ISSN 0376—477X

中華農業研究

第四十四卷　　第四期

目　次

水稻與陸稻在水田栽培下期作間生長及產量之差異 …賴明信　楊純明　郭益全…379
白米直鏈澱粉含量與澱粉崩解黏度之雜種優勢與
　組合力（英文） ……郭益全　偉伯比爾　史譚索詹姆士…391
試區形狀及方向對稻作田間試驗準確度之影響 ……呂椿棠　呂秀英…403
春作綠肥作物適合性之評估 ……黃惠娟　曹文隆　張愛華…413
十字花科蔬菜抗根瘤病之研究 ……林俊義　黃秀華…420
利用色層分析與電泳法探討番茄聚血素與抗青枯病菌之關係(英文) ……林俊義…430
貯藏溫度與藥劑處理對蝴蝶蘭切花品質之影響 ……黃肇家　陳雪姿　王自存…439
影響土壤添加物—AR3防治百合白絹病之因子 ……謝廷芳　杜金池…456
紅外線香菇乾燥與自動監控系統之建立 ……賴建洲　周廷弘　梁連勝…464
種子乾燥調製自動控制系統之建立 ……賴建洲　方　煒　謝建家…470
溫室環境模式於花卉設施栽培之應用 ……陳加忠　林瑞松…483
微波爐應用於穀物含水率之量測研究 ……陳加忠　曹之祖…499
甜玉米田間局部噴佈蘇力菌（*Bacillus thuringiensis*）防治
　亞洲玉米螟（Ostrinia furnacalis）效果評估（簡報） ……余志儒…515

中華民國八十四年十二月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：379～390（1995）

水稻與陸稻在水田栽培下期作間生長及產量之差異[1]

賴明信　楊純明　郭益全[2]

摘要：本文旨在探討水稻與陸稻兩生態群在水田栽培下生長與產量之差異，並比較其在不同栽培季節之表現，試驗於1994年一、二期作在臺灣省農業試驗所農場進行。由生長性狀之變方分析發現，一期作族群50%抽穗期時兩生態群間僅植株分蘖數差異顯著，至收穫期除植株生質量外其餘性狀均差異顯著；二期作株高與分蘖數於抽穗期及收穫期時皆差異顯著。由產量及產量構成要素變方分析顯示，生態群間達顯著差異之性狀一期作有穗數、粒數、稔實率及千粒重，二期作有穗數、穗長、千粒重及實測產量。兩生態群之生長性狀與實測產量相關分析結果顯示，實測產量與生長性狀之相關性隨生育時期之不同而有變化。而實測產量與產量構成要素及收穫指數間之相關性，一期作水稻產量與穗數及一穗粒數呈顯著正相關，與穗長呈顯著負相關；陸稻則與穗數、稔實率、一穗粒數、千粒重及收穫指數皆呈顯著正相關。二期作水稻產量僅與一穗粒數呈顯著正相關，陸稻則與穗數、稔實率及收穫指數呈顯著正相關。將兩期作皆相同之陸稻品種生育性狀合併分析，結果顯示除了抽穗期時之分蘖數及植株生質量外，其餘生長性狀期作間差異皆顯著。而抽穗期時之株高及植株生質量和收穫期之葉面積及分蘖數品種與期作間具有顯著交感效應。除千粒重及收穫指數外，實測產量及其他產量構成要素期作間差異均顯著，而稔實率、千粒重、收穫指數及穗長等性狀品種與期作間則具有交感效應存在。

關鍵詞：水稻、陸稻、品種、生長、產量、期作。

臺灣地區屬海島型氣候，由於特殊的地理與地形條件及降雨量分佈的不均，水資源非常有限。近年來又由於地球生態遭受嚴重破壞，全球氣候變化異常，連帶造成臺灣地區水資源日感缺乏。楊[3]指出從1945年至1993年乾旱造成的災害損失居我國農業氣象災害損失的第三位，全期估計損失總值約四十六億四千萬元，發生率67.35%，平均每年損失近九千萬元，顯見本地區缺水的嚴重性及水資源利用問題亟待解決的迫切性。

McCauley et al.[19]以12個商用水稻品種爲材料，施以噴灌處理（sprinkler irrigation），比較其產量與正常水田栽培時之差異，發現品種間相對產量差異爲56～102%。Westcott and Vines[22]以6個水稻品種爲材料，亦發現噴灌處理產量較一般水田栽培減產，幅度從16%～32%不等，品種間差異甚大。由此可見，水稻的水分利用效率及耐／抗旱能力品種間具有明顯的差異存在，而且耐／抗旱能力強的品種其產量受水分環境因子的影響相對較小。作物的生長與發育是其遺傳潛能與環境相互作用的結果[11]，因此作物的產量與品質可經由培育適應該特定環境的基因型及施與適當的栽培管理方法加以改進。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1807 號。
2. 本所農藝系助理及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Chang and Vergara[10]曾指出，一般而言陸稻品種（系）比水稻具有較深廣之根系及較高耐／抗旱能力。此可能因陸稻品種之根系生長較密而且深，根莖比較高[9,20]，根的導管數與導管面積均較多且大[16]，並且有較高的葉片氣孔阻力[17]，較厚的葉角質層[23]，以及較容易捲曲的葉片[14]。在缺水況狀下，陸稻比水稻具有較佳的光合成速率與葉片水分平衡[15]，但葉片水分潛勢之調節能力則較差[12,13]。Chang et al.[8] 指出經由雜交選拔出具有粗根、較密根系、較高根莖比及當面臨乾旱時葉片會適時下垂並卷曲等形態特性，且具備有高產、大粒及適當分蘗能力的植株是可行的。而 Mambani and Lai.[18] 亦指出陸稻根系分佈之深度與密度隨品種之不同有相當大的差異，Bashar et al.[7] 另指出導管面積乃由主效基因控制具有累加性效應。

Chang et al.[8] 曾觀察比較陸稻與水稻於乾（濕）季栽種時生長形態及產量之差異，發現大部分的陸稻品種具有低分蘗性、植株較高、容易倒伏及葉片下垂等缺點。但面臨水分逆境時，陸稻所受之傷害較輕，不稔穗產生較少。惟陸稻在湛水栽培下之產量潛能評估，尚無完整資料可供參考，尤其是產量構成要素等性狀之調查資料更是闕如。再則，過去本省亦曾選育出若干陸稻品種（系），而且我國的國家作物種原庫中亦保存不少陸稻品種（系），但對於這些品種（系）吾人除概略知道其外部性狀外，對於其在本省特有的第一、二期作不同生育環境下之生長及產量表現則不清楚，是否有品種（系）可以直接推廣利用猶待探討。

本文試驗從國家作物種原庫中預選出農藝性狀較佳之若干陸稻品種與水稻同地栽植，施以本省一般慣行之水稻栽培管理，調查、比較其在期作間之生長性狀、產量及產量構成因子，據以了解陸稻品種栽種於水田之生產表現，以作爲未來陸稻水田栽培及水稻抗／耐旱育種之參考。

材料與方法

本文研究採用之試驗材料係自設於臺灣省農業試驗所國家種原中心之稻作種原庫逢機選取背景不同而農藝性狀較佳之陸稻及水稻品種（系）參試（如表1）。1994年第一期作取水稻 4 個品種、陸稻15個品種（系）種植於臺灣省農業試驗所農場，而第二期作則參考前期作結果選取產量及農藝性狀較佳的水稻品種 3 個及陸稻品種（系）7個栽種。參試品種（系）之秧苗經育苗約四週（一期作）或三週（二期作）後插植，秧苗先經初步篩選出生長勢與葉齡指數較一致者。試驗小區面積爲 7m×2m，種植 6 行，行株距 30cm×15cm，單本植。一期作於插植一週後第一次補植，二週後第二次補植；二期作則於插植三天後第一次補植，一週後第二次補植，以確保本田初期不會有缺株現象發生。

田間管理依慣行方法施行，基肥爲臺肥39號（N：P_2O_5：K_2O=12%：18%：12%）400kg/ha，追肥爲硫銨（400kg/ha）分別於分蘗盛期、孕穗期及殼粒充實期各施一次。病蟲害之防治，一、二期作物以22.5%陶斯松乳劑（1.8L/ha）、45%一品松乳劑（1.0L/ha）、25%歐殺松乳劑（2.0L/ha）、及25%布芬淨粉劑（0.8kg/ha）混合施用，稀釋500倍。一期作於移植後56天及80天，二期作則於20天及40天各噴施一次。

當小區50%之族群抽穗時進行第一次取樣，每小區取 6 株，調查株高、分蘗數、葉面積及地上部之植株生質量（以 80°C 持續烘乾48小時後稱取之乾物重）。葉面積係以 LI-3,000面積儀（Li-Cor Inc., USA）測定。成熟時進行第二次取樣，株數同第一次，調查項目除前次調查之性狀外，並加上穗數、穗長、一穗結(稔)實粒數、總粒數及千粒重。另刈取 10m² 面積植株之稻穀估算公頃產量，稱爲實測產量（measured yield），而由調查之產量構成因子估算而得者稱之爲估計產量（estimated yield）。田區設計採逢機完全區集（RCBD），三重複。各項試驗資料予以統計變方分析及 LSD 比測，比較品種間產量及調查之農藝性狀差異顯著性，並計算產量與農藝性狀之相關係數。

表 1. 本試驗參試之水稻及陸稻品種（系）
Table 1. Rice varities, sources and cropping seasons used in this study.

Variety	Source	Crop season
	Lowland varieties	
Tainung 67	Taiwan	1st/2nd crop
Nohrin 9	Japan	1st crop
Nohrin 1	Japan	1st crop
Nohrin Mochi 4	Japan	2nd crop
Nohrin 12	Japan	2nd crop
Kwang-Fu-Sang-Nou	Mainland	1st crop
	Upinland varieties	
Fukutomi	Japan	1st/2nd crop
Omachi	Japan	1st/2nd crop
Tainung Sel. 2	Taiwan	1st/2nd crop
Tainung Sel. 1	Taiwan	1st/2nd crop
Kuroca	Japan	1st/2nd crop
Ohhobatwase No. 123	Japan	1st/2nd crop
M1—48	Philippines	1st/2nd crop
Nan Lu 1	Taiwan	1st crop
Nan Lu 2	Taiwan	1st crop
Tokjyosinceyauo	Japan	1st crop
Tung Lu 1	Taiwan	1st crop
Tung Lu 2	Taiwan	1st crop
Orazoo	Japan	1st crop
OS4	W. Africa	1st crop
Tung Lu 3	Taiwan	1st crop

結　果

一、水陸稻期作間生長性狀間差異

表 2 爲參試品種（系）族群50%抽穗時期及收穫時期生長性狀之變方分析，若依稻之生育習性區分爲水稻及陸稻兩種生態群，由表可發現，一期作族群50%抽穗時期時兩生態群除植株分蘖數差異呈極顯著外，其他性狀皆不顯著；至收穫期除了植株生質量差異依然不顯著外，其餘性狀則呈顯著或極顯著。二期作兩生態群之株高及分蘖數於抽穗期或收穫期時皆呈差異極顯著，但葉面積及植株生質量則不顯著。若比較生態群內品種間之生長性狀差異，一期作水稻品種間於族群50%抽穗時期除葉面積差異不顯著外，其他性狀差異皆極顯著；而至收穫期時所有性狀差異則皆極顯著。陸稻品種間分蘖數於族群50%抽穗時期及收穫期時差異皆不顯著，而株高及葉面積差異則呈極顯著；植株生質量於族群50%抽穗時期差異呈極顯著，至收穫時期差異反不顯著。二期作水稻品種間兩次調查時期株高及分蘖數等性狀差異皆呈極顯著，葉面積於族群50%抽穗時期差異極顯著，至收穫期時差異反不顯著；植株生質量則相反。陸稻品種間之株高於兩次調查時期差異皆呈極顯著，分蘖數差異則呈不顯著；葉面積於族群50%抽穗時期差異不顯著，至收穫時期時差異反呈極顯著，植株生質量則相反。

表 2. 1994年一、二期作水、陸稻50%抽穗期及收穫期時生長性狀之變方分析

Table 2. Analysis of variance on growth characters of the lowland and upland rice varieties measured at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Crop season	SV	DF	Mean square							
			50% heading				Harvest			
			PH[z]	TN	LA	PB	PH	TN	LA	PB
1st crop										
	Blocks	2	193**	8	20,975	117	18	1	31,667	38
	Groups	1	49	13**	412,468	8	43*	11**	402,393**	21
	Lowland	3	216**	51**	175,806	598**	1,407**	11**	262,883**	348*
	Upland	14	711**	7	375,547**	582**	362**	11	65,530**	293
	Error	36	21	4	126,296	38	9	3	23,392	160
2nd crop										
	Blocks	2	2	1	35,427	27	10	1	7,469	9
	Groups	1	1,038**	23**	13,160	24	7,552**	45**	327,747	26
	Lowland	2	244**	14**	483,121**	46	192**	17**	32,844	441**
	Upland	6	320**	8	32,461	136**	465**	6	118,247**	11
	Error	18	18	2	33,539	26	17	3	11,883	45

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
[z] PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass.

表 3 爲各參試品種族群50%抽穗時期及收穫時期時生長性狀之平均值。一期作族群50%抽穗期時陸稻品種中計有本省選育之東陸 1 號及東陸 3 號、菲律賓之 M1-48 及西非之 OS4 株高超過140公分，而株高最矮爲臺農選 1 號之110公分，此時臺農67號株高爲116公分。分蘖數以東陸 3 號的14.8支最高，Fukutomi 的14.0支次之，OS4 之9.7支最低，而臺農67號之分蘖數則爲14支。葉面積以 M1-48 達 2,892.5cm²/hill 最高，以 OS4 之1,480.5cm²/hill 最低，而臺農67號之葉面積爲2,568.8cm²/hill。植株生質量以 M1-48 之75.3公克最高，南陸 2 號之25.5公克最低，而臺農67號亦高達60.2公克。至收穫期，陸稻品種之株高皆較臺農67號爲高，其中超過140公分者就有 6 個；分蘖數以南陸 1 號及臺農選 1 號之15支大於臺農67號之14.2支最高，而以 OS4 之10.1最低。收穫時期葉面積之多寡代表植株生育後期老化程度的快慢，陸稻品種老化之程度皆較臺農67號爲快，其中以 M1-48 及臺農選 1 號最快，東陸 1 號及 OS4 較慢。

二期作族群50%抽穗期時，陸稻品種之株高均較臺農67號之87.7公分爲高，其中以 Fukutomi 之128.7公分最高，Omachi 之99.6公分最矮；分蘖數除 M1-48 及 Ohhobatwase No. 123 較臺農67號之11.7支低外，其他品種均較臺農67號高。所有參試陸稻品種之葉面積以臺農選 1 號及 M1-48 較高，但均不及臺農67號之葉面積；植株生質量除 M1-48 外均較臺農67號爲高，其中以 Fukutomi 高達45.1公克最重。至收穫期，除 M1-48 株高有明顯增加外，其他陸稻品種之株高幾乎沒有什麼變化；葉面積除了 Fukutomi 明顯減少外，其他陸稻品種或高於或與臺農67號差異不明顯；而所有的陸稻品種植株生質量則皆不及臺農67號。

表 3. 1994年一、二期作水、陸稻50%抽穗期及收穫期時生長性狀平均值之比較

Table 3. The growth characters of rice varieties measured at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994

Crop season Variety	50% heading				Harvest			
	PH[z]	TN	LA	PB	PH	TN	LA	PB
	cm	no/hill	cm/hill	g/hill	cm	no/hill	cm/hill	g/hill
1st crop				Lowland varieties				
Tainung 67	116	14.0	2,569	60.2	116	14.2	758	71.9
Nohrin 9	126	9.8	1,989	28.7	127	11.5	85	71.1
Nohrin 1	123	10.4	2,181	32.1	129	10.3	243	58.4
Kwang-Fu-Sang-Nou	136	7.3	2,290	37.2	166	8.8	503	84.7
LSD(0.05)	13	2.62	553	8.1	5	2.7	349	12.6
				Upland varieties				
Fukutomi	119	14.0	1,676	29.5	152	14.8	48	70.8
Nan Lu 1	113	13.3	2,535	30.9	130	15.0	191	77.0
Omachi	118	12.7	2,064	30.3	127	13.2	74	61.1
Tainung Sel. 2	118	13.4	2,138	33.3	128	15.0	199	88.3
Tainung Sel. 1	110	12.6	2,016	33.4	122	12.3	0	52.8
Kuroca	116	12.3	2,168	29.9	127	13.7	330	73.4
Ohhobatwase No. 123	118	13.2	2,303	33.7	133	13.3	278	66.2
Nan Lu 2	112	10.7	1,695	25.5	125	14.2	50	66.8
Tokjyosinceyauo	118	13.1	2,194	29.5	133	13.3	92	67.5
Tung Lu 1	149	12.8	1,925	55.2	146	12.9	436	86.3
Tung Lu 2	132	10.4	1,880	42.7	134	11.1	210	70.8
Orazoo	127	11.2	1,939	29.1	143	11.4	174	55.6
OS4	154	9.7	1,481	43.6	157	10.1	402	76.1
Tung Lu 3	147	14.8	1,821	57.2	149	14.2	383	63.6
M1—48	149	10.6	2,893	75.3	150	10.3	0	74.0
LSD(0.05)	7	3.3	622	11.2	5	3.0	246	23.4
LSD(0.05)	8	3.1	588	10.3	5	2.9	253	20.9
2nd crop				Lowland varieties				
Tainung 67	88	11.7	1,551	31.0	103	11.7	388	58.2
Nohrin Mochi 4	99	15.7	1,158	36.5	104	15.8	342	54.4
Nohrin 12	90	15.2	948	28.9	89	15.0	188	35.6
LSD(0.05)	11	4.1	430	11.6	12	3.1	204	14.4
				Upland varieties				
Tainung Sel. 1	100	13.3	1,353	32.6	100	13.0	375	46.8
Omachi	100	12.7	1,186	33.8	99	12.6	358	47.3
Fukutomi	129	14.2	1,089	45.1	128	14.8	8	50.3
Tainung Sel. 2	100	12.9	1,120	36.0	99	12.4	423	46.3
Ohhobatwase No. 123	106	11.5	1,250	31.5	105	11.3	333	48.0
Kuroca	103	12.4	1,094	36.7	104	12.9	428	44.2
M1—48	109	9.0	1,295	22.7	122	9.9	683	48.7
LSD(0.05)	8	2.5	329	9.7	8	2.1	128	10.0
LSD(0.05)	7	2.5	314	8.7	7	2.7	187	11.5

[z] PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass.

二、產量與產量構成因子問題之差異

表 4 爲估計產量、產量構成要素及實測產量之變方分析表，生態群間一期作差異呈極顯著的性狀有穗數、粒數、稔實率及千粒重，二期作則有穗數、穗長、千粒重及實測產量。水稻品種間一期作之估計產量、實測產量、產量構成要素及收穫指數等性狀皆呈差異極顯著，二期作除稔實率及收穫指數外，其餘性狀皆差異極顯著。陸稻品種間一期作除稔實率差異不顯著外，其餘性狀差異呈極顯著；二期作穗數、收穫指數及估計產量差異不顯著，其他性狀差異則顯著。

表 4. 1994年一、二期作水、陸稻估計、實測產量及產量構成要素之變方分析

Table 4. Analysis of variance on the estimated yield, the measured yield and yield components of the lowland and upland rice varieties for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Crop season SV	DF	Mean Square							
		PN[z]	PL	GPP	PEG	GW	HI	EY	MY
1st crop									
Blocks	2	1	4*	53	0.02**	25**	0.004	4,255,976**	2,000,572
Groups	1	15**	4	1,207	0.13**	41**	0.001	155,375	518,694
Lowland	3	15**	33**	4,737**	0.02**	1**	0.027**	6,555,880**	6,914,702**
Upland	14	8**	10**	977**	0.03	8**	0.040**	2,180,888**	1,837,075**
Error	36	2	1	162	0.00	3	0.002	464,548	625,469
2nd crop									
Blocks	2	0	2	66	0.00	0	0.001	371,126	175,569
Groups	1	51**	38**	358	0.01	53**	0.000	359,748	1,222,462**
Lowland	2	13**	16**	2,540**	0.00	11**	0.001	8,310,242**	3,945,735**
Upland	6	5	12**	861*	0.01*	58**	0.010	808,849	1,472,686**
Error	18	2	1	237	0.00	1	0.001	877,689	16

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

[z] PN: panicle number, PL: panicle length, GPP: grains per panicle, PFG: percent filled grains, GW: 1000-grain weight HI: harvest index, EY: the estimated yield, MY: the measured yield.

若進一步審視參試品種兩期作之平均值（表5），可發現第一期作陸稻品種之穗數以南陸 1 號之13.1穗高於臺農67號之11.9穗爲最多，以 M1-48 之7.7穗最少。穗長除 Omachi 較臺農67號之20.5公分爲短外，所有陸稻品種之穗長均較臺農67號爲長。稔實率陸稻品種除了 Ohhobatwase No. 123 及 Orazoo 較臺農67號之77.3%高外，其餘品種均較低。一穗粒數陸稻品種中較臺農67號爲高者有 Fukutomi、南陸 3 號及 M1-48 。千粒重除東陸 1 號外，其餘陸稻品種均較臺農67號之25.5公克重。收穫指數除了 OS4、東陸 3 號及 M1-48 較臺農67號之41%爲低外，其餘陸稻品種均較高。所有參試之陸稻品種的實測產量雖皆較臺農67號6,820公斤／公頃爲少，但品種間之差異甚大，OS4 之稻穀產量每公頃3,830公斤，而Fukutomi 及南陸 1 號每公頃則高達6,670公斤。

二期作陸稻品種之穗數以 Omachi 之11.5穗最高， M1-48 之7.6穗最低，而臺農67號爲10.6穗。穗長除 Fukutomi 及 M1-48 外，其餘陸稻品種均較臺農67號爲短。稔實率除 Omachi 與臺農67號皆爲82%，其餘陸稻品種均較低。一穗粒數除 Fukutomi 及 M1-48 較臺農67號爲多外，其餘皆較臺農67號少。千粒重所有參試之陸稻品種均較臺農67號爲重，收穫指數除 Kuroca 及 M1-48 較臺農67號之50%爲低，其餘品種均高於或等於臺農67號。而所有的陸稻品種之估計產量或實測產量均不及臺農67號，但臺農選 1 號及 Omachi 與臺農67號差異不顯著。

表 5. 1994年一、二期作水、陸稻估計、實測產量及產量構成要素平均值之比較

Table 5. The estimated yield, the measured yield and yield components of rice varieties for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994

Crop season Variety	PN[z]	PL	GPP	PFG	GW	HI	EY	MY
	no/hill	cm/hill	%	no/hill	g	kg/ha	kg/ha	
1st crop				Lowland varieties				
Tainung 67	11.9	20.5	77.3	125.9	25.5	0.41	6,560	6,850
Nohrin 9	10.3	21.6	74.7	149.8	24.6	0.57	6,390	6,050
Nohrin 1	10.4	22.7	87.7	121.2	26.0	0.52	6,390	5,800
Kwang-Fu-Sang-Nou	6.6	28.0	90.7	118.0	25.6	0.37	3,500	3,330
LSD(0.05)	2.1	3.5	10.5	13.0	1.7	0.04	1,660	1,640
				Upland varieties				
Fukutomi	10.5	25.8	75.0	150.2	26.2	0.53	7,060	6,670
Nan Lu 1	13.1	23.6	66.7	122.1	28.4	0.56	6,800	6,670
Omachi	12.1	20.2	74.0	105.6	29.0	0.56	6,070	6,420
Tainung Sel. 2	12.6	22.0	72.7	119.9	26.9	0.58	6,610	6,420
Tainung Sel. 1	11.7	21.2	75.0	120.3	25.6	0.55	5,990	6,350
Kuroca	12.6	20.7	74.7	106.6	28.6	0.55	6,370	6,170
Ohhobatwase No. 123	11.0	22.4	80.0	108.1	28.8	0.52	6,100	6,170
Nan Lu 2	12.4	22.4	71.3	112.7	26.9	0.55	5,880	5,680
Tokjyosinceyauo	13.0	22.8	70.0	113.1	28.8	0.53	6,550	5,680
Tung Lu 1	11.1	20.6	73.3	133.9	24.0	0.44	5,800	5,430
Tung Lu 2	10.3	24.5	75.0	110.3	28.2	0.49	5,310	5,430
Orazoo	12.1	24.1	82.3	99.7	25.4	0.48	5,590	5,190
OS4	8.9	21.1	75.7	107.4	29.5	0.30	4,760	5,060
Tung Lu 3	9.1	20.6	53.3	143.4	26.4	0.30	4,040	3,830
M1—48	7.7	25.2	47.0	195.4	29.4	0.24	4,620	4,990
LSD(0.05)	2.1	1.6	7.5	18.6	3.0	0.07	1,080	1,350
LSD(0.05)	2.2	1.9	7.5	21.4	2.7	0.06	1,130	1,310
2nd crop				Lowland varieties				
Tainung 67	10.6	20.4	82.0	130.5	24.8	0.50	6,260	5,730
Nohrin Mochi 4	14.2	17.1	79.3	84.1	27.8	0.50	5,880	5,670
Nohrin 12	14.2	15.9	73.0	57.8	24.2	0.47	3,990	3,720
LSD(0.05)	3.8	1.9	10.0	32.3	1.5	0.06	1,890	590
				Upland varieties				
Tainung Sel. 1	11.0	19.0	72.3	91.8	31.0	0.50	5,040	5,540
Omachi	11.5	18.4	82.0	83.5	31.8	0.57	5,550	5,260
Fukutomi	9.6	21.8	75.3	139.5	23.1	0.50	5,170	4,910
Tainung Sel. 2	10.2	19.3	75.3	99.5	30.1	0.53	5,110	4,570
Ohhobatwase No. 123	11.0	20.2	75.7	91.5	28.9	0.50	4,890	4,380
Kuroca	10.2	19.2	64.0	81.7	32.9	0.43	3,210	3,560
M1—48	7.6	24.1	75.7	160.4	21.6	0.40	4,420	3,970
LSD(0.05)	1.7	1.1	10.6	39.6	1.9	0.07	1,357	750
LSD(0.05)	2.4	1.3	10.2	40.5	1.8	0.06	1,610	670

[z] PN: panicle number, PL:panicle length, GPP: grains per panile, PFG: percent filled grains, GW: 1000-grain weight, HI: harvest index, EY: the estimated yield, MY: the measured yield.

三、產量與主要農藝性狀間之相關

爲了解兩生態群之實測產量與生長性狀之關係，以各生態群品種之生長性狀與實測產量求相關係數，結果如表6。在一期作水稻品種之實測產量與抽穗期及收穫期之株高呈顯著或極顯著負相關，而與分蘗數呈顯著或極顯著正相關，與兩調查時期之葉面積及植株生質量相關性不顯著。陸稻品種之實測產量與抽穗時期之株高呈極顯著負相關，與植株生質量呈顯著負相關，而與收穫期之株高及葉面積呈顯著負相關。在二期作水稻品種之實測產量與抽穗時期之葉面積及植株生質量均呈極顯著正相關，而與收穫時期之株高及植株生質量呈極顯著正相關。陸稻品種之實測產量與抽穗時期之分蘗數呈顯著正相關，與收穫時期之分蘗數呈極顯著正相關，而與葉面積則呈顯著負相關。此結果顯示，實測產量與生長性狀之相關性隨生育時期之不同而有變化。

表 6. 1994年一、二期作水、陸稻實測產量與50%抽穗期及收穫期時之生長性狀

Table 6. The correlation coefficients between the measured yield and growth characters of rice at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Variety	50% heading				harvest			
	PH[z]	TN	LA	PB	PH	TN	LA	PB
				1st crop				
Lowland	−0.56*	0.65*	0.18	0.37	−0.87**	0.81**	0.10	0.42
Upland	−0.51**	0.01	0.02	0.46*	−0.36*	0.27	−0.36*	0.12
				2nd crop				
Lowland	0.31	−0.37	0.82**	0.41*	0.82**	−0.42	0.53	0.84**
Upland	0.04	0.43*	0.09	0.23	0.08	0.62**	−0.42*	0.34

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
z PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass.

表 7 爲實測產量與產量構成要素及收穫指數之相關係數，於一期作水稻品種之實測產量與穗數及一穗粒數呈顯著或極顯著正相關，與穗長呈極顯著負相關，與稔實率、千粒重及收穫指數相關係數不顯著。而陸稻品種之實測產量則與穗數、稔實率、一穗粒數、千粒重及收穫指數呈顯著或極顯著正相關，惟與穗長關係不顯著。於二期作水稻品種之實測產量僅與一穗粒數呈極顯著正相關，與其它性狀之關係不顯著；而陸稻品種之實測產量與穗數、稔實率及收穫指數呈顯著或極顯著正相關，與穗長、一穗粒數及千粒重關係不顯著。

表 7. 1994年一、二期水 、陸稻實測產量與產量構成要素之相關分析

Table 7. The correlation coefficients of the measured yield and yield components of rice for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Crop season	Variety	PN[z]	PL	PFG	GPP	GW	HI
1st crop	Lowland	0.83**	−0.78**	−0.43	0.87*	−0.01	0.43
	Upland	0.35**	0.16	0.47**	0.35*	0.31*	0.64**
2nd crop	Lowland	−0.40	0.62	0.19	0.81**	0.56	0.39
	Upland	0.55**	−0.33	0.45*	0.31	0.10	0.68**

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
z PN: panicle number, PL: panicle length, PFG: percent filled grains, GPP: grains per panicel, GW: 1000-grain weight, HI: harvest index.

四、陸稻品種之主要農藝性狀期作間之差異

為了解陸稻品種在本省慣行湛水栽培下，不同期作之氣候環境對其生育表現之影響，將兩期作皆相同之陸稻品種合併分析，結果顯示除了抽穗時期之分蘗數及植株生質量期作間差異不顯著外，抽穗時期及收穫期等生長性狀，兩期作間差異皆呈顯著或極顯著。而抽穗時期之株高及植株生質量、收穫時期之葉面積及分蘗數等生長性狀，品種與期作具有交感效應存在（表8）。產量及產量構成要素期作間皆呈差異極顯著，惟收穫指數及千粒重期作間差異不顯著（表9），稔實率、千粒重、收穫指數及穗長等性狀品種與期作具有極顯著或顯著之交感效應，而品種之實測產量與期作之交感效應則呈不顯著。

表 8. 1994年一、二期作陸稻品種（系）50%抽穗期及收穫期時生長性狀之綜合變方分析

Table 8. Analysis of variance on growth characters of the upland rice varieties at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

		Mean square							
		PH[z]		TN		LA		PB	
SV	DF	50% Heading	H	50% Heading	H	50% Heading	H	50% Heading	H
Crop(C)	1	22,012**	7,161**	1	13*	10,116,370**	603,884	157	5,148**
Error I	4	38	5	2	1	166,294	2,545	82	67
Variety(V)	6	486**	812**	11*	12**	276,495*	85,988**	215**	186
C*V	6	324**	8	1	7*	165,590	87,311**	745**	201
Error II	24	19	15	4	2	94,957	8,612	38	86

[z] PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass, H: harvest.
*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 9. 1994年一、二期作陸稻品種（系）實測產量及產量構成要素之綜合變方分析

Table 9. Analysis of variance on yield components of upland rice varieties at harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

SV	DF	Mean square						
		PN[z]	PL	GPP	PFG	GW	HI	MY
Crop(C)	1	11**	52.2**	1,263.7**	0.02**	4.0	0.002	25,884,590**
Error I	4	1	2.5	31.8	0.002	2.9	0.001	346,416
Variety(V)	6	13**	25.3**	120.7**	0.02**	29.6**	0.041**	1,797,941**
C*V	6	2	1.3	23.0	0.03**	34.6**	0.011**	574,890
Error II	24	1	0.4	14.7	0.00	1.3	0.002	448,981

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
[z] PN: panicle number, PL: panicle length, GPP: grains per panicle, PFG: percent filled grains, GW: 1000-grain weight, HI: harvest index, MY: the measured yield.

