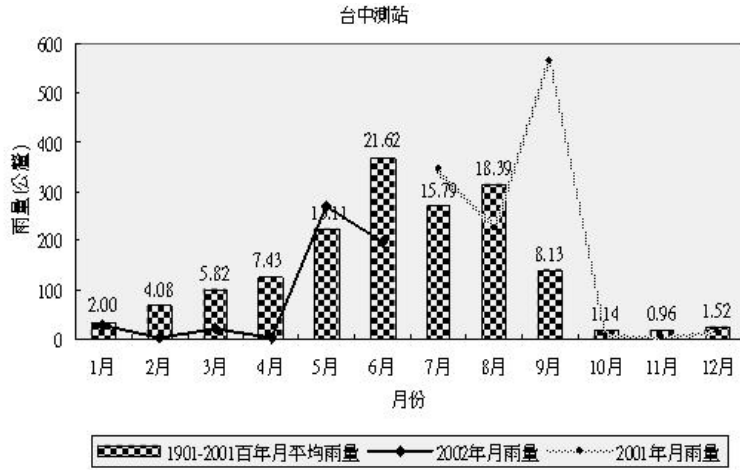


圖 5. 中台灣 1901-2001 年月平均雨量年分布及 2001、2002 年降雨趨勢，顯示氣候變遷，台灣中南部乾、濕季的區別似益趨明顯。(氣象局台中測站)

Table 5. The annual mean precipitation of each month in mid-Taiwan from 1901 through 2001, and some variation occurred in 2001 through 2002 shown more obvious difference between dry and wet season may occur in Taiwan.

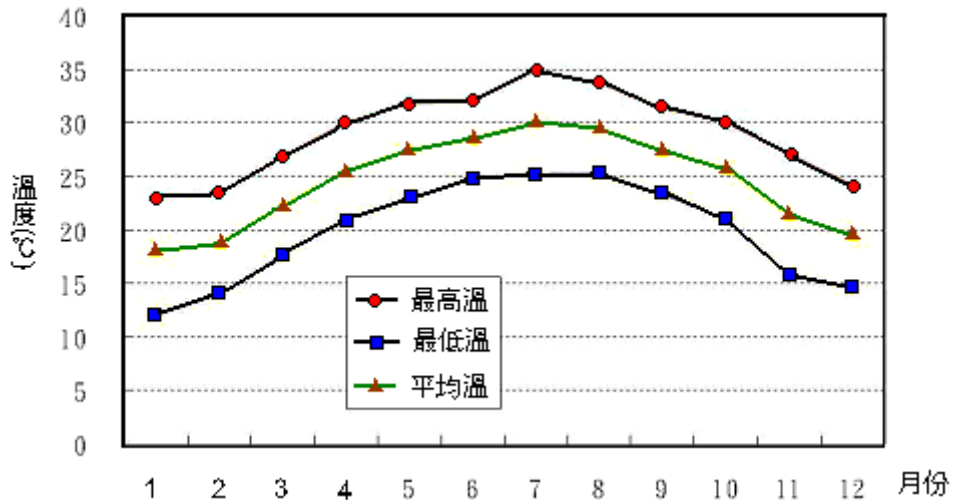


圖 6. 彰化縣埤頭鄉的月氣溫年分布，2004。

Fig. 6. The annual distribution of air temperature occurred in Pi-tou, Chang-hua County, 2004.

