

# 防風設施對木瓜生育、產量及品質之影響

阮素芬 倪萬丁

## 摘 要

本試驗旨在探討台灣西北部地區冬季東北季風盛行之氣候下，利用簡易設施覆蓋塑膠布、32#尼龍網防風網、50%遮陰網防風網及對照四種處理對木瓜生長、產量及品質之影響，結果三種防風設施均可提高溫度及降低風速，但僅於簡易設施覆蓋塑膠布之木瓜的株高、葉柄長、葉長、葉寬、葉長×葉寬、結果數、產量與對照不防風有極顯著的差異，另兩種防風網雖有減弱風勢及提高溫度的效果，但仍無法達到保護植株的作用。本試驗除顯示木瓜極不耐風，葉片易受風害外，更發現在北部冬季強烈季風吹襲下，僅有簡易設施覆蓋塑膠布可供不耐風的木瓜栽培。

## 前 言

風害是一種極普遍的農業天然災害，強風對植物的傷害可概分為物理性與生理性兩種，物理性的傷害包括造成葉片的破損、枝葉的脫落等。而生理上的傷害則影響蒸散作用<sup>(2、7)</sup>、光合作用<sup>(2、7、10)</sup>、葉溫<sup>(2、7)</sup>、葉片生長<sup>(9、11、12)</sup>，終至於影響植株的生長、葉形、株高、產量等<sup>(1、23、8)</sup>。在探討風對作物影響的研究最初係以田間各種防風設施(windbreak)對產量影響的試驗為多，而後藉著風洞的試驗對作物生理影響有更進一步的研究。在田間設置防風網可使玉米增產7-40%，小麥增產0-66%<sup>(1)</sup>，防風網所以有增產效果，主要係由於防風設施會導致背風面微氣候環境的改善；適當的防風設施除可降低風速外，更可提高作物生長環境的溫度及濕度。其中風速的降低可直接減少風對作物的物理傷害，並間接的減少部份的生理傷害。而溫、濕度的提高則主要減少生理傷害，尤其在防止寒風的狀況下更為明顯。

本省西部冬季氣候在大安溪河谷以北之地區屬於東北季風區，寒冷且強勁的東北季風是北部地區冬季農業生產最大的限制因子，其中尤以濱海與無地形屏障的台地更為嚴重。本試驗之目的即在探討北部濱海地區利用不同方式的人為防風設施下對木瓜生育的影響，同時提供在東北季風盛行之區域從事園藝生產者，利用防風設施作有效生產的可行方法。

## 材 料 與 方 法

一、材料：以台農二號木瓜為材料，於七十七年二月三日播種，發芽後種植於四吋黑色塑膠盆，定期給予營養液，於六月十四日定植於田間，行株距2.5m×2.5m，每處理12株，分為兩小區，田間管理、施肥、病蟲害防治均按慣行法實施。

## 二、處理

- 1、簡易設施：以4分鍍鋅管搭建簡易設施，設施5m×13m，上覆PE透明塑膠布，周邊覆16#尼龍網。
- 2、防風網：分別以32#尼龍網及50%遮陰網為防風網材料，以2.5吋杉木柱為支柱，每2.5m立一支柱，以上述二材料架網，網高3公尺，網底離地約10公分。
- 3、對照組：以自然通風不加任何設施為對照。

簡易設施及防風網分別於十月五日及七日架設完成，十月開始東北季風來臨。

## 三、生育及產量調查

- 1、株高及葉片生長：於十月二十日起每十五至三十日調查株高一次，每處理均調查十二株，十一月七日同時於新生葉片上掛牌作記號，每五至十日調查葉柄長、葉長及葉寬，以觀察不同防風方式對植株生長及葉片的影響。
- 2、開花及結果：於生長季中調查各處理之開花數及結果數，同時計算著果率。
- 3、產量：果實成熟時調查每處理果實重量、果徑、果長、糖度、同時利用單果重及結果數估算全年單株產量。糖度測定以手提式糖度屈折計測定，糖度計於室溫20℃為校正標準。
- 4、官能品評：以對照及簡易設施之成熟木瓜鮮果切塊，本場員工十人進行官能品評，項目分為色澤、糖度、風味，各項以十分為滿分。