討　論

水稻與陸稻之區分除遺傳組成外，乃配合栽培方法的不同，水稻一般栽植於湛水狀況，陸稻栽植期間多不湛水，其栽培管理較似旱作物[5]。由本試驗調查的資料顯示，參試生態群內品種間的生長性狀變異性很大，兩生態群第一期作主要差異之生長性狀為株高、分蘗數及葉面積，第二期作主要差異之生長性狀為株高及分蘗數。Chang et al.[8] 指出在菲律賓以移植方式湛水栽培下，水稻品種之分蘗

數約爲陸稻品種的兩倍。雖然本試驗資料顯示兩生態群兩期作之分蘗數皆差異顯著，尤其將陸稻品種與本省之栽培品種臺農67號相較，第一期作大部分品種雖較低，但第二期作則大部分品種反較臺農67號爲高，此結果與前述不符，顯示陸稻品種在本省之湛水栽培下分蘗數並不遜於本省水稻栽培品種。第一期作陸稻生態群之株高高於水稻生態群，第二期作則相反，由此可知陸稻之株高性狀受栽培環境影響甚巨。葉面積於一期作差異顯著，二期作則不顯著，顯示參試之陸稻品種的葉片於高溫環境下，老化現象會提早發生。陸稻生態群在湛水情況下栽培，植株的生長勢明顯較水稻品種旺盛茂密，然而大部分陸稻品種之實際葉面積卻較水稻品種低，顯示本試驗參試之陸稻品種株型有進一步改良的需要。

稻穀產量由穗數，一穗粒數、稔實率、及千粒重等四項要素所構成，最高分蘗期前，其收量受單位面積穗數的支配，自最高分蘗期至抽穗前則主要受一穗粒數的支配，抽穗後則受稔實率及千粒重的支配[6]。一期作陸稻生態群的實測產量不遜水稻生態群，其中 Fukutomi、南陸一號、Omachi 及臺農選 2 號等公頃產量約達6.5公噸，與臺農67號之6.8噸／公頃相差無幾，顯示本省一期作之氣候環境適合陸稻品種生長。二期作陸稻生態群之實測產量則不如水稻生態群，惟臺農選 1 號及 Omachi 公頃產量高於 5 噸，究其產量構成要素以穗數及千粒重差異顯著，陸稻生態群之千粒重兩期作皆高於水稻生態群，因此穗數之多寡是影響二期作陸稻產量的最主要因素。選擇二期作有效分蘗高之陸稻品種較具有產量潛能。

松島[1]發現水稻產量百分之九十左右決定於抽穗後之同化生產物，蔡[4]亦指出秈粳稻抽穗後之葉面積指數與產量呈顯著正相關；因而抽穗後植株葉片黃化緩慢之品種較具有產量潛能。試驗資料顯示陸稻品種之各種產量構成要素皆不遜於臺農67號，收穫指數亦不差，一期作以產量構成要素乘積求得之估測產量有些品種甚至較臺農67號爲高，然而實測產量卻較臺農67號爲差，此與陸稻品種植株老化程度較臺農67號爲快可能有關（表3）。再則，本試驗之陸稻品種的實測產量與收穫期時之葉面積呈顯著負相關，此試驗結果之差異可能肇因於本試驗之收穫期乃以穗之基部穀粒尚餘數粒青穀粒時爲採收期，而品種間之黃熟速率不同，導致試驗結果不同。

又試驗資料顯示水陸稻二期作之產量與株高呈正相關，一期作則呈負相關，而參試陸稻品種之實測產量又與收穫指數呈正相關。林等[1]指出栽培種水稻之產量與株高呈正相關，此結果不受期作之影響。本試驗結果與其不符之原因乃一期作大部分的參試品種之株高皆高於栽培品種，而株高太高非但容易倒伏，而且易造成乾物質大量往莖、桿分配導致產量不佳。因此，將來在從事抗／耐旱性育種時降低株高及提高收穫指數爲應特別注意的課題。

陸稻品種抽穗時期的株高及收穫期的分蘗數及葉面積，品種與期作有交感效應存在，穗長、稔實率及收穫指數在品種與期作亦存有交感效應，然而實測產量與期作交感不顯著，由試驗資料中發現臺農選 1 號及 Omachi 在一、二期作實測產量表現不錯，或可利用於有暫時缺水之虞的地區栽種。

引用文獻

1. 林富雄、邱運全。1985。臺灣南部第二期作水稻育種之研究。第一、二期作水稻主要農藝性狀對產量影響之分析。中華農學會報 新 128：1—6。
2. 松島省三。1975。稻作的改良及技術。養賢堂。
3. 楊純明。1995。臺灣地區農業氣象災害（1945—1993）及因應之研究方向。中華農業氣象 2(1)：31—35。
4. 蔡金川。1984。水稻葉面積指數與產量之關係。中華農業研究 33：109—116。
5. 賴光隆。1992。糧食作物。11—49頁。黎明出版社。臺北。
6. 謝順景。1978。二、臺灣一、二期作稻產量構成要素及其他性狀表現之差異。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。49—59頁。行政院國家科學委員會出版。

7. Bashar, M. K., G. C. Loresto and T. T. Chang. 1992. Genetics tudies on root xylem vessels and their association with drought avoidance components in rice, *Oryza sativa* L. SABRAO J. 24(1) : 29—39.
8. Chang, T. T., G. C. Loresto and O. Tagumpay. 1972. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland rice varieties. pp. 645—660. In: Rice Breeding. IRRI, Los Banos, Philippines.
9. Chang, T. T., G. C. Loresto and O. Tagumpay. 1974. Screening rice germplasm for drought resistance. SABRAO J. 6(1) : 9—16.
10. Chang, T. T. and B. S. Vergara. 1975. Varietal diversity and morpho-agronomic characteristics of upland rice. pp. 72—90. In: Major Research in Upland Rice. IRRI, Los Banos, Philippinges.
11. Chang, T. T., G. C. Loresto, J. C. O'Joole and J. L. Armenta-Soto. 1982. Strategy and methodology of breeding rice for drought prone areas. pp. 217—224. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. IRRI, Los Banos, Philippines.
12. Cutler, J. M., K. W. Shahan and P. L. Steponkus. 1980a. Dynamics of osmotic adjustment in rice. Crop Sci. 20 : 310—314.
13. Cutler, J. M., K. W. Shahan and P. L. Steponkus. 1980b. Influence of water deficits and osmotic adjustment on leaf elongation in rice.Crop Sci. 20 : 314—318.
14. Dabney, S. M. and B. J. Hoff. 1989. Influence of water management on growth and yield of no-till planted rice. Crop Sci. 29 : 746—752.
15. Fukoshima, M. T., K. Hinta and S. Tsunoda. 1985. Varietal comparison on the responses of photosynthetic rate and leaf water balance at different soil moisture tensions in rice. Japan. J. Breed. 35 : 109—117.
16. Haque, A. K. G. E., T. T. Chang, N. M. Tepora and G. C. Loresto. 1988. Root and shoot characters of rice in relation to drought resistance under aeroponic and hydroponic culture. Bangladesh J. Plant Breed. Genet. 1 (1&2) : 18—25.
17. International Rice Research Institute. 1975. Annual report for 1974. IRRI, Los Banos, Philippines. 384pp.
18. Mambani, B. and R. Lai. 1983. Response of upland rice varietie s to drought stress. I. Relation between root system development and leaf water potential. Plant and Soil 73 : 59—72.
19. McCauley, G. N., L. R. Hossner and D. M. Nesmith. 1985. Sprink ler irrigation as an energy and water saving approach to rice production and management of riceland pests. Rep. Tr-134. Texas Water Resources Inst., College Station, T X.
20. Passioura, J. B. 1982. The Role of root system characteristics in the drought resistance of crop plants. pp. 71—82. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. IRRI, Los Banos, Philippines.
21. Tanaka, A., K. Kasano and J. J. Yamaguchi. 1966. Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. IRRI. Tech. Bull. 7.
22. Westcott, M. P. and K. W. Vines. 1986. A comparison of sprinkler and flood irrigation for rice. Agron. J. 78 : 637—640.
23. Yoshida, S. and E. de los Reyes. 1976. Leaf cuticular resistance of rice varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 22 (1) : 95—98.

Variation in Growth and Yield between Lowland and Upland Rice Varieties[1]

Ming-Hsing Lai, Chwen-Ming Yang and Yih-Chuan Kuo[2]

Summary

Experiments were conducted to study the difference in growth and yield between the lowland and upland rice (*Oryza sativa*) varieties grown under well-watered conditions and to compare the variations in ecotypes and varieties in the first and the second cropping seasons in Taiwan. It showed that growth characters were varied between ecotypes and within varieties in the two cropping seasons. Analysis of variance of yield and yield components indicated that panicles per plant, grains per panicle, percent filled grains and 1000-grain weight in the first crop and panicles per plant, panicle length, 1000-grain weight and the measured yield in the second crop were significant difference. Variations of these variables occurred in ecotypes and cropping seasons. In correlation analysis, relationships between the measured yield and growth characters changed depending on growth stages. Correlations of yield to yield components and harvest index changed with ecotypes and cropping seasons. In combined analysis of upland rice varieties for two cropping seasons, growth characters other than tiller numbers and plant biomass at 50% heading were different significantly between the two crops. Yield and yield components were also significant. Interactions between variety and cropping season in some growth characters and yield components existed.

Key words : Lowland rice, Upland rice, Variety, Growth, Yield, Cropping season.

1. Contributon No. 1807 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 44(4) : 391~402 (1995)

Heterosis and Combining Ability of Amylose Content and Amylographic Breakdown Viscosity in Milled Rice(*Oryza sativa* L.)[1]

Yih-Chuan Kuo[2], Bill, D. Webb[3] and James, W. Stansel[4]

Abstract: Heterosis and combining ability for two quality paramenters, amylose content and amylographic breakdown viscosity, of rice grain were studied in 30 cross combinations involving six entries of rice (*Oryza sativa* L.). Data indicated that heteroses over their midparent (MP) or higher-parent (HP) were observed. The extent of heteroses over their MP or HP varied from cross to cross for these two evaluated quality parameters. As to amylose content, heterosis over their MP almost appeared to be in positive direction, however, heterosis over their HP were almost in negative direction. In contrast, heteroses over their either MP or HP almost were in negative directions for amylographic breakdown viscosity. High significant differences were observed for mean squares of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) of these two evaluated quality parameters. Futhermore, the mean square of GCA was very larger than that of SCA. The ranking of the parents according to GCA effects closely corresponded to their ranking according to parents means. It minght conclude that despite of issues indicated in discussion in this paper, gene action for amylose content and amylographic breakdown viscosity was similar and mainly additive, although dominance effect was also involved; reciprocal effect upon two evaluated quality parameters could be ignored; and parent choice based upon GCA effects would be similar to selection based upon parent means.

Key words: Heterosis, Combining ability, Amylose content, Amylographic breakdown viscosity, *Oryza sative* L.

INTRODUCTION

Amylose content of milled rice, a chemical property of rice, is usually considered to be one of the most important attributes for predicting cooking, eating, and processing qualities

1. Contribution No. 1808 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Rice Breeder, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Research Chemist, National Rice Quality Lab., ARS-USDA., Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center, Beaumont, Texas.
4. Resident Director and Professor, Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center, Beaumont, Texas.

[11,17,22,24] Cultivars with low amylose content cook moist, sticky, and tender. Cultivars with high amylose content cook dry and fluffy and usually become hard upon cooling. Whereas, those with intermediate amylose content cook tender and fluffy and do not become hard upon cooling[9,12]. Thus, cultivars with different amylose content are preferred by various consumers.

Amylograph pasting profile of milled rice, a physical property of rice, determined with the Barbender Visco/Amylograph, shows appreciable differences among cultivars of the known cooking, eating, and processing behavior. For example, a low amylographic breakdown viscosity is indicative of low loss of solids and little splitting and frying of edges and ends in canning[22]. Thus, Webb and Stermer[22] considered that amylographic breakdown viscosity is particularly useful in evaluating cultivars of superior parboil-canning and quick-cooking parameters. In contrast, Scientists in Japan found that the preferred Niigata rice have a higher peak viscosity and greater breakdown viscosity than those of the nonsticky rice and that the flaky rices grown in Hokkaido have lower peak and breakdown viscosities and higher consistency than those of good quality sticky rices grown in Honsu[20]. Published data from Taiwan, ROC. clearly and definitely indicated highly significant correlations between amylographic viscosity measurements and preferred eating quality[14]. Thus, that amylographic breakdown viscosity could be selected as an index factor for sticky palatability evaluation was recommended by the Oriental rice scientists[14,20].

Rice quality preferred in the word rice market is so highly sophisticated[5,10] that it is vitally important in now and / or future rice breeding program that breeding new rice cultivars are more diverse and innovative in production and utilization and in cooking, eating, and processing to meet the needs of different consumers[3,4,15,23]. Therefore, comprehensive investigations on cooking, eating, and processing quality parameters are absolutely necessary for a breeding program with high priority on eating and processing qualities. The objectives of the present report was to provide some basic information about heterosis and combining ability of amylose content and amylographic breakdown viscosity of milled rice.

MATERIALS AND METHODS

Six indica rice entries, Rexmont, Guichow, Lemont, CI 9902, TCS 10, Toro II, representing an array of different levels of amylose content and amylographic breakdown viscosity as shown in Table 1 and Fig. 1, were used as the parents. All possible cross-combinations, including reciprocals, were made. The six parents and one set of F_1 hybrids, 30 combinations, were cultivated in a flooded paddy field at the Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center near Beaumont, Texas, in a randomized complete block design with three replications. Each block consisted of 36 four-row plots. Each plot included 40 plants spaced at 30×30cm. Twenty plants from the two central rows of each plot were harvested and analyzed.

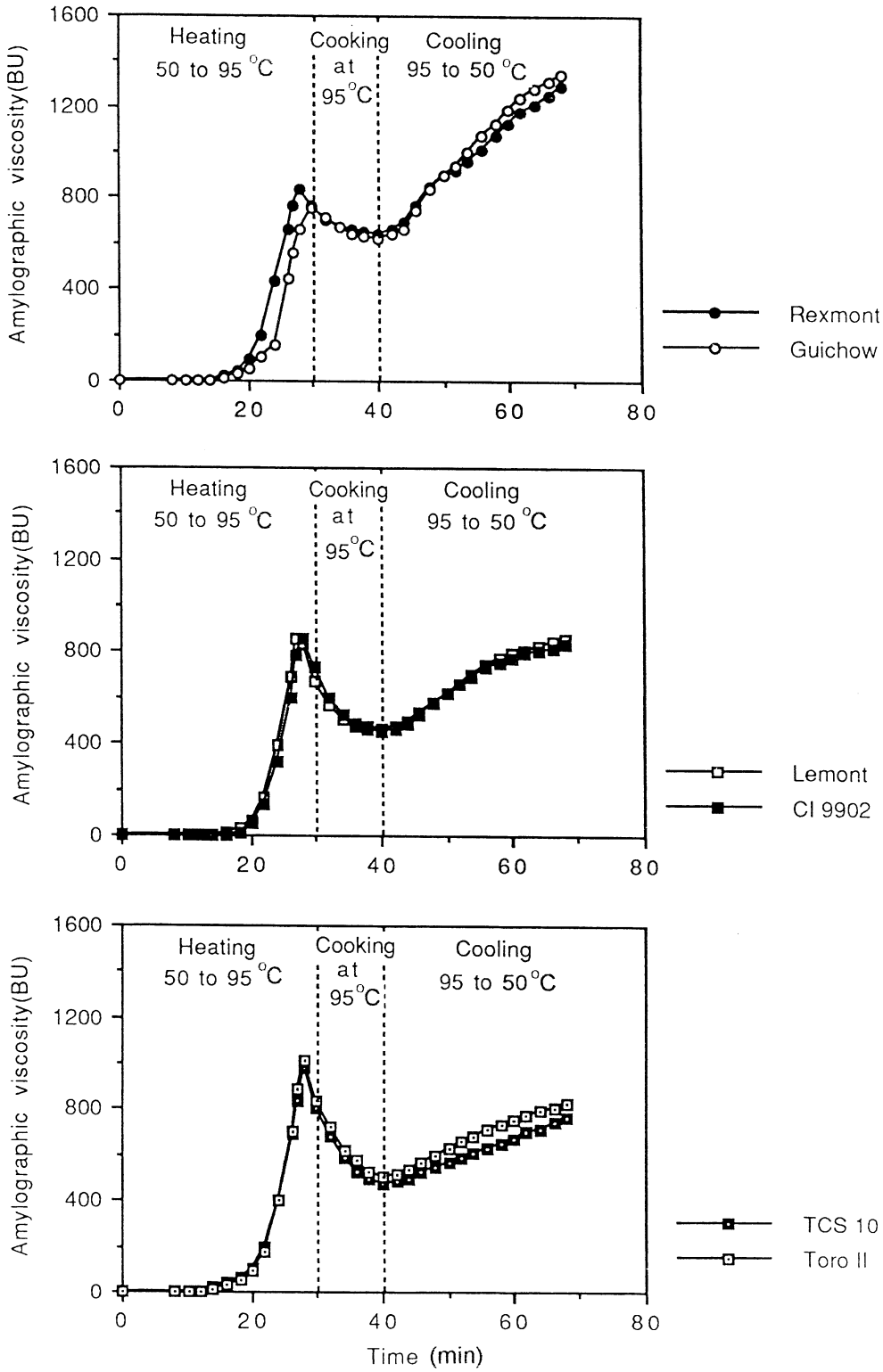


Fig. 1. Amylographic profiles of the six parents used in the diallel cross

Table 1. Mean values of amylose content and amylographic viscosity parameters of the six parental entries.

Parent	Amylose content	Amylographic viscosity (BU[z])		
	(%)	Peak	Hot-paste	Breakdown
Rexmont(P_1)	26.3	833	640	193
Guichow(P_2)	27.4	747	620	127
Lemont(P_3)	22.3	843	463	380
CI 9902(P_4)	22.6	853	470	383
TCS 10(P_5)	14.5	997	490	507
Toro II(P_6)	15.2	1,010	510	500

BU: Brabender Unit.

Amylose content of milled rice was analyzed by a totally automated system of amylose content innovated by Webb [21]. Amylographic pasting characteristics were determined by the method developed by Hailic and Kelly [7]. Combining ability components, general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA), were analyzed by the Method I, Model I of Griffing's diallel method, i.e., the parents, one set of F_1 hybrids are included in a model with fixed genotypic effects [6].

RESULTS

Heterosis of Amylose Content

Mean values of mid parents (MP), higher parents (HP), F_1 hybrids, heteroses over MP and HP for amylose content of milled rice of 30 combinations were presented in Table 2. As shown in Table 2, a total of 18 hybrids out of 30 combinations having significantly higher amylose content than their MP was observed. The extent of heterosis over MP varied from 4.7 (Toro II×Rexmont) to -1.5 (TCS 10×Toro II). It should be pointed out a tendency that the hybrids having significantly higher amylose content than their MP were found from the crosses between high or intermediate and low amylose content parents, except for TCS 10×Toro II combination a cross between two low amylose content parents, and Lemont×Rexmont combination, a cross between intermediate and high amylose content parents. On the other hand, a total of 7 hybrids out of 30 combinations had significantly lower amylose content than their HP, with a maximum decrease of -3.4 in TCS 10×Guichow combination. The fact that the hybrids with significantly lower amylose content than their HP were derived from the crosses between high or intermediate and low amylose content parents were also observed, except for Guichow×Lemont, a cross between high and intermediate amylose content parents.

Table 2. Mean performance of the thirty hybrids, mid-parent (MP), higher-parent (HP), and expression of heterosis for amylose content in crosses of six rice entries.

Cross	hybrid	MP	HP	Heterosis	
				MP	HP
Rexmont×Guichow	27.5	26.9	27.4	0.6	0.1
Rexmont×Lemont	25.4	24.3	26.3	1.1	−0.9
Rexmont×CI 9902	25.7	24.5	26.3	1.3	−0.6
Rexmont×TCS 10	23.3	20.4	26.3	2.9**	−3.0**
Rexmont×Toro II	25.1	20.8	26.3	4.3**	−1.2
Guichow×Lemont	25.7	24.9	27.4	0.8	−1.7*
Guichow×CI 9902	26.2	25.0	27.4	1.2	−1.2
Guichow×TCS 10	24.6	21.0	27.4	3.6**	−2.8**
Guichow×Toro II	25.3	21.3	27.4	4.0**	−2.1*
Guichow×Rexmont	27.9	26.9	27.4	1.0	0.5
Lemont×CI 9902	23.0	22.5	22.6	0.5	0.4
Lemont×TCS 10	20.9	18.4	22.3	2.5**	−1.4
Lemont×Toro II	22.2	18.8	22.3	3.4**	−0.1
Lemont×Rexmont	26.2	24.3	26.3	1.9**	−0.1
Lemont×Guichow	26.0	26.9	27.4	−0.9	−1.4
CI 9902×TCS 10	20.9	18.6	22.6	2.3**	−1.7*
CI 9902×Toro II	21.3	18.9	22.6	2.4**	−1.3
CI 9902×Rexmont	25.8	24.5	26.3	1.3	−0.5
CI 9902×Guichow	26.1	25.0	27.4	1.1	−1.3
CI 9902×Lemont	22.9	22.5	22.6	0.4	0.3
TCS 10×Toro II	14.4	15.9	15.2	−1.5*	−0.8
TCS 10×Rexmont	23.2	20.4	26.3	2.8**	−3.1**
TCS 10×Guichow	24.0	21.0	27.4	3.0**	−3.4**
TCS 10×Lemont	21.2	18.4	22.3	2.8**	−1.1
TCS 10×CI 9902	21.0	18.6	22.6	2.4**	−1.6
Toro II×Rexmont	25.5	20.8	26.3	4.7**	−0.8
Toro II×Guichow	24.7	21.3	27.4	3.4**	−2.7*
Toro II×Lemont	21.2	18.8	22.3	2.4**	−1.1
Toro II×CI 9902	21.8	18.9	22.6	2.9**	−0.8
Toro II×TCS 10	14.3	14.9	15.2	−0.6	−0.9

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

Heterosis of Amylographic Breakdown Viscosity

Table 3 presented the data in relation to mean values of mid parents (MP), higher parents (HP), F_1 hybrids, heteroses over MP and HP for amylographic breakdown viscosity of milled rice of 30 combinations. Significant heterosis over their MP was observed in 16 cross combinations in negative direction and in one case in a positive diredtion. The extent of heterosis varied from -214 BU (Brabender Unite, Guichow×Toro II combination) to 35 BU (CI 9902×Lemont combination). In contrast, it was found that a total 26 out of 30 combinations exhibited significant heterosis over HP in negative direction. A tendency that the hybrids with significantly negative heterosis over HP were derived from the crosses between high and low amylographic breakdown viscosity parents. Only two hybrid combinations with positive heterosis over HP were observed. These combinations were derived from the crosses between intermediate×intermediate breakdown viscosity parents, i.e., Lemont and CI 9902. However, the positive heterosis of breakdown viscosity in the two combinations were no significantly different from their HP.

Table 3. Mean performance of the thirty hybrids, mid-parent (MP), higher-parent (HP), and expression of heterosis for amylographic breakdown viscosity in crosses of six rice entries.

Cross	hybrid	MP	HP	Heterosis	
				MP	HP
Rexmont×Guichow	163	160	193	3	− 60**
Rexmont×Lemont	257	287	380	− 30	− 123**
Rexmont×CI 9902	303	288	383	15	− 80**
Rexmont×TCS 10	320	350	507	− 30	− 287**
Rexmont×Toro II	240	347	500	− 107	− 260**
Guichow×Lemont	217	254	380	− 37	− 163**
Guichow×CI 9902	237	255	383	− 18	− 146**
Guichow×TCS 10	193	317	507	− 124**	− 314**
Guichow×Toro II	100	314	500	− 214**	− 400**
Guichow×Rexmont	157	160	193	− 3	− 36
Lemont×CI 9902	393	382	383	11	10
Lemont×TCS 10	407	444	507	− 37*	− 100**
Lemont×Toro II	383	400	500	− 17	− 117**
Lemont×Rexmont	313	287	380	26	− 67**
Lemont×Guichow	223	254	380	− 21	− 157**
CI 9902×TCS 10	400	445	507	− 45**	− 107**
CI 9902×Toro II	387	442	500	− 55**	− 113**
CI 9902×Rexmont	303	288	383	15	− 80**
CI 9902×Guichow	220	255	383	− 35*	− 163**
CI 9902×Lemont	427	382	383	35*	34
TCS 10×Toro II	460	504	507	− 44**	− 47*
TCS 10×Rexmont	333	350	507	− 17	− 174**
TCS 10×Guichow	200	317	507	− 117**	− 307**
TCS 10×Lemont	413	444	507	− 31	− 94**
TCS 10×CI 9902	410	445	507	− 35*	− 97**
Toro II×Rexmont	227	347	500	− 120**	− 273**
Toro II×Guichow	107	314	500	− 207**	− 393**
Toro II×Lemont	400	440	500	− 60**	− 100**
Toro II×CI 9902	373	442	500	− 69**	− 127**
Toro II×TCS 10	473	504	500	− 31	− 27

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

Analysis of Variance of Griffing's Method I

The analysis of variance of the diallel table for these two quality parameters according to Griffing's Method I were presented in Table 4. Highly significant differences from the zero were observed for both GCA and SCA of two evaluated quality parameters. However, the mean square of GCA was very larger than that of SCA for these two quality parameters. The ratios of GCA mean squares to SCA mean squares of amylose content and amylographic breakdown viscosity were 16 : 1 and 17 : 1, respectively. The data suggested that the inheritance of two evaluated quality parameters was mainly conditioned by additive gene effect, although dominant gene effect was also involved. No significant differences were observed for reciprocal (maternal) effect in relation to the two quality parameters, indicating that maternal (cytoplasm) influence upon two evaluated quality parameters might be ignored in the entries used.

Table 4. Analysis of variance of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) for amylose content and amylographic breakdown viscosity in rice.

source	D.F.	Mean squares	
		Amylose content	Amylographic breakdown viscosity
GCA	5	78.87**	78,325**
SCA	15	5.43**	4,617**
RE	15	0.28	120
Error	70	0.26	139

** Significant at the 0.01 probability level.

Combining Ability of Amylose Content

Estimates of Griffing's GCA and SCA effects for each of the parents for amylose content were enumerated in Table 5. The contribution of the individual entries to hybrid amylose content was accomplished by comparing the GCA effects. As shown in Table 5, all of the entries evaluated in this six-parents diallel cross could be divided into three groups. Rexmont and Guichow which exhibited greater positive GCA effects; Lemont and CI 9902, small positive GCA effects; TCS 10 and Toro II, greater negative GCA effects. Furthermore, the ranking of the parents according to GCA effects closely corresponded to their ranking according to parent means (Table 1). Thus, choice of parents based upon GCA effects would be similar to selection based upon parent phenotype.

Table 5. Estimates of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects for amylose content in each parental entries.

Parent	GCA	SCA effect					
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
Rexmont(P_1)	2.48	—	−1.92	−0.04	−0.07	1.30	2.32
Guichow(P_2)	2.84		—	−0.27	−0.02	1.90	1.60
Lemont(P_3)	0.30			—	−0.68	1.28	0.90
CI 9902(P_4)	0.35				—	1.13	0.70
TCS 10(P_5)	−3.35					—	−2.65
Toro II(P_6)	−2.45						—

SE(Gi)=0.13 ; SE(Gi−Gj)=0.21 ; SE(Sij)=0.31 ; SE(Sii−Sij)=0.59
SE(Sii−Sjk)=0.45 ; SE(Sij−Sik)=0.47 ; SE(Sij−Skl)=0.41

A total of seven out of 15 hybrids exhibited negative SCA effects. These seven hybrids, Rexmont×Guichow, Rexmont×Lemont, Rexmont×CI 9902, Guichow×Lemont, Guichow×CI 9902, Lemont×CI 9902, TCS 10×Toro II, were derived by crossing high×high, high×intermediate, low×low amylose content parents. Among these hybrids, hybrid TCS 10×Toro II had the lowest negative SCA effects, whereas, the values of SCA effects of hybrids Rexmont×Guichow, Rexmont×Lemont, Rexmont×Lemont, Rexmont×CI 9902, Guichow×

Lemont, Guichow×CI 9902, Lemont×CI 9902 were equal to zero, This confirmed that the amylose content of the hybrids from crossing high×high and high×intermediate parents were approximately equalto their MP and/or HP (Table 2). The remaining eight hybrids exhibiting positive SAC effects were produced by crossing high×Low amylase content parents.

Combining Ability of Amylographic Breakdown Viscosity

The contribution of the individual entries to hybrid breakdown viscosity was indicated by comparing the GCA (Table 6). Parents TCS 10 and Toro II, both with high amylographic breakdown viscosity (Table 1), exhibited greater positive GCA effects than parents Lemont and CI 9902 which also showed positive GCA effects. On the other hand, Guichow, a relatively low breakdown viscosity parent, showed lower negative GCA effect than Rexmont which also was a relatively low breakdown parent (Table 1). However, a fact that the ranking of the parents according to GCA effects very corresponded to their ranking according to parent means could be inferred. Stated in other words, choice of the parents base upon GCA effects would be similar to selection based upon parent phenotype.

As shown in Table 6, eight of the 15 hybrids exhibited negative SCA effects for high breakdown viscosity. These eight hybrids, Rexmont×TCS 10, Rexmont×Toro II, Guichow ×TCS 10, Guichow×Toro II, Lemont×TCS 10, Lemont×Toro II, CI 9902×TCS 10, and CI 9902×Toro II, were derived by crossing low×high and intermediate×high breakdown viscosity parents. Among these hybrids, hybrid Guichow×Toro II showed the greatest negative SCA effect. The remaining seven hybrid exhibiting positive SCA effects were derived by crossing low×low, low×intermediate, intermediate×intermediate, high×high parents. Among these seven hybrids, Rexmont×Guichow, a low×low combination, and TCS and Toro II, a high×high combination, showed the greatest positive SCA effects.

Table 6. Estimates of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects for amylographic breakdown viscosity in each parental entries.

Parent	GCA	SCA effect					
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
Rexmont(P_1)	− 57.43	—	44.91	4.07	9.07	− 1.20	− 55.09
Guichow(P_2)	−137.41		—	5.74	14.07	−51.20	−105.09
Lemont(P_3)	41.76			—	16.57	−17.04	− 4.07
CI 9902(P_4)	41.76				—	−22.04	− 7.59
TCS 10(P_5)	75.37					—	45.46
Toro II(P_6)	65.93						—

SE(Gi)=3.11 ; SE(Gi−Gj)=4.82 ; SE(Sij)=7.10 ; SE(Sii−Sij)=13.63 ;
SE(Sii−Sjk)=11.81 ; SE(Sij−Sik)=10.78 ; SE(Sij−Skl)=9.64

DISCUSSION

Earlier experiments on heterosis were conducted almost for academic studies, and their results were of limited practical value. Thus, heterosis for rice, usually for grain yield, could not be exploited commercially. The recent discoveries of a cytoplasmic male sterility and genic fertility restoration system in rice, reported by several workers[19,18,1,13,25], seemed to have saved this problem and producing hybrid seed on commercial basis as reasonably low cast may be feasible. Up to now, commercial cultivation of hybrid rice is practical in some areas[25]. However, in modern world rice market, grain quality is a major concern. Thus, rice quality parameters instead of rice grain yield was mainly emphasized in this report.

There are issues in diallel analysis, in genetic expression of endosperm characterisitics and in samples for endosperm characteristics determination. Firstly, according to a Baker's review of the diallel literature, he pointed out that from a genetical point of view, two assumptions, independent distribution of genes in parents and epistasis, are critical in attempts to interpret the results of diallel analyses. He indicated that to assume that genes are distributed independently in the parents of a diallel cross is not a realistic assumption. Furthermore, there are conflicting reports as to whether or not of this assumption will result in biased estimates of GCA and SCA components of variance. Besides, epistasis affects estimates of GCA and SCA mean square, variance, and effects in an unpredictable manner [2]. In this study, six rice entries, representing an array of different levels of amylose content and amylographic breakdown vicoity were used as the parents and a diallel cross was made. Combining ability and heterois for two major quality parameters in relation to eating and processing quality were studied. Data from analysis of variance of the diallel table by Haymen[8] method unpresented in this paper indicated that the assumptions of independent distribution of genes in the parents and epistasis appeared to have failed for these two major quality parameters. Therefor, the Baker's issues in discussing the topic about combining ability had to be kept firstly in mind.

Secondly, genetic expression of endosperm characteristics is under triploid genetic control. Thus, compared with other quantitative plant characteristics, such as plant height, panicle length, etc., endoperm characteristics play three distinct nature. That is, there is theoretically a difference between reciprocal cross, i. e., dosage effect ; endosperms on plants of the early generations of a hybridized population represents next generation ; and an individual is a seed, not a plant. However, up to now, a satisfactory genetic model for such endosperm characteristics has not yet been developed[16]. The lack of proper genetic model has been an obstacle in studying the inheritance of endosperm characteristics. Thus, all of published genetic studies on endosperm characteristics followed the example of diploid genetic model, such as plant height and panicle length etc., including this paper. Besides, Kumar and Khush[12] argued that analyses of genetically heterozygous buck seed samples on plants provided biased information for the genetic study on endosperm characteristiocs, such as amylose content. In this study, genetically heterozygous F_2 buck seed sample on

individual F_1 plant was run for amylose content and amylographic breakdown viscosity. These might be the second issue in this paper and had to be also kept in mind.