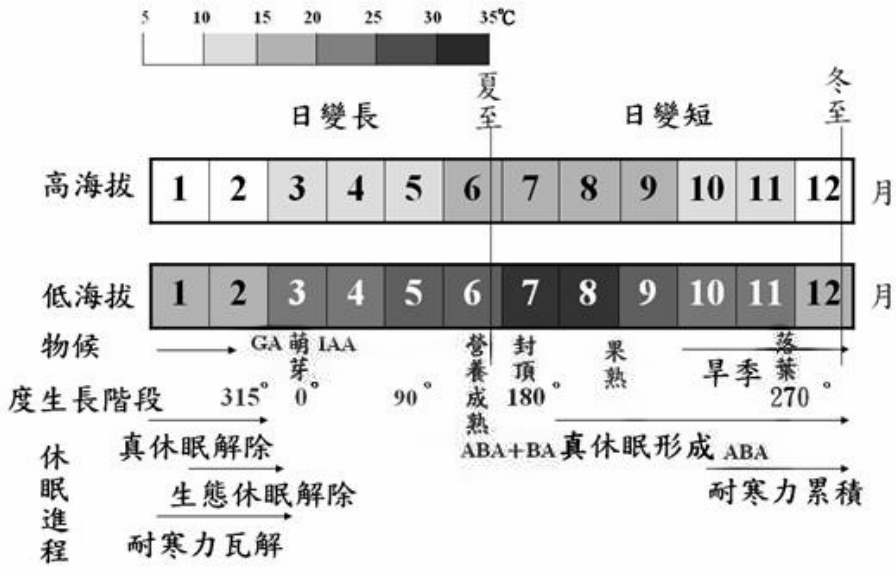


圖 7. 梨在台灣高低海拔地區的物候與芽休眠進程。

Fig. 7. The phenology and bud dormancy courses occurred in pear trees grown in highland and lowland area of Taiwan.

氣溫是台灣農業重要資源。基於緯度、位置與地形，低海拔地區呈明顯的熱帶亞熱帶氣候。試以彰南埤頭鄉為例(圖 6)：12 月到 2 月冬季，月均溫多在 15~20°C 之間；春季 3 月，月均溫 20~25°C；4、5、6 月，月均溫即躍升到 25~30°C；7、8 月更高，月均溫可 30°C 以上，須 9 月以後才回復下降。9、10 月仍在 25~30°C 高溫；11 月降回 20~25°C；12 月再降回 15~20°C；週年均溫近 25°C。週年來看，除 7、8 月天氣過熱，其他月份均無礙梨樹生長。橫山梨與鳥梨在此地區可正常生長結實，其一般物候表現(圖 7)是 2、3 月陸續萌芽，(萌芽不整齊，是低溫不足徵象。)萌芽後隨即開花，展葉抽梢。6、7 月最熱期間，可見枝梢營養成熟，當年生新梢逐漸封頂。橫山梨果實於 8 月成熟，因萌芽開花不整齊，故果實成熟亦不整齊。9 月以後氣溫逐降，日長趨短，進入旱季，新梢逐漸

木質化，已分化之花芽快速發育。11、12月全年最低溫期間，植株會落葉。

梨山是目前台灣溫帶梨主要栽培地，此區位大甲溪上游河階，海拔1600~2300公尺之間，週年氣溫迥異平地(圖7)：冬季12、1、2月月均溫 10°C 以下，約可提供足夠低溫打破溫帶果樹休眠；春季3、4、5月之月均溫 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ ，適合梨樹萌芽、開花、座果。夏季6、7、8、9月之月均溫多保持在 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 間，相當平地冬季；不同的是，此時正值夏季，全年日照最長，梨樹生長最旺。9月以後氣溫再降。溫帶梨在此物候表現：3月下旬萌芽，4月上旬開花，之後展葉抽梢。短梢6月封頂(營養成熟)，長梢遲至7月。一般果實9月成熟；早生品種如幸水，在8月中旬；晚生如雪梨，11月採收。植株11月底、12月初落葉。

從圖7比較台灣高、低海拔梨之生長物候序，其實沒有很大不同，主要差異在：高海拔生長，物候節奏明快；低海拔的，相形零散。試從梨的度生長階段比較：不論高山或平地，3月到7月是梨生長 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 的階段。此時芽主要處在相對休眠的狀態，除葉、修剪或加些藥劑處理，基本可以打破新芽休眠。7月以後高山梨芽邁入真休眠，在11月底落葉期間，應是真休眠最深期(270°)，植株也具備冷馴化能力。從12月到翌年1月經歷的應是真休眠的解除期，2、3月短暫的生態休眠後，發育成熟的芽開始萌動。

VM(180°)是果樹度生長階段重要關鍵，除冷馴化能力外，亦標記著第二年花芽分化與發育開始。VM可受低溫誘致，亦可受短日誘致。在台灣，夏季炎熱高溫也會阻斷GAs與IAA之生合成而導致頂端生長停止形成「簇梢」。VM愈早，翌年萌芽也愈早；而在有葉幕的前提下，長日，即有維持GAs作用，不斷合成IAA，保持植株清醒，避免芽進入真休眠，這些特性俱值得平地梨冬季栽培注意。

