

桃園地區小白菜生長速率與氣象因子之關係

林孟輝 許苑培 張學琨

摘要

本試驗以鳳山白菜(*Brassica chinensis*)於 1993~1995 年 6~10 月在桃園縣新屋鄉於相同環境下，每月種植一次，以探討不同栽植期的氣候因子對小白菜生長之影響。結果顯示氣溫及降雨量對小白菜生長速率之影響最大，其中氣溫之影響屬拋物線之型式，顯示氣溫太高或太低均不利其生長，生長適溫約在 25 °C 左右。而降雨量對小白菜生長是負的影響，降雨量愈大，則其生長速率越低，尤其連續三天降雨時，累積雨量達 100 mm，則鳳山白菜的生長速率約降低 50~60 %。

關鍵詞：小白菜、生長速率、氣象因子。

前言

蔬菜為國人生活不可或缺之必需品，其中葉菜類本身不耐運儲，將來在加入 WTO 之後，所受衝擊較小，更將扮演農業生產中重要之角色。然而葉菜類生產易受環境因子之影響，尤其在本省每年五月中、下旬至六月中、下旬為梅雨期，梅雨過後即進入高溫且時有豪雨或颱風的夏季。由於高溫驟雨致病虫害猖獗，使得夏季蔬菜栽培不易，其中尤以葉菜類最易發生機械損傷及腐爛，造成葉菜類供需失調，不但農民收益得不到保障，也往往造成社會紛擾不安。因此如何有效利用氣象資源維持正常供需，及在異常氣候下對葉菜類之損失率如何評估等，皆需建立周延之氣象與適栽資料，以供參考。因鳳山白菜耐熱，且播種後 25 天即可採收，因此小白菜成為災後復耕及夏季葉菜類主要供給來源之一。本研究即以小白菜為對象進行試驗。

材料與方法

本試驗以小白菜為材料，採用鳳山種(*Brassica chinensis*)，在桃園縣新屋鄉本場試驗田於 1993~1995 年進行試驗，每年 6 月~10 月每月播種一次，播種後 27~29 天後採收調查。採逢機區集設計，四重複，每畦面積 $1.5 \times 5.0\text{m}^2$ ，週邊設保護行，每 10 公畝種子量 50 g，每畦播種量最多 10 g，採撒播方式。發芽後行疏苗，使株距維持在 10~15 cm 左右。每 10 公畝施堆肥 1500 kg、過磷酸鈣 45 kg 及氯化鉀 10 kg 當基肥。發芽後每週以尿素作追肥（第一次為 5 kg，第二次為 15 kg，第三次為 10 kg）。調查項目以每畦中間部份生育較整齊 60 × 60 cm 處，取樣 10 株，調查其株高、地上部鮮重、每株長度超過 2 cm 以上之葉數及葉面積等。以本場一級農業氣象測候站之自動觀測系統(Nakaasa, Model 820)所記錄溫度、日射量、降雨量為參考資料。用 SAS 相關軟體作相關分析及複迴歸，以瞭解小白菜生長速率與氣象因子間之關係。

結果與討論

由於 1993 年由 7 月開始進行本試驗及 1995 年 7 月因病虫害嚴重，是以缺 1993 年 6 月及 1995 年 7 月之資料。

圖 1 顯示，從 1993 年至 1995 年試驗期間之各月種植鳳山白菜生育期間之氣象資料及其鮮重生長速率 (以下簡稱生長速率)。由圖中可看出氣溫及日射量有逐月降低的趨勢；1994 年 7 月、8 月及 10 月分別受提姆颱風、道格颱風及席斯颱風影響，降雨量皆有偏高現象；而鳳山白菜之生長速率均隨季節而有很大之差異，大致以 6、7、8 月份較低 9、10 月份較高。

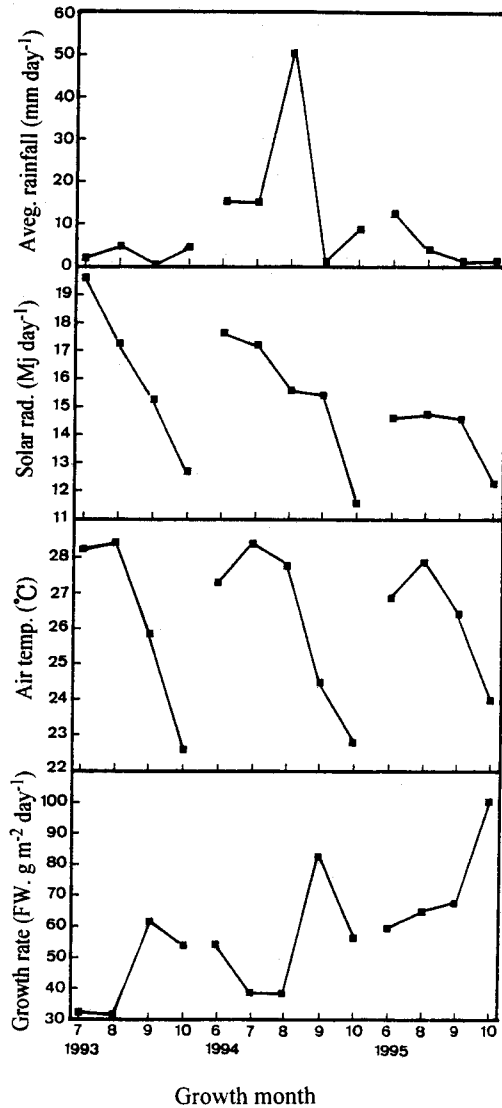


Fig. 1. The monthly averages of rainfall, air temperature and solar radiation during growth period (sowing to harvest, about 28 days) and growth rate in fresh weight of pak-choi at station farm.

