農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　277-285, 1996

氣象因子對不同地區小白菜生育之影響

翁仁憲[1]、漆匡時[2]、許苑培[3]、戴振洋[4]、郭孚燿[4]、
林文助[5]、楊文振[6]、陳任芳[7]
國立中興大學植物學系[1]、農業試驗所[2]、桃園區[3]、臺中區[4]、
臺南區[5]、高雄區[6]、花蓮區[7]農業改良場

內　容

摘要……278
英文摘要……278
前言……279
材料與方法……279
結果與討論……279
誌謝……285
引用文獻……285

氣象因子對不同地區小白菜生育之影響

翁仁憲[1]、漆匡時[2]、許苑培[3]、戴振洋[4]、郭孚燿[4]、
林文助[5]、楊文振[6]、陳任芳[7]
國立中興大學植物學系[1]、農業試驗所[2]、桃園區[3]、臺中區[4]、
臺南區[5]、高雄區[6]、花蓮區[7]農業改良場

摘　要

本研究由中興大學、農試所、桃園場、台中場、台南場、高雄場、花蓮場等機構合作進行，使用小白菜二品種，其中鳳山白菜爲共通材料，另一品種則由執行機構自行決定，各機構均使用相同的方法，五月至十月每月播種一次，探討氣象因子對其生育之影響，自1993年起至1995年爲止連續進行三年。結果顯示氣溫及降雨量對白菜生長之影響最大，其中氣溫之影響屬拋物線之形式，過高溫或過低溫均不利於白菜之生長，生長適溫約在25 ℃左右。而降雨量對白菜生長則是負的影響，降雨量愈大則其生長速率愈低，其中以三日間之合計雨量影響最大，每增加100 mm，則鳳山白菜之生長速率約降低20%。而生育期間平均降雨量之影響次之，單日降雨量之影響又次之。

關鍵詞：蔬菜，小白菜，生育，氣象因子，氣溫，日射量，降雨量。

Effects of Climatic Factors on the Growth of Pak-choi

Jen-Hsien Weng et. al (Department of Botany, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC)

ABSTRACT: Effects of climatic factors on the growth of pak-choi (*Brassica chinensis*) were studied from 1993 to 1995 in Taoyuan, Wuffng, Changhua, Tainan, Pingtung and Hualien areas. It was found that fresh weight growth rate of pak-choi was most influenced by the air temperature and rainfall. The optimum air temperature in pak-choi growth was about 25℃. And the growth rate was decreased with increasing of rainfall, especially the maximum amount rainfall of 3 days in the growth period of pak-choi. The decrease rate was about 20% 100 mm^{-1}.

Key words: Climatic factors, Temperature, Rainfall, Solar radiation, Vegetable crop, Pak-choi.

前　言

蔬菜爲國人生活中不可或缺之必需品，亦爲臺灣重要產業，且因葉菜類本身不耐運貯，將來在加入GATT之後，所受衝擊較小，更將扮演農業生產中重要之角色。蔬菜生產易受環境因子之影響，影響台灣蔬菜生產之因素有許多，但最重要的干擾因素則是來自於氣候環境，尤其在夏季時，天氣變化極爲劇烈，使蔬菜生產處於極不穩定之環境下，常因災變氣候影響而造成農業生產極大之損失，尤以葉菜供需衝擊最大，往往造成社會紛擾不安及政府決策之困擾。因此如何有效利用氣象資源，維持正常供需，是爲政府政策及全民所共同追求之目標。基於此點，乃聯合各場所，使用相同之材料及方法，進行氣象因子對葉菜類生育相關性之研究，以建立周延之氣象與適栽資料，做爲栽培管理之依據，及政府決策、市場供需調節預警參考。自1993年起，首先以小白菜爲對象進行研究，至1995年爲止已連續進行三年，茲將結果報告於後。