與夏季日照更長、冬季更冷的高緯度地區相較，表現於短日照區的

台灣高山梨樹物候，顯有不同：高緯度地區(如日本鳥取或大陸山東)，梨的 0° 生長階段出現晚，植株大約4、5月才開始萌芽； 270° 的生長階段出現在9、10月；整個生長季較低緯度、短日照的台灣，大幅縮短了近90天。生長季縮短，對栽培成本十分有利；但產期調節空間，卻相形縮小。此所以高緯度地區的梨作業，當然大兵團發展取勝，台灣的梨不易大規格同時產出宜以打游擊方式相與周旋。

台灣高山 10 月以後也進入旱季，估計芽應在此時以後累積其耐寒力。有鑒於耐寒力必須靠持續的低溫來加持，一旦遇到高溫就立刻瓦解，因此台灣高山應十分小心。特別是 1 月間，若遭遇日均溫 10°C 以上回暖，則 3 月上旬的晚霜寒潮，往往就會讓尚未萌動的梨花芽凍死在芽鱗之內。梨山 1987~88、1997~98 年即發生過這樣的情形，造成當年高山梨幾乎絕收(陳等, 1989)。

平地梨 7 月以後因短日作用也有邁向真休眠的傾向，惟因為沒有低溫加持，休眠程度可能沒有高山的這麼深。儘管植株 12 月也會落葉，因低溫作用不顯著，落葉零散。在沒有藥劑刺激的情況下，自然離開休眠恢復萌芽的速度也很緩慢，非到翌年 3 月植株不會開花，即便開花也相當零散，這些都是低溫不足的徵象。所幸，基於品種特性與環境作用，自然休眠程度不深，即有機會經由人為加以調控。因此，依據台灣梨產業下一步發展目標需求，讓台灣高品質梨在七月以前或十一月以後穩定產出，三種栽培方式的梨休眠生理與調控休眠的做法建議如下：

一、台灣高山梨的休眠調控

台灣還有 2000 公頃高山梨在梨山。目前主栽新世紀(8 月中旬成熟)、福壽梨(9 月成熟)、雪梨(11 月底成熟)，二十世紀、菊水、豐水、新興等少數，這些都是不適合平地栽植、或要配合平地寄接的品種。WTO 之後，11 月以後採收的雪梨，有避開外國或大陸梨蜂擁進口，相對延長優良台灣梨果國內外上市，配合觀光，解決高山住民生計的功效。

與典型高緯度溫帶梨產區比較，梨山種梨仍有冬季低溫不足，與夏季高溫不足的缺點。夏溫不足，果實生長延長，增加管理風險；冬季低溫不足，動輒暖冬，梨花芽夭折的衝擊就很嚴重。顯著的兩次例子發生在 1987~1988 年及 1997~1998 年。兩次都是因為 1 月異常高溫，月均溫接近 10°C(超過正常年 2°C)，之後再遭遇 3、4 月突如其來寒流，3 月 22 日即出現花苞大量死亡；4 月 12 日開花卻不著果(配子受傷)幾乎造成當年絕收(圖 8)(陳等, 1989)。

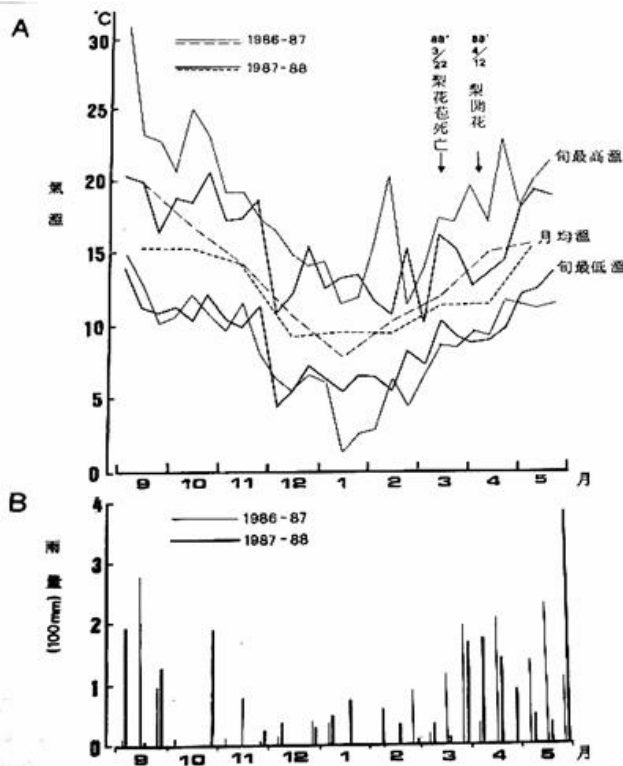


圖 8. 暖冬與降雨對台灣高山梨樹花芽萌芽與開花的影響。1987-1988 年梨山罕見暖冬，從 12 月中旬到 2 月中旬持續 50 日出現近 10°C 的日均溫，令梨花花苞在 3 月 22 日大量死亡。(陳等, 1989)