From the results obtained, despite of issues mentioned above, it might conclude that gene action for amylose content and amylographic breakdown viscosity in this study was mainly additive, although dominance gene effect was also involved ; reciprocal (maternal) effect upon two evaluated endosperm characteristics could be ignored ; parent choice based upon GCA effects would be similar to selection based upon parent means

REFERENCES

1. Athwal, D. S. and S. S. Virmani. 1971. Cytoplasmic male sterility and hybrid breeding in rice. pp. 615-621. In : Rice Breeding. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
2. Baker, R. J. 1978. Issues in diallel cross. Crop Sci. 18 : 533-536.
3. Bollich, C N. and J. E. Scott. 1975. Past, present and future varieties of rice. pp. 37-42. In : Six Decades of Rice Research in Texas. Texas Agric. Exp. Stn., College Station, TX.
4. Bollich, C. N., B. D. Webb and J. E. Scott. 1979. Rice breeding in the Southern United States. pp. 303-323. In : Biology and Breeding for Resistance to Arthropods and Pathogen in Agriculture Plants. M. K. Harries ed., Texas Agric. Exp. Stn., College Station, TX.
5. Efferson, J. N. 1985. Rice quality in world market. pp. 1-13. In : Rice Grain Quality and Marketing. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
6. Griffing, B. 1965. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel cross system. Aust. J. Biol. Sci. 9 : 463-393.
7. Halick, J. V. and V. J. Kelly. 1959. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. Cereal Chem. 36 : 91-98.
8. Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel tables. Biometrics 10 : 235-244.
9. Jenning, P. R., W. R Coffman and H. E. Kauffman. 1979. Grain quality. pp. 101-120. In : Rice Improvement. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
10. Juliano, B. O. 1985. Criteria and test for rice grain quality. In : Rice : Chemistry and Technology. 2nd ed., B.O. Juliano ed., Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN.
11. Juliano, B. O., L. U. Onate and A. M. del Mundo. 1965. Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. Food Technol. 19 : 1006-1011.
12. Kumar, I. and G.S. Khush. 1987. Genetic analysis of different amylose levels in rice. Crop Sci. 27 : 1167-1172.
13. Li, Z. and Y. Zhu. 1988. Rice male sterility cytoplasm and fertility restoration. pp. 85-102. In : Hybrid Rice. Int. Rice Res. Inst. Philippines.
14. Lii, C. Y., S. M. Chang and H. L. Yang. 1986. Correlation between the physico-chemical properties and the eating quality of milled rice in Taiwan. Bull. Inst. Chem. Academia Sinica. 33 : 55-62.
15. Mckenzie, K. S., C. N. Bollich, J. N. Rutger and K. A. Moldenhauer. 1987. Rice. pp. 487-532. In : Principles of Cultivar Development. Vol. II. W. R. Fehr ed. Macmillan Publ. Co., NY.
16. Mo, H. D. 1988. Genetic expression of endosperm traits. pp. 478-487. In : Proceedings of the Second International Conference on Quantitative Genetics. B. S. Weir, E. J. Eisen, M. M. Goodman and G. Namkoong ed. Sinauer Assoc Inc., Sunderland, MA.
17. Perez, C. M. and B. O. Juliano. 1979. Indicators of eating quality for non-waxy rice. Food Chem. 4 : 185-195.

18. Shinjyo, C. 1969. Cytoplasmic-geneic male sterility in cultivated rice, *Oryza sativa* L. II. The inheritance of male sterilitty. Jap. J. Genet. 44 : 149-156.

19. Shinjyo, G. and T. Omura. 1966. Cytoplasmic-geneic male sterility in cultivated rice, *Oryza sativa* L. I. Fertilities of F_1, F_2 and offspring obtained from their mutual reciprocal back cross and segregation of male sterile plants. (In Japanese). Jap. J. Breeding 16 (Separatel) : 179-180.

20. Suzuki, H. 1979. Amylography and alkali viscosigraphy of rice. pp. 261-282. In : Proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

21. Webb, B. D. 1972. A totally automated procedure for amylose analysis in whole kernel milled rice. pp. 62-53. In : Proc. 14th Rice Tice Tech Working Groups Univ. of Calif. Davis. CA.

22. Webb, B. D. and R. A. Stermer. 1972. Criteria of rice quality. In : Rice : Chemistry and Technology. lst ed., D. F. Houston ed., Am. Assoc. Cereal Chem. St. Pt. Paul, MN.

23. Webb, B. D, C. N. Bollich, H. L. Carnahan, K. A. Huezel and S. M. Mckenzie. 1985. Utilization characteristics and qualities of United States rice. pp. 25-35. In : Rice Grain Quality and Marketing. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

24. Williams, V R., W. T. Wu, H. Y. Tsai and H. G. Bates. 1958. Varietal differences in amylose content of rice starch. J. Agric. Food Chem. 6 : 47-48.

25. Yuan, L. P. and S. S. Virmani. 1988. Status of hybrid rice research and development. pp. 7-24. In : Hybrid Rice. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

白米直鏈澱粉含量與澱粉崩解黏度之雜種優勢與組合力[1]

郭益全[2] 偉伯比爾[3] 史譚索詹姆士[4]

摘 要

以六親本所雜交的30個水稻組合，探討米粒直鏈澱粉含量與澱粉崩解黏度的雜種優勢與組合力。數據顯示，與中間親本及高親本等比較的兩類雜種優勢均存在，兩個被評估米質性狀的兩類雜種優勢的程度因組合而有不同。就米粒直鏈澱粉含量言，與中間親本比較的雜種優勢多爲正值，但與高親本比較的雜種優勢概成負值。反之，澱粉崩解黏度的兩類雜種優勢多呈負值。此兩被評估米質性狀的一般組合力與特殊組合力的均方均顯著，甚且，一般組合力的均方遠大於特殊組合力的均方。按一般組合力大小排序的親本歸級與依親本各該性狀之測定值行排列者相當。在不考慮著者在文中討論部分所論及有關胚乳性狀遺傳研究的爭議時，本研究可作如後推論：在供試水稻材料中，直鏈澱粉含量與澱粉崩解黏度等兩性狀之遺傳行爲相似，主要均由累加性效應來控制，惟，顯性效應亦存在；正反交效應似可忽視；依一般組合力大小來行親本選擇時，與按親本各該性狀之實測值的大小行選擇相類似。

關鍵詞：白米、直鏈澱粉含量、澱粉崩解黏度、雜種優勢、組合力。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1808 號。
2. 本所農藝系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 美國農部國家稻米品質實驗室暨德州農工大學農業研究與推廣中心研究化學家。德州 玻瑪。
4. 美國德州農工大學農業研究與推廣中心駐場場長暨教授。德州 玻瑪。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：403～412（1995）

試區形狀及方向對稻作田間試驗準確度之影響[1]

呂椿棠　呂秀英[2]

摘要：本研究目的在利用臺灣省農業試驗所進行之稻作均度試驗，探討試區形狀及方向對稻作試驗準確度之影響，以有利於試驗者進行最佳選擇。本試驗均度試驗的行株距採用一般產量試驗之28cm×16cm。將均度試驗模擬成逢機完全區集設計（RCBD）的各種不同形狀及方向之試區，估計各種試區的變異係數值，並探討不同形狀、方向之試區間的相對效率，結果得知，當試驗田區爲逢機的土壤變異型態時，應儘可能採用正方試區，例如固定試區大小爲100叢時，均質試驗田區以10行×10叢或5行×20叢之試區的效率最高；反之，當試區存在有肥力差異傾向時，長形試區比較有效，其平行於肥力梯度方向的長邊愈長，準確度更高，若肥力梯度沿著行的方向發生時，則試區大小爲100叢的最適試區形狀及方向爲20行×5叢。

關鍵詞：水稻、試區形狀、試區方向、試驗準確度、均度試驗、相對效率。

試驗之準確與否，決定於試驗機差（experimental error）之大小，機差愈小，則愈準確，加以費用最少，則效率最高。適當地決定田間試驗設計之試區大小（plot size）、試區形狀(plot shape)及重複次數（replicates number），可減少試驗機差，提高試驗處理比較之準確度（precision）。要決定試區大小、形狀及重複次數，必須事先瞭解該試驗用地的土壤肥力差異狀況[11,21]。利用均度試驗（uniformity trial），可估計土壤異質性。所謂均度試驗，係在某一試驗地點栽植單一作物品種並儘可能施以一致之栽培管理的試驗，其除了原有土壤異質性（soil heterogeneity）外，所有變因均保持固定。因此均度試驗，又名空白試驗（blank test）。利用不同的生產測量值，如粒重，可將均度試驗的栽植區劃分成尺寸大小相同的小單位（基本單位，basic unit），以這些基本單位間收量之差異來作爲地區土壤異質性的測度，如此不僅該田區內各處之肥瘠變異及傾向均可瞭然，且最適當之行長、試區大小及形狀、重複次數都可按收穫之小段任意合併來決定。均度試驗用來探討試區效應特別有效，這是因爲其中並無處理差異，故只要分析與趨勢及背景變異有關的部份即可，計算上也較含有處理效應爲簡單。因此均度試驗可以用於檢視不同的統計分析方法，在均度試驗表現不好的方法，一旦應用於處理試驗也不可能會變好，而配合均度試驗很好的方法，則仍需進一步測驗處理效應存在的情形[23]。

試區是試驗單位（experimental unit），爲試驗記錄的基本單位，用來安置某一參試處理，即將一塊試驗田劃分成大小形狀皆相同之許多小試區，每一試區所含的試驗材料量應該相等，且同一試區裏種植的各株作物品種、栽培方式、管理方法等都必須完全相同，最後按各試區某性狀分別測定，如此各試區間性狀之差異才能代表不同處理間眞正的差異，因此，試區內之變異要最小，重複次數增加，才能降低試驗機差。Wagner 於1989年早已考慮試區之大小及形狀的問題，而採用多重複小試

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1809 號。
2. 本所農藝系助理與副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

區的試驗法（引自沈[3]）。至今，在兼顧效率及成本下，大多數學者也都建議採用小試區試驗[24]。但試區不得太小，以免受到植株之間的競爭作用（competition effect）及邊際效應（border effect）之影響[10,11]。而在固定試驗材料數量及有限試驗面積之場合下，試區大小及重複次數之增減有相互消長之直接關係[4]。呂[2]在臺灣省農業試驗所進行稻作均度試驗，依試驗面積及可用資源之限制與否，估得最適的試區大小在20及100叢之間，且最適重複次數爲4次。

一旦決定了最適試區大小，則應進一步考量最適試區形狀。選擇最適試區大小及形狀，目的在減少區集（block）內試區之間土壤生產力的差異，以降低試驗機差。有關試區形狀對試驗準確度之影響，衆說紛紜。早期學者認爲試區形狀不是很重要，但都相信其對試驗準確度有某些影響[13,17]。試區形狀可以是正方形或長方形。當邊際效應對品種之反應差異有影響時，在資源有限之場合，相等面積之正方試區因爲周長最小，可使受到邊際效應影響的植株數最少，故較佔優勢；但是長形試區則有利於機械操作[10]。同時，試區方向也會增減田區肥力梯度之影響程度[10]。當試區長邊與土壤肥力梯度方向一致時，狹長試區較正方試區有利，反之，正方試區可更有效地減少變異性[10,20,21]。更多不同作物試驗的證據顯示出，長形試區在控制土壤異質性所引起之變異時，可較正方試區爲有效[5,15,16,18,22]。然而，Pan[19]在探討中國地區之水稻試驗時卻指出，試區增加寬度比增加長度的效力，隨著地點不同而呈相反之結果。Dendrinos[9]從理論上之觀點說明，認爲在土壤異質性爲不均勻型態下，長形試區之變異較正方試區爲小。Christidis[6,7]以變異係數（coefficient of variation, CV）之大小來表示土壤異質性對試驗準確度的影響程度，指出隨著試驗地區肥力之改善，CV 會變小，而且 CV 值與試區長寬比直接有關，也受到試區與肥力趨勢之方向影響。爲獲得等量之資訊，不同試區大小及形狀之相對效率與所需試驗面積呈反比例[14,15]。MacDonald *et al.*[18]以棉花爲試驗材料，指出固定試區大小，以長形試區最爲有效；倘固定試區形狀，試區變小則效率提高。當試區形狀爲狹長形時，肥力梯度的方向，決定了試區的方向，即試區長邊應與肥力梯度平行（區集長邊則與肥力梯度垂直），倘肥力型態爲點狀分布、未知、或邊際效應相當大時，試區應儘可能爲正方形。對此，Gupton[12]以煙草爲試驗材料，也獲得相同的結果。

本研究目的在利用臺灣省農業試驗所進行之稻作均度試驗，探討試區形狀及方向對稻作試驗準確度之影響，以有利於試驗者進行最佳選擇。

材料與方法

一、試驗材料

以臺農67號及臺中秈10號爲粳、秈稻之參試品種，於1993年假臺灣省農業試驗所試驗田區進行第一期作的均度試驗，劃定邊長約 6.4m×5.6m 大區，全區共植20行，每行40叢，每叢4～5支苗（多本植），按一般產量試驗採行株距 28cm×16cm 栽培，四周再植適當數量之保護行以免受邊際效應影響，本試區土質屬坋質壤土，pH 值約4.7～5.5；基肥施用39號複合肥料40kg／0.1ha，追肥每次施用硫酸銨20kg／0.1ha，第一次追肥在插秧後10～14天施用，第二次在第一次後約二週，第三次約在第二次後二週，最後一次則在幼穗分化期（穗長約2mm）施用，第二期作因初期生育較快故少施一次；病蟲害防治於分蘗中期行葉害蟲防治，分蘗盛期則進行螟蟲防治，以免因生長不正常或缺株影響試驗結果，倘有此現象，則予以標記。本試驗進行前及進行中試區周圍皆栽植 F2 集團試驗，未曾進行產量或肥效試驗。針對全部材料，全區以單叢爲單位，並依序編成號碼，分別調查稻穀產量（稔實粒重，以 g 單位記載）。

二、統計方法

㈠以 Smith 法估算均度試驗之土壤異質性指標

呂[1]指出，均度試驗以最小之1×1（單叢）爲基本單位，可偵測出最細微的土壤差異，理

論上可獲最準確之結果，但要避免小區內植株個體間本身差異太大或可能缺區之影響，可選擇二叢以上的基本單位，而如果面積相等但方向不同之單位小區間存在有行差異，則以形狀較狹窄者爲佳。故本研究將全區20行×40叢之試驗田，各以1×1叢及2×1叢爲基本單位，由縱橫相連之基本單位，合併模擬成各種不同大小及形狀之試驗小區。對所建立的每一種不同大小及形狀的小區，各計算其 x 個基本單位的單位面積平均變方（V_x），而利用 Smith[21]之計算公式估計均度試驗的土壤異質性指標（b）如下：

$$V_x = V_1 / X^b \qquad [1]$$

式中 V_1：基本單位小區的收量變方；

V_x：小區大小爲 x 單位之單位面積的收量變方；

b ：土壤異質性指標，可視爲小區間的相似程度，一般$0 \leqq b \leqq 1$，鄰近小區高度正相關，b 近於0，反之無相關，$b=1$。

b 值低，表示存在有因土壤、病害等造成之強烈的收量變異傾向，倘 b 值高，大約是逢機的土壤變異型態，但從極端均質（$b=1$）到極端異質（$b>1$，即鄰近小區高度負相關）的區域均有可能[8]。

㈡利用均度試驗模擬逢機完全區集設計的各種可能試區

土壤異質性指標僅能獲知田區是否有明顯的收量變異，但無法指出土壤肥力梯度之可能方向，而試區平均值大小可以指出明顯的土異方向。當土壤肥力有明顯的梯度方向時，爲控制此偏性因素，可利用試驗設計的方法，將試驗地劃成區集，在區集內劃分試區，在試區內安置試驗項目，並用數個區集同時進行試驗，以估計區集間的土壤差異情形，將其從試驗機差中剔出。一般作物田間試驗所採用的區集控制之試驗設計法，以逢機完全區集設計（RCBD）最爲常見。

根據呂[2]之試驗結果指出，本研究試驗地點之稻作產量試驗的最適重複次數爲4次。故將全區20行×40叢（6.4m×5.6m）之均度試驗田區，模擬成一RCBD，其區集數（重複次數）爲4，並規劃成三種不同方向之區集設置，如圖1所示。規劃設計一Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ之區集大小同爲200叢，但形狀方向不同，分別爲5行×40叢、10行×20叢及20行×10叢。當區集設置爲5行×40叢時，爲一個長邊平行於南北（S-N）向的長形區集；10行×20叢之區集形狀則近似於一正方形，即沒有明顯的方向設置；20行×10叢之長形區集，其長邊則平行於東西（W-E）向。探討所模擬之三種不同區集設置之 RCBD 的區集變異性，可以瞭解所設置之區集形狀及方向是否適當。

繼之，假設試區大小各爲5、10、20、25、40、50、100叢的情形下，在區集內設置各種可能的形狀及方位之試區，例如試區大小爲5叢的形狀有1行×5叢及5行×1叢兩種，其長邊方向恰好相反；面積爲100叢之試區的可能形狀及方向則有三種：5行×20叢、10行×10叢、20行×5叢；其它則同樣以此類推。

估算各種試區的變異性，以變異係數（CV）表示之，CV 值之計算如下：

$$CV = S/\bar{y} \times 100 \qquad [2]$$

式中 S 爲區集內試區變方的開根方值；$\bar{y}$ 爲試區之平均收量。然後以此 CV 值爲基礎，估算各種試區相對於單位試區（1行×5叢）的相對效率（relative efficiency, RE），以及不同方向之長形試區相對於正方（或近似於正方）試區的相對效率，以探討不同試區大小、形狀及方向對試驗準確度的影響，並有利於試驗者從中進行最適試區形狀及方向之選擇。兩試區（1：2）之間的相對效率值爲

$$RE\ (1:2) = CV_2 / CV_1 \times 100 \qquad [3]$$

結果與討論

本研究於1993年第一期所進行之粳、籼稻均度試驗，全區長×寬約6.4m×5.6m（20行×40叢），以1×1叢爲基本單位，利用Smith[21]法所估得的土壤異質性指標（b）分別爲0.92及0.60。粳稻之 b 值近於1，表示其試驗田區之土壤變異大致是呈點狀分布之逢機型態，並未有明顯區分的肥力傾向；而籼稻之 b 值低，顯示籼稻試驗田區存在有明顯的收量差異傾向，按此係因爲該年度第一期作栽培期間受到褐飛蝨及二化螟蟲的局部危害，在第11至20行的第20至26叢之單叢產量明顯降低，因而造成籼稻試驗田區之中間地帶存在有傾向於東西向的收量差異。雖然籼稻試驗田區之收量差異傾向，實際上並非純粹由於土壤肥力異質型態所造成，但爲了探討土壤肥力型態相異對試區形狀及方向之選擇的影響，本文暫且將其視爲土壤肥力異質的試驗田區，以有別於粳稻試驗田區之土壤肥力均質型態，藉此進行以下分析比較。將兩種土壤肥力型態相異的稻作均度試驗，根據圖1模擬規劃成 RCBD 之三種不同區集設置，所進行之變方分析結果如表1。從表1得知，粳稻試驗之區集間均方皆不顯著，顯示出其確實爲一土壤肥力均勻的試驗田區，故區集控制之效果並不顯著；至於籼稻試驗，以不同區集設置結果，區集間均方皆達極顯著，可見該試驗田區呈現明顯的收量差異，而且設置區集對試驗效果有利。由於試驗設計之目的在使區集間變異最大而區集內變異最小，即變方分析中的區集均方愈大，機差均方愈小，則區集效應愈佳，因此三種不同區集設置中當以設計一 I（5行×40叢）的效率最好，在這種設置下的區集長邊正好與肥力梯度垂直，而設計一III（20行×10叢）因爲區集長邊與肥力梯度呈平行，控制土壤偏性的效率較差。

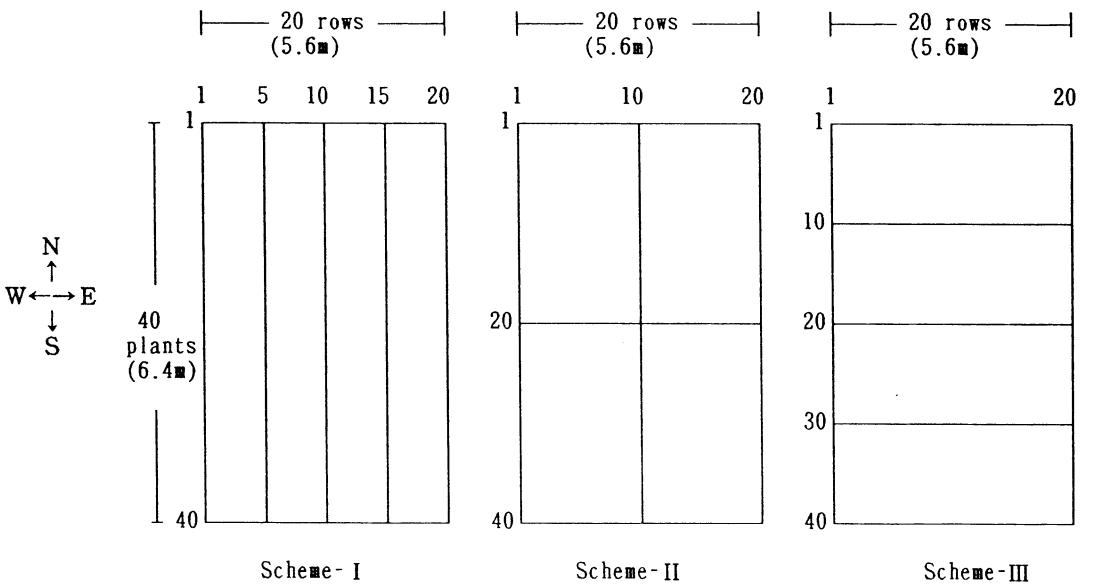


圖 1. 利用稻作均度試驗所模擬規劃的三種逢機完全區集設計。（區集數=4）
Fig. 1. Three schemes of randomized complete block designs for rice uniformity trials. (blocks number=4)

表 1. 利用稻作均度試驗所模擬之三種不同區集設置之逢機完全區集設計的區集變異性

Table 1. Variation of blocks for three schemes of blocking layouts in randomized complete block designs for rice uniformity trials

Trial	Source	D. F.	Mean Square of various blocking layouts (Block shape: rows×plants)		
			I (5×40)	II (10×20)	III (20×10)
Japonica rice	Between blocks	3	83.39	45.03	29.67
	Within block	796	48.01	48.15	48.20
Indica rice	Between blocks	3	731.28**	697.44**	232.38**
	Within block	796	58.02	58.15	59.30

** Significant at 1% level under F-test.

所模擬之各種試區的變異係數估值列於表2。無論粳、秈稻試驗，擴大試區面積均能降低變異性，即能提高試驗準確度，此與呂[2]所得者結果一致，而呂[2]之報告指出，在區集大小沒有限制下，稻作試驗之最適試區大小不得小於20叢，但最多也毋須超過100叢。在此20～100叢之最適試區大小範圍內，比較面積相等但形狀不同的試區之變異性，如表2所示，就土壤均質之粳稻試驗田區而言，除了區集設計—III的試區大小爲20叢之情形以外，無論何種區集配置設計，皆以正方或近似於正方試區（試區長寬比近於1）之 CV 值可較長形試區（試區長寬比大於1）所得者爲小。此結果顯示，倘若土壤無明顯肥力差異或呈逢機土壤差異型態時，則以正方試區可有效地減少變異性。此與國際稻米研究中心（IRRI）所獲結果[10]相當一致。不過一旦試區太小（小於20叢），正方試區的優勢則會消失，如表2所示，粳稻試驗田區在試區大小等於5或10時，近於正方形試區的 CV 值反而較長形試區者爲大。進而，利用各種試區相對於單位試區（1行×5叢）的相對效率（表2），可提供試驗者進行最佳試區規劃的選擇。在試驗資源沒有限制之場合，當固定試區大小爲100叢時，均質田區（例如粳稻試驗）以形狀爲10行×10叢的試區所能提高之相對效率最高（區集設計—II、III）。在區集設計—II下，相同面積之5行×20叢的試區，雖然區集長邊與肥力方向平行（沿著南北向），但因爲其形狀較10行×10叢之試區爲狹長，效率反而不如10行×10叢爲高；在區集設計—III下，相同面積之20行×5叢，也是因爲長形試區周長較長，使得受到邊際效應影響的植株數較多，以致其準確度反而較10行×10叢降低。20行×5叢的效率比5行×20叢還要低，除了因爲試區形狀不同之外，與試區方向也有關；按20行×5叢之試區形狀較狹長，而且試區方向爲東西向，並非與肥力方向平行。

表 2. 不同試區大小、形狀及方向的變異係數 (CV) 及相對效率 (RE) (區集數=4)

Table 2. Coefficients of variation (CV) and relative efficiencies (RE) for various size, shape and orientation of plots (blocks number=4)

Block allocation type	Plot size (plants)	Plot no.	Plot shape (rows×plants)	Plot Width (W, m)	Plot Length (L, m)	L/W	Plot orientation	CV (%)		RE(%)[z]	
								Japonica	Indica	Japonica	Indica
I	5	80	1× 5	0.28	0.80	2.86	N-S	11.79	14.13	100	100
(5×40)			5× 1	0.16	1.40	9.09	W-E	10.67	13.76	110	103
	10	40	1×10	0.28	1.60	5.71	N-S	8.78	11.78	134	120
			5× 2	0.32	1.40	4.38	W-E	7.17	11.98	164	118
	20	40	1×20	0.28	3.20	11.43	N-S	6.88	8.90	171	159
			5× 4	0.64	1.40	2.19	W-E	5.38	9.99	219	141
	25	32	5× 5	0.80	1.40	1.75	W-E	5.86	9.87	201	144
	40	20	1×40	0.28	6.40	22.86	N-S	5.73	7.94	206	178
			5× 8	1.28	1.40	1.09	W-E	4.90	8.52	241	166
	50	16	5×10	1.40	1.60	1.14	N-S	3.68	8.78	320	161
	100	8	5×20	1.40	3.20	2.29	N-S	2.81	6.12	420	231
II	5	80	1× 5	0.28	0.80	2.86	N-S	11.79	14.13	100	100
(10×20)			5× 1	0.16	1.40	9.09	W-E	10.67	13.76	110	103
	10	40	1×10	0.28	1.60	5.71	N-S	8.78	11.78	134	120
			2× 5	0.56	0.80	1.43	N-S	9.18	12.56	128	113
			5× 2	0.32	1.40	4.38	W-E	7.17	11.98	164	118
			10× 1	0.16	2.80	17.50	W-E	7.97	10.92	148	129
	20	40	1×20	0.28	3.20	11.43	N-S	6.88	8.90	171	159
			2×10	0.56	1.60	2.86	N-S	6.59	10.56	179	134
			5× 4	0.64	1.40	2.19	W-E	5.38	9.99	219	141
			10× 2	0.32	2.80	8.75	W-E	5.61	9.69	210	146
	25	32	5× 5	0.80	1.40	1.75	W-E	5.86	9.87	201	144
	40	20	2×20	0.56	3.20	5.71	N-S	5.43	7.58	217	186
			10× 4	0.64	2.80	4.38	W-E	5.61	7.93	210	178
	50	16	5×10	1.40	1.60	1.14	N-S	3.68	8.78	320	161
			10× 5	0.80	2.80	3.45	W-E	4.47	7.97	264	177
	100	8	5×20	1.40	3.20	2.29	N-S	2.81	6.12	420	231
			10×10	1.60	2.80	2.17	W-E	2.17	7.48	543	189
III	5	80	1× 5	0.28	0.80	2.86	N-S	11.79	14.13	100	100
(20×10)			5× 1	0.16	1.40	9.09	W-E	10.67	13.76	110	103
	10	40	1×10	0.28	1.60	5.71	N-S	8.78	11.78	134	120
			2× 5	0.56	0.80	1.43	N-S	9.18	12.56	128	113
			5× 2	0.32	1.40	4.38	W-E	7.17	11.98	164	118
			10× 1	0.16	2.80	17.50	W-E	7.97	10.92	148	129
	20	40	2×10	0.56	1.60	2.86	N-S	6.59	10.56	179	134
			4× 5	0.80	1.12	1.41	W-E	5.83	9.67	202	146
			10× 2	0.32	2.80	8.75	W-E	5.61	9.69	210	146
			20× 1	0.16	5.60	35.00	W-E	5.97	7.17	197	197
	25	32	5× 5	0.80	1.40	1.75	W-E	5.86	9.87	201	144
	40	20	4×10	1.12	1.60	1.43	N-S	3.77	7.94	313	178
			20× 2	0.32	5.60	17.50	W-E	5.97	6.42	197	220
	50	16	5×10	1.40	1.60	1.14	N-S	3.68	8.78	320	161
			10× 5	0.80	2.80	3.45	W-E	4.47	7.97	264	177
	100	8	10×10	1.60	2.80	2.17	W-E	2.17	7.48	543	189
			20× 5	0.80	5.60	7.14	W-E	3.28	4.72	359	299

[z] Relative efficiency of plot shape i×j to 1×5= $(CV_{1\times5}/CV_{i\times j})\times100$.

至於存在有肥力梯度的秈稻試驗田區，則無論何種區集配置設計，皆以長條形試區所獲得之 CV 值最小（表2），例如當試區大小同樣爲20叢時，在區集設計一 I 下，1行×20叢的 CV 值會比5行×4叢者爲小，而在區集設計一II下亦以1行×20叢的 CV 值最小，區集設計一III下則以20行×1叢之 CV 值最小。此結果顯示，當土壤肥力呈梯度差異時，長形試區較正方試區有利，同時這種長形試區的優勢不會因爲試區變得太小而消失。由於不同區集設計所能劃成的試區形狀不一定相同，例如設計-III便無法將20行×10叢之區集劃分成1行×20叢的試區，而設計一 I 、II則無法劃分成20行×1叢之試區，故在此很難就同一種區集設計下對1行×20叢與20行×1叢這兩個同爲狹長形但方向卻相反的試區進行比較。不過，由設計一II之20叢的情形來看，長邊垂直於肥力方向（沿著南北向）的2行×10叢之試區，其試區長寬比雖然較方向相反的5行×4叢爲大，即試區形狀較爲狹長，但 CV 值反而較大；在設計一III之20叢的情形中也有同樣的發現，4行×5叢爲一個長邊平行於肥力方向（沿著東西向）之近於正方形的試區，其效率反而比長邊垂直於肥力方向的2行×10叢之長形試區爲高。顯然，試區方向對試驗準確度也有影響，同時試區形狀及方向的影響程度及方式，並不致於因爲區集配置是否適當而有差異。爲探討不同方向之長形試區的影響效應，以試區大小各爲20及40叢爲例，在假設試區之劃分不會受到區集配置設計的影響下，將其所有可能的試區形狀及方向，整理如表3，並估算不同方向之長形試區相對於正方試區的相對效率。從表3結果，也印證出長形試區在控制土壤異質性所引起之變異時，可較正方試區爲有效，例如秈稻試驗田區，當其與肥力梯度方向平行的長邊愈長，近於長條形（即試區之長寬比最大）時，則效率最高，例如20行×1叢及20行×2叢；但一旦試區方向與肥力梯度垂直，除非試區十分狹長，否則效率變差，例如南北向之2行×10叢長形試區的效率反而較近於正方形之4行×5叢試區爲低；反之，土壤呈均質狀態下，例如粳稻試驗田區，在相等面積下正方試區因爲周長最小，可使受邊際效應影響的植株最少，故較佔優勢。

表 3. 不同方向之長形試區相對於正方試區的相對效率

Table 3. Relative efficiencies of rectangular plot with different orientations to square plot

Plot size (plants)	Plot shape rows×plants	Block allocation type[z]	Plot L/W (m/m)	Approximate figure of plot shape[y]	Plot orientation[x]	Relative efficiency(%)[w]	
						Japonica	Indica
20	1×20	I、II	11.43	B	N-S	85	109
	2×10	II、III	2.86	R	N-S	88	92
	4× 5	III	1.41	S	W-E	100	100
	5× 4	I、II	2.19	R	W-E	108	97
	10× 2	II、III	8.75	R	W-E	104	100
	20× 1	III	35.00	B	W-E	98	135
40	1×40	I	22.86	B	N-S	86	107
	2×20	II	5.71	R	N-S	90	112
	4×10	III	1.43	S	N-S	130	107
	5× 8	I	1.09	S	W-E	100	100
	10× 4	II	4.38	R	W-E	87	126
	20× 2	III	17.50	B	W-E	82	133

[z] I =5×40，II =10×20，III =20×10.
[y] B=bar, R=rectangle, S=square or near square.
[x] N-S=northern-southern direction, W-E=western-eastern direction.
[w] Relative efficiency= $(CV_{sqaure}/CV_{rectangle})\times100$ or $(CV_{sqaure}/CV_{bar})\times100$.