## 四、試驗區氣象環境之觀測

- 1、於試驗區內利用風袋方式測定各處理區之風速，風袋位置立於各區中央位置，與防風網之距離約為網高的3倍，以風袋靜止垂直時為0，至風袋揚起90°之角度部分劃分4等分，分別區分為1、2、3、4，由二月十六日至三月三十一日每2-3日觀測各處理區風袋之角度，每次於上午8:30，下午1:30及4:30各測定一次。
- 2、於試驗區中央位置懸掛溫度計，測量各處理區的溫度，測定時間分別為上午8:30，下午1:30及4:30。
- 3、配合本場氣象測候站測定的風速、溫度，計算各處理區風速減低之程度及溫度差異。

# 結果與討論

## 一、防風設施對栽植環境內風強度與溫度之影響

將對照組風袋所測得之角度與本場一級農業氣象站實測之氣象資料比較，發現風袋在角度代號1(0-22.5°)時，風速約在2 m/sec以下，代號2(22.5°-45°)時風速約在2-4 m/sec間，代號3(45°-67.5°)時風速約在4-6 m/sec間，代號4(67.5°-90°)時風速超過6 m/sec。試驗期間共達機觀測68次，所得之頻度分布如表一，發現簡易設施可將二號至四號風完全消除，使設施內幾乎呈現一號風的狀態，32孔尼龍網則可使四號風的頻度減少36%，50%遮陰網則減少43%，相對的尼龍網防風網區與對照區相比較時，1號風的比例增加53%而遮陰網防風網則提高32%。由此顯示三種防風設施均可降低設施後的風力，但降低的程度依設施方式及材料而異。

表二為防風設施處理區之平均溫度表，由表中顯示三種防風處理均有提高作物生長環境內溫度之效果，其中以簡易設施的保溫效果最佳，50%遮陰網防風網次之，32孔尼龍網防風網較差。依據楊與朱<sup>(2)</sup>及Maki<sup>(5、6、7)</sup>之結果指出防風設施不但有降低風速，提高溫度的效果外，尚有提高相對濕度之功能，由於這三項功能使作物遭受之物理傷害減少<sup>(1、2)</sup>，水份利用<sup>(7)</sup>、光合作用<sup>(2、7、10)</sup>效率提高，以及克服低溫障礙等因素而使防風設施後作物的生長與產量遠較未加防風設施狀況下為佳。本省北部地區冬季的東北季風，除風勢強勁外尚伴隨有低溫及多雨之特性，這亦是此一地區冬季作物生產之主要限制因子，因此防風設施便成為克服此種障礙的主要方法。

表一、不同防風設施處理對風袋角度頻度分布之影響

Table 1. Effect of windbreak treatment on the frequency distribution of windsack angle

風袋角度 Angle of the wind sock	簡易設施 Plastic house		尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net		遮陰網防風網 50% shading black screen windbreak net		對照 Control	
	頻度	百分比	頻度	百分比	頻度	百分比	頻度	百分比
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
0-22.5°	65	95.58	29	42.65	25	36.76	19	27.94
22.5-45°	3	4.42	11	16.17	15	22.06	15	22.06
45-67.5°	0	0	10	14.70	12	17.65	6	8.82
67.5-90°	0	0	18	26.48	16	23.53	28	41.18
合計 Total	68	100	68	100	68	100	68	100

表二、不同防風設施處理對環境溫度之影響

Table 2. Effect of windbreak treatments on temperature of environment.

日期 Date	測定時間 Time of observation											
	AM 8:30				PM 1:30				PM 4:30			
	簡易設施 Plastic house	尼龍網 32 mesh white wind-break net	遮陰網 50% shading black wind-break net	對照 Control	簡易設施 Plastic house	尼龍網 32 mesh white wind-break net	遮陰網 50% shading black wind-break net	對照 Control	簡易設施 Plastic house	尼龍網 32 mesh white wind-break net	遮陰網 50% shading black wind-break net	對照 Control
二月下旬 Late Feb.	16.9	15.0	15.0	15.2	17.4	17.2	17.4	17.1	16.9	16.4	16.6	16.0
三月上旬 Early March	13.6	12.9	13.3	12.1	16.6	15.2	16.0	15.6	16.6	15.8	15.9	15.3
三月中旬 Mid March	19.4	18.9	19.3	18.2	21.3	20.2	21.2	19.9	19.8	19.3	19.3	18.7
三月下旬 Late March	19.9	19.0	18.8	18.0	21.5	21.5	21.5	20.1	18.9	18.5	18.6	17.2

