

# 鳳梨日燒與寒害發生機制及防護措施之初探

李炳和

中央氣象局嘉義氣象站

官青杉 唐佳惠 蔡惠文

農業委員會農業試驗所嘉義分所

申雍

國立中興大學土壤環境科學系

## 摘 要

夏季期間鳳梨容易遭受日燒傷害，冬季低溫則容易導致畸型果，兩者都會影響商品價值。本研究於鳳梨果園內進行不同防護處理並進行微氣象觀測，探討導致夏季發生日燒、冬季發生畸型果的條件與可能機制。結果顯示，若無防曬措施，有50%的果實會發生嚴重日燒，當氣溫超過36℃且持續5小時以上，日燒嚴重果實的表面溫度將會超過50℃，且持續時間達3小時；若覆蓋黃色防曬帽，果皮最高溫度多在45℃以下，且僅有輕微曬傷現象；若覆蓋可阻擋UV之PE布或一般PE布，兩者之嚴重日燒果率均為8.3%。由於不論是否使用具有隔離紫外線效果的塑膠布對於降低日燒的效果相同，因此果皮溫度過高才是最導致日燒發生的決定因子。

冬季期間雖然曾有氣溫低於10℃達10小時，且鳳梨生長點溫度低於5℃的狀況發生，導致葉片產生輕微寒害，但果實卻未產生明顯可見之傷害，顯示低溫並非導致鳳梨果實發生寒害的唯一因子，可能仍需伴隨降雨，才會因蒸發冷卻的效應，導致花芽或幼果的溫度更為下降，因而產生畸形果。

關鍵詞：鳳梨、日燒、紫外線、寒害、畸形果。

## 一、前言

鳳梨(學名：Ananas comosus L., 英文名：pineapple)原產於熱帶南美洲，分布於以赤道為中心南北緯30度間，目前主要栽培於全球無霜害，氣候溫暖、氣溫變化

小、雨量分布均勻、日照充足地區，為多年生草本果樹，自種植至催花處理平均12個月，催花後平均1個月可以見到(紅喉期)抽穗，1個月後開花，花期3~4周，花後10~12周可以採收。民國元年前後，日人引入開英種，設立加工廠產製鳳梨罐頭，

奠定臺灣鳳梨產業基礎，成為重要經濟果樹之一。以往為因應加工製罐外銷的需求，栽培品種幾乎都是開英種，如今隨時代的變遷，外銷市場逐漸萎縮，反而消費大眾對鮮果市場需求擴大，使鮮食品種栽培面積逐年增加，其中以臺農17號「金鑽鳳梨」種植最多，約占總面積70%以上。

國內鳳梨栽培地區由南投縣以南至屏東縣，再沿東海岸線由南往北，可分布至臺東與花蓮一帶。每年自5月份起，進入相對高溫期，天候晴朗時，自上午10時至下午15時之間，氣溫、日輻射及紫外線量皆高，未進行防曬處理的果實，常在果肩部位出現變色現象，若具有易倒伏性之品種，則向陽面亦同樣發生該症狀，一般稱此症狀為日燒。日燒容易造成蔬果損耗(Barber and Sharpe, 1971)，且僅發生於果實向陽面(Bergh, 1980)，已有許多研究顯示，日燒症狀可根據受害程度，分為組織壞死及組織顏色改變。高溫時期容易發生日燒，但果實表面溫度與氣溫並不相同，甚有可能高出10至12℃(Thorpe, 1974; Wünsche *et al.*, 2001)，因此，似乎應以果實表面溫度，而非使用氣溫做為探討之對象。

在夏季期間且果實發育階段屬花後4週至成熟期(採收前)，果頂或果肩受日光直接照射的部位，果皮呈灰白綠色，之後逐漸轉成褐色，果目略微凹陷，果皮裂開、壞疽，內部果肉脫水乾枯褐化，若遇下雨，雜菌容易由傷口侵入，使部分或全部果實腐爛，失去商品價值(陳京城，2001;官青杉，2008)。目前果農常利用果

實周圍之葉片6~7葉用繩索束縛在果實上面，也可以用紙袋、報紙包覆在果實上，若果實過大易發生倒伏，可立鋸管在植行兩側，拉上鉛線扶正可減輕日燒傷害(官青杉，2008)。本研究以農民目前常用之防護方法及棚架鋪上阻擋UV之PE布等不同處理，探討處理間果實表皮溫度之差異，及氣象要素(以氣溫為主)與日燒程度之相關性。

臺灣冬季低溫除可促使鳳梨冬季自然開花，使產期過度集中於夏季，減少秋季產量，降低整體產值外，低溫也常導致葉片凍傷，花序受傷(為抽穗期前後1周)形成釘目果，果目組織硬化，表皮略呈凹陷，果實橫剖時，外部組織及中央果肉(花腔壁及子房)呈深褐色長型條狀病斑，如鐵釘狀。此一病徵係在開花期遇到低溫凍傷所致，以春末夏初採收的春果發生較多(官青杉，2008)。為瞭解鳳梨果實發生低溫災害之機制，本研究假設冬季因鳳梨植株基部中央因聚積露水，產生蒸發冷卻效應，如適逢發芽分化期，則分化受阻，因而使果實受害，故以不同防護措施探討其防制效果。

## 二、研究方法

本研究分成2部分進行，即日燒害及低溫害防護，日燒害試驗期為98年06月至98年8月，試驗區位於嘉義農業試驗分所農場；低溫害試驗期為98年12月至99年2月，試驗區在嘉義縣民雄鄉松山村(農民鳳梨生產區)。以上2種災害研究分別設置若干種防護措施，各措施內分別依研究目