綜言之，試區形狀及方向會增減稻作田區肥力梯度之影響程度，當試區長邊與土壤肥力梯度方向一致時，長形試區較正方試區有利，但倘若土壤無明顯肥力差異或呈逢機土壤差異型態時，則以正方試區可有效地減少變異性。在試驗資源沒有限制之場合，當固定試區大小爲100叢時，均質稻作田區以形狀爲10行×10叢之試區爲最佳試區規劃的選擇，其次可考慮相同面積之5行×20叢的試區；至於存在有肥力梯度之稻作試驗田區，基本上以長形試區爲主，但試區方向完全決定於肥力梯度之方向，因此一旦試驗田區之肥力梯度發生於行的方向時，試區大小爲100叢之最適形狀及方向應該採以20行×5叢，即增加行數會比增加叢數爲好，反之，倘試驗田區之肥力梯度發生於叢的方向，則試區大小爲100叢之最適形狀及方向應該採以5行×20叢，即增加叢數更可提高試驗準確度。倘若資源有限，在必須將試區面積減半爲50叢之情形下，均質田區可採用5行×10叢之正方試區，而異質田區則選擇10行×5叢之長形試區。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會經費補助（計畫編號：81農建—12.2—糧—08—14、82科技—12.2—糧—09—2及83科技—12.2—糧—06—2），謹此致謝。

引用文獻

1. 呂秀英、呂椿棠。1995。均度試驗土壤異質性指標之估計。中華農學會報。169：107—121。
2. 呂椿棠、呂秀英、曾東海。1995。利用稻作均度試驗資料估計最適試區大小及重複次數。中華農業研究 44：229—241。
3. 沈明來。1993。試驗設計學。1—3頁。九州圖書。臺北。
4. 張魯智。1976。試驗技術講義。2—5頁。國立臺灣大學。
5. Bose, R. D. 1935. Some soil-heterogeneity trials at Pusa and the size and shape of experimental plots. Indian J. Agric. Sci. 5：579—608.
6. Christidis, B. G. 1931. The importance of the shape of plots in field experimentation. J. Agric. Sci. 21：14—37.
7. Christidis, B. G. 1939. Variability of plots of various shapes as affected by plot orientation. Emp. J. Expl. Agric. 7：330—342.
8. Crews, J. W., G. L. Jones, and D. D. Mason. 1963. Field plot technique studies with flue-cured tobacco. I. Optimum plot size and shape. Agron. J. 55：197—199.
9. Dendrious, A. D. 1931. The question of the shape of plots in field experimentation. Intl. Assn. Plant Breeders Bull. 4：106—113.
10. Gomez, K. A. 1972. Techniques for Field Experiments with Rice. pp. 2—6. IRRI.
11. Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. pp. 478—504. 2 nd. John Wiley & Sons, New York.
12. Gupton, C. L. 1972. Estimates of optimum plot size and shape from uniformity data in barley tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Agron. J. 64：678—682.
13. Hayes, H. K. and F. R. Immer. 1942. Methods of Plant Breeding. MacGraw-Hill, New York. 432p.
14. Justesen, S. H. 1932. Influence of size and shape of plots on the precision of field experiments with potatoes. J. Agric. Sci. 22：366—372.
15. Kalamkar, R. J. 1932. Experimental error and the field-plot technique with potatoes. J. Agric. Sci. 22：375—385.
16. Kulkarni, R. K. and S. S. Bose. 1936. On the influence of shape and size of plots on the effective precision of field experiments with sorghum. Indian J. Agric. Sci. 6：460—474.

17. LeClerg, E. L., W. H. Leonard, and A. G. Clark. 1962. Field Plot Technique. 2nd. Burgess, Minneapolis, Minn.
18. MacDonald, D., W. L. Fielding, and D. F. Ruston. 1938. Experimental methods with cotton. I. The design of plots for variety trials. J. Agric. Sci. 29 : 35—47.
19. Pan, C. L. 1935. Uniformity trials with rice. J. Amer. Soc. Agron. 27 : 279—285.
20. Siao, Fu. 1935. Uniformity trials with cotton. J. Amer. Soc. Agron. 27 : 974—979.
21. Smith, H. F. 1938. An empirical law describing heteogeneity in the yields of agricultural crops. J. Agric. Sci. 28 : 1—23.
22. Vagholkar, B. P., V. N. Apte, and S. S. Iyer. 1940. A study of plot size and shape technique for field experiments on sugarcane. Indian J. Agric. Sci. 10 : 388—403.
23. Warren, J. A. and I. Mendez. 1981. Block size and orientation, and allowance for positional effects, in field experiments. Expl. Agric. 17 : 17—24.
24. Wolkowski, R. P, T. A. Reisdorf, and L. G. Bundy. 1988. Field plot technique comparison for estimating corn grain and dry matter yield. Agron. J. 80 : 278—280.

Influence of Shape and Orientation of Plots on the Precision of Field Experiments with Rice[1]

Chun-Tang Lu and Hsiu-Ying Lu[2]

Summary

The objective of this research was to investigate the influence of plot shape and plot orientation on the precision of field experiments with rice by using uniformity trials data in Taiwan Agricultural Research Institute. Uniformity trials were conducted with a row spacing of 28cm and within-row spacing of 16cm. The trials were subdivided by simulating a randomized complete block design (RCBD) with various combinations of plot shape and orientation. Coeffcients of variability and relative efficiencies of different plot shape and orientation were estimated. When the soil variability pattern of the experimental field is distributed random, plots should be square as possible. The optimum plot shape with a adequate plot size of 100 plants was 10 rows×10 plants or 5 rows× 20 plants. When the fertility gradient of the area is present, a rectangular plot with parallel orientation in the direction of the fertility gradient would give higher precision. Increasing plot length in the direction of fertility gradient was more effective in reducing variability. With constant plot size of 100 plants, the optimum plot shape was 20 rows ×5 plants when the fertility gradient parallels the rows of the field.

Key words: Rice, Plot shape, Plot orientation, Experimental precision, Uniformity trial, Relative efficiency.

1. Contribution No. 1809 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Research Assistant and Statistician, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：413～419（1995）

春作綠肥作物適合性之評估[1]

黃惠娟[2]　曹文隆[2]　張愛華[3]

摘要：由於春作休耕田逐年增加，所以提供農民初期生育快、生長期長、莖葉產量高及覆蓋性強，適合氣溫較低時期栽培之綠肥作物種類及栽種方式極爲重要；本試驗即以田菁、青皮豆及油菜三種綠肥作物爲材料，採單作及混作種植方式進行，結果如下：青皮豆表現最佳，有顯著較高的鮮株重，又能充份達到抑制雜草的生長，且能顯著提升土壤全氮含量，使後作玉米有最高的植株乾重，應可推薦爲一適合中部、雲嘉南及東部春作休耕田之綠肥作物。田菁雖有高的後作玉米植株鮮重，但因初期生育受春作氣溫較低之影響，其鮮株重及控制雜草量，均不如青皮豆佳。另田菁＋青皮豆＋油菜混作區之鮮株重亦佳，雜草量少，並能顯著提升土壤的全氮含量，且其後作之玉米果穗百分比、總營養消化率（TDN）最高，爲混作區中表現最好，值得提出做一新的栽種方式之參考。

在後作物玉米產量及品質之比較，各綠肥處理小區均優於兩期連續種植玉米之小區，產量以田菁、青皮豆小區較佳，而品質以三種綠肥混作區最佳。

關鍵詞：綠肥、鮮重、土壤肥力、後作玉米試驗。

自推行稻田轉作及水旱田輪作制度以來，休耕面積逐年增加；由於休耕易造成雜草叢生、病蟲害增加，使地力逐年減退，所以在休耕土地種植綠肥以維護、改進土地生產力有其必要，但以往在本省進行的綠肥相關試驗，大多以二期作休耕水田、冬裏作或兩期作之中間作時期進行，農民亦習慣利用此時期種植綠肥[2,3,4,5]，而較少在春作（一期作）種植，故適宜栽培的綠肥作物往往生育期較短，或不適初期氣溫較低之春作，同時栽培方式均以單一綠肥作物種植，未曾嘗試數種綠肥混作種植方式是否較佳？而今因春作休耕田及輪作綠肥的機會增加，實有必要找出春作或氣溫較低時期之適宜綠肥作物及較佳的栽培種植方法。綠肥作物可分爲大株型的大豆類、田菁、太陽麻等，及小株型的三葉草、紫雲英、油菜等，前者木質素含量多，在土壤中分解較慢，具長效性，另小株型的三葉草、紫雲英、油菜等綠肥，木質素少，在土壤中分解較爲快速[7]；本試驗即擬以豆科的大株型綠肥作物田菁、青皮豆及小株型十字花科的油菜，採分別及混合播種，在春作時於本所臺中霧峰試區種植，探討不同綠肥作物單作與混作方式，對綠肥鮮株重、雜草形成量、土壤肥力及其對後作物玉米生育之影響。

材料與方法

一、試驗材料：

㈠田菁　㈡青皮豆　㈢油菜　㈣玉米

二、處理項目：試驗期間前作綠肥及後作玉米均不施任何化學肥料。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告　第 1810 號。
2. 本所農藝系助理與助理研究員。
3. 本所農化系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

㈠前作綠肥：打田整地後，撒播綠肥種子。

1. 全區爲田菁，播種量爲 30kg/ha。
2. 全區爲青皮豆，播種量爲 50kg/ha。
3. 全區爲油菜，播種量爲 7kg/ha。
4. 田菁1/2播種量＋青皮豆1/2播種量，混合播種。
5. 田菁1/2播種量＋油菜1/2播種量，混合播種。
6. 油菜1/2播種量＋青皮豆1/2播種量，混合播種。
7. 田菁1/3播種量＋青皮豆1/3播種量＋油菜1/3播種量，混合播種。
8. 全區種植玉米。
9. 對照區，無種植任何作物。

（播種量依照農林廳編印之『本省主要綠肥作物栽培簡介』[1]）

㈡後作玉米：青割玉米台農351號。

三、試驗設計：

採逢機完全區集（RCBD）設計，小區面積 25m²（5m×5m），三重覆。

四、試驗期間：

綠肥試驗：82年1月7日至82年5月23日

後作玉米試驗：82年7月7日至82年10月29日

五、試驗地點：本所農場88號田區，前作爲水稻田，綠肥種植前30天測得土壤有機質含量爲1.3%，pH 值 5.13，有效磷 19.6ppm，有效鉀 47.7ppm，全氮含量 847ppm。

六、調查項目：

㈠土壤調查分析

將綠肥作物翻犁至土壤中30天後，田間各處理小區土壤取樣測定（分析方法依據「作物需肥診斷技術」[6]進行，簡述如下）：

1. 土壤 pH 值：玻璃電極法，土：水＝1：1。
2. 土壤有機質含量：樣品加 1N $K_2Cr_2O_7$ 及濃硫酸後，待冷，加蒸餾水及指示劑，再以 0.5 N $FeSO_4$ 滴定。
3. 土壤全氮含量：樣品加入等量催化劑及濃硫酸加熱後蒸餾，以 4% H_3BO_3 吸收蒸餾液，再以 0.01N HCl 滴定。
4. 有效性磷：樣品加 0.03N NH_4F＋0.1N HCl 過濾後，取濾液分別加入 0.8M H_3BO_3、$(NH_4)_6MO_7O_{24}.4H_2O$ 液及 $SnCl_2$ 稀釋後，以比色計測定吸光度。
5. 有效性鉀：樣品加 250ml 乳酸鈣抽出液振盪1.5小時，過濾，再加1%草酸液，半小時後取澄清液以焰光計測定。

㈡種植後95天、105天各小區植株分別取樣，稱植株鮮重（Kg/m^2）及雜草生質量（Kg/m^2）。

㈢後作玉米產量及性狀調查：

1. 植株鮮重：玉米由地表割下，秤整株鮮重，換算成 ton/ha。
2. 莖葉果穗乾重：前述之樣品將各部位分離後，在 70°C 下烘乾，5天後秤取莖葉果穗乾重，以 ton/ha 表示。
3. 植株乾重：爲小區莖葉乾重加小區果穗乾重。
4. 整株含水率＝100×（植株鮮重－植株乾重）／植株鮮重。
5. 果穗百分比：果穗乾重／整株乾重。
6. 總營養消化率（TDN）%＝100×〔（莖葉乾物重×0.582）＋果穗乾物重×0.85）／（莖

葉乾重＋果穗乾物重）〕。

結果與討論

一、不同種植方式對綠肥鮮株重及雜草生質量之影響

田菁、青皮豆及油菜三種綠肥作物，以單作及不同種類之混作種植，調查在播種後95天、105天之鮮株重、雜草生質量，經變方分析後顯示出不同的小區處理間有顯著差異（表1）。

然因本試驗於一月初播種時氣溫較低，導致綠肥發芽出土較慢，對於初期雜草控制並不理想，直到播種後45天左右油菜首先超越雜草之生長勢，但之後約25天雜草則又迅速超越油菜生長，而青皮豆約在78天才超越雜草生長勢，田菁約85天，兩者在此之後的生長勢均強於雜草，故依當時綠肥的生長情形，分別在播種後95天及105天時，進一步探討三種綠肥作物不同種植方式之鮮株重及雜草生質量，由表1中發現在鮮株重量方面，以全區種植青皮豆者最佳，在播種後95天達到 1.32kg/m^2，至105天達到 2.07kg/m^2，除了95天之油菜＋青皮豆的 1.08kg/m^2 及105天田菁＋青皮豆的 1.78kg/m^2 外，顯著的高於其它處理小區；另混作區中有一半是種植青皮豆的小區，如油菜＋青皮豆、田菁＋青皮豆，以及青皮豆＋油菜＋田菁三作物之混作區，其鮮株重均高於田菁、油菜之分別單作及混作區；由於青皮豆之植株生長最茂盛，其抑制雜草生長的效果亦最佳，在95天及105天調查所得之雜草最少，均只有 0.38kg/m^2，顯著少於沒有種植任何作物的對照處理區（95天爲 0.68kg/m^2，105天爲 0.83kg/m^2），尤其在105天的雜草量亦顯著的少於田菁、油菜、田菁＋青皮豆以及田菁＋油菜的處理小區。

表 1. 種植後95天及105天之綠肥鮮株重及雜草量

Table 1. Shoot fresh weight of green manures and weeds at 95 and 105 days after planting.

Treatment	fresh weight at 95 days	fresh weight at 100 days	weed weight at 95 days	weed weight at 100 days
	Kg/m^2			
1. Sesbania	0.23c[z]	0.74d	0.52abc	0.73ab
2. Chin－pea－dou	1.32a	2.07a	0.38c	0.38d
3. Rape	0.28c	0.33e	0.43bc	0.63bc
4. Sesbania＋Chin－pea－dou	1.02b	1.78ab	0.57ab	0.62bc
5. Sesbania＋Rape	0.47c	0.78d	0.42bc	0.57bc
6. Rape＋Chin－pea－dou	1.08ab	1.57bc	0.43bc	0.48cd
7. Sesbania＋Chin－pea－dou＋Rape	0.82b	1.33c	0.47bc	0.52cd
8. Corn	■[y]	■	0.48abc	0.45cd
9. CK	■	■	0.68a	0.83a

[z] Means followed by same letters are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.
[y] No planting green manure.

二、不同綠肥種植方式對土壤肥力之影響

在綠肥植株掩埋至土壤中30天後進行土壤肥力調查，結果列於表2。pH 值方面，各處理小區之土壤均呈微酸性，數值在 pH5.5～6.0 之範圍內，其中油菜及田菁＋油菜的小區較高，分別爲5.9及6.0，且極顯著的高於對照區的5.75，此可能由於油菜爲小株型綠肥，掩埋後植株分解較快所致。另所測得之土壤有機質、有效磷及鉀含量，在各處理小區之間並沒有顯著的差異，但有機質及有效磷含量均以玉米小區最低。在全氮含量方面，以豆科單作之田菁及青皮豆之小區表現較好，分別爲 929 ppm 及 924ppm，此種因豆科根部具固氮作用，能維持及累積土壤中氮素含量之現象，已在多項實

驗中被證實[2,3,5,7,8,9,10,11]，另油菜＋青皮豆及田菁＋青皮豆＋油菜小區之全氮含量亦分別達 916ppm 及 925ppm，此四小區均顯著的高於對照區及種植玉米之處理（846ppm）。Badarnddin and Meyer[8]試驗指出單一期春作種植豆科綠肥即可觀察出土壤中的硝酸態氮明顯的高於種植其他作物小區，其試驗並證實豆科綠肥對不施氮肥的非豆科作物，尤其禾本科作物，可提供必需性的氮素。另在 Baquet and Dabney[9]之試驗亦指出，前作豆科綠肥的氮素含量可充足供給後作高粱生長所需之氮素。

本試驗各處理小區除全氮含量及 pH 值外，其餘所測之土壤肥力差異大多不顯著，且除了玉米小區因無掩埋綠肥需消耗地力所造成肥力較低外，其他處理並無明顯的優劣，此或許因本試驗僅爲一期作之結果，各處理間之差異尚無法顯現。Hargrove[10]之連續三年綠肥試驗也有此種現象，第一年僅可看出種植黑麥小區氮素顯著低於其他豆科綠肥及休耕區，但第三年即可顯著區分出不同處理小區間氮素含量的差異，而後作高粱的產量亦在三年平均下，方可看出前作爲休耕的對照區及黑麥小區顯著較低。楊[7]指出若能長期連續種植綠肥作物，將能有效的增加土壤有機質含量，且其認爲大株型綠肥，因木質素含量高，分解速度較慢對土壤有長效改善的效果，而本試驗中青皮豆及田菁屬於此型綠肥，故若能連續性栽培對土壤應更具有長期肥效性。

表 2. 綠肥耕犁入土壤後之肥力調查

Table 2. The effects of green manures on soil chemical properties.

Treatment	pH	O.M. (%)	available P (ppm)	available exchangeable K (ppm)	total N (ppm)
1. Sesbania	5.76	1.42	17.7	52.7	929*
2. Chin－pea－dou	5.50	1.42	18.2	51.1	924*
3. Rape	5.90**	1.40	17.7	55.2	901
4. Sesbania＋Chin－pea－dou	5.63	1.40	16.8	58.6	905
5. Sesbania＋Rape	6.00**	1.40	17.3	48.3	909
6. Rape＋Chin－pea－dou	5.53	1.41	18.2	49.8	916*
7. Sesbania＋Chin－pea－dou＋Rape	5.70	1.42	17.2	53.1	925*
8. Corn	5.57	1.33	16.2	52.5	846
9. CK	5.75	1.37	16.4	53.3	846
L.S.D. 5%	0.08	0.13	3.0	15.1	63
L.S.D. 1%	0.12	0.18	4.1	20.8	87

* Significant at 5% level
** Significant at 1% level

三、不同綠肥種植方式對後作玉米生育之影響

在綠肥後作種植玉米，調查玉米鮮株重、乾株重、整株含水率、果穗比率、總營養消化率（TDN）等項目，由表 3 發現玉米植株鮮重以前作爲田菁之小區最高，達 25.2 ton/ha，其次依序爲青皮豆小區(24.5 ton/ha)及三種綠肥混合種植小區（24.4 ton/ha），最差的爲玉米連作小區僅有 19.1 ton/ha；乾株重最高者，依序爲青皮豆（9.6 ton/ha）、油菜（9.4 ton/ha）及田菁＋油菜（9.1 ton/ha），最差的同樣爲連作玉米之小區（7.5 ton/ha）；後作玉米果穗乾重以三綠肥之混作區最高，爲 2.6 ton/ha，另莖稈乾重以青皮豆小區最高，爲 7.7 ton/ha，惟各個小區間之玉米植株鮮、乾重差異並不呈顯著。玉米之整株含水率以前作爲田菁小區之67.1%最高，亦即整株乾物率爲32.9%，其餘小區含水率在64.7～59.7%之間（表 4）。另玉米之果穗比率與 TDN 成正比，且較高的比率有較好的青割品質[12]，由表 4 中可知以前作爲田菁＋青皮豆＋油菜之小區的果穗比率29.3

%及 TDN 66.0%最高，其品質亦應較好，較差的爲玉米連作區、對照區及油菜區，此三小區之果穗比率分別爲19.7、19.8、19.9%，TDN 爲63.3、63.4、63.4%。由表 3、4 結果可知，前作種植綠肥之小區的玉米產量及品質的確較連續種植兩期作玉米之小區爲佳，然因此試驗僅爲一期作之綠肥試驗結果，其與前作爲休耕而未消耗地力的對照區集差別並不大。在連及鐘[5]、余等[2]之探討田菁中間作對水稻後作玉米生產影響的試驗中，指出田菁對後作玉米有顯著的增產及節省氮肥之效果，土壤通氣性亦較佳，且前者建議以不整地之田菁敷蓋法較整地之田菁掩埋法對玉米生育、收量較好；但因本試驗以氣溫較低之春作綠肥爲主，田菁無法似中間作（七月）時高產，故以掩埋法行之，同時由表 1 已知此時期田菁之鮮株重及雜草控制效果均顯著的低於青皮豆。另在多項單一期作或連作綠肥試驗中，後作種植高粱、小麥及水稻之試驗結果，後作均有較高的產量及較好的品質，甚至較具抗蟲性，尤其後作物以不整地進行省工栽培時，效果更爲顯著[8,9,10,11]。

表 3. 綠肥後作玉米之產量試驗
Table 3. Yield trial of corn after cultivating green manure.

Treatment	plant fresh weight	plant dry weight	ear dry weight	stover dry weight
	ton/ha			
1. Sesbania	25.2	8.3	1.7	6.6
2. Chin－pea－dou	24.5	9.6	2.0	7.7
3. Rape	23.4	9.4	1.9	7.5
4. Sesbania＋Chin－pea－dou	23.5	8.8	2.0	6.8
5. Sesbania＋Rape	22.5	9.1	2.3	6.9
6. Rape＋Chin－pea－dou	21.6	7.9	1.7	6.2
7. Sesbania＋Chin－pea－dou＋Rape	24.4	8.8	2.6	6.2
8. Corn	19.1	7.5	1.5	6.0
9. CK	22.5	8.0	1.6	6.4
L.S.D. 5%	6.5	3.3	1.4	1.9
L.S.D. 1%	9.0	4.6	2.0	2.6

表 4. 綠肥後作玉米全株含水率、果穗比率及總營養消化率之平均
Table 4. Mean of plant water content and ear percentage and TDN of corn after cultivating green maunre.

Treatment	Plant water content (%)	ear percentage (%)	TDN (%)
1. Sesbania	67.1	20.4	63.7
2. Chin－pea－dou	64.7	20.4	63.7
3. Rape	59.9	19.8	63.4
4. Sesbania＋Chin－pea－dou	62.7	22.5	64.2
5. Sesbania＋Rape	59.7	25.3	65.0
6. Rape＋Chin－pea－dou	63.4	21.1	63.7
7. Sesbania＋Chin－pea－dou＋Rape	63.9	29.3	66.0
8. Corn	60.4	19.7	63.3
9. CK	64.5	19.9	63.4

因田菁栽培以中、南部及東部爲佳，另大豆在中部、雲嘉南及東部之春作播種期亦相近，而油菜更在全省均可栽培[1]，故本試驗雖在臺中本所進行，但試驗結果應可適用於中部、雲嘉南及東部地區

。綜觀以上結果，就栽培種植方式而言，依序以單作青皮豆、單作田菁及混作之田菁＋青皮豆＋油菜三者效果最好；青皮豆小區鮮株重較佳，對雜草的抑制效果良好，植株埋入土中後，小區所測之土壤全氮含量顯著增加（表 2），且使得後作玉米有較高的乾株重，及僅次於田菁小區之玉米植株鮮重，同時青皮豆於夏作種植時採種容易，可自行繁殖種子，以供春作或秋作種植，而本省田菁及油菜種子則大部份仰賴進口[4]，故青皮豆應可推薦爲中部、雲嘉南及東部地區春作休耕田或初期生育氣溫較低時之綠肥作物。而油菜雖然在45天左右，就超越雜草的生長，然其生長期較短，約70天時已漸黃化，已過了適宜掩埋的時期（約半數開花時），所以油菜雖爲優良且普遍種植之冬季綠肥作物，但因播種至掩埋的生育期間較短，故以冬裡作種植較適宜，並不適合於時間較長之休耕田。田菁亦爲優良普遍栽種之綠肥，且本試驗中其後作玉米有最高的鮮株重，但因其在氣溫較低之冬季或早春種植時發芽遲緩，又無法生長茂盛，兼而造成大量雜草生長，同時田菁採種不似青皮豆容易爲其缺點。

另探討混作區之效果，以田菁＋青皮豆＋油菜之小區的表現較好，有較高的鮮株重及較少的雜草量，且其後作之土壤全氮含量亦顯著較對照小區增加，同時在後作玉米生長性狀調查發現，此小區果穗比率及 TDN 最高，即有較好的品質，故此混作種植方式也值得提出給農民參考。惟在播種時應注意，油菜應在另二作物已出土（田菁幼苗高約 3～5cm，青皮豆約 5～7cm）時再行撒種，否則因油菜生育期短，在另二作物達適當掩埋期時，油菜已過開花期，開始結籽、黃化，而影響掩埋至土壤中之鮮株量及養份。

李[3]進行的 5 年耕作制度試驗結果指出，水稻一大豆一玉米、水稻一田菁一玉米及高粱一大豆一玉米三種耕作制度分別較雙期作水稻全年純收益增加42.39～30%，但若考慮在配合稻田休耕及休耕田種植綠肥之政策，甚至在水資源妥善利用的前提下，應可提倡春作即一期作綠肥一一二期作玉米（玉米於二期作比一期作有較佳的產量[5]）的耕作方式，而春作綠肥可選擇生長期較長、莖葉繁茂，對溫度、日照較鈍感的大豆類爲最佳，而播種時溫度較高時，則可選擇田菁，或數種豆科綠肥的混合種植。

引用文獻

1. 臺灣省政府農林廳。1985。本省主要綠肥作物栽培簡介。
2. 余德發、張建生、詹平喜。1993。降低玉米生產成本之研究一田菁對水稻後作不整地玉米生產之影響。413—419頁。雜糧作物試驗研究年報 82年版。
3. 李文輝。1992。耕作制度對土壤肥力及作物產量與收益之研究。臺南區農業改良場研究彙報 28：23—37。
4. 李文輝。1993。嘉南地區豆科綠肥作物之適合性評估。臺灣農業 29：8—13。
5. 連深、王鐘和。1988。田菁中間作與耕耘方式對水稻玉米輪作田土壤理化性質及玉米生產之影響。中華農業研究 37：416—423。
6. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法作物需肥診斷技術。9—26頁 臺灣省農業試驗所編印。
7. 楊秋忠。1993。休耕不如種綠肥一綠肥在有機農法上的應用。自然農法 1：7—10。
8. Badarnddin, M. and D. W. Meyer. 1990. Green-manure legume effects on soil nitrogen, grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. Crop Sci. 30：819—825.
9. Baquet, D. J. and S. M. Dabney.1991. Reseedling, biomass, and nitrogen content of selected winter legumes in grain sorghum culture. Agron. J. 83：144—148.
10. Hargrove, W. L. 1986. Winter legume as a nitrogen source for no-till grain sorghum. Agron. J. 78：70—74.
11. Morris, R. A., R. E. Furoc, and D. D. Stuthuman. 1986. Rice responses to a short-duration green manure. I. Grain yield. Agron. J. 78：409—412.
12. Roth, L. S., G.C. Marten, W.A. Compton, and D.D. Stuthrman.1970. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea Mays* L.) forage. Crop Sci. 10：365—367.

Assessment on the Feasibility of Spring Manure Cultivation[1]

Huey-Jiuan Huang[2] Wen-Long Tsaur[2] and Ay-Hwa Chang[3]

Summary

The fallow field in spring season of Taiwan area has increased gradually in the recent years. It seems very important to provide some fast growing green manure crops with longer growth phase for the farmers. Therefore, the selection of flourishing plants with good covering ability and suitable for cultivation in the Spring duration is needed.

In the present experiment, three green manure crops namely Sesbania, Chin-pea-dou (*Glycine max*) and rape were used as the material. They were cultivated by single cropping or mixed cropping. The results showed that the : Chin-pea-dou was the best green manure in this study. In the field of Chin-pea-dou, the weed growth could be sufficiently controlled, and it also had a significantly higher plant fresh weight. Furthermore, the total nitrogen content of soil was increased significantly, and the subsequent corn got a highest dry matter yield. So the results showed that this crop is a suitable green manure for the spring fallow in the central area, Yun-chia-nan area and eastern area of Taiwan. As for Sesbania, although it gave higher fresh weight in the subsequent corn crop also, however, it had less fresh weight and more weeds than Chin-pea-dou due to the low temperature in the spring season which is unfavorable for the growth of Sesbania.

In the mixed cropping plot which consisted of Sesbania, Chin-pea-dou and rape, it also had good plant fresh weight and less weed. After its incorporation, the total N content of soil was increased significantly. Moreover, it also gave the highest ear percentage and total digestable nutrient (TDN) percentage in the subsequent corn crop. Therefore, the mixed crop of these three green manure crops is also worth recommending to farmers. The results showed that the yield and quality of corn subsequent to all green manure plots were better than the corn plot of continuous cropping.

Key words: Green manure, Fresh weight, Soil fertility, Trial fo subsequent corn.