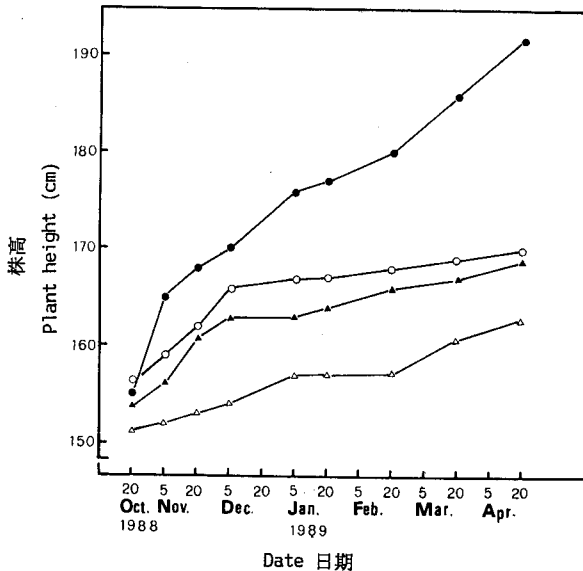
### 二、防風設施對木瓜生長之影響

圖一顯示，在人為防風設施設置初期，各處理間株高差距不大，隨著時間的延長，簡易設施處理內之植株株高仍可持續生長，並明顯的較其他處理生育為佳，尼龍網防風網及遮陰網防風網處理間株高生育差異不大；而以對照區株高生長最差，在半年季風節內，株高僅生長約12公分，於78年4月20日所作之調查，對照與簡易設施處理之株高差距可達29公分。

木瓜是一種極不耐風的作物，因此在季風較盛行之地區必須有較完善的防風設施方能生產，圖二為四種處理對木瓜葉柄生長之影響；簡易設施內葉柄生長為一標準生長曲線，且其長度與其他無風季節時生長相似，而其他三者處理葉柄長幾乎相同，與簡易設施內植株相比較，幾為其長度之1/2而已。

圖三、圖四、圖五為防風設施處理對葉片生長之影響，在簡易設施內木瓜葉片能正常生長，無論葉長或葉寬均能正常發育，而二種防風網及對照組葉長及葉寬在開始調查一個月內的生育已較簡易設施為慢，再加上季風吹襲葉片產生物理性傷害，初期葉片邊緣枯萎受損，繼而葉片破損，隨著時間的延長，破壞更形嚴重，使葉長、葉寬及葉長×葉寬在生育中、後期反有下降現象，其中又以對照處理下降幅度最大，亦即葉片所受的破壞情形最嚴重，使其葉片大為縮小。

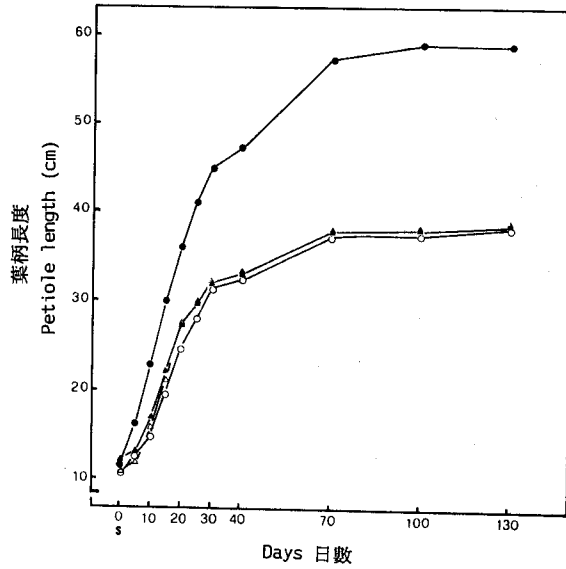
由株高及葉片的調查結果可以看出雖然32孔尼龍網及50%遮陰網防風網均可有效的降低風速及提高作物環境的溫度(表一、表二)，但其僅能對水稻<sup>(1、2、4)</sup>等較耐風的作物生長有促進作用，對於葉片寬大、不耐風的木瓜而言，在季風吹襲初期，葉片及株高雖較對照區生長為佳，但在長期季風下，此二種防風設施仍很難避免其受到強風的物理及生理的傷害。因此在北部冬季東北季風盛行之區，在無緊密防風林下，僅有利用簡易設施方能避免因風所造成的傷害。



圖一：不同防風設施對木瓜株高之影響

Fig. 1: Effect of windbreak treatment on plant height of papaya.