材料與方法

本研究由中興大學、農試所、桃園場、台中場、台南場、高雄場、花蓮場等機構合作進行，使用小白菜(*Brassica chinensis*)二品種，其中鳳山白菜(農友種苗公司)爲共通材料，另一品種則由執行機構自行決定，各機構均使用相同之方法，原則上從五月至十月每月播種一次。試區四重複，共八畦，每畦面積1.2×5.0 m^2，週邊設保護行。每十公畝種子量50 g，每畦播種量最多10 g，採撒播方式。發芽後行間拔，使株距維持在10～15 cm 左右，基肥每十公畝施用堆肥1500 kg，過磷酸鈣45 kg，氯化鉀10 kg。發芽後至播種後約28日採收調查爲止，每週追肥一次，每次各施用尿素5, 15及10 kg。在白菜生育期間注意小菜蛾、黃條葉蚤、粉白蝶及立枯病之防治。並注意保持土壤濕潤，及注意排水，以防積水。調查項目包括小區產量(鮮重、乾重)，株高，葉數，葉面積比(LAR)等。氣象資料則採用設於各場所之一級農業氣象測站所測得者。由於各場所，甚至同場所之白菜生育日數並未完全一致，故本次報告僅以鳳山白菜之鮮重生長速率(採收時鮮重/ 生育日數)部份加以探討。

結果與討論

圖1至圖6顯示出各場所在三年間，鳳山白菜之鮮重生長速率(以下簡稱生長速率)

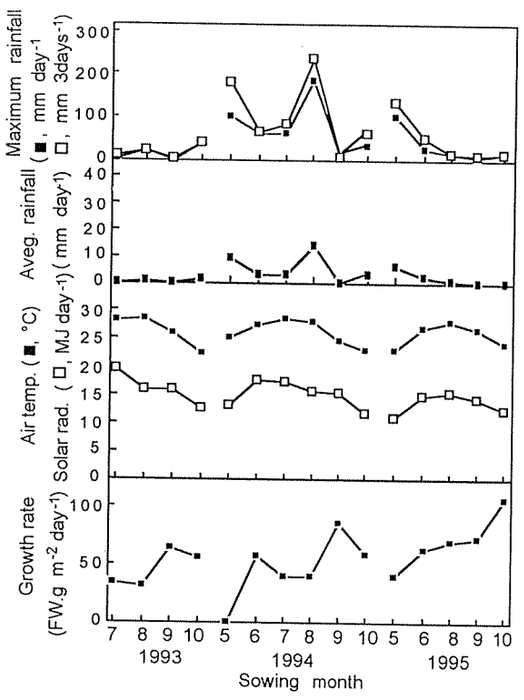


Fig. 1. The maximum rainfall of one day and amount of 3 days rainfall, average of rainfall, air temperature and solar radiation of growth period (sowing to harvest, about 28 days) and fresh weight growth rate of pak-choi in Taoyuan area.