---

1. Contribution No. 1810 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assisant and Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI.
3. Assistant rsearch fellow, Department of Agricultural Chemisty, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：420～429（1995）

十字花科蔬菜抗根瘤病之研究[1]

林俊義[2]　黃秀華[3]

摘要：十字花科蔬菜根瘤病係由*Plasmodiophora brassicae*（Wononia）所引起，爲十字花科蔬菜之重要根部病害，嚴重時會造成植株死亡。病原菌菌量在10^8 propagules/ml 時對十字花科蔬菜之感染可達100%；溫度在22.5°C對根毛感染率及發病指數達到最高。抗病篩選之環境爲在溫度爲22.5°及病原菌之菌量濃度定爲10^8 propagules/ml，由日本引進之甘藍（CR30—128 及 CR30—130）之發病率爲3.33%及6.33%，結球白菜（祝勝、石井、野崎70.90）之發病率各爲8.1%，10.1%，43.3%，及10%；青花菜（HANAMORI、ATSUMORI、SHIGEMORI）之發病率各爲13.2%，12.5%及25.6%。對根瘤病呈強抗病性。

關鍵詞：根瘤病、抗病品種篩選、十字花科蔬菜。

十字花科蔬菜根瘤病係一歷史悠久之病害，早在13世紀即有發生的記載[13]，其病原菌於1878年由俄人 Woronin 發現，命名爲 *Plasmodiophora brassicae* Woronin[13]。本省於1933年首次由澤田兼吉報告嚴重發生於桃園、新竹一帶芥菜田[4]，1984年後陸續有謝及楊氏、謝、王氏及謝、黃氏等[13,10,11,12,16]報告有關本病原菌在本省發生之分佈、病原菌之菌系、生態、抑病土及防治方法等。近年來由於本省蔬菜專業區之設立，尤其是以種植十字花科夏季蔬菜爲主之高山地區，本病發生相當嚴重，造成農民重大損失。根據前人研究可以有效防治十字花科蔬菜根瘤病的方法有土壤消毒[8,17]、改進栽培方法及添加物處理土壤[17,2,6,7,9,18]等，其中以添加含鈣化物處理土壤使用最爲普遍，但是鈣化物長期大量施用，不僅有改變土壤性狀之虞，而且不經濟使用上又不方便。本研究即在於研擬快速大量篩選抗根瘤病十字花科蔬菜品種之方法，期能早日篩選出抗病品種推廣給農民，或作爲育種之材料，以解決日益嚴重之十字花科蔬菜根瘤病。

材料與方法

一、病原菌之分離及休眠孢子接種液之製備

由清境地區十字花科蔬菜田中，採集根瘤病之病株，於室內將根瘤用水洗淨。置於果汁機中加入等重量比之蒸餾水後打碎 3 分鐘，打破液以5,000rpm（3,000xg）離心30分鐘，取沉澱即爲物以 5 毫升蒸餾水重新懸浮，如此重複三次離心重新懸浮後，所得沉澱即爲根瘤病菌之休眠孢子，試驗時以蒸餾水稀釋爲休眠孢子懸浮液至適當濃度後供接種用。未用之根瘤可於－20°C冷凍庫保存備用。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1811 號。
2. 本所所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 臺中區農業改良場助理研究員。臺灣省　彰化縣　大村鄉。

二、不同濃度之休眠孢子對根瘤形成之影響

將病原菌之休眠孢子以蒸餾水稀釋爲10^5，10^6，10^7，及10^8個/ml 等四種不同接種濃度以蒸餾水爲不接種對照。將10ml 之孢子懸浮液分別加入培養皿中（內含已發芽三天之甘藍30棵），每一處理接種四個培養皿，四小時後，將青江白菜種植於128格之穴盤中。栽培土爲等量之泥炭土與四號眞珠石配製而成；眞珠石爲南海蛭石股份有限公司出品；泥炭土則爲荷蘭 Horafleur 002，於20°C之生長箱中，30天後，將植株小心拔起用流水將表面清洗乾淨，以根瘤大小作爲感病等級之依據。另外各取20棵之根系浸於 Carmine 染劑染色一天，再鏡檢根毛感染率。

根毛感染率之分級乃根據每一視野中根毛被休眠孢子感染情形。0 級爲未受到感染，1 級爲 1～10個，2 級爲10～30個，3 級爲30～50個，4 級爲50～80個，5 級爲80個以上之休眠孢子。發病之分級如下：0 =無病徵（No symptoms），1 =小結瘤（Small nodular galls），3 =大結瘤或球形結瘤（Larger nodular or spherical galls），5－7 =在主根或側根有大融合瘤（Increasingly large fusiform galls on lateral and main root），9 =大結瘤延伸至胚軸（Large galls extending into hypocotyl）（圖 1）[15]。

$$\text{發病等級}=\sum\frac{0xj+1xj+3xj+5xj+7xj+9xj)}{nxi}$$

n =調查總數，i =等級，j =各級數目

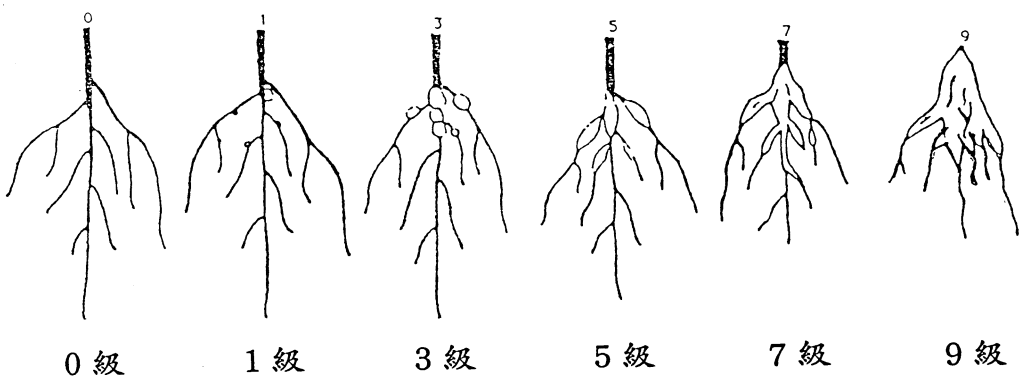


圖 1. 根瘤病發病之等級（0～9 級爲健康至發病嚴重）

Fig. 1. Scale of disease incidence on clubroot, 0～9 indicate plants are healthy to severely infected

三、溫度對根瘤病感染之影響

將根瘤病之休眠孢子以蒸餾水稀釋爲10^8個/ml 之接種，以蒸餾水作爲不接種對照。於培養皿中加入10ml 之休眠孢子接種液（培養皿內含已發芽三天之青江白菜30棵），每處理接種四個培養皿，四小時後，將青江白菜種植於128格之穴植盤中。栽培土爲等量之泥炭土與四號眞珠石配製而成；眞珠石爲南海蛭石股份有限公司出品；泥炭土則爲荷蘭 Horafleur 002，分別放在15°C，17.5°C，20°C，22.5°C，及25°C之生長箱中，30天後，將植株小心拔起用流水將根表洗淨，依根瘤大小紀錄發病等級。並各取20棵之根系浸於 Carmine 染劑染色一天，再鏡檢根毛感染率。

四、不同甘藍、結球白菜及青花菜品種對根瘤病之感受性測定

供試之甘藍品種方面包括由日本引進之 CR（93—130頂點），CR（93—128）及本省常見之品種高峰及初秋，共四個品種；結球白菜品種包括：由日本引進之祝勝（CR），石井（CR APPARE F1），野崎70、90及本省高山地區種植之結球白菜388及特慢，共六個品種。青花菜方面由日本引進

協和（HANAMORI，ATSUMORI，SHIGEMORI），與本省栽培品種綠王，共四個品種。將上述各品種種子30粒放在九公分之培養皿中催芽，發芽三天後，以含10^8個/ml 之休眠孢子液進行接種處理，每一品種接種 4 個培養皿，四小時後將種子種植於128格之穴盤中，所用土壤介質配方與前述試驗相同，於22.5°C之生長箱中，培植30天後，將植株小心拔起用流水將根表洗淨，紀錄發病等級，並以同法檢查每一品種之根毛感染率。

五、田間試驗

將本省常見及由國外引進之十字花科作物（表 1），育苗經過30天以後，移植於清境榮光新村之發病田（本試驗田前期發病率爲80%），定期前往調查各品種發病之情形。

表 1. 十字花科作物田間試驗品種

Table 1. Tested varieties to clubroot on Crucifers in field

作　　物	來　　源
甘　藍	
CR 93—128	Dr. Hiroaki Yoshikawa
CR 頂點 93—128（多惠）	Dr. Hiroaki Yoshikawa
高　峰	本　省
初　秋	本　省
CR 祝勝結球白菜	高農株式會社
CR APPARE F1（石井）	石井育種場
野　崎 70	野崎採種場
野　崎 90	野崎採種場
結球白菜 388	本　省
結球白菜 特慢	本　省
青 花 菜	
HANAMORI	協和種苗株式會社
ATSUMORI	協和種苗株式會社
SHIGEMORI	協和種苗株式會社
綠　王	本　省

結　果

一、接種不同濃度之根瘤病菌休眠孢子對根瘤形成之影響

經試驗結果顯示：根瘤之形成與接種之休眠孢子濃度成正相關（表 2 、 3），甘藍在孢子濃度爲10^5個/ml 之處理，經目視檢查並未發病，但用 Carmine 染色後鏡檢根毛感染率爲55%，在10^6—10^8個/ml 處理下，根毛感染率可達100%，且由目視即可檢查根結瘤情形（圖 2）。依據此試驗結果以下有關之試驗均將病原菌接種濃度定爲10^8個/ml。

表 2. 根瘤病菌休眠孢子接種濃度對青江白菜幼苗根毛感染之影響

Table 2. The relationship of inoculum density of *Plasmodiophora brassicae* resting spores on the infection rate of clubroot.

Inoculum density (resting spores/ml)	Root incidence[z] (%)	Root infection[y] index
10^5	55	1.30
10^6	100	3.45
10^7	100	4.75
10^8	100	5.0
CK	0	0

[z] data was obtained by observation in microscopy, 30 roots were detected for each treatment.
[y] index were from "0" to "5" where "0" indicated the root was not infected, and "5" indicated each root was infected by more than 80 resting spores.

表 3. 根瘤病菌休眠孢子接種濃度對青江白菜幼苗根瘤病發病之影響

Table 3. The effect of inoculum density of *Plasmodiophora brassicae* resting spores on the severity of clubroot.

Inoculum density (resting spores/ml)	Disease incidence[z] (%)	Disease index[y]
10^5	0	0
10^6	0	0
10^7	12	0.4
10^8	68	5.1
CK	0	0

[z] data was obtained by observation in microscopy, 30 roots were detected for each treatment.
[y] indexes were from "0" to "5" where "0" indicated the root was not infected, and "5" indicated each root was infected by more than 80 resting spores.



圖 2. 接種濃度對根瘤形成之影響

Fig. 2. The relationship of inoculum density of *Plasmodiophora brassicae* to clubroot

二、溫度對根瘤病發減之影響

由圖 3 顯示：根瘤病菌在植株上發病率及發病指數之最適的溫度爲22.5°C，並在接種14天後時發

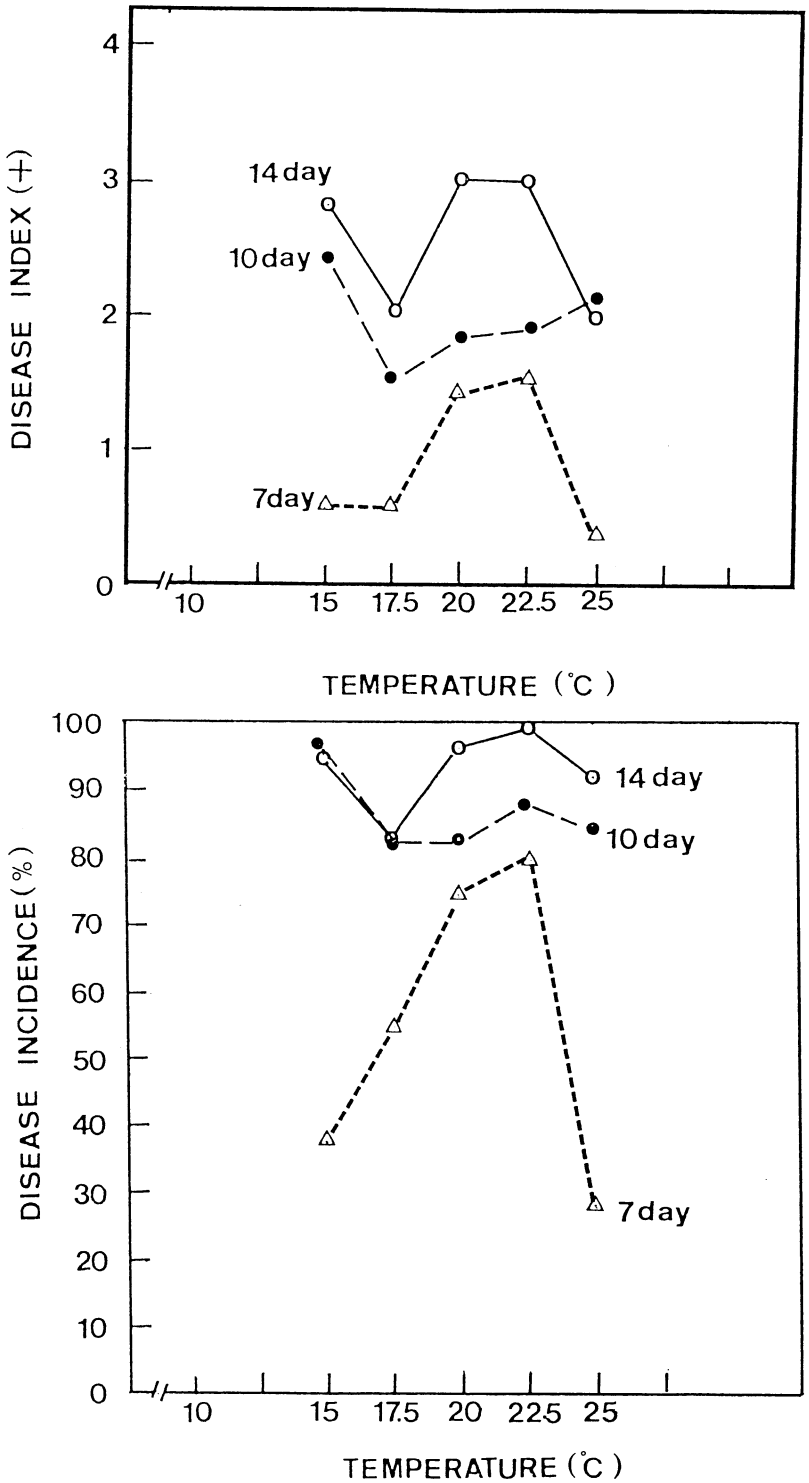


圖 3. 溫度對根瘤病發生之影響

Fig. 3. Effect of temperature on the disease incidence of crucifers to clubroot

病率幾乎可達100%，發病指數達到3級。根據溫度及濃度之試驗結果選定10^8休眠孢子/ml 爲接種標準濃度，而22.5°C爲接種環境溫度，進行不同十字花科作物對根瘤病之感受性測定。

三、不同甘藍品種對根瘤病之感受性

根據前述試驗結果選定10^8休眠孢子/ml 爲接種用標準濃度而22.5°C爲接種環境溫度，進行不同十字花科作物對根瘤病之感受性測定，結果如表4所示，由日本引進之二種甘藍品種，對本省之根瘤病菌較本省品種具有抵抗性，在高達每一毫升中含有10^8之孢子濃度下，發病率只有0.33～6.33%之間，本省高山地區常種之高峰及初秋品種之罹病率則高達75.6%及100%。

表 4. 不同甘藍品種對根瘤病之抗性

Table 4. Varietal susceptibility to clubroot on cabbage

Various	Disease incidence[z] (%)	Disease index[y]
CR 93—128	3.33	0.10
CR 頂點 93—128 (多惠)	6.33	0.23
高　峰	75.6	2.35
初　秋	100.0	4.45

[z] data was obtained by observation in microscopy, 30 roots were detected for each treatment.
[y] indexes were from "0" to "5" where "0" indicated the root was not infected, and "5" indicated each root was infected by more than 80 resting spores.

四、不同結球白菜品種對根瘤病之感受性

根據前述試驗結果選定10^8休眠孢子/ml 爲接種用標準濃度，22.5°C爲接種環境溫度，進行不同十字花科作物對根瘤病之感受性測定，結果如表5所示，由日本引進之四種結球白菜品種除野崎70外，對本省之根瘤病菌均較本省品種具有抵抗性，在高達每一毫升中含有10^8之孢子濃度下，發病率只有8.1～10.8%之間，本省高山地區常種之結球白菜388品種發病率則高達55.3%，另一品種特慢則屬於中感品種發病率爲38.9%。

表 5. 六種不同結球白菜品種對根瘤病之感受性測定

Table 5. Susceptibility of six chinese cabbage varieties to clubroot disease

Various	Disease incidence[z] (%)	Disease index[y]
CR 祝勝結球白菜	8.1	0.08
CR APPARE F1 (石井) 結球白菜	10.8	0.21
野崎 70	43.3	1.1
野崎 90	10	0.1
結球白菜 388	55.3	3.56
結球白菜 特慢	38.9	1.30

[z] data was obtained by observation in microscopy, 30 roots were detected for each treatment.
[y] indexes were from "0" to "5" where "0" indicated the root was not infected, and "5" indicated each root was infected by more than 80 resting spores.

五、不同青花菜品種對根瘤病之感受性測定

由表 6 顯示：由日本引進之三種青花菜品種比本省目前栽培之品種綠王對根瘤病菌較具抵抗性，三者之中以 ATSUMORI 及 HANAMORI 較具抗病性，發病率各爲12.5%及13.2%，另一品種 SHIGEMORI 發病率爲25.6%。在相同的接種條件下本省之栽培品種綠王發病率則高達78.1%。

表 6. 不同青花菜品種對根瘤病之感受性測定

Table 6. Varietal susceptibility to clubroot on Broccoli

Various	Disease incidence[z] (%)	Disease index[y]
HANAMORI 青花菜	13.2	0.18
ATSUMORI 青花菜	12.5	0.43
SHIGEMORI 青花菜	25.6	0.67
綠　王	78.1	4.40

[z] data was obtained by observation in microscopy, 30 roots were detected for each treatment.
[y] indexes were from "0" to "5" where "0" indicated the root was not infected, and "5" indicated each root was infected by more than 80 resting spores.

六、田間試驗

由表 7 結果顯示：由日本引進之十字花科蔬菜甘藍（CR 93—128，CR 93—130）、結球白菜（祝勝、野崎70及90、石井）及青花菜（HANAMORI，ATSUMORI，SHIGEMORI）對本省高山地區之根瘤病菌系(ECD 16/0/31)較有抗性，而本省目前之栽培品種對於根瘤病菌則抵抗性較弱。

表 7. 十字花科蔬菜田間發病率

Table 7. Varietal susceptibility to clubroot on Crucifers in field test

Crops	Disease incidence (%)					
	30[z]	45	60	75	90	97
甘　藍						
CR 93—128	0	0	0	0	0	0
CR 頂點93—130（多惠）	0	0	0	0	0	0
高　峰	6.5	18.5	35.5	40.0	50.5	56.0
初　秋	15.5	20.67	33.5	45.5	68.5	72.67
結球白菜						
CR 祝勝結球白菜	0	0	0	0	0	0
CR APPARE F1（石井）	0	0	0	0	0	0
野　崎 70	0	0	0	2.8	3.0	3.5
野　崎 90	0	0	0	0	0	0
結球白菜 388	4.5	8.0	12.0	18.0	20.0	25.0
結球白菜 特慢	2.5	5.0	8.0	10.5	13.0	14.5
青 花 菜						
HANAMORI	3.2	3.2	3.5	4.0	4.5	5.0
ATSUMORI	0	0	0	0	0	0
SHIGEMORI	0.6	0.6	0.8	2.4	2.5	5.0
綠　王	5.5	8.0	.9.0	12.5	14.0	16.0

[z] 移植後天數

討　論

根瘤病是十字花科蔬菜重要的根部病害，植株發病後地上部葉片首先呈萎凋狀，其萎凋現象在中午天氣炎熱時最爲明顯，被害植株隨著病勢的發展，下位葉黃化，植株矮化，在苗期如被感染會導致植株早期死亡。在地下部則可見明顯腫大之根瘤，根瘤形狀呈紡錘形或不規則形，較大或較久之根瘤常因其他微生物之感染而腐爛，導致植株死亡，腐爛之根瘤會發出惡臭[5]。本病原菌對根毛之感染與溫度有很大的關係，溫度在16°C以下時，植株根毛未見形成游走孢子囊，根毛感染率在24°C時最多，但溫度在28°C時其根毛感染率則下降[1,3,12,2]；筆者之試驗結果亦有相似之情形，但根毛感染率及發病指數以22.5°C時最高（圖２、３），此點與前人之研究較爲不相同[3]，但實際田間根瘤病之發生則以18°C最爲適宜，溫度過高或過低皆不適合本病之發生[1,2,3,12]。筆者由日本引進甘藍、結球白菜、青花菜等抗病品種，依據Toxopeus 之基準進行對本省主要根瘤菌菌系（ECD16/0/31）[10]之抗病篩選工作。試驗結果顯示對本省高山地區之菌系（ECD16/0/31）有很好的抗病性（表４、表５及表６）。青花菜抗病品種（HANAMORI，ATSUMORI，SHIGEMORI）之品質與本省之栽培品種(綠王)無差異（品種試吃），可直接推廣給農民種植；引進之甘藍品種則品質較本省種植之初秋品種差（品種試吃比較口感方面），則可作爲育種的材料。但對於這些抗病品種之抗病機制、基因控制因子，並未有更多的資料可供參考，則有待更進一步之研究。

誌　謝

本研究承蒙 Dr. Hiroaki Yoshikawa, 日本高農株式會社、石井育種場及協合種苗株式會社提供甘藍、結球白菜及青花菜之種子，農林廳八十三年度提供經費，謹致謝忱。

引用文獻

1. 王肇芬。1986。十字花科蔬菜根瘤病抑病土之調查及抑病機制之研究。國立中興大學植物病理研究所第十六屆碩士論文。
2. 黃勝智。1986。育苗土添加鈣化物防治十字花科蔬菜根瘤病之研究。國立中興大學植物病理研究所第十六屆碩士論文。
3. 楊慶鴻。1984。土壤添加物防治十字花科蔬菜根瘤病之研究。國立中興大學植物病理研究所第十四屆碩士論文。
4. 澤田兼吉。1933。臺灣產菌類調查報告第四篇。臺灣總督府農業試驗所報告第61號。
5. 謝文瑞。1993。十字花科蔬菜根瘤病蔬菜保護研討會專刊新一號。257—272頁。中華植物保護學會出版325。
6. Anderson, W. C., Gabrielson, R. L., Haglund, W. A., and Baker, A. S. 1976. Clubroot control in crucifers with hydrated lime and PCNB. Plant Dis. Reptr. 60: 561—565.
7. Campbell, R. N., Greathead, A. S., Myers, D. F., and de Boer, G. J. 1985. Factors related to control of clubroot of crucifers in the Salinas Valley of California. Phytopathology 75: 665—670.
8. Colhoun, J. 1983. Observations on the incidence of clubroot disease of Brassicae in limed soils in relation to temperature. Annu. Appl. Biol. 40: 639—644.
9. Dobson, R. L., Gabrielson, R. L., Baker, A. S., and Bennett, L. 1983. Effects of lime particle size and distribution and fertilizer formulation on clubroot disease caused by *Plasmodiophora brassicae*. Plant Dis. 67: 50—52.
10. Hsieh, W. H., and Huang, Y. H. 1988. Pathotype differentiation in*Plasmodiophora brassicae* with the European clubroot differential set in Taiwan. Plant Prot. Bull.(Taiwan, R. O. C.)30: 393—398.
11. Hsieh, W. H., and Wang, J. F. 1986. Investigation on suppressive soils of clubroot of crucifers in Taiwan. Plant Prot. Bull.(Taiwan, R. O. C.) 28: 353—362.
12. Hsieh, W. H., and Yang, C. H. 1985. Investigation on the clubroot and the susceptibility of crucifers in

Taiwan. Plant Prot. Bull.(Taiwan, R. O. C.) 27: 3—10.

13. Karlin, J. S. 1968. The Plasmodiophorales. 2nd ed. Hafner Publishing Company, N. Y.
14. Rowe, R. C. 1980. Evaluation of radish cultivars for resistance to clubroot *(Plasmodiophora brassicae)* race 6 for midwestern United States. Plant Dis. 65: 462—464.
15. Toxopeus, H. 1977. Outlines of breeding programs for clubroot resistance in brassica crops. pp. 124—126. In: Woronin+100, International Conference on Clubroot. Department of plant pathology, College of Agricultural and Life Science, University of Wisconsin Madison.
16. Wang, J. F., and Hsieh, W. H. 1986. Studies on the suppressive factors and characteristics of suppressive soils of clubroot in crucifers. Plant Prot. Bull.(Taiwan, R. O. C.)28: 363—370.
17. White, J. G., and Buczacki, S. T. 1979. Observations on suppression of clubroot by artificial or natural heating of soil. Trans. Br. Mycol. Soc. 73: 271—275.
18. White, J. G., and Buczacki, S. T. 1977. Control of Clubroot by soil particle sterilization with particular reference to the treatment of small natural loci of infection. Annu. Appl. Biol. 87: 337—343.

Studies on Resistance of Crucifers to Clubroot Disease Caused by *Plamodiophora brassicae*[1]

Chien-Yih Lin[2] and Shiou-Hwa Huang[3]

Summary

Clubroot disease of crucifers, caused by *Plasmodiophora brassicae*Woronin, is the most important soil-borne disease on crucifers. The optimal temperature for root hair infection and disease incidence to clubroot are 22.5C. When inoculum density is at 10^8 propagules/ml, higher disease percentage occurs. The disease incidence of cabbage cultivars : CR 30-128 and CR 30-130 to clubroot are 3.33% and 6.33% separetely. CR APPARE F1 and CR of chinese cabbage are 10.8% and 8.1% respectively. Hanamori, Atsumori and Shigemori of broccoli are 13.2%, 12.5% and 25.6% respectively. They are highly resistant varieties.

Key words: Clubroot, Resistant, Cabbage, Chinese cabbage, Braccoli.

1. Contribution No. 1811 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Direcfor of Taiwan Agricultural Research Institute. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Asistant Specialist of Taichung District Agricultural Improvement Station. Dahtsuen, Changhua, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 44(4) : 430～438 (1995)

Chromatographic and Electrophorotic Separation of Lectin Preparation from Resistant and Susceptible Plants of Tomato to *Pseudomonas solanacearum*[1]

Chien-Yih Lin [2]

Abstract : Lectin preparations from wilt resistant and susceptible tomato plants to *Pseudomonas solanacearum* they have similar movement in Sephadex G-200 columns and SDS-polyacrylamide gels. Column fractions with highest protein content have the highest agglutination titers. Protein content, agglutination titers of column fractions, and the staining intensity of gels after electrophoresis are related to the susceptibility or resistance of the plants used for lectin extraction, inoculation of these plants, and the virulence of the *Pseudomonas solanacearum* isolate used for inoculation.

Key words : *Pseudomonas solanacearum,* Lectin, Chromatographic separation, Electrophoretic separation.

INTRODUCTION

Previous research[4,5,6] has shown that inoculation of tomato plants with incompatible isolates of *P. solanacearum* initiates a hypersensitive type of response. Numbers of inoculated bacteria initially increase then decrease and amounts of lectins increase with time after inoculation in incompatible tomato lines. A relationship between the resistance of tomato plants to *P. solanacearum* and the presence of lectins in stem extracts has been noted[3,5,6].

Sequeira et. al.[8,9,10,11] postulated that lectins in plants possess the ability to attach to bacteria and thus limit their multiplication. Our research results suggest that increases in lectin concentration can be elicited by inoculation with avirulent isolates of *P. solanacearum* in resistant and susceptible plants or by inoculation with virulent isolate in resistant plants. Furthermore, the types of lectins elicited may vary dependent on the isolate of bacteria used for inoculation or susceptibility of the host plants. Lectin types can be separated

1. Contribution No. 1812 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Director of Taiwan Agricultural Research Institute. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

on the basis of whether they agglutinate virulent or avirulent cells of *P. solancearum* and the effect of various carbohydrates on agglutination inhibition. The objective of this study was to partially purify lectins from tomato plants inoculated with different isolates of *P. solanacearum* and to determine similarities or differences among those lectin preparations.

MATERIALS AND METHODS

Growth of tomato plants—Tomato seeds of the resistant (VC-8) and susceptible (Campbell-28, C-28) tomato lines were sown in a 1 : 1 (v/v) mixture of soil and sand. Seedlings were grown for twenty days in the greenhouse and were transplanted singly into six inch plastic pots containing a 3 : 1 (v/v) mixture of soil and sand. Plants were grown in the green house at 30±3°C for thirty days after transplanting.

Inoculation of tomato plants—Uniform plants with ten expanded leaves were selected and individually inoculated with isolate #64 and #64-β by injecting twenty-five ul of bacterial suspensions (6.1×10^9 cells/ml) into each of 4th, 6th, 8th leaf axil below the growing point of each plant. Bacterial suspensions was obtained by suspending bacteria grown on TZC medium[1]at 28°C for 48 hours into sterile distilled water. Plants inoculated with sterile distilled water served as controls. Inoculated plants wre then re turned to the 30 ±3°C greenhouse.

Lectin preparation and agglutination assay—Lectins were extracted from ten plants for each of six treatments. Treatments included inoculation of the VC-8 line and C-28 cultivar with isolates #64-β or sterile distilled water. Lectins were extracted by the modified method of Sequeira[6]as described in Part II 120 hrs. after inoculation. Final volumes of lectin extracts were adjusted at a ratio of 1 ml 0.1 M acetate buffer (pH 3.6) per gram dry weight of extracted tissue.

Lectin preparations (1ml) for each treatment were applied to a column (1.5cm×10cm) of Sephadex G-200 containing 0.1M acetate buffer (pH3.6) . Columns were eiuted with buffer at a rate at a rate of 7 ml/hr. in a 4°C cold room. Fractions (0.5ml) were collected for 3 hrs. Total protein content of each fraction was determined by the Lowry method[3]. The agglutination activity of each fraction was measured by an agglutination bioassay using the avirulent isolate #64-β as descrbed in Part II.

Polyacrylaimide-gel disc electrophoresis—Sodium dedecyl sulfate (SDS) electrophoresis was performed by a modification of the method used by Laemmli[2]. Fifty ul g tomato lectin extracted directly from the tomato plants were placed in the sample slots of a gel slab (14×9×0.1 cm) which contained 12.5% acrylamide, 3.75 mM HCl (pH8.9), 0.058 mM TEMED and 0.1% SDS. Electrophoresis was conducted at room temperature at 25 mA throughout the running gel until the tracking dye reached the bottom of the gel. Gels were stained in Comassive blue (0.1% in 45% methanol and 9% acetic acid.

RESULTS

Sephadex G-200 Column separation of lectins—The protein content of fractions from each of six lectin preparations generally displayed two main peaks representing protein content when run through a Sephadex G-200 column. The first peak eluted in fractions 1-8, contained low amounts of protein and did not exhibit agglutination activity for the avirulent isolate (#64-β) of *P. solanacearum.* The second peak was eluted in fractions 8 to 34, generally contained higher amounts of protein, and exhibited agglutination activity (Fig. 1-6) .

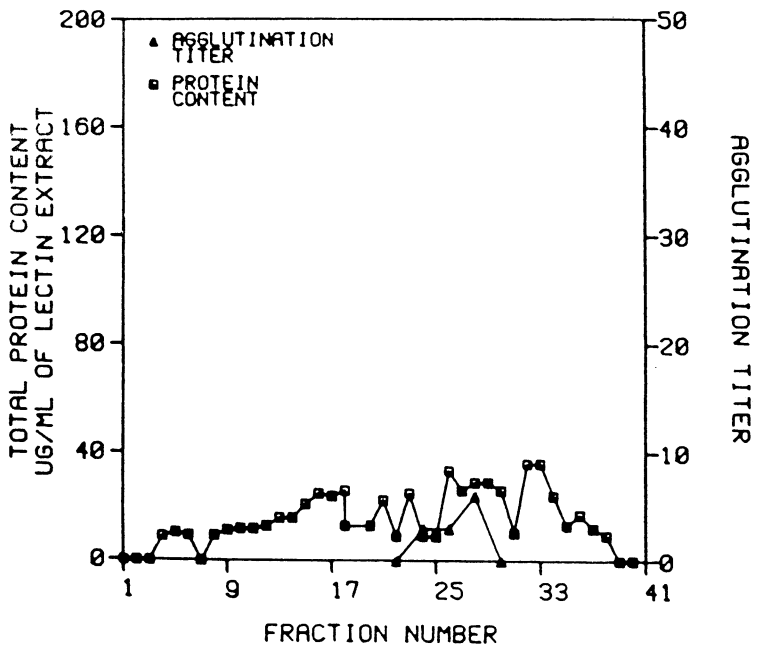


Fig. 1. Protein content and agglutination titer of lectin fractions from uninoculated resistant tomato plants (VC-8) eluted from a Sephadex G-200 column with 0.1 M acetate buffer (pH3.6). Agglutina tion titer is the reciprocal of the highest dilution of lectins that caused agglutination of the avirulent isolate (#64-β) of *Pseudonomas solanacearum.*

Lectins which agglutinated the avirulent isolate were detected in fractions 12 to 34 of preparations from resistant plants inoculated with avirulent or virulent isolates or uninoculated. Highest agglutination titers of these preparations appeared in fractions 24, 20 and 28, respectively (Figures 1,3,5) . Lectins were detected in fractions 12 to 25, with maximum agglutination titer in the fraction 16 of each lectin preparation from susceptible plants inoculated with avirulent or virulent isolates or uninoculated (Figures 2,4,6) . Lectin preparations from uninoculated plants (resistant VC-8 and susceptible C-28 lines) or susceptible plants (C-28) inoculated with the virulent isolate contained low amounts of protein. Fractions of these preparations with detectable protein were characterized by low agglutination titers (Figs. 1,2,4) .

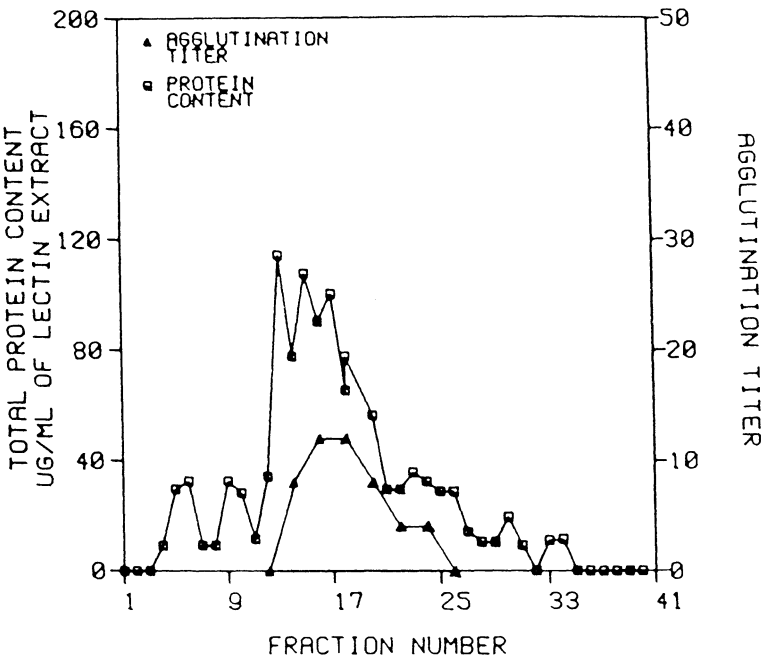


Fig. 4. Protein content and agglutination titer of lectin fractions from inoculated susceptible tomato plants (C-28) , inoculated with the virulent iso late #64 of *Psuedomonas solanacearum,* eluted from a G-200 column with 0.1 M acetate buffer (pH3.6) . Agglutination titer is the reciprocal of the high est dilution of lectins that caused agglutination of the avirulent isolate (#64-B) of this bacterium.