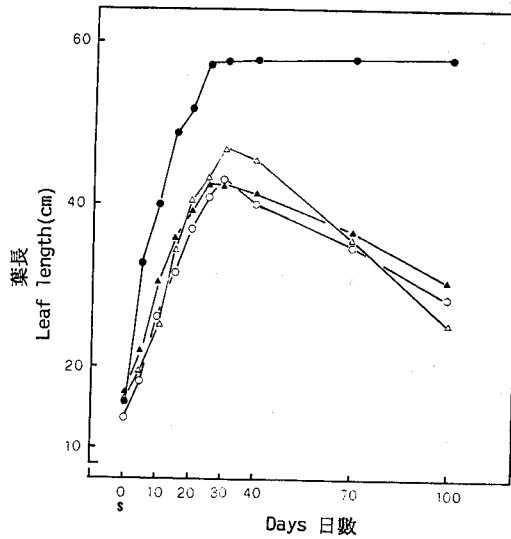
- 簡易設施 Plastic house
- 遮陰網防風網 50% shading black screen windbreak net
- ▲—▲ 尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net
- △—△ 對照 Control



圖二：不同防風設施對葉柄生長之影響

Fig. 2: Effect of windbreak treatment on petiole length of papaya.

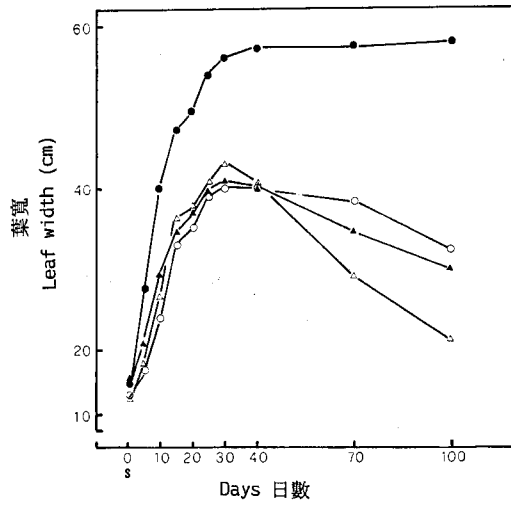
- 簡易設施 Plastic house
- 遮陰網防風網 50% shading black screen windbreak net
- ▲—▲ 尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net
- △—△ 對照 Control



圖三、不同防風設施對木瓜葉長之影響

Fig. 3: Effect of windbreak treatment on leaf length of papaya.

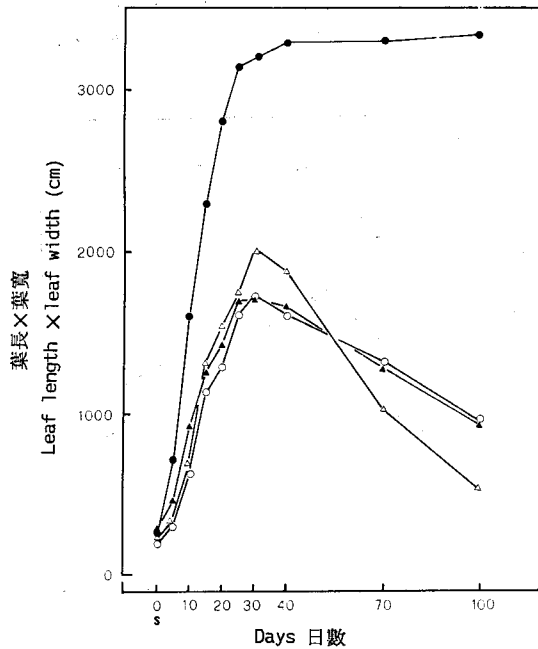
- 簡易設施 Plastic house
- 遮陰網防風網 50% shading black screen windbreak net
- ▲—▲ 尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net
- △—△ 對照 Control



圖四：不同防風設施對木瓜葉寬之影響

Fig. 4: Effect of windbreak treatment on leaf width of papaya.