的量測溫度，2試驗區均於園內架設氣象儀器，進行微氣象環境測定，藉以獲得園內氣象動態變化，作為分析鳳梨發生日燒和低溫災害時氣象條件之依據。

#### (一) 日燒害

於試驗區中架設微氣象觀測系統1套，觀測項目含風速、風向、氣溫、相對濕度、日射(量測範圍:400-1100nm)、紫外線(量測範圍:320-400nm)、雨量(傾斗式:0.2mm)，以上感應器均經由資料處理器(HL20 datalogger)每3分掃描1次，每1小時求其平均或累積值，並行輸出及儲存，本系統蒐集之資料，作為試驗結果之研判參考(附圖1)。為瞭解設施內環境及鳳梨果皮表面之溫度，另在設施內架設日射、紫外線及溫濕度感應器(附圖2)，觀測鋪一般PE布及鋪阻擋UV之PE布的棚架內，對於日射及紫外線透過率、棚內溫濕度與棚外之差異，因限於UV布寬度及數量不足(日本進口)，所以兩側無遮，又調查以中間行植株為主，故無影響試驗；PE布內防曬帽為另一試驗，非本試驗調查植株，防曬帽可阻隔所有波段之日射。又於各處理逢機選取大小及成熟度相近果實2株，在每個果皮上下位置上各放置熱電偶溫度線1支(附圖3)，蒐集相關氣象資料，以測得設施內環境及比較各處理之降溫效果。

以農場內現有品種取得之方便性，選擇「開英種」鳳梨為供試品種，於開花結束後1個月分別以鋪阻擋UV之PE布、一般PE布棚架、黃色防曬帽等3種防曬措施及不覆蓋(對照組)等4個處理，每處理採3

重複，每重複取樣4株，計48株為調查對象。果實發育期間，每週調查果實日燒發生程度、日燒發生位置及日燒發生率，成熟期至採收前一個月，每週調查果皮轉色程度共計4次，採收後調查果實重量、可溶性固形物含量及可滴定酸含量。在日燒率調查中，若僅小果果目轉為灰白色後轉為黃色，待果實達成熟期，不影響果實外觀者，定為輕微日燒(附圖4)；若果目先顯現燙斑，隨後轉為褐色，並伴隨果目開裂，其果實成熟時將失去商品價值，即視為嚴重日燒(附圖4)。

#### (二) 寒害

嘉義月均溫以1月為全年最低，而各品種中唯「臺農20號」(牛奶鳳梨)催花期約為11-12月間，隔年1月正值發芽分化期，此時如遇寒潮南下(氣溫低於10℃)，發芽分化則發生受阻，將來長成之果實會有畸形、釘目果或果目組織硬化等現象，如此即失去商品價值，造成農民嚴重的損失，且臺農20號品種在嘉義地區栽培廣泛，因甜度高，為消費者喜好食用之品種之一，所以選擇其為供試品種。

在人工催花後(12月底)以束葉(農民慣用之方法)、遮雨棚(鋪一般PE布)及防風網(與盛行風向垂直之黑色遮光網3道)等3種措施進行低溫防護，完全無處理者為對照組(附圖5)，總計有6處理。

本研究研判鳳梨果實低溫災害，可能是冬季期間，植株基部中央累積大量露水，因露水蒸發冷卻效應，使該處溫度下降造成發芽分化受阻，間接影響果實發育，因該位置(生長點)無法量測露水量，

因而於各處理之植株基部中央放置熱電藕溫度計1支(附圖6)(計4重複)，藉以模擬露水量之變化，即可瞭解各措施防護效果，另於每處理區中央處選植株1株在葉面背部置溫度計，量測葉面溫度，以為防護效果研判之參考。

試驗期間(98年12月起)，每週調查葉片是否因低溫受損？抽穗期調查花穗受傷率，果實採收後測量果重、果徑、果色及外觀(釘目果或果目組織硬化、畸形)，在6個處理中，每處理有4重複，每重複取10株調查，計240株。

### 三、結果分析與討論

#### (一) 果實日燒發生機制與防護措施

根據微氣象收集系統之記錄結果，嘉義地區天氣晴朗時正午之日射量，夏天約在700-800  $\text{Wm}^{-2}$ ；秋、冬季約500-600  $\text{Wm}^{-2}$ 之間，但偶有較高日射量之情形發生，以98年5-7月為例，最高日射量曾達900-950  $\text{Wm}^{-2}$ 。紫外線量通常隨日射量增減而增減，約為日射量之5%以下。果實日燒試驗之植株，於結束開花一個月即進行防曬處理，在98年7月1日以前，皆尚未有目視可見的日燒症狀，7月1日調查時未經防曬而發生果目黃化之果實達25%，並有8.3%已有果目壞疽。到7月8日調查時，果目黃化數量較7月1日大幅增加，且以一般PE布防曬者，有8.3%為果目壞疽。7月15日調查時，以一般PE布防曬者，果目黃化數量仍然增加，且後續調查時因果目黃化果實陸續進展為果目壞疽，未再新增被害果實數。然7月29日調查時，有防曬之

果實未再新增，但未防曬果實果目黃化率及果目壞疽率皆又增加(表1)，顯示，此段時間內，應有特定氣象因子導致果實發生日燒。

經將6月中至7月底之氣象資料進行比對，得知當單日氣溫較高，且累積若干時數，將使日燒果率增加，以7月2日為例，接近正午時氣溫超過36°C，且持續5小時以上(圖1a)，此時果實表面溫度持續3小時超過50°C，且在50°C前1小時及50°C後2小時，保持在43°C左右(圖1b)，此一時期之日射量為753-884  $\text{Wm}^{-2}$ ；紫外線為36-43  $\text{Wm}^{-2}$ 。經此一高溫及高日幅射及紫外線量後，即有約1/3未採用任何防曬的果實，在7月8日調查時表現出嚴重的日燒症狀(表1)。採收前最後累計之日燒果率，在阻擋UV之PE布及一般PE布2種處理，均有25%輕微日燒及8.3%嚴重日燒；黃色防曬帽僅有8.3%的輕微日燒，且無嚴重日燒果，為所有防曬處理中效果較理想的資材，至於未經防曬處理的果實，有33.3%輕微日燒及50%嚴重日燒，而此高溫及日幅射之趨勢同樣在各調查間隔中重複出現，唯出現之溫度及日幅射增加程度未若7月2日，由此結果顯示，經濟栽培時確需進行防曬措施，以避免不必要之損失。