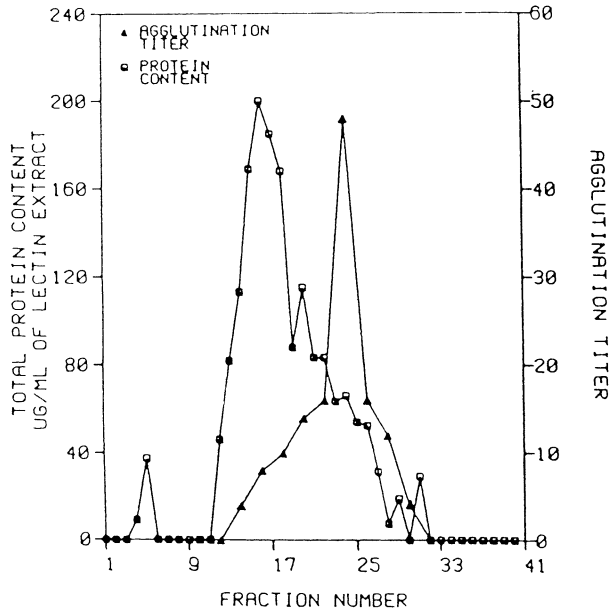


Fig. 5. Protein content and agglutination titer of lectin fractions from resistant plants (VC-8) inoculated with the avirulent isolate #64-β of *Psuedomonas solanacearum*, eluted from a G-200 column with 0.1 M acetate buffer (pH3.6) . Agglutination titer is the reciprocal of the highest dilution of lectins that caused agglutination of the avirulent isolate(#64-β) of this bacterium.

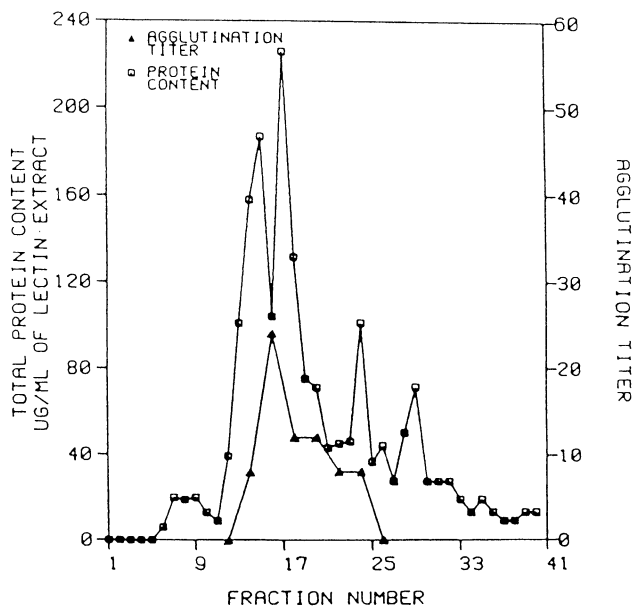


Fig. 6. Protein content and agglutination titer of lectin fractions from susceptible plants (C-28), with the avirulent isolate (#64-β) of *Psuedomonas solanacearum*, eluted from a G-200 column with 0.1 M acetate buffer (pH3.6) . Agglutination titer is the reciprocal of the highest dilution of lectins that caused agglutination of the avirulent isolate (#64-β) of this bacterium.

Gel electrophoresis of lectin preparations — Lectin preparations isolated from six different host-pathogen com binations (i.e. the resistant VC-8 and susceptible C-28lines inoculated in the avirulent, virulent isolates of *P. solanacearum* or uninoculated) were characterized by similar band patterns upon electrophoresis of polyacrylamide gels in the presence of 0.1% sodium dodecyl sulfate. Differences between lectin preparations wre observed, however, in the intensity of bands 2 ABD 3. Differences were not detected in the number and mobility of bands for these six lectin preparations (Fig. 7) .

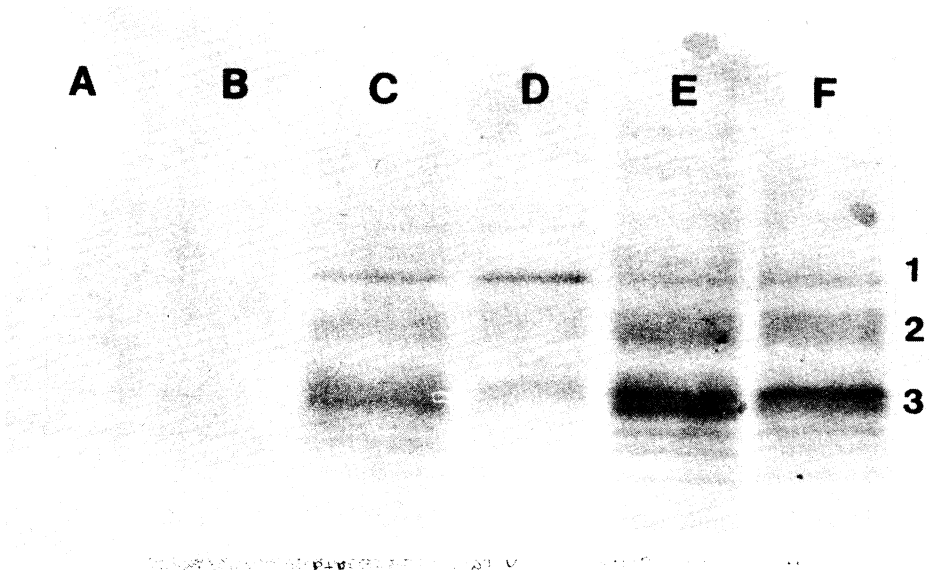


Fig. 7. SDS-PAGE patterns of lectin preparation from A) Uninoculated resistant (VC-8) plants ; B) Uninoculated susceptible plants ; C) Resistant plants inoculated withe the virulent isolate of *Psuedomonas solanacearum* ; *D*) Susceptible plants inoculated with the virulent isolate ; E) Resistant plants inoculated with the avirulent isolate ; F) Susceptible plants inoculated with the avirulent isolate.

DISCUSSION

Previous results[3,4,5,6] suggest that at least two types of lectin are elicited in tomato plants depending on the host susceptibility and the isolate of *P. solanacearum* used for inoculation. Lectin types can be separated on the basis of agglutination with virulent (#64) or avirulent (#64-β) cells of *P. solanacearum*[3,5,6] In addition, agglutination of bacterial cells by lectins is inhibited by simple carbohydrates[4]. Results of sephadex G-200 column analysis and SDS -PAGE patterns suggested relatively few differences in terms of fractions with elevated protein content and agglutination titer and electrophoretic bands, respectively, between lectin preparations from susceptible and resistant plants uninoculated or inoculated with avirulent and virulent isolates of *P. solanacearum.* However, lectin preparations from uninoculated resistant and susceptible plants or susceptible plants inoculated with the

virulent isolates of *P. solanacearum* were characterized by lower total proteins, lower agglutination titers (Figures1,2,4) and electrophoretic bands (especially bands 2 and 3) that were less intensely stained (Figure7) than other lectin preparations. These results supported previous conclusions[3,4,5] that higher amounts if lectins are elicited in tomato plants by incom patible isolates of *P. solanacearum.* Differences in the staining intensity of electrophoretic bands supported the hypothesis that more than one type of lectin is present in inoculated tomato plants depending on the susceptibility of the host and virulence of the inoculum.

REFERENCES

1. Kelman, A. 1954. The relationship of pathogenicity of *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance in tetrazolium medium. Phytopathology 44 : 693-695.
2. Lammli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriphage T4. Nature 227 : 680
3. Lin, C. Y. 1980. The potential role of lectins in the resistance of tomato to *Pseudomonas solanacearum.* Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C) 22 : 353-365.
4. Lin, C. Y. 1995. Inhibition of lectin agglutination with *Pseudomonas solanacearum* by carbohydrates. Jour. of Agriculture Association of China 172 : 56-71.
5. Lin, C. Y., and W. R. Stevenson 1979a. The multiplication and interaction of virulent strain and avirulent mutant of *Pseudomonas solanacearum.* Plant Prot. Bull. (Taiwan) 21 : 351-357.
6. Lin, C. Y., and W. R. Stevenson 1979b. The hypersensitive response of tomato plants to inoculation with *Pseudomonas solanacearum.* Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C) 21 : 358-364.
7. Lowry, O. H., N. P. Rosebrough, A. L. Fan, and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol Chem. 193-265.
8. Plitis, D. J. and R. N. Goodman. 1978. Localized cell wall appositions. Incompatibility response of tobacco leaf eclls to *Pseudomonas pisi.* Phytopathylogy 68 : 309-316.
9. Sequeira, L. 1978. Lectins and their role in hostpathogen specificity. Ann. Rev. Phytopathol. 16 : 453-481.
10. Sequeira, L. and T. L. G. Yaham. 1976. Aggultination of avirulent strains of *Pseudomonas solanacearum* by potato lectin. Physiol. Plant Pathol. 11 : 43-54.
11. Sequeira, L., G. Garrd, and G. A. Dezoeten. 1977. Interaction of bacteria and host cell walls. Its relation to mechanisms of induced resistance. Physiol. Plant Pathol. 10 : 43-50.
12. Sharon, N. 1977. Lectin. Scientific American (June) : 108-119.

利用色層分析與電泳法探討番茄聚血素與抗青枯病菌之關係[1]

林 俊 義[2]

摘 要

利用色層分析管（Sephades G-200 Cdumns）及十二烷硫酸鈉聚丙烯醯胺膠（SDS-polyacrylamide gels）分離番茄聚血素（lectins）.結果顯示，不論聚血素是來自抗番茄青枯病菌之抗病品系或感病品系，其在色層分析管收集或聚丙烯醯胺膠上之移動速率均無差異。惟在色層分析管方面，收集蛋白質含量愈高之分離管（Column fractions）其凝聚作用值（agglutination titer）愈高；而色層分析管所收集的蛋白質含量或濃度值以及電泳分離後之膠質染色強度亦發現，聚血素的含量與萃取自抗感性番茄植株，或番茄被接種不同致病力之青枯病菌菌株有密切關係。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1812 號。
2. 本所所長。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：439～455（1995）

貯藏溫度與藥劑處理對蝴蝶蘭切花品質之影響[1]

黃肇家[2]　陳雪姿[2]　王自存[3]

摘要：蝴蝶蘭（*Phalaenopsis spp.*）切花於2/3花朵已開張之成熟度下採收，在5°C至15°C間6種溫度下貯放7日後，在20°C下瓶插並調查花朵與花苞之壽命。結果顯示花朵和花苞對溫度的敏感性不同，在13°C貯放後有許多花苞會黃化脫落，但是花朵壽命會比15°C貯放者長；在11°C、9°C貯藏7日除了使花苞黃化脫落外，尚出現花朵轉幅失常，花面向下傾斜，花萼綠化等現象；在7°C、5°C貯放7日會使花苞夭折、小花梗與花瓣萎垂、花朵壽命縮短並產生異常之老化症狀，嚴重者產生水浸傷害。切花採收後以 silver thiosulfate（STS）預措，並在20°C、11°C與5°C貯放7天，貯藏期間以含蔗糖與 8-hydroxyquinoline sulfate（8-HQS）之保鮮液保鮮，在20°C貯放者其瓶插壽命比無藥劑處理者增加一倍，在11°C貯藏者其花苞之黃化與脫落大爲減少，但無法改善花苞之開張能力。這些藥劑處理對5°C貯藏切花之壽命及品質則完全沒有幫助。STS 預措可使切花之吸水維持穩定，含糖保鮮液則可促進切花之吸水，二者配合使用的效果良好。

關鍵詞：蝴蝶蘭切花、貯藏溫度、低溫障礙、藥劑處理。

花卉是本省目前農業發展之重要項目，爲了調節切花的供需與遠地消費，常需要使用冷藏與低溫貯運技術。然而對於許多園藝作物而言，不適當的低溫可能會引起寒害的問題[27]。世界上有關切花寒害之研究一直很少，因爲花卉之研究大部分在溫帶國家，其生產的切花較少寒害問題，但本省地處亞熱帶，近年更大力推動熱帶、亞熱帶花卉之發展，將來低溫貯藏運輸的需求擴大，寒害的問題將會增加。

蝴蝶蘭切花（*Phalaenopsis spp.*）是研究寒害一個很好的材料，一方面因其對低溫極爲敏感，根據林[5]的研究蝴蝶蘭花朵在12°C貯放3日後即會產生輕微寒害，5°C貯放則會使花瓣產生斑點與水浸組織。黃等[10]發現12°C及15°C貯藏7日切花品質較佳，10°C貯藏即會縮短瓶插壽命。顯示蝴蝶蘭切花貯運之適溫如同萬代蘭之13°C，而比嘉德利亞蘭之7～10°C爲高[24]。由於這些皆屬初步觀察，進一步之寒害生理反應則未曾探討，因此研究蝴蝶蘭切花在低溫貯運後的品質變化與生理行爲具有實用及學術上的意義。

另一方面研究蝴蝶蘭切花寒害也有實用的價值，蝴蝶蘭是本省特有的產品，近年來在我國大量發展，是我國最具外銷潛力的蘭花之一[1]。目前蝴蝶蘭切花銷日均以空運方式出口，由於切花包裝佔空間，運費甚高[11]，從以往之經驗得知，本省切花銷日以海運出口常可降低運費3倍[7]，若能瞭解蝴蝶蘭切花運輸適溫與保鮮方法，以海運出口將可大量節省運費，有利於外銷之拓展。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1813號。
2. 本所助理研究員及約僱助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學園藝系副教授。臺北市。

切花經長期貯藏常會使壽命縮短，許多切花可以利用藥劑有效的改善[22]，林等[6]試驗多種預措液及保鮮劑發現本省蝴蝶蘭切花模擬空運銷日時以 STS 預措，再以含糖與 8-HQS 保鮮液於運輸間保鮮效果最好。其中 STS 可以有效的抑制乙烯作用，短時間預措即能使康乃馨壽命大爲提高[36]，對於許多其他乙烯敏感之切花均有效[22]，本省曾試用於康乃馨貯運亦有很大的幫助[8]。保鮮液以蔗糖和 8-HQS 爲主要成分，因爲糖可維持花朶之正常代謝[15,25]，維持切花之水分平衡[12,28]，對花苞開張也有很大的幫助[23,26,29]。而 8-HQS 具有殺菌作用，使水中微量元素沈澱及降低 pH 值，有助於抑制水中微生物之滋長與減少花莖切口之阻塞[28,33]，因此本研究中有關蝴蝶蘭切花之長期貯運亦採用類似的藥劑進行保鮮試驗。

材料與方法

一、植物材料

本研究使用之品種有‘白花紅心’(Phal. Lucky Lady×Phal. Pinlong Cardinal) 代號爲 TS' B79-19，以及‘大白花’ (Phal. Paifang's Full Moon) 代號爲 ‘TS-80’ 。其中TS ‘B79-19’ 取自臺糖烏樹林精緻農業中心，係由組織培養繁殖而來。 ‘TS-80’ 取自臺糖大坪頂農場，由實生繁殖而來。所有使用之切花採收成熟度均爲每支花莖上有5～6花及3～4苞，與商業栽培之採收成熟度相比，本研究所用之切花其成熟度偏低，因爲可以同時觀察低溫對花朶及花苞之影響。所有試驗之每一處理均使用 8 枝切花爲 8 重覆。除藥劑處理之外，切花採收後立即插水，於 3 小時內運到實驗室，花莖一律切到最下一朶花下方25cm處，單枝插於含去離子水的試管，進行不同溫度貯藏處理。

二、瓶插環境

瓶插室溫度控制於20±1°C，相對濕度沒有控制，大約於55～85%隨季節而異，光照每日燈照與黑暗各12小時，光線利用室內自然漫射光以及由花朶上方1.5米處40瓦特日光燈照下之光線，花朶處之光照強度爲500～6001ux。

三、貯藏狀態與切花壽命之調查

不同貯藏溫度之試驗，蝴蝶蘭切花直立插水，於黑暗狀態下置於15°C、13°C、11°C、9°C、7°C、5°C貯藏，各溫度上下漂移在0.2°C以內。藥劑處理之試驗，切花貯藏時在光照下直立瓶插置放。

瓶插壽命之測定，將花枝上各朶花朶花苞給予評分，花苞由小到大爲1～4分（花苞橫徑在0.5cm以下爲 1 分，0.5～1.0cm爲 2 分，1.0～1.5cm爲 3 ，1.5cm以上爲 4 分），花苞開裂爲 5 分，半開爲 7 分，全開爲10分。花朶老化時，花朶略謝（品質尙可）爲 7 分，半謝（明顯老化）爲 5 分，全謝爲 0 分。花枝上總花朶與花苞分數之平均值代表該枝切花之品質。各花朶或花苞之評分爲原來鮮採分數之一半或以下時稱爲凋謝。於一枝切花上之花朶與花苞總數有一半以上凋謝之日數爲該枝切花之瓶插壽命。

四、切花之藥劑處理與吸水率之測定

㈠藥劑處理

蝴蝶蘭切花採收後有一部分立即插於 STS 水溶液進行短時間預措處理，貯藏期間切花單枝各別插於小試管中，試管內裝水或含糖之保鮮液，貯藏後瓶插時，所有蝴蝶蘭切花均換插去離子水，各處理說明簡列如下表：

採後預措[z]	貯藏期間	瓶插	簡寫代號
H_2O	H_2O	H_2O	(H_2O/H_2O)
STS[y]	H_2O	H_2O	(STS/H_2O)
STS	Suc+8-HQS	H_2O	(STS/Suc)
Suc+8-HQS[x]	Suc+8-HQS	H_2O	(Suc/Suc)

[z] 預措時間爲3～4小時。
[y] STS 之成分爲 $AgNO3$：$Na_2S_2O_3$=0.5：2mM。
[x] Suc+8-HQS 之成分爲 sucrose 10%+8-HQS 200ppm

㈡吸水率與鮮重變化之測定

蝴蝶蘭切花單枝插於量筒，筒口包以石臘膜以減少水分蒸發，瓶插期間每日固定時間取出切花稱重以及稱量筒內之水重，計算如下：

吸水率（mg/g FW/day）
＝（前一次水重－測定當日水重）×1,000／日數／當日花重

鮮重變化（%）
＝（當日花重－前一次花重）×100／日數／切花第一日重量

結　果

一、貯藏溫度對蝴蝶蘭切花壽命與品質之影響

㈠對整枝切花壽命與品質之影響

1. 切花瓶插壽命

TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花在各溫度貯藏 7 日後之瓶插壽命，以11°C、13°C處理者最長（約15日），15°C、9°C次之，四者差異不大（表 1），7°C、5°C則顯著較短。'TS-80' 略有差異，以13°C最長（約爲18日），11°C、15°C次之，三者差異不大（表 1），9°C、7°C較低。因此貯藏 7 日以15°C。13°C、11°C處理者有較高且類似之瓶插壽命。

貯藏14日後，瓶插壽命大爲下降，TS 'B79-19' 於15°C、13°C、11°C貯藏之瓶插壽命爲10～11日。'TS-80' 之壽命爲9～10日（表 1）。未貯藏之切花瓶插壽命，二品種各爲19日、22日（表 1），因此貯藏14日後，瓶插壽命降爲1/2左右。

表 1. TS 'B79-19' 和 'TS-80' 蝴蝶蘭切花在不同溫度貯藏 7 日與14日後之瓶插壽命
Table 1. The vase life of TS 'B79-19' and 'TS-80' phalaenopsis cut flower after 7 and 14 days storage at various temperatures

Cultivar	Storage temperature (°C)	Vase life (days)	
		7 days storage	14 days storage
TS 'B79-19'	15	12.8±4.0[z]	10.1±2.0
	13	14.6±4.2	11.3±2.6
	11	15.8±3.2	10.9±2.5
	9	13.5±4.8	8.3±2.0
	7	7.4±1.0	4.6±1.7
	5	6.6±0.7	2.1±0.3
'TS-80'	15	11.9±3.6	8.6±5.4
	13	18.3±3.8	10.4±7.9
	11	13.3±2.6	8.5±1.4
	9	10.5±5.5	4.1±0.3
	7	9.1±3.9	3.5±1.3

[z] Each data represents the average of 8 replications with standard error. The vase life of non-stored flower was 19.4±3.0 and 22.2±6.6 days for TS 'B79-19' and 'TS-80' respectively.

2. 花朵與花苞之壽命

進一步觀察花枝上不同位置花朵與花苞之壽命，TS 'B79-19' 貯藏 7 日後，13°C、11°C、9°C處理之花朵比15°C處理者有較長的壽命，但花苞成熟度略高者（位置 7 與 8）壽命均很短（表 2），成熟度甚高（位置 6）與成熟度甚低者（位於花莖更上方的小花苞，位置 9）壽命反而長，顯示中度大小的花苞對低溫最敏感。7°C、5°C處理則對所有花朵花苞均有害（表 2）。'TS-80' 之結果類似（數據未附），花苞成熟度略高的壽命均很短，最上方的花苞壽命較長。7°C、5°C處理對花朵、花苞均有害。

表 2. TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經不同溫度貯藏 7 日或14日後瓶插時花枝上不同位置花朵與花苞之壽命

Table 1. The life span of florets and buds of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower after 7 and 14 days storage at various temperatures

Storage duration (days)	Floret position[z]	Control[y]	Vase life (days)					
			15°C	13°C	11°C	9°C	7°C	5°C
7	1	9.3±2.9	6.4±1.2	9.0±3.8	14.3±3.6	11.3±4.5	6.5±0.7	4.8±1.6
	2	8.5±1.7	7.9±1.9	8.5±1.4	12.9±3.5	10.3±4.8	6.9±1.1	5.5±1.2
	3	10.6±5.3	8.3±1.9	8.8±3.3	16.1±3.5	13.4±6.0	7.3±1.2	6.4±1.2
	4	18.5±4.4	9.3±4.6	12.4±4.2	15.5±4.0	17.4±1.1	7.9±1.2	7.0±1.0
	5	15.4±6.9	11.8±4.9	16.3±2.7	17.6±1.0	17.8±0.7	12.4±3.7	7.0±1.0
	6	23.1±2.0	16.6±3.6	15.5±5.9	11.5±7.5	10.4±7.2	4.3±5.2	4.8±1.1
	7	18.8±6.3	14.8±6.8	7.0±6.6	3.4±1.1	4.1±2.1	2.9±1.4	5.1±0.9
	8	17.0±7.2	11.5±4.2	6.9±4.4	6.6±3.0	7.5±1.9	4.3±1.6	6.3±0.7
	9	20.1±3.2	18.8±2.0	16.8±3.3	12.0±4.9	14.5±4.1	10.0±3.5	8.5±1.9
14	1		6.0±2.3	7.4±3.0	8.6±3.5	6.6±0.7	3.8±2.0	1.1±1.2
	2		6.9±1.8	9.0±2.7	9.4±2.9	6.9±0.9	4.1±1.5	0.8±0.8
	3		8.0±4.0	10.8±3.0	14.0±3.3	7.9±1.8	4.5±2.1	0.6±0.7
	4		12.0±3.6	11.4±2.8	15.3±3.7	9.0±2.3	4.6±2.2	1.4±0.7
	5		14.8±4.3	14.3±3.8	17.0±2.6	10.1±2.3	4.8±2.2	1.5±0.7
	6		18.0±0.0	17.3±2.0	8.5±8.6	4.6±3.0	3.0±1.7	3.4±0.9
	7		5.9±7.3	2.6±3.3	2.3±1.1	3.3±2.4	2.1±0.3	2.5±0.7
	8		6.0±2.2	4.1±2.9	4.1±1.6	5.4±3.8	2.4±0.5	2.4±0.7
	9		10.5±1.3	9.3±2.2	7.7±2.0	7.9±3.9	2.3±0.4	2.1±0.3

[z] Florets at position 6, 7, 8, 9 were buds at harvest.
[y] Control represents those of non-stored cut flowers.
[x] Each data represents the average of 8 replications with standard error.

3. 品質異常症狀

低溫貯藏除了造成上述花朵、花苞壽命短外，也使花朵、花苞產生一些異常現象，依花朵、花苞，發生之症狀、發生之溫度與時間歸納於（表 3、表 4），說明如下：

表 3. TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經低溫貯藏 7 日後瓶插期間產生之異常症狀
Table 3. Some abnormal phenomena of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower after 7 days storage at various temperatures

Abnormal phenomena	Storage temperature (°C)	Time of first occurrence (Days after storage)
Floret		
1. floret declination	9、7、5	1
2. pedicel wilting, water soaking	7、5	1
3. petal wilting, water soaking	5	2
4. graying of petal and sepal	7、5	4
5. loss of normal orientation	9、(7、5)[z]	5
6. greening of sepal	11、9、(7、5)	9 to 14
Bud		
1. pedicel wilting, water soaking	7、5	1
2. bud water soaking	5	1
3. decrease or loss of bud opening	13、11、9、7、5	1
4. yellowing or shedding of bud	13、11、9、7、5	2
5. drying of bud	5	3

[z] (7、5) Represents that the data was not available due to the wilt of florets.

表 4. 'TS-80' 蝴蝶蘭切花經低溫貯藏14日後瓶插期間產生之異常症狀
Table 4. Some abnormal phenomena of 'TS-80' phalaenopsis cut flower after 14 days storage at various temperatures

Abnormal phenomena	Storage temperature (°C)[z]	Time of first occurrence (Days after storage)
Floret		
1. floret declination	9+[y]、7++	1
2. pedicel wilting, water soaking	9+、7++	1
3. petal wilting, water soaking	9+、7++	1
4. graying of petal and sepal	9+、7++	2
5. loss of normal orientation	11+	3
6. greening of sepal	11+ 9+、7++	5
Bud		
1. pedicel wilting, water soaking	9+、7++	1
2. bud water soaking	9+、7++	1
3. decrease or loss of bud opening	13+、11++、9++、7+++	1
4. yellowing or shedding of bud	13+、11++、9++、7+++	2
5. drying of bud	7++	5

[z] 7°C was the lowest storage temperature in this experiment.
[y] +、++、+++ represents respectively the occurrence of abnormal phenomena was light、moderate、severe.

(1)花面下斜

蝴蝶蘭花朵正常開張時，花瓣大略會直立的與地平線垂直或略向上揚，貯藏後有些處理之花面（花瓣方向）會傾斜向下，表示小花梗支持力不夠，TS 'B79-19' 在5°C、7°C貯藏 7 日出庫後出現最早，爲極普遍之症狀。9°C以上之處理出庫也有發生，但瓶插後會恢復。7°C處理者在瓶插後症狀反而增加，表示無法恢復，且更加惡化。'TS-80' 貯藏14日後也同樣的發生。

(2)小花梗萎垂、水浸斑

TS 'B79-19' 在5°C、7°C貯藏 7 日，出庫時花朵之小花梗萎軟，第 2 日後更明顯下垂。5°C處理者進而全部折彎，呈失水狀。花莖也受傷，由鮮綠或墨綠變淺草綠色，有些地方會流出褐色水珠。5°C、7°C處理者，少數花朵之小花梗有局部水浸斑。'TS-80' 於7°C、9°C貯藏14日後也同樣發生。

(3)花瓣萎垂、水浸傷害

於5°C貯藏後，大部分花朵於出庫時除了花面下斜，花瓣也會萎垂，表示花瓣無力支撐開張之狀態，瓶插 2 日後更嚴重，表示移溫後無恢復之能力，以至於花朵早謝。7°C貯藏 7 日者出庫時少數花朵會有花瓣萎垂，此現象瓶插時常會消失，貯藏14日後，這種現象增多，瓶插時花朵常無法恢復正常，以致花朵早謝。

花瓣水浸傷害發生於5°C貯藏較多，尤其貯藏14日之後。於5°C貯藏者，出庫即有輕微之水浸傷，移溫後加重，以致花朵老化。於7°C貯藏 7 日後，少數花朵於出庫時會發生，瓶插2～3日後常會消失，貯藏14日者水浸傷害常不會消失反而擴大以至花朵老化。

(4)花朵轉向失常

蝴蝶蘭切花剛切下瓶插時，上花萼不一定會指向上方，但瓶插數日後大部分會自動轉爲向上方之正常方向。TS 'B79-19' 在9°C及以下之溫度貯藏後，花朵無法轉回正常方向，'TS-80' 在11°C及以下溫度貯藏14日後亦會發生。

(5)花朵綠化

TS 'B79-19' 於11°C、9°C貯藏 7 日，瓶插 9 日以後開始有花萼綠化，瓶插越久越明顯，於瓶插11日花萼綠化之花朵可高達87%。花瓣也會綠化，但比花萼少且程度輕。花朵綠化是瓶插時慢慢發生，花朵於11°C貯藏後切下單朵瓶插也同樣會發生。'TS-80' 之花萼也會在瓶插後期產生綠化之現象，但較 TS 'B79-19' 輕微。

(6)花苞黃化、脫落、水浸斑傷害與開張力

TS 'B79-19' 在15°C貯藏 7 日，瓶插 7 日後有少量之花苞黃化或脫落，13°C及以下之溫度則有30%以上黃化或脫落（表 5）。貯藏14日後花苞黃化脫落更嚴重，5°C、7°C處理者花苞常會乾枯，呈黃綠色，不脫落，少數花朵花苞及小花梗有水浸傷害。'TS-80' 貯藏14日結果類似（表 4）。TS 'B79-19' 在12.5°C貯藏10日後花苞之張開力比在15°C貯藏者大爲下降（表 9）。

表 5. TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花在不同溫度貯藏 7 日後瓶插時花苞黃化與脫落之百分率
Table 5. The percentage of bud yellowing and shedding of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower after 7 days storage at various temperatures

Storage temperature (°C)		Percent (%)							
		Days in vase							
		1	3	5	7	9	11	14	15
15	yellowing	0±0[z]	0±0	4±11	8±14	25±14	21±16	12±16	17±17
	shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	8±22	25±28	25±28
13	yellowing	0±0	13±23	29±31	25±22	25±22	12±16	4±11	4±11
	shedding	0±0	0±0	0±0	8±22	33±37	42±36	54±28	54±29
11	yellowing	0±0	8±14	50±29	46±37	33±33	21±33	17±33	17±33
	shedding	0±0	0±0	0±0	13±33	42±43	54±33	58±32	58±32
9	yellowing	0±0	12±16	29±26	58±22	63±20	38±26	25±32	25±34
	shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	4±11	38±31	54±37	54±37
7	yellowing	0±0	50±29	75±28	84±24	42±36	0±0	0±0	0±0
	shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	37±31	96±11	96±11	96±11
5	yellowing	0±0	0±0	33±24	25±14	8±14	0±0	0±0	0±0
	shedding	0±0	0±0	0±0	17±33	75±36	92±14	100±0	100±0

[z] Each data represents the average of 8 cut flowers with standard error.

二、藥劑處理對蝴蝶蘭切花貯藏後品質之影響

㈠切花瓶插壽命與花朵花苞壽命

切花未經貯藏之瓶插壽命爲17日。如果不用藥劑處理，於20°C、11°C、5°C貯藏 7 日後瓶插壽命各爲12日、16日、 7 日（表 6），藥劑處理使20°C、11°C貯藏者瓶插壽命大幅提升，尤其 STS/Suc 處理者壽命高達30日，23日。只有 STS 預措（STS/H_2O）也有些效果，而只有蔗糖處理（Suc/Suc）之效果較不好。這些藥劑處理對5°C貯藏者無效，表示對嚴重寒害之切花無幫助（表 6）。

表 6. 藥劑處理對 TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經20°，11°，5°C貯藏 7 日與14日後瓶插壽命之影響
Table 6. Effect of chemical treatments on the vase life of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower after 7 and 14 days storage at 20°, 11°and 5°C

Storage duration (days)	Storage temp. (°C)	Vase life (days)			
		H_2O/H_2O[z]	STS/H_2O	STS/Suc	Suc/Suc
7	20	11.8±4.1[y]	20.9±4.7	29.8±3.9	15.1±4.8
	11	16.0±5.4	19.9±6.5	22.5±7.3	10.4±3.4
	5	7.4±0.7	7.3±0.8	7.5±1.0	6.5±0.9
14	20	1.8±0.8	15.3±3.6	25.7±2.6	2.5±1.5
	11	11.8±7.2	27.3±0.4	22.0±8.1	6.0±0.7
	5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

[z] Detail of chemical treatments were described in the text.
[y] Each data represents the average of 8 replications with standard error. The vase life of non-stored flower was 16.6±7.4 days.