- 簡易設施 Plastic house
- 遮陰網防風網 50% shading black screen
- ▲—▲ 尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net
- △—△ 對照 Control



圖五：不同防風設施對木瓜葉長×葉寬之影響

Fig. 5: Effect of windbreak treatment on leaf length x leaf width of papaya.

- 簡易設施 Plastic house
- 遮陰網防風網 50% shading black screen
- ▲—▲ 尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net
- △—△ 對照 Control

### 三、防風設施對木瓜產量之影響

表三為四種處理對木瓜開花、結實之影響，開花數以對照區最高，依次為簡易設施、遮陰網防風網及尼龍網防風，其中前二者與後二者差異顯著。雖然對照組的木瓜開花數較多，但在結果數、結果率、產量均最低，此三項則以簡易設施處理最高，尼龍網防風網及遮陰網防風網依次減少。其中簡易設施之木瓜產量為對照組的5.2倍。與其他兩處理相比較亦分別達2.38倍及2.93倍。將產量與表一的風速頻度表比較時，可以發現與四種處理下1號風(靜風)發生的頻度比例相近。尼龍網防風網及遮陰網防風網處理果實產量雖較對照組為佳，但仍無法達經濟生產之目的，此乃因二者雖可減少部分風的傷害，但其減輕的程度仍有限，因此無法單純利用防風網來達到生產木瓜之目的。在四種處理中僅有在簡易設施下，木瓜的產量才具有經濟效益。

表三、不同防風設施對開花及產量之影響

Table 3. Effect of windbreak treatments on flowering and yield of papaya

處理 Treatment	開花數 No. of flowering	結果數 No. of fruiting	著果率 Fruit setting ratio (%)	產量 Yield (kg/plant)
簡易設施 Plastic house	24.58 <sup>a</sup>	16.83 <sup>a</sup>	68.47	18.81 <sup>a</sup>
尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net	21.33 <sup>b</sup>	8.08 <sup>b</sup>	37.88	7.90 <sup>b</sup>
遮陰網防風網 50% shading black screen windbreak net	23.83 <sup>b</sup>	7.17 <sup>bc</sup>	30.09	6.41 <sup>bc</sup>
對照 Control	25.83 <sup>a</sup>	4.83 <sup>c</sup>	18.70	3.61 <sup>c</sup>

註：同行相同字母表示未達5%顯著水準

Note: The same letters in a column mean are insignificantly different at 5% level.

### 四、防風設施對木瓜果實品質之影響

由表四之木瓜果實性狀調查中，可以發現簡易設施內無論雌果或兩性果均較其他處理為大，再依次為遮陰網防風網、尼龍網防風網及對照，在外觀上，簡易設施內生產之果實果皮平滑無斑點，而其餘處理果皮均因風的吹襲造成斑紋。簡易設施內果實糖度較高，較其他處理高3-4°brix，在平均單果重方面，無論雌果或兩性果，簡易設施內果重約較防風網處理者重200-300公克，較對照則重300-400克，亦即果實能較大較甜，而其餘果實則因外觀及糖度較低，幾無商品價值可言。

以簡易設施及對照區之木瓜鮮果進行官能品評(表五)，簡易設施之果實無論在色澤、糖度、風味之評分均較對照為佳，且達顯著水準，其總分達24.60而對照僅為14.15。

表四、不同防風設施處理木瓜果實性狀調查

Table 4. Papaya fruit characters affected by different windbreak treatments.

處理 Treatment	單果重 (g)		果 長 (cm)		果 徑 (cm)		糖 度 ° Brix
	Fruit weight		Fruit length		Fruit diameter		
	兩性果 Pyriform fruit	雌果 Oval fruit	兩性果 Pyriform fruit	雌果 Oval fruit	兩性果 Pyriform fruit	雌果 Oval fruit	
簡易設施 Plastic house	1051	1188	23.8	19.0	10.1	13.1	10.10
尼龍網防風網 32 mesh white windbreak net	789	962	20.9	17.7	8.5	13.5	7.08
遮陰網防風網 50% shading black screen windbreak net	795	992	19.4	18.1	9.3	12.9	7.07
對 照 Control	727	747	20.2	16.5	8.9	11.3	6.21