為探討高溫與防曬處理對日燒發生之影響，以日最高溫與各處理果實表面最高溫度作迴歸分析，結果顯示，阻擋UV之PE布處理的果實表面溫度上升最慢，其次是一般PE布及黃色防曬帽，未防曬處理果實表面溫度上升最快。未防曬(對照)與利



用黃色防曬帽覆蓋之果實，其表面溫度之上升與氣溫之 $R^2$ 值，分別為0.83及0.82，較之以阻擋UV之PE布與氣溫之 $R^2$  0.75及0.73高(圖2)。此外，阻擋UV之PE布的增溫速率隨氣溫上升而減緩，由此推測，阻擋UV之PE布較一般PE布在高溫時，可延緩果實表面溫度之增溫量。至於覆蓋黃色防曬帽，雖然在氣溫上升初期增溫率高，但因高溫度峰值較低，故防曬效果較佳。以果皮轉色程度1級(未轉色)至5級(全轉色)為成熟度指標，測得結果得知，各種防護處理與無防護(對照組)對果實成熟度及果實重量影響不顯著，另以手提曲折計測得之可溶性固形物含量及酸鹼中和滴定計得之含酸量，各處理間亦無顯著差異(表2)。因此進行各種防護處理時，應可不必要顧慮其會影響果實食用品質或產量。

早期學者認為日燒主因為太陽輻射提供熱能而非其他輻射效應(Brooks and Fisher, 1926)，國內亦曾有研究指出，當

果皮溫度達 $40^{\circ}\text{C}$ 以上連續3小時，即可引起日燒(林,1980)；然僅只高溫並不致於造成日燒症狀，因鳳梨果實採收後即使經 $43^{\circ}\text{C}$ 持續72小時的熱風處理，亦未發生類似日燒症狀(官,2004)。學者在蘋果的研究上證實，日燒之發生亦與光的種類有關(Rabinowitch *et al.*, 1974)，且其溫度需高於某一臨界點(Rabinowitch *et al.*, 1986)，相對濕度與風速亦會影響溫度之變化(Wünsche *et al.*, 2001)。

本研究結果顯示，日射量為 $753-884\text{Wm}^{-2}$ ；紫外線量為 $36-43\text{Wm}^{-2}$ ，超過 $36^{\circ}\text{C}$ 的氣溫持續5小時以上，果實表面溫度超過約 $50^{\circ}\text{C}$ ，且持續3小時，將促使嚴重日燒果率大幅增加；若果實表面溫度約 $45^{\circ}\text{C}$ 持續3小時，則僅發生輕微日燒。故可知栽培時最好能控制果實表面溫度最高勿超過 $45^{\circ}\text{C}$ ，且勿持續3小時以上，故積極研發有效防曬措施以避免日燒災害為當前重要課題。

表1. 不同防護處理對降低開英種鳳梨產生日燒程度與比例之影響。

Table 1. Effects of various mitigation treatments to the percentage and severity of sun-burn damage experienced by pineapples (var. Cayenne).

| Treatments   | Damage Rate (%) |          |          |          |           |          |           |          |           |          |
|--------------|-----------------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|              | 2009/7/1        |          | 2009/7/8 |          | 2009/7/15 |          | 2009/7/22 |          | 2009/7/29 |          |
|              | Yellow          | Necrosis | Yellow   | Necrosis | Yellow    | Necrosis | Yellow    | Necrosis | Yellow    | Necrosis |
| UV-cut cloth | 0               | 0        | 16.7     | 0        | 16.7      | 8.3      | 16.7      | 8.3      | 25        | 8.3      |
| PE cloth     | 0               | 0        | 8.3      | 8.3      | 25        | 8.3      | 25        | 8.3      | 25        | 8.3      |
| Hat          | 0               | 0        | 8.3      | 0        | 8.3       | 0        | 8.3       | 0        | 8.3       | 0        |
| Check        | 25              | 8.3      | 33.3     | 25       | 25        | 41.7     | 25        | 41.7     | 33.3      | 50       |

Yellow : fruit skin were slightly yellowed but the appearance were not affected when matured.

Necrosis : fruit skin showed burned spots and the market value were depreciated when matured.