Fig. 8. A lot of floral bud of pear trees grown in Li-shan (梨山) were dead in spring owing to continuously warming in winter, 1987-1988. Almost 50 days, above 10°C mean daily temperature occurred from mid Dec. through mid Feb.



圖 9. 台灣高山梨的芽休眠控調。

Table 9. Manipulation of bud dormancy used in pear trees grown in Taiwan highland area.

隨著地球氣候變遷，溫室效應估計會使原已捉襟見肘的台灣高山冬季低溫更趨不足。如何妥善確保植株耐寒力，使穩定離開真休眠，安渡生態休眠，以確保萌芽、開花、座果穩定，是達成目標重要措施。從休眠調控角度看梨山梨樹栽培改進，應把握四個作業要點(見圖 9)，即：

1. 每年 7~11 月，上一年果實採收後，要做好果樹樹體保養，好好保護成熟葉幕。果實採收直後，植株應酌施禮肥(以銨態氮肥為主，全年配肥量 5~10%)恢復樹勢。10~11 月間張羅下一年生長基肥，讓果樹吃飽休息，讓當年生新梢成熟為一年生枝，讓已完成分化的頂花芽與腋花芽發育茁壯。雪梨如仍以樹心結果，在相對獨立的養分運移關係下，熟前撫育，應不致影響樹冠外圍樹勢。落葉以後，雪梨採收再酌補禮肥。

2. 12月雪梨採收之後，樹冠宜用石灰硫磺波爾 5° 加尿素 5%噴白。反光之外，對樹體同時有殺菌、消毒、補充氮肥多重效果。石灰硫磺宜連續噴施兩次，可增強樹體噴白被覆。遇烈日，尚可考慮樹體掛黑網或寒冷紗遮蔭。1月如遇異常高溫，日均溫超過 10°C，樹冠可考慮每日高溫期間噴水霧救急。上述措施主要目的在降低樹體溫度，力保耐寒力不快速喪失。
3. 減少春天三月寒流威脅的第二個策略是設法延後芽萌動。推薦的做法包括落葉期前樹體噴 Ca^{2+} ，這與落葉初期樹體噴石灰硫磺或有異曲同工之妙，但更考究的作法是，另於落葉期前，樹體連續噴施 CaCl_2 500 倍每週一次，這樣做還有補充雪梨或鈣不足的效果，一舉兩得。
4. 為不提前萌芽，梨山的梨樹在 4 月以前千萬不噴夏油、 KNO_3 、春雷、氰銨等任何會刺激萌芽的藥劑。早噴，早動，受三月寒流的風險越大，十分危險。