表五、不同防風設施處理木瓜果實官能品評評分表

Table 5. Effect of windbreak treatments on organoleptic evaluation of papaya fruit

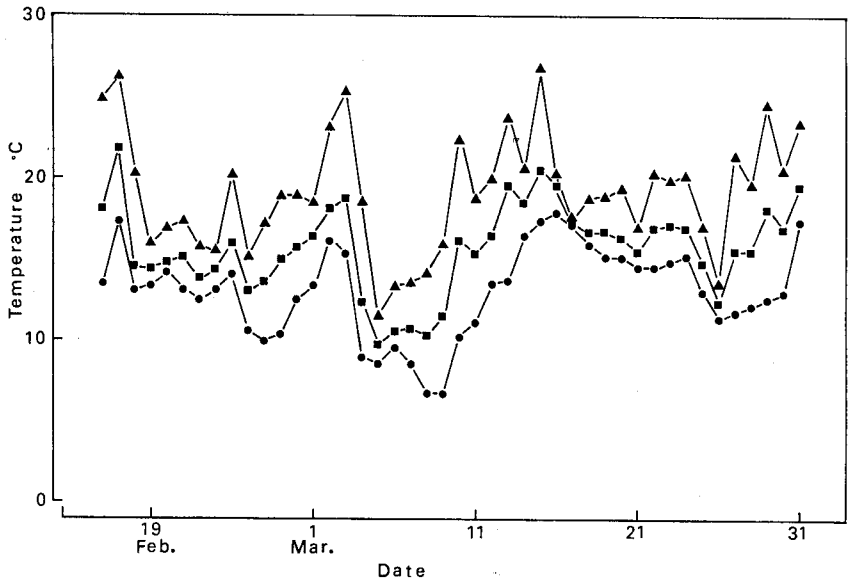
處 理 Treatment	色 澤 Color	糖 度 Sugar content	風 味 Test	總 分 Total
簡易設施 Plastic house	8.65 <sup>a</sup>	7.90 <sup>a</sup>	8.05 <sup>a</sup>	24.60
對 照 Control	5.10 <sup>b</sup>	4.55 <sup>b</sup>	4.50 <sup>b</sup>	14.15

註：同行字母表示未達5%顯著水準

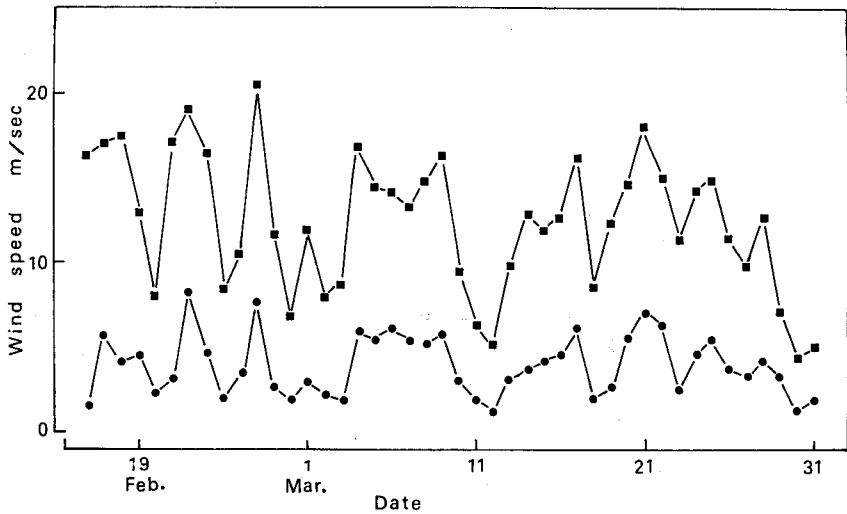
Note : The same letters in a column mean are insignificantly different at 5% level

本省木瓜之生產，在早春由於數量少而能有較佳的商品售價，但北部地區生產早春木瓜，由於受到氣候之影響果實的發育期及成熟期須經歷冬季的低溫及強風侵襲(圖六、圖七)致使木瓜的品質及產量深受影響，在這種情形下簡易設施的利用為主要的解決方法，其內生產的木瓜無論在產量或品質上均較露地栽培的三個處理為佳，而達到生產的目的；但在簡易設施內種植木瓜仍有植株過高、病害、水分與肥培管理等問題則有待進一步之研究來解決。