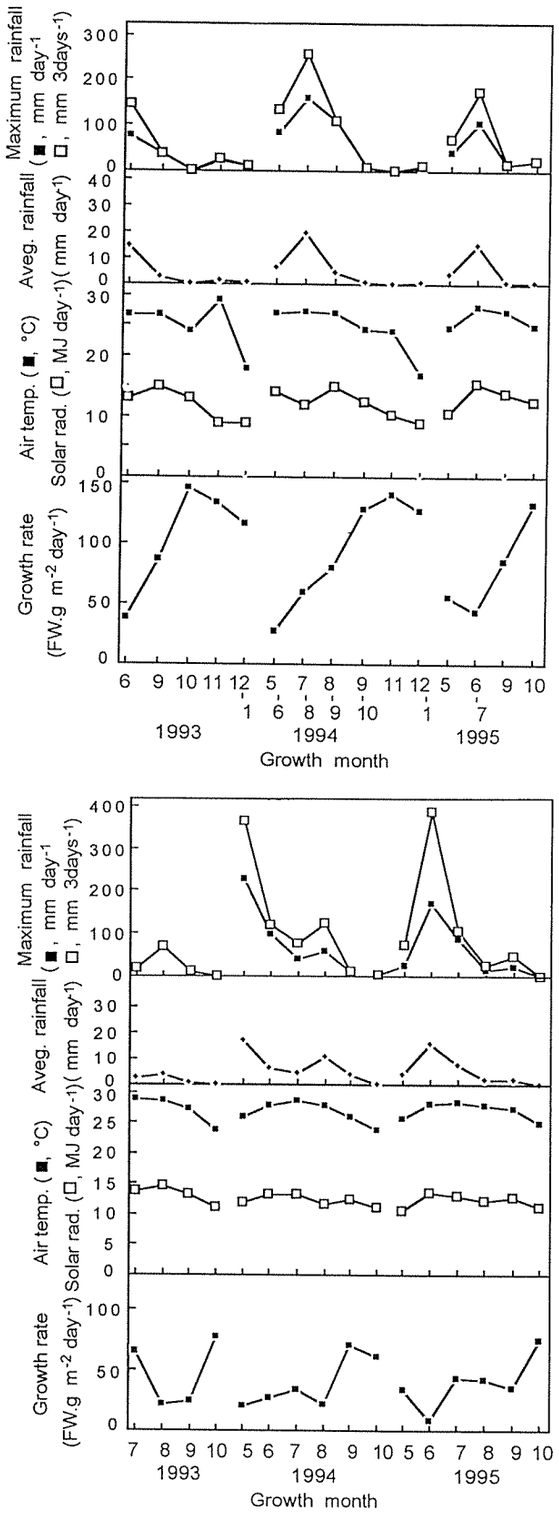


Fig. 2. The maximum rainfall of one day and amount of 3 days rainfall, average of rain-fall, air temperature and solar radiation of growth period (sowing to harvest, about 28 days) and fresh weight growth rate of pak-choi in Wuffng area.

Fig. 3. The maximum rainfall of one day and amount of 3 days rainfall, average of rain-fall, air temperature and solar radiation of growth period (sowing to harvest, aabout 28 days) and fresh weight growth rate of pak-choi in Changhua area.

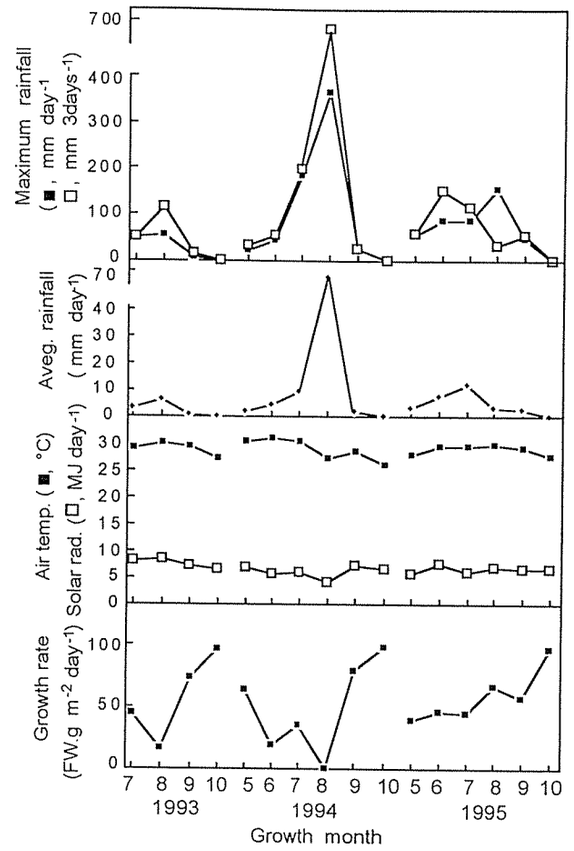


Fig. 4. The maximum rainfall of one day and amount of 3 days rainfall, average of rain-fall, air temperature and solar radiation of growth period (sowing to harvest, about 28 days) and fresh weight growth rate of pak-choi in Tainan area.