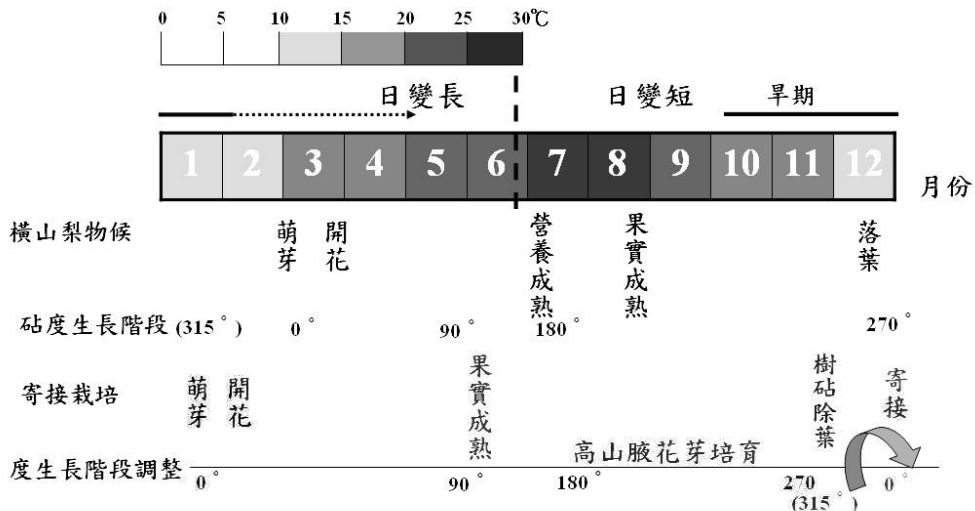
二、寄接梨的休眠調控

寄接梨迄今仍是台灣梨最主要的產業形態，仍有約 5000 公頃規模。基於開花結實穩定，休眠調控的訴求著重在：

1. 來自高山或高緯度的腋花芽接穗要提早滿足真休眠，使到平地寄接後可以穩定而整齊的開花。
2. 樹砧，橫山梨或山楂，應設法迴避真休眠，在不休眠的情況下及時「輔助」寄接梨穗生長。

依據彰南埤頭鄉 2004 年氣溫記錄(圖 6)可知 3 月與 11 月，月均溫 20 ~ 25°C，一年中次冷涼的季節，是果樹葉幕光合效率最高，樹體最具生產力的時候。4 月以後一直到 10 月，是此區域高溫期；7、8 月甚至超過 30°C 者，梨樹生長十分辛苦。因此，欲利用寄接栽培將梨果實成熟期，由 8 月提前到 6 月甚至 5 月，策略應屬正確，不僅因此爭取到較好的市場時機，果實避開酷暑與颱風，對品質表現與風險減少皆有利。因此，

腋花芽接穗應在 11 月底之前滿足真休眠，12 月上旬嫁接，確保 1 月初開花座果穩定；樹砧(橫山梨或山楂)則應於 11 至翌年 2 月期間給予長日、暖溫、保濕的生長環境，迴避生態休眠，支持嫁接果穗生長(圖 10)。其作業要點建議如下：



- 作業要點：1. 7~11月，高山營養枝誘引培育腋花芽，11月促落葉
 2. 12月採穗，打破嫁接穗真休眠，嫁接。
 3. 11~2月樹砧灌溉，燈照，迴避真休眠；果園保溫、隔雨。

圖 10. 台灣梨嫁接栽培體系之休眠調控。

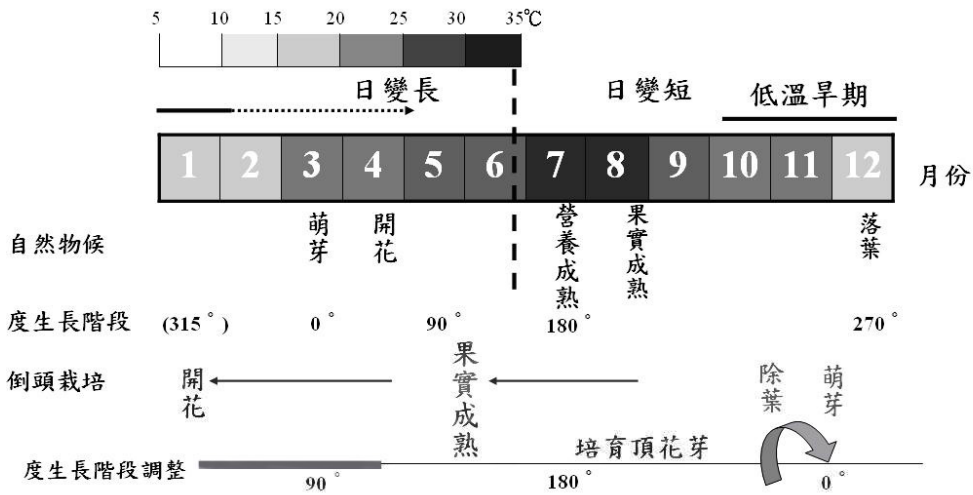
Fig. 10. Manipulation of bud dormancy used in pear trees cultivated by trans-grafted production system.