由花朵花苞壽命分析（表 7），STS/Suc 處理使20°C貯藏者花朵花苞壽命都增長，尤其花苞到調查終止日（第34日）均仍維持良好。STS/Suc 處理對11°C貯藏者之花朵花苞壽命也都有幫助，使花苞壽命（22～25日）和20°C之 H_2O/H_2O 處理者相似（16～24日），而比11°C H_2O/H_2O 者（5～11日）好很多，表示 STS/Suc 處理能有效改善11°C貯藏所導致花苞壽命之縮短。STS/H_2O 處理也有效但效果差一些，Suc/Suc 則無效（表 7）。

表 7. 藥劑處理對 TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經20°，11°，5°C貯藏 7 日後瓶插時花枝上不同位置花朵與花苞壽命之影響

Table 7. Effect of chemical treatments on the life span of TS 'B79-19' phalaenopsis florets and buds after 7 days storage at 20°，11°and 5°C

Storage temp. (°C)	Floret position[z]	Control[y]	Vase life (days)			
			H_2O/H_2O[x]	STS/H_2O	STS/Suc	Suc/Suc
20	1	7.4± 1.4[w]	5.4± 2.4	21.5± 8.8	17.1± 8.8	5.9±2.0
	2	8.1± 2.2	6.1± 1.4	19.5± 6.8	16.0± 5.1	9.1±3.0
	3	12.0± 4.4	8.1± 3.4	18.8± 7.4	20.6± 7.6	7.9±2.4
	4	10.4± 5.0	10.8± 6.9	17.6± 5.5	18.4± 5.6	10.9±3.3
	5	17.4± 8.7	11.4± 4.9	18.1± 7.4	24.1± 7.3	11.6±2.9
	6	20.0± 9.3	12.9± 5.9	19.6± 8.2	20.6± 6.3	14.5±5.5
	7	24.1± 9.9	24.3± 5.1	31.1± 4.6	34.0± 0.0	23.4±7.9
	8	20.8±11.1	24.6±10.6	30.5± 5.5	34.0± 0.0	27.6±5.5
	9	23.1±12.7	17.6±11.0	22.7±12.7	34.0± 0.0	28.9±5.6
	10		16.0± 7.3	28.0± 8.1	34.0± 0.0	29.4±4.7
11	1		9.9± 9.5	15.1± 7.6	12.1± 6.1	4.4±1.0
	2		12.5±12.7	14.4± 7.6	18.5± 9.8	5.9±3.1
	3		11.0± 9.9	17.9± 9.4	20.4± 9.4	6.1±3.2
	4		20.1±11.4	19.6± 6.4	23.5±10.1	10.9±6.8
	5		17.9± 7.5	20.1± 8.0	18.8± 3.6	14.0±7.9
	6		21.6± 7.6	26.4± 4.8	25.8± 7.3	20.0±7.5
	7		23.4± 9.1	31.0± 5.0	31.5± 4.8	16.4±7.5
	8		5.8± 6.3	20.4±13.4	24.4±11.6	5.3±3.6
	9		5.0± 3.0	13.1± 9.0	22.8±11.8	10.3±7.6
	10		11.3± 1.8	17.8± 8.2	25.6±10.3	13.0±0.0
5	1		7.4± 0.7	6.3± 1.3	6.4± 1.7	5.6±1.2
	2		7.4± 0.9	7.1± 1.1	6.9± 1.6	6.3±1.4
	3		7.4± 0.7	7.3± 1.0	7.1± 1.1	6.6±1.2
	4		7.3± 0.7	7.1± 1.1	7.5± 1.0	6.5±1.6
	5		7.3± 0.7	6.5± 1.7	7.8± 0.4	6.8±1.1
	6		7.3± 0.8	6.9± 1.4	7.4± 1.1	6.4±1.0
	7		6.3± 0.8	7.5± 0.9	7.6± 0.7	6.6±1.1
	8		6.0± 1.4	6.0± 2.6	7.8± 0.7	6.3±1.2
	9		5.3± 1.4	7.5± 0.9	7.7± 0.7	5.8±1.2
	10			6.0± 0.0		

[z] Florets at position 8、9、10 were buds at harvest.
[y] Control represents those of non-stored flowers.
[x] Detail of chemical treatments were described in the text.
[w] Each data represents the average of 8 replications with standard error.

貯藏14日使切花瓶插壽命大爲降低，20°C、11°C、5°C處理各爲 2 日、12日、 0 日(表 6)。藥劑處理使20°C、11°C貯藏者瓶插壽命大幅提升，如 STS/Suc 處理者20°C、11°C貯藏14日後瓶插壽命仍有26日、22日，只 STS 預措 (STS/H_2O) 也有不錯的效果，而 Suc/Suc 之效果不佳。5°C貯藏14日後，出庫時花朵均嚴重萎垂、小花梗折彎並褪色、花莖變淺綠色、有些花瓣有局部性水浸狀，已無商品價值，任何藥劑處理均無效果。

㈡水溶液的吸收

切花經20°C貯藏 7 日後，瓶插時水溶液吸收率維持在持平狀態(圖 1 ，20°C之 H_2O/H_2O)，STS/Suc 處理之吸收率最高，Suc/Suc 次之，最低爲 STS/H_2O 與 H_2O/H_2O (圖 1)，表示 Suc 處理有促進水分吸收的作用。但是 Suc/Suc 處理之切花品質不佳 (表 6) ，反而是 STS/H_2O 處理，雖然吸水不高，但是對切花品質卻有很大的幫助，此結果顯示單是促進水分的吸收，並不一定能增進切花瓶插品質。在11°C貯藏者，STS/H_2O 處理之吸水率持平，而 H_2O/H_2O 處理下降，表示 STS/H_2O 處理能穩定切花在11°C冷藏後之正常吸水生理

，STS/Suc 處理可進一步促進吸水。Suc/Suc 處理之早期吸水好，後期下降到和 H_2O/H_2O 處理一樣。5°C貯藏者對水溶液之吸收均大爲降低，各藥劑處理吸水率之變化和20°C者類似。

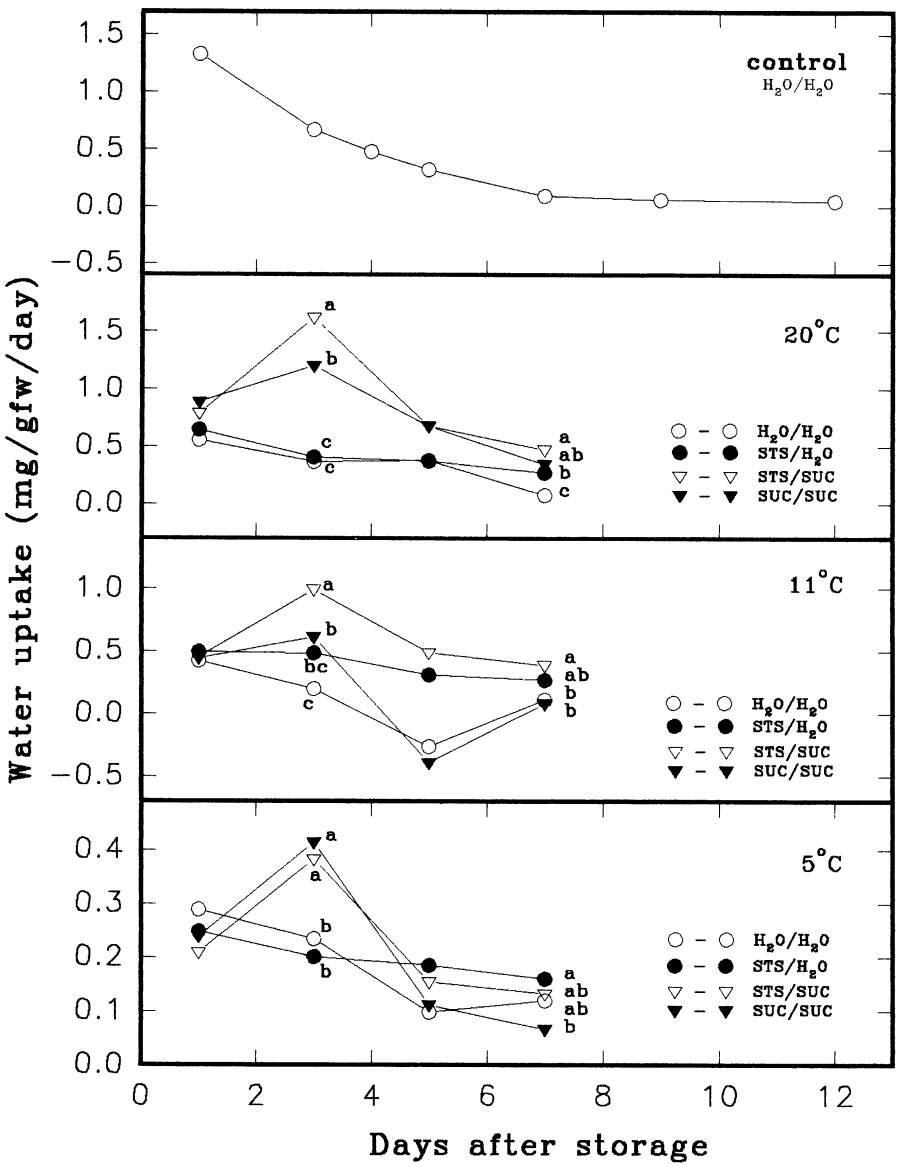


圖 1. 藥劑處理對 TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經20°、11°、5°C貯藏 7 日後瓶插時吸水率之影響
Control 表示未經貯藏直接瓶插之結果
切花貯藏後均瓶插去離子水，各藥劑處理之說明請參閱文內材料與方法

Fig. 1. Effect of chemical treatments on the water uptake of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower after 7 days storage at 20°、11°and 5°C
Control represents the water uptake of non-stored flower.
Details of chemical treatments were described in materials and methods.

㈢鮮重的變化

切花經20°C貯藏 7 日後，切花鮮重先快速下降然後持平（圖 2 ，20°C之H_2O/H_2O），STS/H_2O 與 STS/Suc 處理之反應也相似，只是 STS/Suc 之鮮重一直高一些，Suc/Suc 之鮮重一開始時很高（圖 2），Suc/Suc 之品質並沒有較好（表 6），因此如同吸水反應一樣，鮮重較高者不一定切花品質較好。

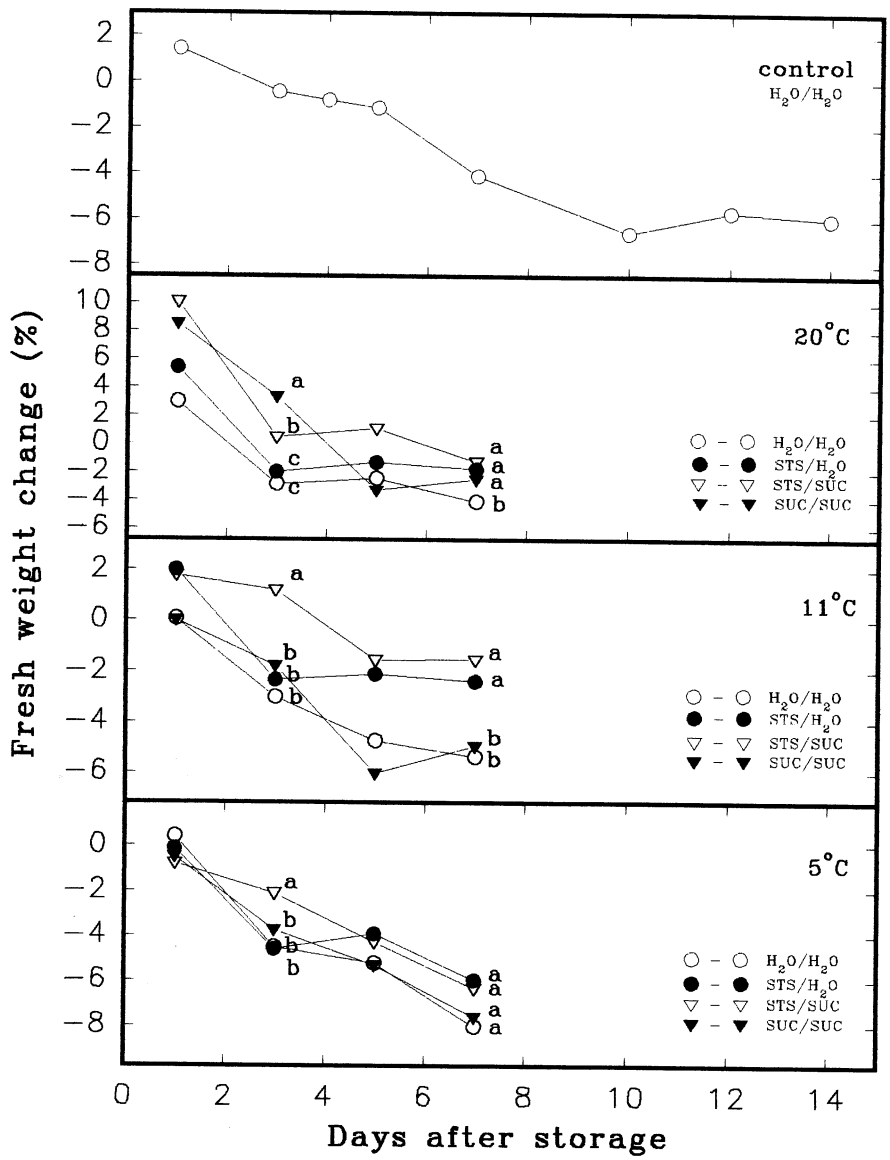


圖 2. 藥劑處理對 TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經20°、11°、5°C貯藏 7 日後瓶插時鮮重變化之影響
Control 表示未經貯藏直接瓶插之結果
切花貯藏後均瓶插去離子水，各藥劑處理之說明請參閱文內材料與方法

Fig. 2. Effect of chemical treatments on the fresh weight changes of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower after 7 days storage at 20°、11°and 5°C.
Control represents the fresh weight change of non-stored flower.
Details of chemical treatments were described in materials and methods.

11°C貯藏者鮮重之增加均較20°C者低，其中 STS/Suc 一直維持較高，STS/H_2O 後期維持較高，這兩個處理之切花品質亦較高。Suc/Suc 處理之鮮重和 H_2O/H_2O 處理之鮮重均很低，二者切花品質亦均很低。5°C貯藏者鮮重較11°C者更低，均快速下降，藥劑處理之差異不大（圖 2）。

㈣花苞黃化脫落與開張

切花經11°C貯藏 7 日後瓶插，H_2O/H_2O 處理者之花苞約有33%黃化或脫落（表 8），STS/Suc 處理者只有 8 %，STS/H_2O 處理者有20%，Suc/Suc 處理者有42%，比 H_2O/H_2O 處理者略高。切花於11°C貯藏14日後瓶插，H_2O/H_2O 處理者花苞之黃化或脫落率爲83 %，STS/Suc 與 STS/H_2O 直到瓶插16日後才上升至8～17%，Suc/Suc 處理者爲83%（

表 8. 藥劑處理對 TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經20°，11°，5°C貯藏 7 日後瓶插時花苞黃化與脫落百分率之影響

Table 8. Effect of chemical treatments on the percentage of bud yellowing and shedding of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower after 7 days storage at 20°, 11°and 5°C

Storage temp.	Chemical treat.[z]		Percent (%) Days in vase 1	3	5	7	10	13	15	17	19	21
20°C	H_2O/ H_2O	yellowing	4±11[y]	4±11	4±11	4±11	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	4±11	4±11	4±11	4±11	4±11	4±11
20°C	STS/ H_2O	yellowing	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
20°C	STS/ Suc	yellowing	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
20°C	Suc/ Suc	yellowing	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
11°C	H_2O/ H_2O	yellowing	0±0	17±17	10±15	12±12	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		shedding	0±0	0±0	8±14	17±17	33±17	33±17	33±17	33±17	33±17	33±17
11°C	STS/ H_2O	yellowing	0±0	0±0	4±8	4±8	7±11	12±14	12±14	12±14	12±14	12±14
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	4±11	8±14	8±14
11°C	STS/ Suc	yellowing	0±0	0±0	0±0	0±0	8±14	8±14	4±11	4±11	4±11	4±11
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	4±11	4±11	4±11	4±11
11°C	Suc/ Suc	yellowing	0±0	8±14	21±16	25±14	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		shedding	0±0	0±0	0±0	4±8	37±20	37±20	37±20	42±28	42±28	42±28
5°C	H_2O/ H_2O	yellowing	0±0	—[x]	—	—	—	—	—	—	—	—
		shedding	0±0	0±0	8±14	25±22	25±22	—	—	—	—	—
5°C	STS/ H_2O	yellowing	0±0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	—	—	—	—	—
5°C	STS/ Suc	yellowing	0±0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	—	—	—	—	—
5°C	Suc/ Suc	yellowing	0±0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		shedding	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	—	—	—	—	—

[z] Detail of chemical treatments were described in the text.
[y] Each data represents the average of 8 cut flowers with standard error.
[x] "—" represents buds became dry and pale green but did not shed.

資料未附）。這些結果顯示 STS/Suc 或 STS/H_2O 處理，能很有效的改善切花經11°C貯藏7日、14日後，瓶插時花苞黃化或脫落之問題。蝴蝶蘭切花於11°C貯藏7日期間花苞開張很少，STS/Suc、STS/H_2O 處理者瓶插期間開張度均不再提高，在另一項試驗，以 STS 配合5％蔗糖之處理能使15°C 7日貯藏之花苞開張增加，但是對12.5°C 7日貯藏之切花花苞開張沒有促進（表9），說明藥劑處理對低溫貯藏後花苞不能開張之幫助不大。

表 9. 藥劑處理對 TS 'B79-19' 蝴蝶蘭切花經7日貯藏後於瓶插10日期間花苞開張之影響

Table 9. Effect of chemical treatments on the opening of bud of TS 'B79-19' phalaenopsis cut flower during 10 days vase period after 7 days storage

Floret position	Control[z]	Increase in score of bud			
		Storage temperature 15°C		12.5°C	
		H_2O/H_2O	STS/Suc[y]	H_2O/H_2O	STS/Suc
6	3.0±0.0[x]	2.3±0.9	2.3± 0.9	2.0±1.2	1.7±0.9
7	5.1±1.1	5.4±1.0	5.1±21.0	4.3±2.1	4.3±2.1
8	6.1±0.3	4.4±2.8	6.3± 0.5	1.0±2.4	0.9±2.1
9	5.1±2.6	5.1±2.9	7.3± 0.5	1.1±2.8	2.3±3.3
10	6.5±2.5	3.4±3.2	8.3± 0.5	1.8±3.1	1.2±0.4

[z] Control represents those of non-stored flowers.
[y] STS/Suc represants the cut flower were pulsed with 0.5M STS after harvest, held in solution with 5 %sucrose plus 200ppm 8-HQS during 7 days storage, then kept in deionized water during vase period.
[x] Each data represents the increase in score of buds. The scores of buds from small to large were 1～4, bud at break was 5, half bloom was 7, full bloom was 10. Each data was obtained from the average of 8 replications with standard error.

(五)花朵異常症狀

各種藥劑處理對於切花經11°C貯藏7日後瓶插時，花萼之綠化、花朵轉向失常，以及5°C貯藏7日後的花朵萎垂等均無任何幫助或加重傷害。

討 論

一、蝴蝶蘭花朵低溫障礙之發生

蝴蝶蘭切花之花朵與花苞對低溫之反應有很大的差異，13°C、11°C貯藏7日後花朵之壽命較15°C貯藏者長，花苞之壽命則明顯的縮短（表2）。二個品種做試驗結果都一樣，顯示溫度對蝴蝶蘭切花之影響相當一致。實用上，若把花苞之品質視爲切花之重要品質因素，因13°C及13°C以下的溫度對花苞有害，所以貯運溫度應以15°C爲宜。若把花朵品質視爲重點，忽略花苞脫落，或是提高採收成熟度到只剩一個花苞，則貯運溫度可降爲13°C，以11°C貯運之花朵壽命雖然很長，但是瓶插後期會有花萼綠化現象，因此11°C不適合爲貯運溫度。Nowak 和 Rudnicki[31]建議蝴蝶蘭切花應於開張後3～4日採收，可於7～10°C貯藏2星期，此一溫度條件較本研究結果爲低，可能是因爲其所採收之蝴蝶蘭花苞已經全部開張，因此貯放於如此低之溫度，沒有花苞受害之問題。至於花萼綠化常發生於瓶插後期

，其嚴重性亦和品種有關，可能因此被忽略了。

蝴蝶蘭花苞比花朵更不耐低溫，此與本省菊花於1°C貯藏後產生花心竭變之現象類似。菊花之花心爲筒狀花，成熟度較外層舌狀花成熟度低，呼吸率較外層舌狀花瓣爲高，由於內層花瓣正值快速成長，對低溫較敏感，因此1°C貯藏後發生寒害，褐化而死亡，外層花瓣則能忍受1°C之低溫[3]。李和林[2]曾測得蝴蝶蘭花苞呼吸率甚高，隨成熟度增加呼吸率降低，開張之花朵呼吸率最低，亦說明不同成熟度花朵在生理上之差異。黑暗對花苞之傷害和成熟度也有關，林[4]發現帶花梗之蝴蝶蘭植株在黑暗下貯運7日，若其第一朵花苞已開張，在貯運後花苞夭折率最高（59%），若花朵之第一朵花苞剛可見到者，夭折率居中（36%），若花梗剛出現者，夭折率最低（17%），顯示花苞中等大小者較花苞小者更敏感。研究中蝴蝶蘭花苞對低溫之敏感性以花苞中等大小者最強烈（花苞橫徑爲0.5～1.5cm），花苞很大者（花苞橫徑〉1.5cm）或很小者（花苞橫徑〈0.5cm）敏感性皆低，此和冬日寒流後蝴蝶蘭植株上切花花苞受寒害之情形相似，而和上述菊花之結果略有不同。至於蝴蝶蘭在15°C貯藏後瓶插時有一些花苞黃化或脫落，此可能和黑暗貯藏對花苞之影響有關。

Dai 和 Paull[16]報導石斛蘭在10°C貯放4日後花朵唇瓣有斑點，花苞開張力降低，是切花受輕度寒害之症狀。本研究中蝴蝶蘭經12.5°C貯藏7日後，花苞之開張力即大爲降低（表9）。

在13°C、11°C貯藏後有部分花朵之壽命較在15°C貯藏者長，可能是因爲貯藏溫度較低，使養份消耗較少所致，但眞正的原因仍有待進一步試驗證明。在11°C貯藏之花朵其萼片在瓶插後期會產生綠化，此和花朵轉向失常一樣，是屬於輕微的異常現象。目前對花朵綠化的瞭解並不多，曾有報導指出在蝴蝶蘭屬之 *P. lueddemanniana* 與 *P. mannii* 於花朵授粉後，其花瓣、花萼會變厚轉綠，到果莢成熟仍不會脫落[37]，這些綠化的花瓣花萼可行光合作用幫助果莢發育。另外在東亞蘭綠化之花朵可粹取出葉綠素[38]。Funnell 和 Downs[19]發現海芋有些品種在瓶插2～3日後其佛燄苞開始明顯的綠化，外施細胞分裂素（cytokinins）會促進綠化[32]，因綠化時無乙烯產生，外加乙烯處理也無影響，因此乙烯被認爲和綠化無關[19]。

若以13°C、11°C貯藏之花朵壽命爲標準，9°C處理會使花朵壽命略爲縮短，7°C、5°C處理則明顯的降低花朵之壽命。9°C貯藏之花朵除了會綠化外並沒有嚴重的傷害，於表3顯示花面下斜，花朵轉向失常的現象對花朵品質影響並不大（如貯藏14日則9°C也會造成嚴重的傷害）。7°C貯藏者出庫時即有花面下斜，小花梗萎垂之現象，且隨瓶插時間而加重，花瓣不久轉成灰暗色，隨即開始老化，5°C處理者更爲嚴重，顯示7°C、5°C處理者均已使花朵受到明顯的傷害。

二、藥劑處理對貯運後蝴蝶蘭切花老化及品質之影響

藥劑處理以 STS 預措配合貯藏期間使用蔗糖保鮮液之效果最好，能延緩在20°C貯藏後之花朵老化，使瓶插壽命增加一倍。這種藥劑處理也能改善11°C貯藏對花苞造成的黃化脫落，但對5°C貯藏之切花則完全沒有效果。林等[6]最早試驗蝴蝶蘭切花貯運保鮮即發現蝴蝶蘭必須配合採收後 STS 預措，以及貯運期間以含糖及 8-HQS 溶液保鮮才有效果。Staby 和 Naegele[34]在1984年也曾提過切花以 STS 和保鮮液配合使用效果較好。林[5]將蝴蝶蘭以 STS 預措後瓶插於含糖與 8-HQS 之保鮮液，切花壽命可增長15～20日，只以 STS 預措則無效果，以水或硝酸銀取代 STS 同樣效果不彰，表示蝴蝶蘭切花只以 STS 預措或只用含糖之保鮮液保鮮效果均不佳。Dai 和 Paull[16]將石斛蘭以 STS 預措並模擬空運其效果亦不佳。本研究中 STS 預措效果良好，是否因預措時間爲3～4小時較林[5]之2小時爲長有關，尙待進一步探討。STS 預措配合貯藏間以保鮮液保鮮，切花瓶插於水即有很好的效果（表6），顯示在7日貯放期間，切花已吸收充分的保鮮液，產生很大的作用。林等[6]與林[5]之研究顯示蝴蝶蘭切花只用含蔗糖（2%）之保鮮液效果不彰，本研究中只用蔗糖保鮮液之效果亦不佳，由於使用之蔗糖濃度甚高（10%），是否因此有不利之影響，待進一步試驗證明。

STS 配合保鮮液或只用 STS 預措，能有效改善11°C處理者之花苞黃化脫落現象。Yip 和 Hew[39]之研究顯示蘭花花苞常會產生很高量的乙烯，而 Barden 和 Hanan[13]曾報導康乃馨花苞對乙烯的敏感性較花朵低得多，但低溫貯運常會使花朵對乙烯敏感性增加[17]，本研究 STS 處理有良好的效果，此是否和 STS 抑制乙烯之作用有關值得進一步探討。另外由於 STS 能對細胞內膜的完整性提供保護之作用[14,18,35]，也可能因此使花苞能忍耐11°C之低溫。STS 處理可以使11°C處理之蝴蝶蘭切花維持穩定之吸水，其鮮重之下降也比對照組爲低，由於含糖保鮮液之處理可使切花吸水多，但花朵花苞之品質並不好。因此 STS 促進花梗之水分平衡並非使花苞獲得保護之主要原因。

藥劑處理雖減少了11°C貯藏後花苞之黃化與脫落，但這些未脫落花苞的開張力甚低。一般而言由外界提供糖分對花苞之開張有幫助[23]，許多切花如唐菖蒲、天堂鳥、康乃馨在冷藏後花苞不能開張，可於貯藏前以蔗糖來加以改善[20,21,30]。本試驗中在11°C貯藏之切花雖經 STS 預措或加糖處理，但對花苞之開張均無增進，顯示11°C貯藏已對花苞造成極爲不利之影響。

雖然 STS/Suc 處理可以有效提高11°C貯藏 7 日後切花之瓶插壽命，改善花苞黃化、脫落問題（表 7 ，表 8）。但是瓶插時仍有花苞開張遲緩、有些花朵無法轉向到正常角度、瓶插14日後會有花萼綠化等問題，因此即使以保鮮處理能改善花苞黃化現象，11°C仍不是蝴蝶蘭切花之適當貯運溫度。所有藥劑處理對於5°C貯藏之切花品質與壽命完全沒有幫助，表示對於受到嚴重寒害之切花，藥劑處理完全沒有效果。由於11°C對蝴蝶蘭切花有不利之影響，因此在往後改善蝴蝶蘭切花貯運品質之研究中，採用13～15°C爲主要之試驗溫度[9]。

本研究中最有效的藥劑處理方法爲 STS/Suc，其次爲 STS/H_2O，而 Suc/Suc 則完全無效，表示 STS 之作用很重要。STS 之作用不在於促進吸水，而在於穩定切花之狀態，防止老化以及減緩鮮重之下降（圖 1 ，圖 2）。Suc 則可促進吸水，因此 STS 配合 Suc 有良好的效果，對吸水、鮮重維持及切花品質均有幫助。一般切花外加蔗糖常可使瓶插品質提高[22]，因爲糖有助於花朵之保水[12]，本研究含糖保鮮液確實可以使切花水分吸收增加，也使切花瓶插初期鮮重失重較少，但是只有糖和水對蝴蝶蘭花朵品質之幫助不大，必須有 STS 配合才有效果，至於 STS 在蝴蝶蘭低溫貯藏中所發揮之作用值得進一步研究。

誌　謝

本研究部分經費承蒙行政院農業委員會81農建-12.2-糧-14(3)計畫補助，謹此致謝。

引用文獻

1. 李哖。1988。蝴蝶蘭之生長與開花生理。蘭花生產改進研討會專集。21—32頁。臺東區農業改良場編印。
2. 李哖、林雨森。1992。蝴蝶蘭花朵之呼吸作用。中國園藝 38：228—240。
3. 吳孟珍。1983。溫度和儲藏時間對蕾期採收菊花壽命、品質及呼吸作用之影響。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。
4. 林育如。1994。光、溫度與生長調節劑對蝴蝶蘭生長開花之影響。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。
5. 林雨森。1988。蝴蝶蘭切花採收後生理與老化。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。
6. 林學正、黃肇家、陳村。1987。外銷蝴蝶蘭切花保鮮包裝之初步研究。啓農雜誌 41：19—23。
7. 林學正、黃肇家、鍾玉燕。1987。唐菖蒲切花保鮮技術及海運外銷之研究。花卉生產改進研討會專集。204—212頁。桃園區農業改良場編印。
8. 曹右銘。1982。氨基醋酸及硫代硫酸銀對康乃馨切花品質及壽命之影響。國立臺灣大學園藝研究所 碩士論文。
9. 黃肇家、王自存、陳雪姿。1996。蝴蝶蘭切花低溫貯運技術之研究。園產品採後處理與運銷技術研討會專集。編印中。

10. 黃肇家、林學正、王怡玎。1988。改善蝴蝶蘭切花採收後品質之研究。蘭花生產改進研討會專集。33—40頁。臺東區農業改良場編印。
11. 賴本智。1988。蝴蝶蘭的經濟栽培與產銷展望。蘭花生產改進研討會專集。112—121頁。臺東區農業改良場編印。
12. Acock, B. and R. Nichols. 1979. Effects of sucrose on water relations of cut, senescing, carnation flowers. Ann. Bot. 44: 221—230.
13. Barden L. E. and J. J. Hanan. 1972. Effect of ethylene on carnation keeping life. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 785—788.
14. Borochov A., T. Tirosh and S. Mayak. 1986. The fate of membrane proteins during flower senescence. Acta Hort. 181 : 75—80.
15. Buxton, J. W., and L. P. Stoltz. 1977. Glucose metabolism in petals of senescing roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 188—191.
16. Dai, J., and R. E. Paull. 1991. Effect of water status on *Dendrobium* flower spray postharvest life. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 491—496。
17. Faragher, J. D., A. Borochov, V.K. Paz, A. Adam, and A. H. Halevy. 1984. Changes in parameters of cell senescence in carnation flowers after cold storage. Scientia Hort. 22 : 295—302。
18. Faragher, J. D., E. Wachtel, and S. Mayak. 1987. Changes in the physical state of membrane lipids during senescence of rose petals. Plant Physiol. 83 : 1037—1042.
19. Funnell, K. A., and C. G. Downs. 1987. Effect of ethylene on spathe regreening in *Zantedeschia* hybrids. HortScience 22 : 1333.
20. Goszczynska, D. and R. M. Rudnicki. 1983. Long-term cool storage of bud-cut carnation. Acta Hort. 141 : 203-212。
21. Halevy, A. H., A. M. Kofranek, and S. T. Besemer. 1978. Postharvest handling methods for bird-of-paradise flower (*Strelitizia reginae* Ait.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 165-169.
22. Halevy, A. H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. part 2. Hort. Rev. 3:59—143.
23. Hardenburg, R. E., H. C. Vaught, and G. A. Brown, 1970. Development and vase life of bud-cut Colorado and California carnations in preservative solution following air shipment to Maryland. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 18—22.
24. Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. p.77. USDA. Handbook No. 66 (revised).
25. Kaltaler, R. E. L. and P. L. Steponkus. 1976. Factors affecting respiration in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 352—354.
26. Kofranek, A. M. and A. H. Halevy. 1972. Conditions for opening cut chrysanthemum flower buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 578—584.
27. Lyons, J. M. 1973. Chilling injury in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 24 : 445-466.
28. Marousky, F. J. 1971. Inhibition of vascular blockage and increased moisture retention in cut roses induced by pH, 8—hydroxyquinoline citrate and sucrose. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 38—41.
29. Marousky, F. J. 1972. Water relations, effects of floral preservatives on bud opening, and keeping quality of cut flowers. HortScience 7 : 114—116.
30. Mayak, S., B. Borochov, A. Gvill, and A. H. Halevy. 1973. Improvement of opening of cut gladioli flower by pretreatment with high sugar concentrations. Scientia Hort. 1 : 357—365.
31. Nowak, J. and R. M. Rudnicki. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist, greens, and potted plant. p.157. Timber Press, Portland, Oregon.