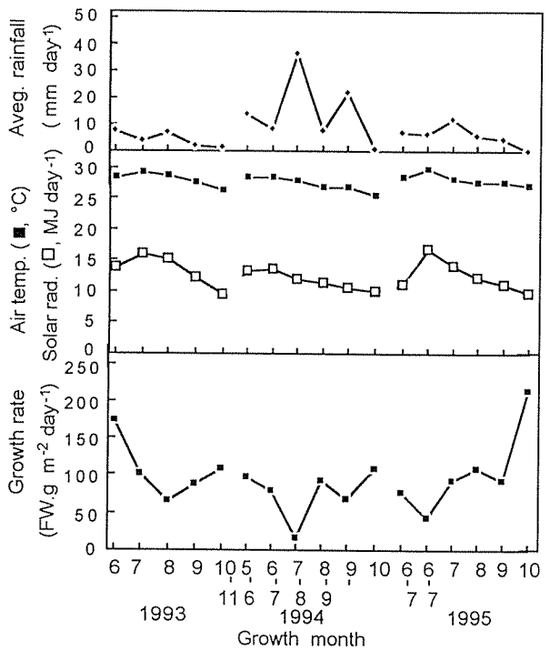


Fig. 5. The average of rainfall, air temperature, solar radiation of growth period (sowing to harvest, about 28 days) and fresh weight growth rate of pak-choi in Pingtung area.

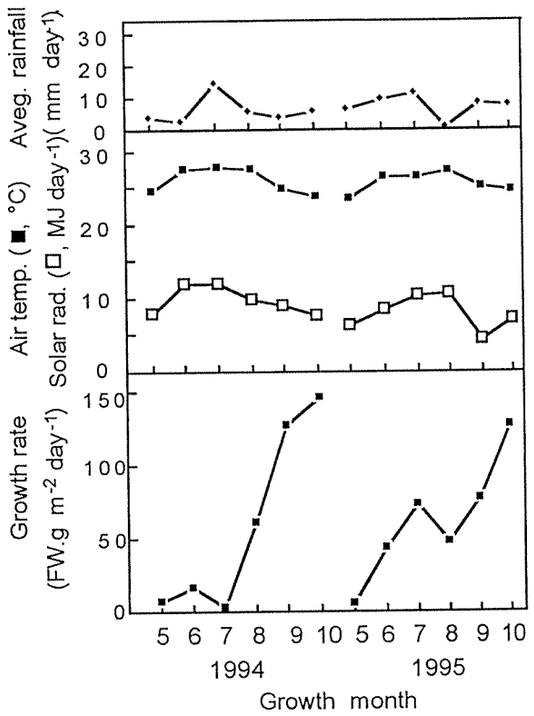


Fig. 6. The average of rainfall, air temperature, solar radiation of growth period (sowing toharvest, about 28 days) and fresh weight growth rate of pak-choi in Hualien area.

及氣溫、日射量、降雨量等氣象資料。由圖中可看出，在各場所，鳳山白菜之生長速率均隨季節而有很大之差異，大致係以夏季較低，秋季較高。爲了瞭解氣溫、日射量及降雨量等氣象因子對鳳山白菜生長速率之影響程度，在此進行單相關及複迴歸分析，其結果如表1所示。從複迴歸分析之結果中，發現農試所、桃園場、台中場、台南場等四個場所鳳山白菜之生長速率與氣溫、氣溫之平方、日射量及降雨量間呈顯著之複迴歸關係($P<0.01\sim0.05$)，再從其標準淨迴歸係數之大小觀之，發現鳳山白菜之生長速率受氣溫及其平方之影響最大，表示氣溫之影響屬拋物線之形式，過高溫或過低溫均不利於白菜之生長，此點符合環境生理學之規律(Fitter and Hay, 1981)。唯高雄及花蓮兩場之結果，除高雄場之鮮重生長速率與降雨量間呈顯著之負相關外，其餘之相關關均不顯著(表1)。

Table 1. Summarized results of multiple and single regression analysis of fresh weight growth rate of pak-choi(Y), air temperature (T), solar radiation (S) and the average of rainfall (RF) in growth period (sowing to harvest, about 28 days) in difference areas.