1. 7~11 月高山採穗圃應做好腋花芽培育，如營養枝誘引，肥培，促枝、芽成熟；11 月下旬除葉，減少自然休眠深度(陳等, 1997)。
2. 嫁接穗 12 月採收，7.2°C 定溫冷藏，或嫁接直前 45°C，20 分鐘溫湯處理，打破嫁接梨穗休眠，嫁接(Chen *et al.*, 1995)。
3. 11~2 月平地進入早期，橫山梨樹砧應除葉，果園持續灌水保濕，中夜實施燈照(人為製造長日環境)。必要時樹冠噴施 GAs，讓樹砧保持清醒，不陷入休眠。
4. 嫁接後，果園宜保溫、保濕、隔雨，讓花芽在嫁接後 35 日內，迅速、

整齊開花，並穩定座果。

三、倒頭梨的休眠調控

嫁接梨雖提前產期效果顯著，但嫁接費工仍是發展單門。台灣近年育出許多品質優異、少低溫需求梨新品種。在自然情形下，這些新品種固然可以渡過台灣平地冬天溫暖氣候，但正期果開花結實乃至果實成熟時間，仍嫌零散且與高山、高緯度的差異不夠大，產期調節效果有限。如能將 3、4 月自然萌芽開花時間提前到 1 月，90° 營養生長高峰由 5 月提前到 3 月，則果實成熟採收的時間即有把握由 8 月提前到 5、6 月(見圖 11)。



- 作業要點：
1. 7~11月，採果後肥培撫育頂花芽。
 2. 11月除葉，打破相對休眠。
 3. 11~1月植株灌溉，果園保溫、隔雨、燈照，跳過真休眠。

圖 11. 微幅倒頭栽培體系的休眠調控。

Fig. 11. Manipulation of bud dormancy used in per trees cultivated by semi-off-season production system.

台灣中南部平原冬季生長積溫富足，具有實施這種「微幅倒頭」的栽培體制之條件。秋季先打破這些品種梨的相對休眠，冬季保持植株生長，達到果實提前成熟收穫目的，具體作業要點建議如下：

1. 7~11 月果實採收後要注意樹體保養，樹勢恢復，除禮肥護葉之外，宜對船形枝組酌施更新修剪，以培育著生於二年生枝上枝頂花芽為主要目標。
2. 9~10 月果園施入翌年生長所需基肥。
3. 11 月果樹除葉，並噴夏油、 KNO_3 、或 GAs 打破芽相對休眠；
4. 12 月施打春雷(或稱氰滿素)25 倍，確保植株於 1 月中旬開花。
5. 12~3 月果園灌水、保溫、中夜實施燈照(人為長日環境)，保證開花作果順利，保持果樹清醒，加速營養與生殖生長。

結論與展望

與台灣其他所有果樹相同，梨的下一波發展，應以通路為導向，不僅滿足國內市場，更要發揮本身優勢，努力開拓國外市場。只有以標準的作業，優良的品質，納島內之區域生產於世界的產業體系中，才是確保自身永續發展之道。台灣農業最大優勢在豐富的氣溫資源，要善加保護，也要能善加利用。只有充分知悉資源的內涵及植株相與作用之原理，才能充分發揮優勢把握機會。台灣或許沒有條件像許多高緯度溫帶地區，對梨做大規模節奏明快的生產，但台灣絕對有條件利用多樣的氣溫資源，特別是冬季晴朗、冷涼的氣候、充足的陽光，配合果農的勤奮與精湛的休眠調控技術，以：

- 一、平地梨於 6 月以前採收，有利海外(不論是大陸或世界)市場開拓；
- 二、高山梨延後、延長採收期，以當令鮮果配合觀光休閒；

佔有每年 5~8 月南、北半球梨果空窗期市場，來與 9~11 月(北半球)及 3~5 月(南半球)的高緯度地區梨相周旋。其中平地梨要特別注意在冬季迴避真休眠，讓樹體保持清醒。高山梨要注意低溫可能不足，在努力打破真休眠的同時，不忘保持樹體耐寒力。