Table 1. Summarized result of multiple regression analysis for determining growth rate in fresh weight (Y) of pak-choi and climatic factors during 1993-1995.

R	df	Regression equation							Partial correlation coefficient					
		a	TE	TE ²	TA	TI	SR	RF	TE	TE ²	TA	TI	SR	RF
0.925*	6, 6	-2634.84	193.44	-4.29	8.85	16.71	-3.70	-0.45	20.14 (43.3)	-22.92 (49.3)	0.91 (1.9)	1.77 (3.8)	-0.41 (0.8)	-0.30 (0.6)
0.826**	2, 10	-2319.52	192.69	-3.86					20.06 (49.2)	-20.64 (50.7)				

TE, TA, TI, SR, RF: Values of mean, maximum, minimum temperature (°C), solar radiation (MJ m⁻²) and precipitation (mm), respectively.

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

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，在此進行複迴歸分析，其結果列於表 1。由表 1 可看出鳳山白菜之生長速率與平均氣溫、平均氣溫之平方、日射量、降雨量、最高氣溫、最低氣溫間呈顯著之迴歸關係(P<0.05)，再從其標準淨迴歸係數之大小觀之，發現其生長速率受平均氣溫及其平方之影響最大，即鳳山白菜之生長速率主要受氣溫的影響。據翁(1994)指出，在夏季高溫時白菜之根部吸水能力低下，使葉片水分潛勢降低，導致氣孔關閉，抑制蒸散作用，使葉溫上昇，而葉溫上昇將會抑制光合作用，且葉溫過低亦不利於光合作用⁽⁴⁾。在 1988 年松尾⁽⁷⁾亦指出，溫度太高或過低不僅影響根部的吸水能力，亦限制無機成分的吸收。因此本試驗中可發現高溫或低溫下皆不利於鳳山白菜之生長，是以氣溫之影響屬二次曲線之型式(圖 2)，此點符合環境生理學之規律⁽⁵⁾。翁⁽³⁾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 °C。筆者⁽¹⁾於 1995 年先就 1993 至 1994 兩年之結果加以檢討，亦發現鳳山白菜之生長最適溫在 25 °C 左右，而本試驗亦再次證實鳳山白菜在 25 °C 之生長速率最高。

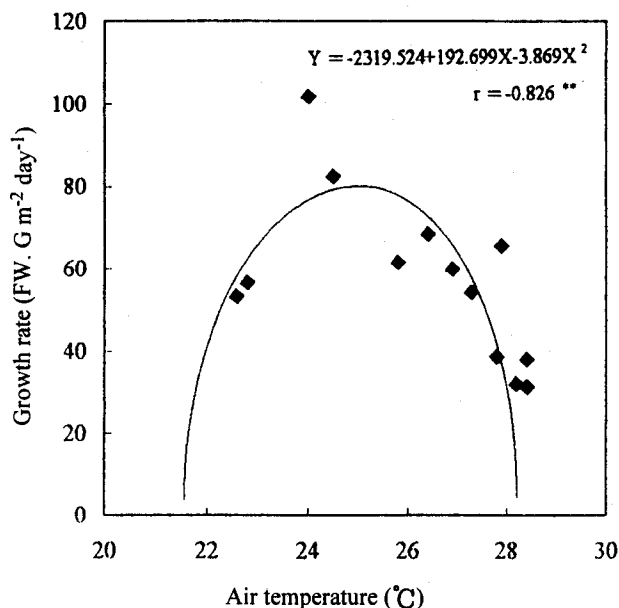


Fig. 2. The relationships between growth rate in fresh weight of pak-choi and temperature. (**: P<0.01)

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少，唯從圖 1 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。因此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)。

$$GRd = \frac{GRe - GR}{GR} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

由表 1 之迴歸分析中，可看出鳳山白菜之生長速率主要受到氣溫之影響。所以本試驗利用圖 2 所示之迴歸方程式，將各月白菜生長期間（播種至收穫）之平均氣溫代入算得 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。

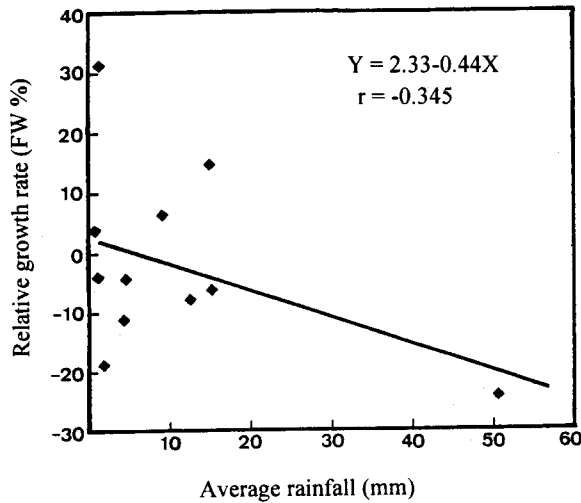


Fig. 3. The relationship between relative growth rate of pak-choi and average rainfall.