Area	R	df	Partial correlation coefficient				Single regression coefficient		
			T	T^2	S	RF	T	S	RF
Taoyuan	0.822*	4, 9	20.64 (49)	-20.85 (50)	-0.20 (0.4)	-0.28 (0.6)	-0.40	-0.34	-0.44
Wuffng	0.866**	4, 10	5.18 (44)	- 6.03 (52)	0.28 (2.4)	-0.17 (1.4)	-0.69**	-0.54*	-0.72**
Changhua	0.814*	4, 11	-14.97 (50)	14.46 (48)	0.01 (0.3)	-0.42 (1.3)	-0.54*	-0.31	-0.67**
Tainan	0.834*	4, 10	2.88 (43)	- 3.39 (50)	-0.04 (0.5)	-0.44 (6.4)	-0.75**	0.02	-0.70**
Pingtung	0.628	4, 12	10.81 (48)	-10.45 (47)	-0.58 (2.6)	-0.59 (2.6)	-0.24	-0.12	-0.53*
Hualien	0.591	4, 7	16.02 (46)	-17.38 (50)	0.91 (2.6)	0.26 (0.7)	-0.41	-0.31	-0.10

** and *: $P<0.01$ and $P<0.05$, respectively.

翁(1995)在溫室內以水耕栽培鳳山白菜，發現其生長速率與氣溫間呈拋物線關係，生長最適溫約在25℃，而在氣溫固定時，則生長速率隨日射之升高而增加。林等(1995)先就桃園場1993～1994兩年之結果加以檢討，亦發現無論鳳山白菜或地方品系之改良種，其生長適溫均在25℃附近。從圖7A可看出，桃園場1993～1995三年之結果再度顯示鳳山白菜在25℃之生長速率最高。而農試所之結果則顯示，在統計上，鳳山白菜之生長適溫在21℃左右，唯以目測判斷則發現其在25℃之生長速率最高(圖7B)。造成此種差異之原因，可能係因爲試驗次數過少所致，尤其是在低氣溫之季節。而台中場及台南場均在超過白菜生長適溫之高溫下進行試驗，其生長速率隨氣溫之升高而降低，在單相關分析中亦顯示兩者之間呈顯著之負相關(表1，圖7C，圖7D)。

另由表1可看出，在複迴歸分析中，發現鳳山白菜之生長速率受到日射量及降雨量之影響很小，唯從圖1至圖6中發現，在降雨量較大時，鳳山白菜之生長速率有變小之趨勢，在單相關分析中亦顯示生長速率與降雨量兩者之間呈負相關，其中有三個場所達到顯著水準(表1)。爲了再檢討降雨量對鳳山白菜生長速率之影響情形，在此利用式(1)算出各場所之鳳山白菜實測生長速率(GR)與理論生長速率(GRe)之差距百分率(GRd)。

$$GRd= (GRe-GR)/GR \times 100\% \qquad (1)$$

由表1之複迴歸分析中可看出，鳳山白菜之生長速率主要是受到氣溫之影響，所以本研究便利用圖7所示之生長速率與氣溫間之迴歸方程式，將各場所各次白菜生長期間(播種至收穫)之平均氣溫代入算得GRe。其中，農試所、桃園場及台南場等場所均使用二次