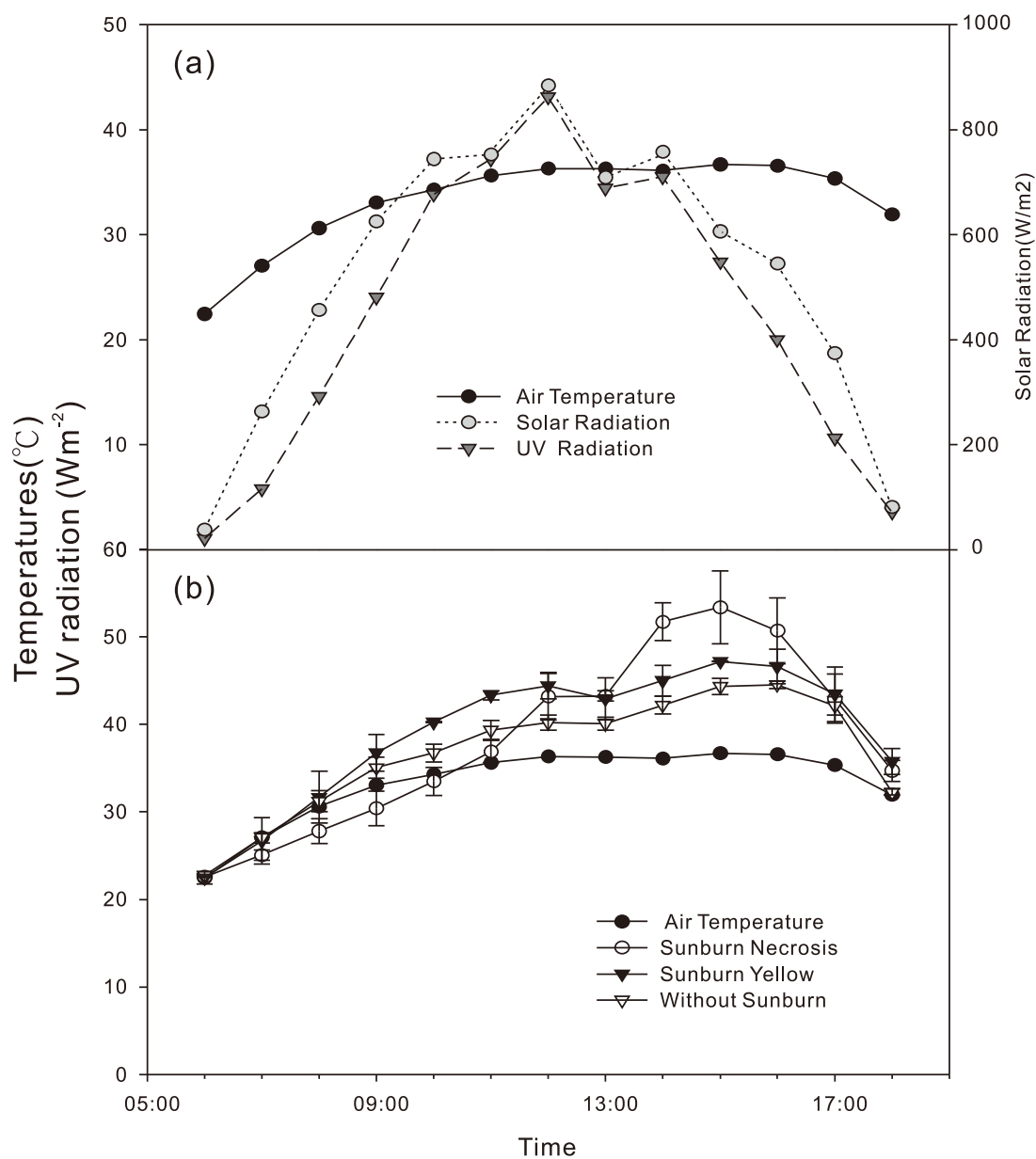


圖1. 典型之氣溫、日射與紫外線輻射量(a)及2009年7月2日不同日燒等級鳳梨表皮溫度(b)的逐時變化。

Figure 1. Typical changes of air temperature (a) on July 2nd, 2009, incident solar and UV radiation, and skin temperature of pineapples that had different sun-burn damages (b).

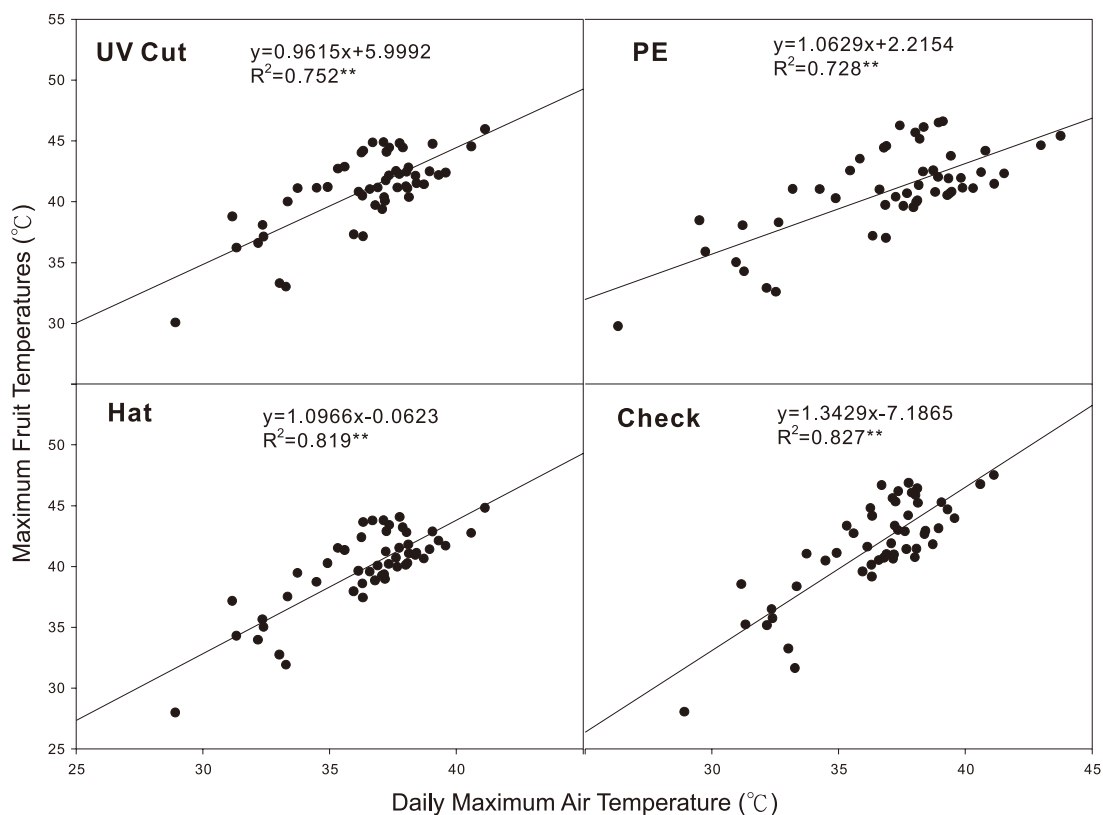


圖2. 2009年6月11日至7月31日間不同防護處理所測得之每日最高果皮溫度與最高氣溫間的迴歸分析。

Figure 2. Regressions between maximum fruit skin temperature of various mitigation treatments and daily maximum air temperatures in the period between June 11 and July 31, 2009.