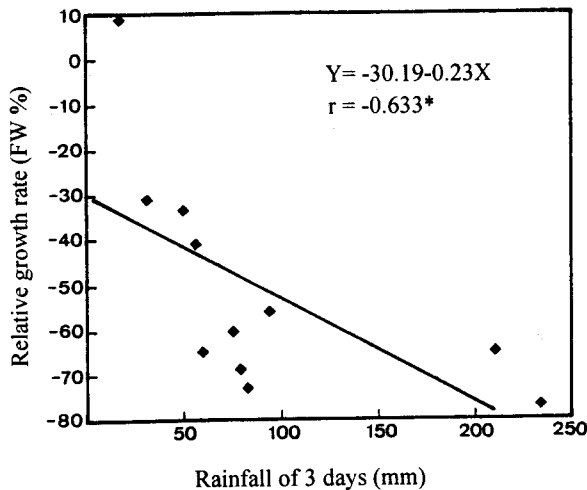


Fig. 4. The relationship between relative growth rate of pak-choi and rainfall of 3 days. (*: P<0.05)

圖 3、4 顯示 GRd 與降雨量之關係，圖 3 中可看出 GRd 與平均降雨量之相關係數雖不顯著，但仍可看出其相對生長速率(Relative growth rate)有隨降雨量之增加而降低之趨勢，而圖 4 則顯示連續 3 日之降雨使相對生長速率顯著的降低，即連續 3 天下雨時，降雨量累積至 100 mm 時，鳳山白菜之生長速率約降低 50~60 %。楊氏⁽²⁾在高屏地區調查，指出露地栽培小白菜時，若積水達 12 小時以上，則植株腐損率可達 60 % 以上，顯示連續降雨之積水對小白菜生育有極大之影響。據翁等⁽³⁾指出，降雨量愈大生長速率則愈低，其中以三日間之合計最大雨量影響最大，每增加 100 mm，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。其與本試驗之差異，可能在於其試驗涵蓋本省六個地區，樣本數較多，而本試驗僅限於本場一處，使得兩者間之準確度有所差異，但仍可看出降雨量對小白菜生長是負面的影響。

翁⁽⁴⁾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。另有學者⁽⁶⁾指出，高光照下有利植株生長。但在表 1 之迴歸分析中，顯示鳳山白菜之生長速率受到日射量之影響很小，單相關係數亦不顯著，甚至呈負相關，造成此差異之原因，可能是因高日射量常伴隨著高溫（本試驗之平均氣溫與日射量之相關係數為 0.819， $P < 0.01$ ），而高溫對小白菜生長的抑制效應常凌駕於日射量對小白菜生長的促進效應，是以分析結果常顯示溫度的效應所致。

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 計畫補助經費，謹致謝忱。

參考文獻

1. 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。
2. 楊紹榮。1995。穴盤苗用於夏季短期葉菜之促成栽培。興農 351 期 pp.79-80。
3. 翁仁憲。1994。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。
4. 翁仁憲。1994。農業氣象之研究法 pp.41-60。楊純明編著，中華農業氣象學會。
5. 翁仁憲、漆匡時、許苑培、戴振洋、郭孚耀、林文助、楊文振、陳任芳。1996。氣象因子對不同地區小白菜生育之影響。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
6. 武田友四郎。1972。光合成物質生產かりみた栽培理論。戶川義次監修。多收品種論。作物の光合成と物質生産 pp. 296-302。養賢堂，東京。
7. 松尾孝嶺。1988。環境農學概論 pp.75。農山漁村文化協會，東京。
8. Berry, J. and O. Bjorkman. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants Ann. Rev. Plant Physiol. 30:5-43.
9. Fitter, A. H. and R. K. M. Hay. 1981. Environmental physiology of plant. pp. 171-178. Academic Press, New York.

Influence of Climatic Factors on the Growth Rate of Pak-choi at Taoyuan DAIS

Meng-huei Lin, Yuan-pei Hsu and Shueh-kun Chang

Summary

Pak-choi (*Brassica Chinensis*, cv. Feng-Shan) was adopted to study the effects of planting dates on growth rates at the same location. Results indicated that the growth rate in fresh weight of pak-choi was mainly influenced by the air temperature and rainfall. By correlation and multiple regression analysis, the growth rate in fresh weight was decreased when the air temperature was increased or decreased. The optimum air temperature for pak-choi growth was about 25 °C. And the growth rate was decreased with increasing of rainfall, especially the successive rainfall of 3 days in the growth period of pak-choi. The growth rate was decreased about 50-60 %.

Key words: Pak-choi, Growth rate, Climatic factors.