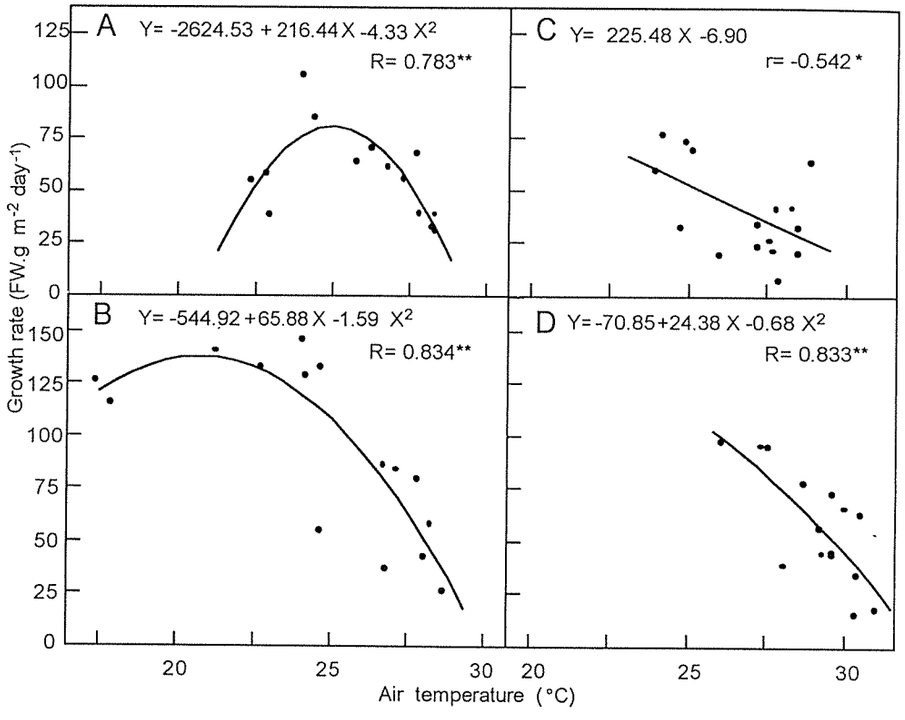


Fig. 7. The relationships between fresh weight growth rate of pak-choi and air temperature in Taoyuan (A), Wuffng (B), Changhua(C) and Tainan (D) areas.

式，台中場因其二次式不符合生物學之原理，改使用一次式。而高雄場及花蓮場因其迴歸關係不顯著無法從氣溫推算其GRe。所以GRe便是只考慮氣溫影響之理論生長速率，利用其與實測生長速率之差值與降雨量間作相關分析，便可知悉降雨量對鳳山白菜生長之影響。

圖8顯示GRd與降雨量之關係。由圖中可看出，GRd隨降雨量之增加而降低，其中以白菜生長期間之連續三日合計最大降雨量之相關係數最高，平均降雨量次之，單日之最大降雨量又次之。以上結果顯示，降雨量對白菜生長是負的影響，降雨量愈大則其生長速率愈低，其中影響最大的就是白菜生長期間之連續三日合計最大降雨量，其次是平均降雨量，再其次是單日之最大降雨量。由迴歸方程式可看出，連續三日合計最大降雨量每增加100 mm，則鳳山白菜之生長速率約降低20%。

翁(1994 a, b)指出在氣溫固定時，鳳山白菜之生長速率隨日射之升高而增加。但在表1之複迴歸分析中卻顯示鳳山白菜之生長速率受到日射量之影響很小，單相關係數亦大都不顯著。造成此差異之原因可能是翁(1994 a, b)之試驗係在溫室內進行，其透光率只有50%左右，因光度較低所以增加光度可促進其生長所致。

本研究爲國內首創，使用共通材料、共同之方法進行之群體計劃，歷經三年已有初步結果。唯尚有一些問題需要解決，其一即是各場所得到之生長速率並不相同，其中以農試所及高雄、花蓮等場之值較高，桃園及台中兩場之值較低，台南場則居中。此外，生長速率與氣溫間迴歸線亦有差異，尤其是桃園場，在過高或過低溫時，其迴歸線之斜率特別大。就以