表2. 不同防護處理對開英種鳳梨果實品質之影響。

Table 2. Effects of various mitigation treatments to fruit quality of pineapples (var. Cayenne).

| Treatment    | Maturity          | Fruit weight<br>(g) | Total soluble solids<br>(°Brix) | Titrateable acidity (%)<br>(as citric acid) |
|--------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| UV cut cloth | 4.7 <sup>a*</sup> | 2077.2 <sup>a</sup> | 13.8 <sup>a</sup>               | 0.25 <sup>a</sup>                           |
| PE cloth     | 5.0 <sup>a</sup>  | 2783.9 <sup>a</sup> | 13.1 <sup>a</sup>               | 0.30 <sup>a</sup>                           |
| Hat          | 4.3 <sup>a</sup>  | 2730.7 <sup>a</sup> | 13.5 <sup>a</sup>               | 0.26 <sup>a</sup>                           |
| Check        | 4.7 <sup>a</sup>  | 2826.8 <sup>a</sup> | 13.1 <sup>a</sup>               | 0.29 <sup>a</sup>                           |

\* : Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level.

在數種防曬處理中，初步結果顯示，阻擋UV之PE布對降低日燒果率似與一般PE布效果相仿，而稍較防曬帽之防曬效果為弱，此係黃色防曬帽雖然果實表面增溫速度較快，但因高溫度峰值較低，故初步顯示防曬效果較2種塑膠布為佳。然此結果可能與阻擋UV之PE布與一般PE布，係將植株整體覆蓋在一較為密閉之微環境中，氣溫上升初期因保溫效果導致溫度增高較快有關，但隨氣溫上升，阻擋UV之PE布與一般PE布處理的溫度上升速率將減緩，且以阻擋UV之PE布的效果較佳，因此，如何改善使用該資材，及其可延緩果面溫度上升之程度，是未來值得進一步探討之處。

## (二) 低溫傷害原因探討與防護措施設計

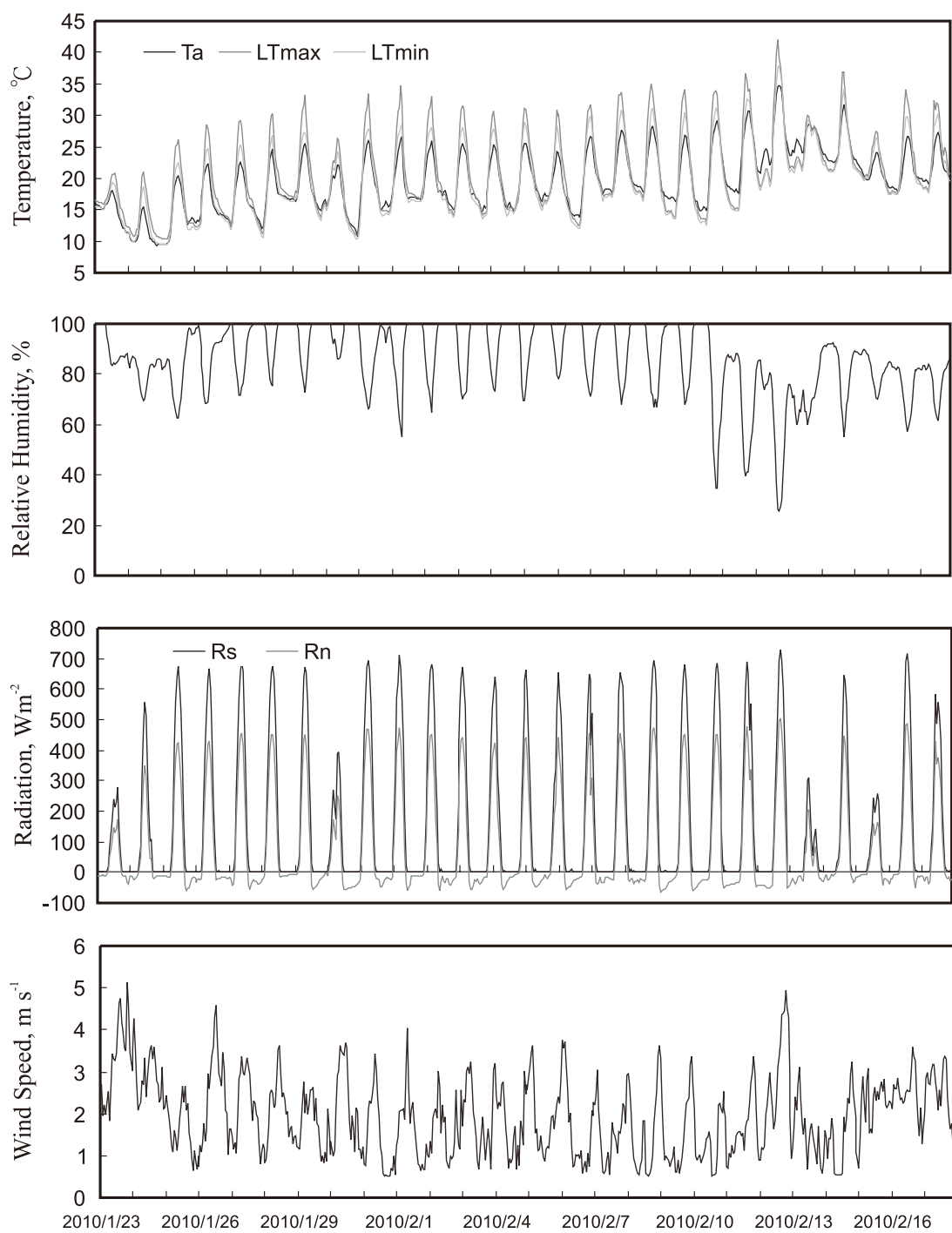
果園微氣象觀測資料表明，本年度冬季(98年12月-99年2月)低於10℃的次數主要出現在99年1月(5次)，98年12月及99年2月較少發生，分別為3次及2次。夜間受輻射冷卻和風速降低之影響，相對溼度經常可達到100%，葉片溫度也會低於氣溫(圖3)。當相對濕度超過90%，葉面即會發生結露現象；而即使相對濕度未達90%以上，若風速低於 $3\text{ms}^{-1}$ ，亦有結露之可能(圖4)。因此，即使沒有鋒面之降雨，冬季夜間鳳梨葉片基部(即果實生長點上端)仍會有大量露水累積。由於水分蒸發需消耗熱量，可推測鳳梨葉片基部(即果實生長點上端)的溫度應近似(或可能略低)於所量測的葉溫，而處於低溫的時間應該也會較上端葉片為久(葉片上端較易接受到日出後的日光)。