參考文獻

- 呂明雄、徐信次 2002 台灣嫁接梨產業的挑戰 農業世界 226 : 41-44。
- 林義豪 2002 高接梨垣籬栽培模式之評估 國立台灣大學園藝研究所 碩士論文 65 頁。
- 施昭彰 2002 論台灣梨產業入世後之情勢及台梨的競爭優勢與作為 農業世界 226 : 48-55。
- 施昭彰 2002 台灣梨產業入世後市場變化的整合策略與措施 農業世界 226 : 82-84。
- 郝榮庭主編 1995 果樹栽培學總論 第三版 中國農業出版社。
- 陳 中 1999 正視高山暖冬氣候加強果樹越冬管理 農業世界 193 : 1-8。
- 陳 中、林武玄、康有德 1989 台灣高山地區梨樹花芽脫落原因之探討 科學農業 37(3、4) : 65-68。
- 陳 中、黃朝窗、邱仁文、黃朝卿 1997 豐水梨腋花芽促生栽培技術改進研究 提昇果樹產業競爭力研討會專集Ⅱ 臺中區農業改良場特刊第 38 號 臺灣省臺中區農業改良場編印 p.187-196。
- 廖萬正 1995 園藝作物(果樹)落葉果樹 梨 台灣農家要覽 農作篇 (二) 豐年社 p.169-174。
- 康有德、路統信、陳 中、歐錫坤、蔡阿安 1998 台 落葉
果樹 生 流通事情調 報告書(及)
日本(財)中央果實生產出荷安定基金協會 東京 177 頁。
- Arora, R., L. J. Rowland, and K. Tanino. 2003. Induction and release of bud dormancy in woody perennials : A science comes of age. HortScience 38(5) : 911-921.
- Chen, C., A. A. Tsai, M. C. Lin and Y. D. Kang. 1995. The influence of scion

- sources and warm water dipping on dormancy breaking and fruit growth of “Kosui” and “Hosui” pear grafted to ‘Hungshan’ pear in Taiwan. *Acta Hort.* 395 : 141-147.
- Faust, M. 1989. *Physiology of temperate fruit trees*. John Wiley & Sons, p.260-267.
- Faust, M., A. Erez, L. J. Rowland, S. Y. Wang, and H. A. Norman. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees : Physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. *HortScience* 32 : 623-629.
- Fuchigami, L. H. and C-C. Nee. 1987. Degree growth stage model and rest-breaking mechanisms in temperate woody perennials. *HortScience* 22(5) : 836-845.
- Lang, G. A. 1987. Dormancy : A new universal terminology. *HortScience* 22 : 817-820.
- Rinne, P. L. H., P. M. Kaikuranta, and C. van der Schoot. 2001. The shoot apical meristem restores its symplasmic organization during chilling-induced release from dormancy. *Plant J.* 26 : 249-264.
- Saure, M. C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.* 7 : 239-300.
- Westwood, M. N. 1993. *Temperate-zone pomology : physiology and culture*. 3rd ed. Timber Press, Inc.

The Physiology and Manipulation of Bud Dormancy in Pear Trees Grown in Taiwan

Chung Chen

Ming-Dao University

Abstract

In order to produce fruit fit to export, operations for manipulated bud dormancy in pear trees grown by three cultivation systems in Taiwan were suggested as follow respectively. The first, pear trees grown in Taiwan highland (高山栽培) should be taken good care of from Jul. to Nov., and CaCl_2 500 \times was encouraged to foliage spray weekly during the leaf fall period. After leaf fall, the canopies should be sprayed white by using limesulphur bormei 5° mixed with 5% urea in Dec. or misted if need during the wintertime to protect trees from being lost their hardness, and release bud endodormancy completely. The second, in lowland trans-grafted production system (寄接栽培), both lateral floral buds (LFB) and tree stocks should be well nurtured from Jul. to Nov. Tree stocks defoliated in the end of Nov. to break paradormancy. LFB scion be harvested, and stored at 7.2°C at least two weeks, or dipped in 45°C warm water 20 min. just before trans-grafted, to break the endodormancy occurred in Dec. The trans-grafted orchard should be irrigated, kept warming, rain separated, and midnight intermittent lighting to keep trees away from endodormncy and blooming in winter. The last, in the semi-off-season production system (微幅倒頭栽培), after fruit harvested in Jun., trees should be well nurtured, renewal pruning fruiting shoot if need, from Jul. through Nov. Trees should be defoliated at

the end of Nov., and spray mineral oil, 2~5% KNO₃, or 100 ppm GAs to break paradormancy. Spray HCN 25× promotes floral bud to open in Dec. Orchard should be irrigated, kept warming, rain separated, and midnight intermittent lighting to keep trees away from endodormncy in the blooming time of winter.

Key words : pear (*Pyrus pyrifolia*), manipulation of bud dormancy, off-season production