圖六：試驗期間最高、最低及平均溫度變化  
 Fig. 6: Fluctuation of temperature during the experiment period.  
 ▲—▲ 最高溫度 Maximum temperature  
 ■—■ 平均溫度 Average temperature  
 ●—● 最低溫度 Minimum temperature



圖七：試驗期間最大風速及平均風速變化  
 Fig. 7: Fluctuation of wind speed during the experiment period.  
 ■—■ 最大風速 Maximum wind speed  
 ●—● 平均風速 Average wind speed

## 結 論

綜合上述利用簡易設施是本省北部地區冬季東北季風盛行之地區生產木瓜的最佳方法，雖然利用防風網仍可有效的減弱風勢、改善網後之氣象環境，但由於木瓜葉片面積大且極不抗風，防風網設置後木瓜葉片仍會受到傷害，尤其在長期季風吹襲下，其外觀受損程度與對照並無差異，而僅能由產量、果實大小來瞭解防風網的效果。同時由於木瓜植株較高，對於防風網的高度及強度的要求勢必提高，故在北部地區以防風網來從事木瓜生產在經濟效益上並不高。而如果能進一步研究設施內病蟲害、水管理、肥培管理及木瓜矮化等問題，必可利用簡易設施來克服北部地區冬季濕冷的東北季風所造成的生產障礙。

## 參 考 文 獻

1. 曾文柄、朱鈞、郭文鑠、楊之遠。1984。台灣地區農業氣候資源應用之研究。中央氣象局p.69-109.
2. 楊之遠、朱鈞。1985。風對植物之影響。科學農業 33(1-2) 51-69。
3. Maki, T. 1985. Micrometeorological improvement of paddy fields by using windbreak nets. Jour. Agric. Res. Qua. 19:98-102.
4. Maki, T. 1986. Functions and effects of windbreak facilities (1). Agric. and Hort. 61: 307-312.
5. Maki, T. 1986 b. Functions and effects of windbreak facilities (2). Agric. and Hort. 61:411-414.
6. Maki, T. 1986 c. Functions and effects of windbreak facilities (3). Agric. and Hort. 61:523-528.
7. Martin, E. V. and F. E. Clements. 1935. Studies of the effect of artificial wind on growth and transpiration in *Halianthus annuus*. Plant Physiol. 10:613-636.
8. Radke, J. K. and W. C. Burrows. 1970. Soybean plant response to temporary windbreak. Agron. J. 62:424-429.
9. Wadsworth, R. M. 1959. An optimum wind speed for plant growth. Ann. Bot. 23(89): 195-199.
10. Wadsworth, R. M. 1960. The effect of artificial wind on the growth-rate of plant in water culture. Ann. Bot. 24(90):200-211.
11. Whitehead, F. H. 1962. Experimental studies of the effect of wind on plant growth and anatomy. I. *Zea mays*. New Phytol. 61:56-58.
12. Whitehead, F. H. 1963. Experimental studies of the effect of wind on plant growth and anatomy. IV. Growth substance and adaptative anatomical and morphological changes. New Phytol. 63:86-90.

## Effect of Windbreak Treatment on the Growth, Yield and Quality of Papaya (*Carica Papaya* L.)

Su-feng Roan and Wan-tin Ni

### Summary

An experiment was conducted in the farm of Taoyuan DAIS to study the effects of 3 types of windbreak, i.e., 50% shading black screen windbreak net, 32 mesh white nylon windbreak net and plastic house compared to the control on the growth, yield and quality of papaya (*Carica papaya* L.) under the condition of prevailing strong northeast monsoons.

In all windbreak treatments, the air temperature was increased 1-2 °C and the wind speed was reduced. Plant characteristics and fruit characters were influenced significantly by type of windbreak. The plant grown in plastic house showed the highest plant height, the longest petiole length and leaf length, the widest leaf width, the largest dimension of leaf length x leaf width, the largest amount of fruit number, fruit set and yield. It also gave the best quality of fruit and least damage of leaves and plants among treatments.

Although the environment have been improved with black screen windbreak net and white nylon windbreak net treatments, however, no difference was observed either on the growth, yield and quality of papaya as compared to the control.