夜間葉溫會隨氣溫降低而降低(圖5)，而葉溫低於氣溫的程度，則取決於輻射冷卻程度和風速高低的綜合結果。寒流來襲時，除氣溫會顯著降低，通常風速也會因氣壓梯度大而增高，但長波輻射損失量則會因天空被雲層遮蔽而減少，因此夜間淨輻射量(負值)的絕對值反而減少。但若冷氣團勢力強，當鋒面通過後，天空雲量將會減少，此時長波輻射損失將因而增大，加上氣溫偏低，鳳梨將更易受到冷害。

依據現地訪查與上述果園微氣象觀測資料，推測低溫造成鳳梨果目畸形的原因，可能是由於冬季夜間鳳梨葉片基部(即果實生長點上端)有大量露水累積，由於露水溫度與夜間氣溫相當，因此當寒流來襲時，由於氣溫降低，露水溫度也會同步降低。由於水的熱傳導性較空氣好，所以生長點易處於偏低溫的環境。此外，葉片基部不易受到日照，因此處於偏低溫的時間也會延長。若生長點受到低溫傷害，發育形成的果目將變為畸形果(附圖7)，葉片則呈似水浸症狀(附圖8)。

鳳梨屬於熱帶作物，一般認為低於10至15℃的低溫持續一定時間後，容易引起寒害。由於最低氣溫出現時間點，通常為清晨日出前輻射冷卻最強之時，以前述第2波低溫期為例，在1月12日至1月16日間每日最低氣溫都曾低於10℃，每日低於10℃的時數如圖6，其中最低溫在1月14日，最低時曾到達5.7℃，花芽生長點的溫度則低於5℃，但白天溫度仍能回升至20℃以上。對應到抽穗期的調查結果，植株紅喉期始於2月5日至2月18日之間，往





Ta:氣溫 LTmax:最高葉溫 LTmin:最低葉溫 Rs:日射 Rn:淨輻射

圖3. 冬季期間鳳梨果園微氣象環境變化。

Figure 3. Changes of micrometeorological environments in the pineapple field.

前推算花芽分化時間，可能當時正為花芽分化初期，但即使曾有低於10℃達10小時的狀況發生，仍不足以對果實造成明顯可見之傷害，顯示低溫並非導致鳳梨果實發

生寒害的唯一因子，可能仍需伴隨降雨，才會因蒸發冷卻的效應，使花芽或幼果的溫度較氣溫更為下降，因而產生畸形果。

本研究調查結果顯示，2009年12月

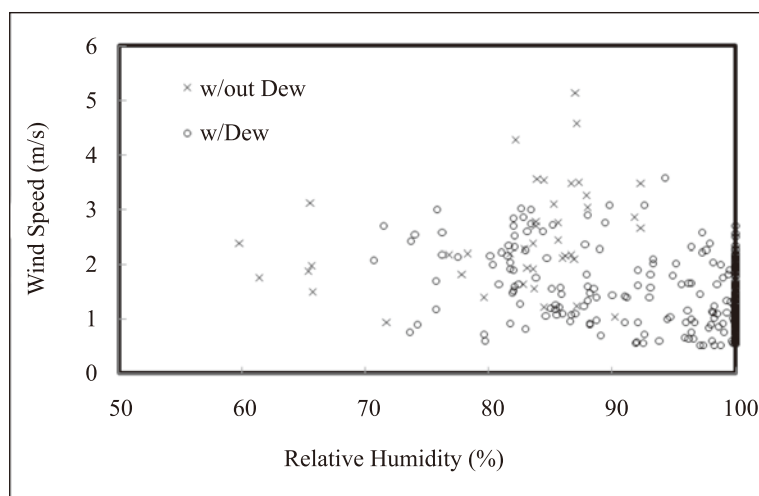


圖4. 夜間露水形成與相對濕度和風速之關係。

Figure 4. Effects of relative humidity and wind speed to dew formation.

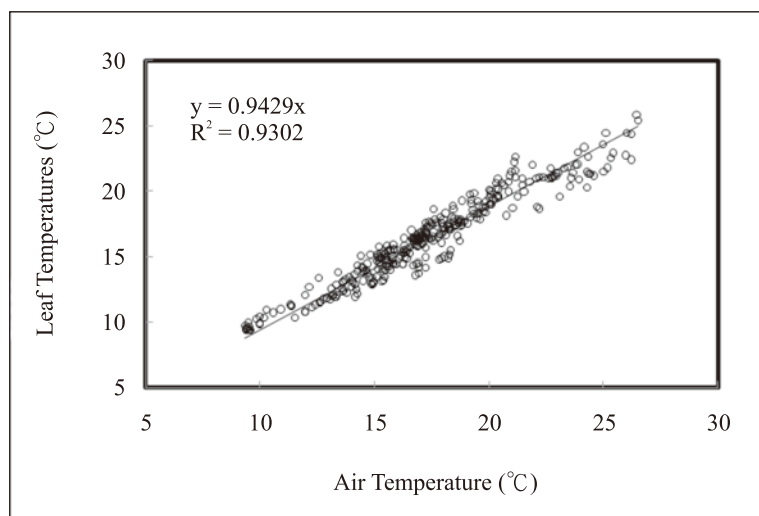


圖5. 冬季期間葉溫與氣溫之關係。

Figure 5. Relations between leaf temperature and air temperature in winter.