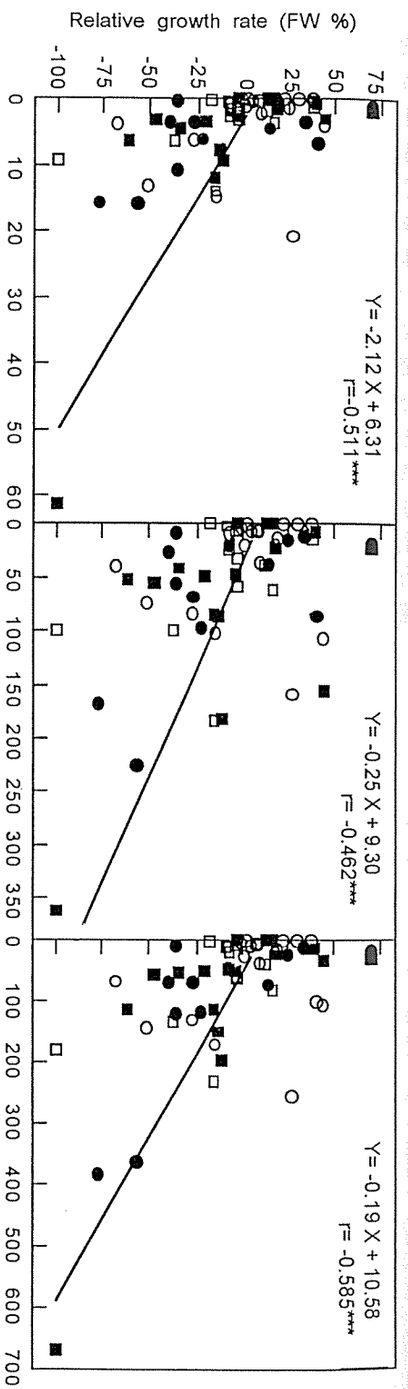


Fig. 8. The relationships of relative growth rate[1]) and average, the maximum rainfall of one day and 3 days in growth period (sowing to harvest, about 28 days) of pak-choi in Taoyuan (□), Wuffng (○), Changhua(●) and Tainan (■) areas. 1: Estimated from the equation GRd= (GRe-GR)/GR × 100% (GR: fresh weight growth rates; GRe: estimated growth rates from the equations shown in Fig. 7).

上事實考量，不同場所之數據便難以合併分析。各場所單獨分析便發生取樣點不夠多之情形，使得準確度降低。另外，當初之著眼點係在夏季蔬菜之生產，故試驗季節定在五月至十月，結果發現，除了北部之桃園場因溫度較低，農試所在冬季仍繼續進行試驗外，其餘場所均在超過白菜生長適溫之高溫下進行試驗，難以獲得完整的白菜生長適溫資料。爲了彌補以上兩個缺點，有必要再繼續進行試驗，特別是低溫季節之生長資料。

造成各場所白菜生長速率相異之原因有可能是土壤因素，也可能是管理方法不同所致，此點有待進一步之檢討。此外某些場所尚發生未完全依照共同之方法進行試驗，或管理方法前後不一致之情事，致使資料無法分析，此點也值得改進。

誌　謝

本研究承農委會83農建-2.10-企-01, 84科技-1.11-企-03 及85科技-1.11-糧29(1) 計劃補助經費, 謹致謝忱。

引用文獻

林孟輝、許苑培、張學琨 1995 氣象因子對桃園地區小白菜生育之影響。中華農業氣象 2:121-128。

翁仁憲 1994a 玻璃溫室微氣候對水耕蔬菜生育之影響。中華農業氣象 1:35-39。

翁仁憲 1994b. 農業氣象之研究法。pp.41-60. 楊純明等編著，中華農業氣象學會。

Fitter, A. H. and R. K. M. Hay. 1981. Environmental physiology of plants. pp. 171-178. Academic Press, New York.