8日至2010年3月2日期間，最低氣溫低於10℃以下者有3個時段，分別為12月20日至12月22日、1月12日至1月16日及2月18日至2月19日(圖6)。此3個低溫時段中，以中段(1月12-16日)之低溫(<10℃)期5日

最長，且其中12-13日2日每日低溫連續近10小時，由此印證表3葉片受損之調查，表中以1月20日受損較嚴重(2.5-10%)，其次是1月28日(2.5-5%)，餘2次調查均無受損，若以1月20日資料比較各處理防護效

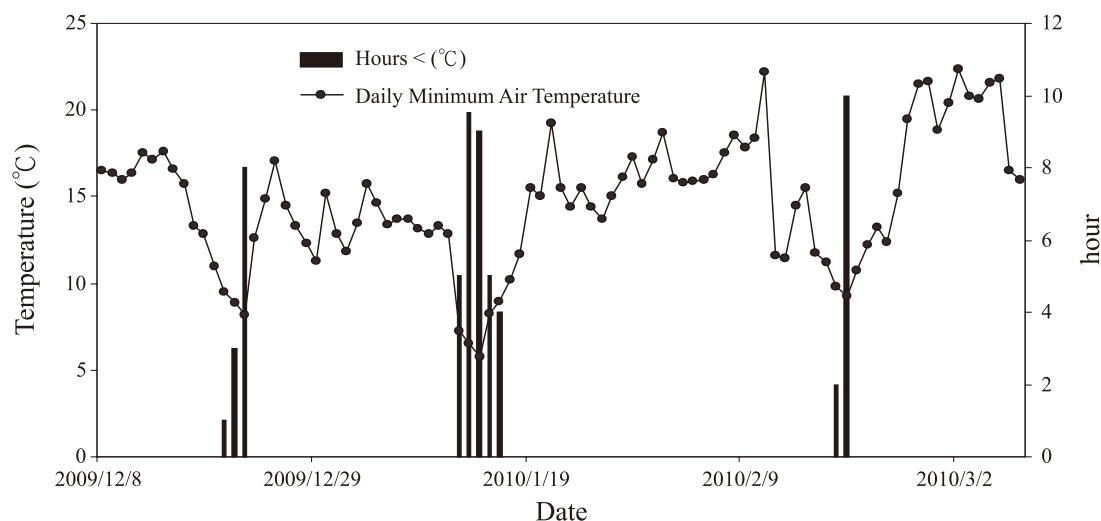


圖6. 2009年12月8日至2010年3月2日期間每日最低氣溫與低於10℃小時數之變化。

Figure 6. Changes of daily minimum air temperature and hours <10℃ during the period between December 8, 2009 to March 2, 2010.

表3. 不同處理對臺農20號鳳梨葉片遭受寒害之防護效果。

Table 3. Effects of various treatments to mitigate cold damages of pineapples leaves (var. TN-20).

| Treatment                               | Damage rate (%)   |                   |                  |                  |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
|                                         | 2009/12/30        | 2010/1/20         | 2010/1/28        | 2010/2/24        |
| PE house                                | 0.0 <sup>a*</sup> | 2.5 <sup>a</sup>  | 0.0 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup> |
| After the 1 <sup>st</sup> windbreak net | 0.0 <sup>a</sup>  | 2.5 <sup>a</sup>  | 0.0 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup> |
| After the 2 <sup>nd</sup> windbreak net | 0.0 <sup>a</sup>  | 2.5 <sup>a</sup>  | 0.0 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup> |
| After the 3 <sup>rd</sup> windbreak net | 0.0 <sup>a</sup>  | 2.5 <sup>a</sup>  | 2.5 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup> |
| Tie leaves                              | 0.0 <sup>a</sup>  | 5.0 <sup>a</sup>  | 2.5 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup> |
| Check                                   | 0.0 <sup>a</sup>  | 10.0 <sup>a</sup> | 5.0 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup> |

\* : Means in each column with the same letter were not significantly different at 5% level.

果，得知鋪蓋PE布及防風網之效果較好(葉片受損率僅2.5%)，其次是束葉5%受損率，對照區則有10%受損，但各處理間無顯著差異，由此可見防護措施對減少低溫對葉片的受損仍具有些微效果，而本試驗鳳梨發芽分化期間低溫發生期可能較短暫或其他原因，並未對花穗造成傷害，調查中因而未發現有畸形果產生。

#### 四、結論

夏季防曬為農民栽培鳳梨必然採行之措施，而防曬方式(材料)五花八門，有防曬帽(分軟、硬2種材質及覆蓋果實上方、包覆2種方式)、套防曬紙袋、遮陰網…等，本研究有鑑於全球暖化及全球氣候變遷之下，鳳梨果實日燒災害日趨嚴重，此現象除因溫度高及日射量增加外，亦可能是紫外線增高所致，故本研究以阻擋紫外線之PE布鋪蓋，與農民常用之防曬帽(硬質材質、黃色)，及一般PE布鋪蓋措施，以比較三者防曬之效果。研究初步結果顯示，防曬帽之防曬效果最好，此乃該材質厚度厚，可以阻擋大部分的日射，因此降溫效果好，但此措施適用於較不易倒伏之品種，若是鳳梨成熟後期果實容易傾斜之品種-如臺農16號及21號，本措施則無防曬效果，而阻擋紫外線之PE布及一般PE布鋪蓋雖防曬效果較差但無此顧慮，另研究結果發現，阻擋紫外線之PE布鋪蓋處理在氣溫及日射未造成嚴重燒傷臨界值之前，是可減輕日燒現象，即日燒等級較為輕微，若是氣溫及日射過高，則防曬效果不明顯。

在寒害方面，冬季期間雖然曾有氣溫低於10℃達10小時，且鳳梨生長點溫度低於5℃的狀況發生，尤以99年1月12日至1月16日爆發之寒流最為強烈，且低溫期長達5天之久，但調查結果僅葉片產生輕微寒害，果實卻未發生明顯之傷害，原因可能是當時不是正值發芽分化時期，所以不影響果實之形成及發育，因此低溫對鳳梨而言，並非固定性及全面性災害，應屬局部和偶發性災害，對嘉義地區農民也未造成嚴重的損失。

#### 五、誌謝

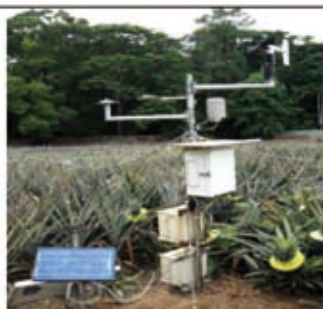
本研究承蒙行政院農業委員會農糧署經費補助(98農科-7.3.1-糧-Z1)，謹致謝忱。

#### 六、參考文獻

- 林榮貴，1980：鳳梨日燒病之研究。中國園藝，26，197-203。
- 官青杉，2004：降低冬果鳳梨酸度之研究。國立嘉義大學園藝研究所碩士論文，77頁。
- 官青杉，2008：國產優良品牌鳳梨生產管理技術作業標準。農糧署。
- Barber, H. N., and P. J. H. Sharpe, 1971: Genetics and physiology of sunscald of fruits. Agric. Meteorol. 8, 175-191.
- Bergh, O. J., E. J. Franken, Van Zyl, F. Klopers, and A. Dempers, 1980: Sunburn on apples-preliminary results of an investigation conducted during the 1978/79 season. Deciduous Fruit Grower. 30, 8-22.

- Brooks, C., and D. F. Fisher, 1926: Some high-temperature effects in apples: Contrasts in the two sides of an apple. *J. Agric. Res.* 2, 1-16.
- Cote, F. X., M. Folliot, and M. Andre, 1993: Photosynthetic crassulacean acid metabolism in pineapple: diel rhythm of CO<sub>2</sub> fixation, water use and effect of water stress. *Acta Hort.* 334, 113-129.
- Ekern, P. C., 1965: Evapotranspiration of pineapple in Hawaii. *Plant Physiol.* 40, 736-739.
- Lüttge, U., 2004: Ecophysiology of crassulacean acid metabolism (CAM). *Ann. Bot.* 93, 629-652.
- Nose, A., K. Heima, K. Miyazato, and S. Murayama, 1986: Effects of day-length on CAM type CO<sub>2</sub> and water vapour exchange of pineapple plants. *Photosynthetica* 20, 20-28.
- Rabinowitch, H. D., N. Kedar, and P. Budowski, 1974: Induction of sunscald damage in tomatoes under natural and controlled conditions. *Sci. Hort.* 2, 265-272.
- Rabinowitch, H. D., B. Ben-David, and M. Friedmann, 1986: Light is essential for sunscald induction in cucumber and pepper fruits, whereas heat conditioning provides protection. *Sci. Hort.* 29, 21-29.
- Thorpe, M., 1974: Radiant heating of apples. *Journal of Applied. Ecology* 11, 755-760.
- Wünsche, J. N., D. H. Greer, J. W. Palmer, A. Lang, and T. McGhie, 2001: Sunburn - The cost of a high light environment. *Acta Hort.* 557, 349-356.
- Zhu, J., D. P. Bartholomew, and G. Goldstein, 1997: Effect of temperature, CO<sub>2</sub>, and water stress on leaf gas exchange and biomass accumulation of Pineapple. *Acta Hort.* 425, 207-308.





附圖1：鳳梨果園進行微氣象環境測定



附圖2：防日燒設施內觀測微氣象變化



附圖3：果皮上下各放置熱電偶溫度計



附圖4：輕微日燒與嚴重日燒果皮症狀



附圖5：冬季低溫災害防護處理



附圖6：植株基部中央放置熱電藕溫度計



附圖7：遭受寒害鳳梨之果目變為畸形果



附圖8：鳳梨寒害之葉片則呈似水浸症狀

# Studies on Mechanisms of Sun burn and Cold Damage to Pineapples and Mitigation Techniques

Ping-Ho Lee

Chiayi Weather Station, Central Weather Bureau

Ching-San Kuan Chia-Hui Tang Hun-Wen Tsai

Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Research Institute, COA

Yuan Shen

Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University

## ABSTRACT

Market values of pineapples are affected by the sun burn damage during summer and the abnormal shape during winter. In this study, climatic conditions and possible mechanisms that might induce sun burn or abnormal shape were discussed based on micrometeorological data and fruit damage survey with various mitigation treatments. Results indicated that more than 50% of the fruits would be sun burned without any protection. The skin temperatures of severely sun burned fruits were higher than 50°C and lasted for at least 3 hrs under air temperatures exceeding 36°C longer than 5hrs. With the “yellow hat” mitigation treatment it had only minor damage, and the skin temperatures seldom exceeded 45°C. Simple greenhouse covered by UV-cut or regular PE films both reduced the percentage of severely damaged fruits to 8.3%. However, there was no difference in protection against sun burn damage by UV-cut or regular PE films. Therefore, it is expected that the overly high skin temperature may be the determining factor in occurring sun burn. Air temperatures lower than 10°C lasting for 10 hrs, which caused <5°C at bud growth region, were experienced during the winter in this study. However, no abnormal shaped fruits were observed. Therefore, it is expected that low temperature may not be the only factor for producing abnormal shaped fruits. Buds and young fruits were likely to be damaged under low temperature accompanying with rain as a result of severe evaporation cooling.

**Key words:** pineapple, sun burn, UV, cold damage, abnormal shaped fruit