32. Pais, M. S. and H. C. Neves. 1982. Regreening of *Zantedeschia aethipica* Spreng. spathe induced by reapplied cytokinins. Plant Growth Regul. 1 : 233—242.
33. Rogers, M. N. 1973. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. HortScience 8 : 189—194.
34. Staby, G. and B. Naegele. 1984. The effects of STS on vase life of flowers. Florist Rev. 25 : 17—20.
35. Thompson, J. E., S. Mayak, M. Shinitzky, and A. H. Halevy. 1982. Acceleration of membrane senescence in cut carnation flowers by treatment with ethylene. Plant Physiol. 69 : 859—863.
36. Veen, H., and S. C. Geijn. 1978. Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations. Planta 140 : 93—96.
37. Withner, C. L. 1959. The Orchids, A Scientific Survey. pp.350—353. Ronald Press, New York.
38. Withner, C. L. 1974. The Orchids, Scientific Studies. pp.144—150. John Wiley and Sons, Inc. New York.
39. Yip, K. C. and C. S. Hew. 1988. Ethylene production by young *Aranda* orchid flowers and buds. Plant Growth Regul. 7 : 217—222.

Effect of Storage Temperature and Chemical Treatment on the Quality of *Phalaenopsis* Cut Flowers[1]

Chao-Chia Huang[2], Hsuen-Tzu Chen[2], and Tsu-Tsuen Wang[3]

Summary

Phalaenopsis cut flowers with about one third of its florets at bud stage were harvested and subjected to various temperatures from 5°C to 15°C for one week and their vase life at room temperature and floret quality were studied. Storing at 13°C for one week induced yellow and abscission of flower buds, but the life-span of florets were longer than those stored at 15°C. Storing at 11°C and 9°C not only caused abscission of flower buds, but also induced abnormality in florets including greening of sepals, declination of florets, loss of orientation. Storing at 7°C and 5°C caused further defect including abortion of flower buds, wilting of petals and pedicels, appearance of water soaking areas on petals and early senescence of florets. Flowers that were pulsed with silver thiosulfate (STS) after harvest then stored at 11°C in sucrose plus 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) solution showed reduced yellow and abscission of flower buds, but no improvement on bud opening. The same treatment doubled the vase life of flowers that were stored at 20°C, but were of no use to those flowers that were stored at 5°C. Pulsing with STS maintained steady water uptake while sucrose and 8-HQS treatment enhanced water uptake of flowers.

Key words: Phalaenopsis cut flower, Storage temperature, Low temperature disorder, Chemical treatment.

1. Contribution No. 1813 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by grants from Council of Agriculture, Executive Yan, ROC.
2. Respectively Assistant Researcher, Project Assistant, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：456～463（1995）

影響土壤添加物—AR 3 防治百合白絹病之因子[1]

謝 廷 芳[2]　杜 金 池[3]

摘要：以土壤平板法及盆栽方法測試土壤添加物對白絹病菌菌核發芽及病害發生之影響。土壤中含1％（w/w）量之苦茶渣時，可明顯促進病害的發生，加入1％量 AR3 無法有效抑制之。土壤添加物之 C/N 比與菌核發芽及病害罹病度均呈顯著正相關，相關係數分別爲 R^2=0.996及 R^2=0.993。土壤添加物 AR3 之組成份中牛糞、米糠和蟹殼粉等有機質之比例改變爲20：25：10（AR3-2）時，取1％（w/w）量處理土壤7天，可完全抑制白絹病菌菌核發芽及病害發生，且植株生長良好，與 AR3 及對照組呈顯著差異（p=0.05）。土壤施用1％（w/w）之土壤添加物 AR3，無論覆蓋與否皆可有效降低白絹病之發生，處理間無明顯差異性（p=0.05）。

關鍵詞：土壤添加物、百合、白絹病、影響因子。

百合白絹病係由土壤傳播性眞菌 *Sclerotium rolfsii* Sacc.(有性世代 *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu & Kimbrough[12])所引起[6]，是百合切花生產最主要的限制因子之一。本病原菌在百合任何生長時期均可危害[7]，尤其當溫度由低轉高急劇變化時，危害益形嚴重[7]。在防治方面，筆者等[3]混合多種有機質及肥料而合成一土壤添加物—AR3，在溫室試驗中，以1％（w/w）之施用量於植前7天與土壤混合，可成功地降低白絹病的發生。惟減少用量則防治效果不盡理想，而增加用量雖防治效果更佳，卻易造成植株矮化[7]。本研究之目的擬著手研究影響合成土壤添加物—AR3 防病成效之因子，期能掌握各項因子，用以修正並增進其防治病害之效力。

材料與方法

一、供試植物與病土製作

供試植物爲來自荷蘭進口之黃色姬百合 Pollyanna 品種之種球，經低溫（0～4°C）下處理二個月打破休眠後備用。

本研究之供試菌爲 Sr029 菌株，以稻草培養基培養產生大量菌核，取出菌核風乾備用[7]。本試驗採用之土壤係取自本所試驗農場旱田之壤土（砂粒：坋粒：黏粒＝41.2：44.5：15.3，PH＝6.2，有機質1.4％），經20目網篩過篩後，每公升土壤加入100粒菌核即爲供試病土（infested soil）。

二、AR3 土壤添加物之製備[3]

將粉碎後之牛糞堆肥35公斤、米糠10公斤、蟹殼粉10公斤、尿素5公斤、過磷酸鈣3公斤、氯化鉀1公斤及矽酸爐渣（礦灰）36公斤依序拌合成 AR3 混合物，並貯存於密封的塑膠袋中備用。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1814 號。
2. 本所植物病理系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 臺灣省政府農林廳副廳長。臺灣省　南投縣　中興新村。

三、土壤平板法

取20克供試之土壤平鋪於直徑 9 公分之培養皿內，加蒸餾水保持土壤含水量爲20%，然後立即或靜置一星期後，排放15粒菌核，每日觀察並記錄菌核發芽之情形。

四、土壤添加苦茶渣對 AR3 防治白絹病之影響

本試驗分成四個處理：①1％（w/w）之 AR3 混合物加入病土；②1%（w/w）苦茶渣加入病土；③1％（w/w）苦茶渣與1％（w/w）AR3 混合物同時加入病土，及4)不添加任何物質之對照組，經充分拌合後，分裝於內徑18公分之素燒瓷盆中，加水保持土壤含水量爲20%，靜置七天後每盆種植三顆百合種球，每處理四重複，置於28±4°C之溫室中，每隔 7 天依病害級數[7]記錄發病情形。

五、土壤添加物 C/N 比對菌核發芽與病害發生之影響

取四種不同成分組合之土壤添加物 AR3、AR4[3]、除去牛糞之 AR3 及去除牛糞之 AR4 等，依上述土壤平板法測試其對菌核發芽之影響；另依上述盆栽方式測試其對病害發生之影響。並以元素分析儀（Element analyzer EA-1105）分析四種土壤添加物之碳和氮含量，以直線迴歸求取 C/N 比與菌核發芽率及病害罹病度之間的相關性。

六、AR3 組成分中各有機質比例對菌核發芽之影響

將 AR3 組成分中牛糞堆肥：米糠：蟹殼粉之原比例爲35：10：10改爲25：20：10（AR3-1）、20：25：10（AR3-2）、10：35：10（AR3-3）等，各取1％（w/w）量之各種組合與土壤充分混合，依上述土壤平板法測試其對菌核發芽之影響，每處理四重複，以不混加任何添加物者爲對照組，放置於 28°C 定溫箱中，經三天後，記錄菌核發芽情形。

七、AR3 組成分中各有機質比例對病害發生之影響

取1％（w/w）上述 AR3、AR3-1、AR3-2 及 AR3-3 等混合物分別與病土充分拌合，分裝於內徑18公分之素燒瓷盆中，分爲二組試驗。一爲每盆立即種植三顆百合種球，另一組爲加水靜置七天後，始種植百合，每處理四重複，以不處理任何添加物者爲對照組，置於 28±4°C 之溫室中，每隔 7 天依病害級數記錄發病情形。

八、塑膠布覆蓋對 AR3 防治百合白絹病之影響

取1％（w/w）量之 AR3 與病土充分拌合，加水濕潤後靜置於 28±4°C 之溫室中，並以不加任何混合物者爲對照組，分覆蓋厚度爲 0.25mm 之透明 PE 塑膠布和不覆蓋透明塑膠布二處理，經一星期後隨即取 3 公斤之處理土裝入內徑18公分之素燒盆中，每盆栽植百合種球 4 顆，每處理四重複，每星期依病害級數記錄發病情形。

結　果

一、土壤添加苦茶渣對 AR3 防治白絹病之影響

土壤中含1％（w/w）量之苦茶渣時，可明顯促進病害的發生，在種植百合後第九星期白絹病的病害度高達91.7%，而不含苦茶渣之土壤，病害度爲58.3%，兩者呈顯著差異（p＝0.05）。當含1%苦茶渣之土壤中加入1%量 AR3 時，無法有效地抑制病害的發生，於第九星期之病害度爲50%，而不含苦茶渣之土壤中加入同量 AR3 之處理，其病害度爲16.7%，兩者亦呈顯著差異(p＝0.05)(表1)。可見土壤添加物 AR3 無法在含有苦茶渣之土壤中有效防治白絹病的發生。

表 1. 土壤添加 1 %量苦茶渣對 AR3 防病之影響
Table 1. Effect of AR3 mixture and oil tea dreg on control of lily southern blight in greenhouse

Treatment[z]	Disease severity (%)[y]			
	6wk[x]	7wk	8wk	9wk
AR3	0	5.6	5.6	16.7 c[w]
Oil tea dreg	22.2	44.4	75.0	91.7 a
AR3+Oil tea dreg	0	16.7	27.8	50.0 b
None (Check)	22.2	30.6	47.2	58.3 b

[z] Soil contained 10 sclerotia per 100 cm^3 soil was amended with 1% (w/w) AR3 mixture and incubated for 7 days, then planting.
[y] Disease was divided into 5 scales, 0=No yellow, 1=1/4 part of plant turns yellow, 2=1/2 part of plant turns yellow, 3=3/4 part of plant turns yellow, 4=plant wilts and dies.
Disease severity=Σ (scale×number of diseased plants at relative scale) /4×total number of plants
[x] Weeks after planting.
[w] All values are means of four replicates, with 3 plants per replicate. Values followed by the same letter in each column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

二、土壤添加物 C/N 比對菌核發芽與病害發生之影響

取 C/N 比爲4.94、5.41、6.26及11.95等四種合成土壤添加物測試其對本菌菌核發芽及病害發生之效應，結果顯示 C/N 比在5.4以下時，以 1 %量加入土壤中，可完全抑制本菌菌核發芽及病害之發生。C/N 比 (x) 與菌核發芽 (y_1) 及病害度 (y_2) 均呈顯著正相關，直線方程式分別爲 $y_1=-57.51+11.062x$ 及 $y_2=-27.479+5.4522x$，相關係數分別爲 $R^2=0.996$及 $R^2=0.993$(圖 1)。

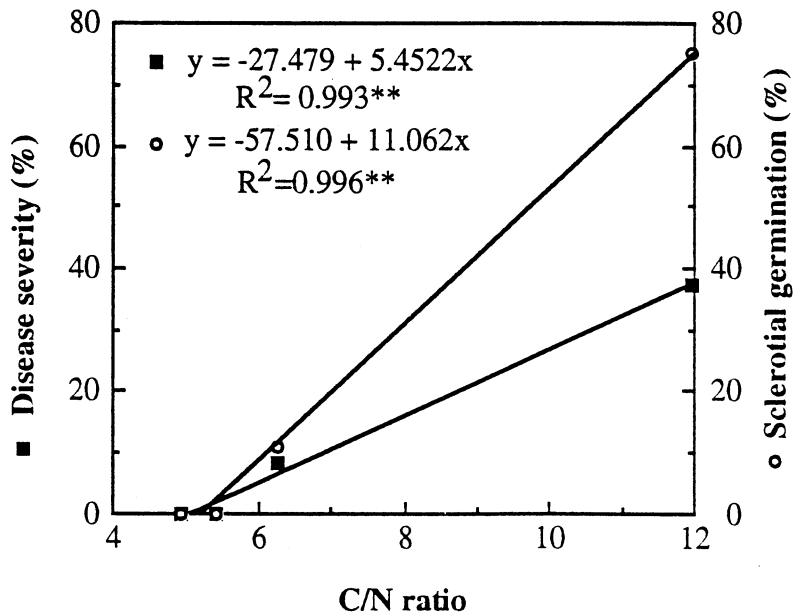


圖 1. 土壤添加物之 C/N 比與白絹病菌菌核發芽及百合白絹病病害發生之關係
Fig. 1. The relationship between C/N ratios of soil amendments and sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii* or disease severity of lily southern blight.

三、AR3 組成分中各有機質比例對菌核發芽之影響

添加物中牛糞、米糠和蟹殼粉之比例對菌核發芽之影響有所不同，以添加1％（w/w）量，不同有機質比例之混合物處理土壤後，無論隨即（0天）或靜置七天後測試其對菌核發芽之影響，結果顯示有機質比例爲25：20：10（AR3-1）之處理與 AR3（35：10：10）之處理間無顯著差異，而比例爲20：25：10（AR3-2, C/N＝5.41）時則可完全抑制菌核發芽，且分別與 AR3、AR3-1 和 AR3-3 呈顯著性差異（p＝0.05）（表2）。

表 2. 合成土壤添加物中各有機質比例對白絹病菌菌核發芽之影響

Table 2. Effect of different ratios of organic matters in a formulated soil amendment, AR 3 mixture on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*

Soil amendment[z]	Ratio of organic matter	Sclerotial germination (%)	
	Cattle manure : Chaff : Chitin	0 day[y]	7 days
AR 3	35 : 10 : 10	8.9 c[x]	13.3 b
AR 3-1	25 : 20 : 10	8.9 c	10.0 b
AR 3-2	20 : 25 : 10	0.0 d	0.0 c
AR 3-3	10 : 35 : 10	28.9 b	13.3 b
None (Check)	0 : 0 : 0	82.2 a	56.7 a

[z] Soil was mixed with 1% (w/w) each of soil amendments.
[y] Days after soil was added with soil amendment and 15 sclerotia were put on soil surface per petri dish. Then the percentage of sclerotial germination was recorded after 3-day-treatment.
[x] All values are means of four replicates, with 15 sclerotia/plate per replicate. Values followed by the same letter in each column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

四、AR3 組成分中各有機質比例對病害發生之影響

一般而言混合物添加於土壤後，隨即種植百合時，其被害度都比處理土壤一星期後再行種植者高，亦即混合物須處理土壤一段時間才能顯現防病效果。就四種不同有機質比例之添加物而言，處理土壤七天後，除35：10：10（AR3）之處理於第九星期時被害度達8.3%外，其餘處理均可完全抑制病害發生，然其間並無顯著差異存在，且四處理均與對照組(被害度達37.5%)呈明顯差異(p＝0.05)。以處理0天之結果而言，比例爲20：25：10（AR3-2）之處理與其餘處理間呈明顯差異(p＝0.05)。結果顯示處理間對植株高度之影響，以 AR3 及 AR3-1 兩者明顯抑制植株之生長，且與對照組呈明顯差異（表3）。

表 3. 合成土壤添加物中有機質比例對百合白絹病之影響

Table 3. Effect of different ratios of organic matters in a formulated soil amendment, AR 3 mixture on lily southern blight in greenhouse

Soil amendment[z]	Ratio of organic matter	Disease severity (%)[y]				Plant height[u] (cm)
	Cattle : Chaff : Chitin manure	6wk[x]		9wk		
		0[w]	7	0	7	
AR 3	35 : 10 : 10	83.3 a[v]	6.3 b	88.9 a	8.3 b	81.2 b
AR 3-1	25 : 20 : 10	55.6 b	0 b	63.9 b	0 b	77.3 b
AR 3-2	20 : 25 : 10	11.1 d	0 b	30.6 c	0 b	101.1 a
AR 3-3	10 : 35 : 10	38.9 c	0 b	66.7 b	0 b	97.6 a
None(Check)	0 : 0 : 0	66.7 b	20.8 a	77.8 ab	35.7 a	100.0 a

[z] Soil contained 10 sclerotia per 100 cm^3 soil was mixed with 1% (w/w) each of soil amendments.
[y] The rating of disease severity is the same as in Table 1.
[x] Weeks after planting.
[w] Incubation days after soil was mixed with each of soil amendments.
[v] All values are means of four replicated, with 3 plants per replicate. Values followed by the same letter in each column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.
[u] Plant height was recorded after 2-month planting.

五、塑膠布覆蓋對 AR3 防治百合白絹病之影響

土壤施用 AR3 土壤混合物後，無論覆蓋塑膠布與否皆可有效降低白絹病之發生，且二處理之間無明顯差異性 (p=0.05) 存在，於種植後第八星期，覆蓋處理者之病害度爲20%，未覆蓋者爲27%，而對照不處理者分別爲67%及74% (圖 2) 。

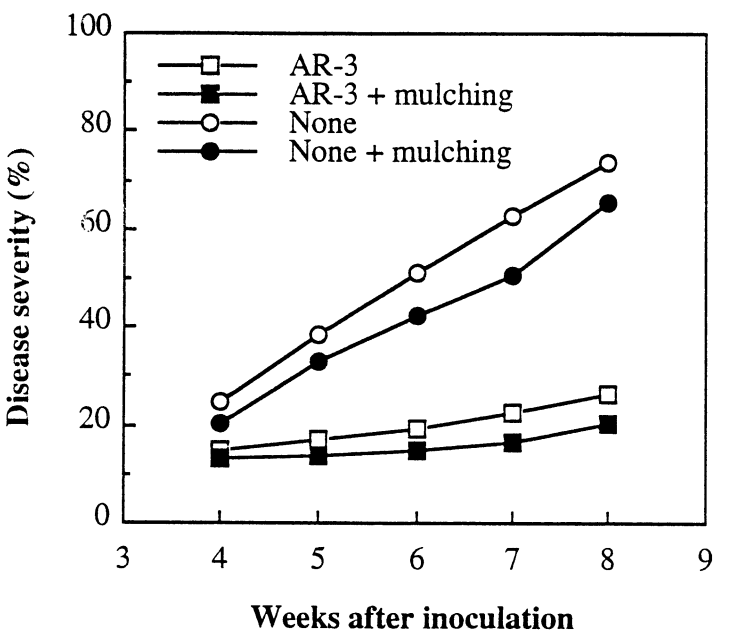


圖 2. 覆蓋塑膠布對土壤添加物 AR3 防治百合白絹病之關係

Fig. 2. Effect of a soil amendment AR3 with or without mulching PE sheet on controlling of lily southern blight.

討　論

原先之合成土壤添加物 AR3 在溫室中測試防治百合白絹病之防治率達70%以上[3]，然土壤中含有大量利於發病之有機質如苦茶渣時，AR3 之防病能力即不儘理想。在 AR3 添加物中，有機質含量占55%，其中牛糞堆肥和米糠無法有效地抑制白絹病菌之腐生存活能力，且亦無法完全抑制菌核發芽[3]，因此必須探討原配方中有機質之含量，或是其 C/N 比對白絹病菌之影響，瞭解影響 AR3 防治白絹病之因子，以克服此一障礙。

土壤混合物之配方中有機質之比例會影響其防治百合白絹病之成效，改變原合成土壤添加物 AR3 中牛糞、米糠和蟹殼粉之比例爲20：25：10（AR3-2）時可得到更理想的防治效果，其原因可能是改變添加物之碳氮比或改變土壤微生物相。有機物質進入土壤中之後，會被微生物分解成更小的分子或離子單位，以供應微生物代謝作用所需，氮之礦質化作用（Mineralization）與生物固定作用（Immobilization）於焉發生[4,8]。自然界的有機質中約含40%C、1.2～1.8%N，C/N 比約爲20～30：1，比例大有利於生物固定作用，而比例小則利於礦質化作用[8]。礦質化作用包括將有機態氮轉變爲 NH_4^+之氨化作用（Ammonification）及將 NH_4^+ 氧化成 NO_2^- 及 NO_3^- 之硝化作用（Nitrification）二種[4]。添加有機質使土壤 C/N 比改變，刺激銨態氮氧化爲硝酸態氮，則可降低由 *Rhizoctonia solani*、*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* 和 *Thielaviopsis basicola* 複合感染所引起之菜豆根腐病，然施用銨態氮後，再添加降低硝化作用的有機物則增加病害[9,10,11]。由試驗得知，含不同 C/N 比之土壤添加物加入土壤後，對白絹病之影響各有不同，土壤添加物之 C/N 比與菌核發芽及病害之發生呈明顯正相關。本研究所用之土壤添加物 AR3 之 C/N 比爲6.2±0.2，而 AR3-2 之 C/N 比爲5.4±0.1，後者加入土壤中更能有效地促進礦質化作用，似可解釋 AR3-2 之防病效果較 AR3 爲佳之因。

土壤 pH 值雖然不是影響本菌菌核發芽和病害發生之直接因子[2]，但土壤呈鹼性時可完全抑制菌核發芽和降低病害的發生。合成添加物 AR3 中含有尿素和礦灰，其 pH 值約爲8.5，在較酸性土壤中種植百合時，施用本土壤添加物有提高土壤 pH 值之效力。尿素加入土壤中幾天後，大部份被水解變成氨，並增加周圍土壤 pH 值高達 8～9，在此鹹性條件下，氨變成氣體釋放至空氣中[8]。當然，要完全改變土壤之 pH 值是一項很大且費時的工程，吾輩只能設法暫時局部改變土壤 pH 值，以有效促進所添加之物質產生殺菌之氣體及增進有益微生物之增殖，進而摧毀本菌菌核[1]，阻止其爲害作物。

土壤施用土壤添加物 AR3，無論覆蓋透明塑膠布與否皆可有效降低白絹病之發生，而覆蓋之處理有保持土壤含水量及降低雜草生長之效。一般利用土壤添加物防治土壤傳播性病害的原理不外三方面：①土壤添加物直接抑制病原菌並增加土壤 pH 值；②誘生拮抗微生物之族群數量，3)提供作物營養以產生抗性[5]。本土壤添加物的防病理念主要爲降低土壤中的初級感染源—菌核的數量。由試驗結果得知影響土壤添加物效能之因有三：①標的土壤中促進病害之有機質存在與否；②添加物本身之 C/N 比，及3)添加物中各有機質之比例。至於合成土壤添加物 AR3 防治白絹病之眞正機制則有待進一步的研究。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會81農建-12.2-糧-39（18）計畫之補助，中興大學黃振文教授提供寶貴意見，及本所農化系張庚鵬先生及李艷琪小姐協助分析添加物之碳氮比，謹申謝忱。

引用文獻

1. 方新政、劉嶋恩。1989。尿素在土壤中抑制白絹病菌之機制。植保會刊 31：163—174。
2. 杜金池、謝廷芳、蔡武雄。1991。溫濕度及添加物對百合白絹病之影響。植保會刊 33：80—94。
3. 杜金池、謝廷芳、蔡武雄。1992。利用合成土壤添加物防治百合白絹病之研究。中華農業研究 41：280—294。
4. 郭魁士。1980。土壤學。753頁。中國書局。屏東。
5. 黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33：113—123。
6. 謝廷芳、杜金池、蔡武雄。1989。百合白絹病之發生。植保會刊 31：400-401(摘要)。
7. 謝廷芳、杜金池、蔡武雄。1990。溫濕度對百合白絹病發生之影響。中華農業研究 39：315—324。
8. Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. pp.466. John Wiley & Sons New York, USA.
9. Huber, D. M., and R. D. Watson. 1970. Effect of organic amendment on soil-borne plant pathogens. Phytopathology 60：22-26.
10. Huber, D. M., R. D. Watson., and G. W. Steiner. 1965. Crop residues, nitrogen, and plant disease. Soil Sci. 100：302-308.
11. Maurer, C. L., and R. Baker. 1965. Ecology of plant pathogens in soil. 2. Influence of glucose, cellulose, and inorganic nitrogen amendments on the development of bean root rot. Phytopathology 55：69-72.
12. Tu, C. C., T. F. Hsieh., W. H. Tsai., and J. W. Kimbrough. 1992. Induction of basidia and morphological comparison among isolates of *Athelia* (*Sclerotium*) *rolfsii*. Mycologia 84(5)：695-704.

Factors Affecting a Formulated Soil Amendment AR3 for Control of Southern Blight of Lily[1]

Ting-Fang Hsieh[2] and Chin-Chyu Tu[3]

Summary

The soil-plated and inoculation-potted methods were used to test the effect of soil amendments on sclerotial germination and control of lily southern blight pathogen, *Sclerotium rolfsii.* Formulated soil amendment, AR 3 mixture, was able to significantly reduce the disease severity. However, the effectiveness of AR 3 mixture to the disease was nullified when soil was amended with 1% (w/w) oil tea dreg. Sclerotial germination of the pathogen and severity of the disease were positively correlated (R^2=0.996 and R^2=0.933, respectively) with C/N ratios of soil amendments. When the formula of soil amendment AR 3 modified the ratio of cattle manure, chaff and crab shell meal from 35 : 10 : 10 to 20 : 25 : 10 (AR3-2) was added into soil at 1% (w/w) and incubated for 7 days, it was able to completely inhibit the germination of sclerotia and disease severity. Soil amanded with 1% (w/w) AR 3 was the same effective as that with mulching with a sheet of polyethylene plastic.

Key words: Environmental factors, Lily, *Sclerotium rolfsii,* Soil amendment.

1. Contribution No. 1814 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant pathologist, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Deputy commissioner, Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Government, Chunghsinghsintsun, Nantou, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：464～469（1995）

紅外線香菇乾燥與自動監控系統之建立[1]

賴建洲　周廷弘　梁連勝[2]

摘要：在香菇乾燥作業之傳統上，是靠燃燒木材或石化燃料所產生之能量來加熱空氣的。在本研究中，嘗試以紅外線作爲乾燥能源之可行性。若熱空氣之溫度或流速太高，會使菇體變黑，表面皺縮，造成品質之降低。因此，在乾燥過程中，菇體上能量分佈與水份移動之控制是非常重要的。

在本研究中已使用個人電腦與 AD/DA 界面模組，裝設完成一資料擷取與控制系統，此控制程式使用 MS Quickbasic 語言撰寫，可於乾燥過程中，即時量取空氣之乾、濕球溫度、菇體表面溫度及香菇重量。而均化之效果（每小時15分鐘），亦在研究之列。

試驗結果顯示，紅外線乾燥法是一具相當潛力之香菇乾燥方式，其所需乾燥時間爲傳統燃燒燃料乾燥法之三分之一。所需電費較昂貴是該法現階段最大之缺點，然而，仍可被安裝成在急需時之備用裝置。在乾燥中使用均化處理，可導致高品質之產品，在不延長乾燥時間之情況下，可節省四分之一之能量。

關鍵詞：紅外線乾燥、香菇、自動監控、均化。

香菇的成份除80～90%之水份外，其餘爲維生素、麥角醇、灰分、純蛋白、粗蛋白、纖維質、醣類等，可利用段木或太空包栽培爲之(3)。段木栽培係將原木截成長1至1.5公尺之木頭後，再以鑽孔機於段木表面均勻鑽孔，並在孔內接種香菇菌種，堆置於陰棚下，經約半年之時間，即可開始採收，每次採後經過約一個月即可再採，可連續採收三年。而太空包栽培則係將原木細切成木屑後與適量之米糠、玉米、碳酸鈣等調配成栽培介質，用水混合均勻後置入 PE 塑膠布袋中，以蒸氣殺菌數小時後，將香菇菌接種於袋內，置於陰棚或環控室內之立體架上，經3～4個月袋內菌絲突起且頂部表面顏色轉變成褐色後，將袋口割開，約經7～10天即可採收，每次採收後經過約21天即可再採，共可採收4～6次。兩種栽培管理方式各有利弊，但產量與品質均具隨採收次數之增加而降低之特性。根據農林廳統計(4)，臺灣省在81年乾香菇之總產量爲3,495公噸，其中段木栽培產量爲720公噸（乾菇），宜蘭縣與南投縣約佔78%；而太空包栽培之產量爲2,775公噸（乾菇），臺中縣與南投縣即佔了95%。通常鮮菇之含水率約爲90%，每百公斤鮮菇約需耗用40公升之柴油，方能完成乾燥；所得到約10公斤之乾菇，若加上人工費用，每公斤乾菇之乾燥費用約爲50元。準此；臺灣一年乾燥香菇之成本支出約爲1億7千萬元，而能源之耗費則高達約1千4百萬公升柴油。

材料與方法

目前香菇之乾燥方式，係以風扇強制將空氣通過熱交換器後將菇體加熱，同時將表面之水份帶走

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1815 號。
2. 本所農工系助理研究員、助理、研究員兼主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

，而達到乾燥之目的。每批乾燥量爲200公斤鮮菇，乾燥所需時間爲16～20小時。每逢香菇大量生產時，常導致乾燥機不敷使用。香菇之傳統乾燥法，其乾燥初期三小時之溫度爲30—40°C，隨後以60—70°C熱風完成乾燥；較先進之業者則利用計時器（TIMER）將整個乾燥作業區分成四個階段來控制。在乾燥過程中，由於香菇體之大小、厚度不一，常會造成過乾或未乾之現象[1]。

本實驗採以紅外線直接照射之方式來進行，同時檢測香菇在乾燥過程中重量與表面溫度之變化。採用之材料與試驗方法如下：

一、鮮採香菇

由在農試所旁栽培香菇之菇農趙守仁處取得，於採收後馬上進行乾燥。

二、紅外線產生器

由於紅外線之波長分佈甚廣，爲使其所輻射之熱能被香菇吸收，所使用之波長必需對香菇表面之反射率最低，由圖1可知不同波長之紅外線對香菇表面反射率之分佈情形。

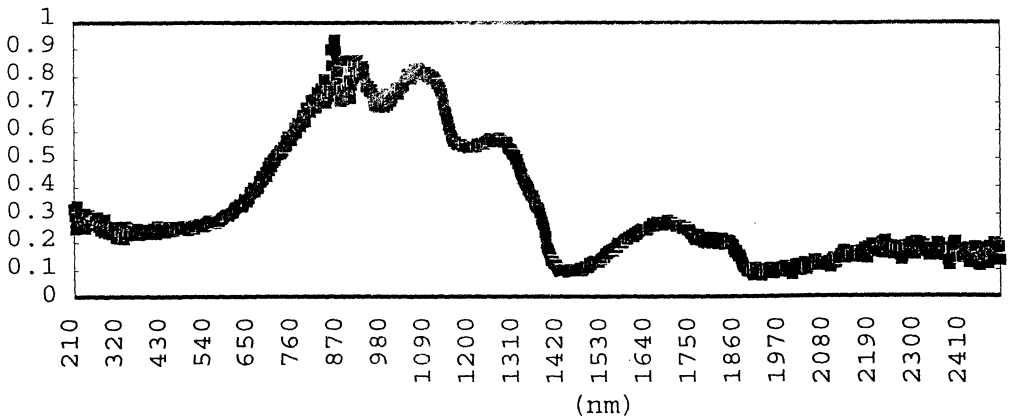


圖 1. 鮮香菇對不同光波波長之反射率
Fig. 1. Spectral Reflectivity of fresh shiitake mushroom

因此紅外線產生器之選擇，應以波長爲1,400nm 或1,900nm 爲佳。

三、感應材料

㈠電子秤

採用 OHAUS-GT400，具 RS232輸出功能之電子秤，利用電腦在乾燥過程中即時擷取被測物之重量，用以換算香菇之含水率。

㈡乾、濕球溫度計

除使用一支 PT-100來偵測空氣之乾球溫度外，將另一支 PT-100覆上不織布來檢測空氣之濕球溫度，經轉換器（Transducer）將二支 PT-100之訊號轉換成 0 - 5 V 之類比訊號，再利用電腦監控系統擷取，轉換成數值，並使用濕空氣熱力特性計算公式，計算求得當時之相對濕度。

㈢紅外線溫度計

使用具有電壓輸出之紅外線溫度計（TASCO THI-500）來檢測香菇表面之溫度，再利用電腦監控系統擷取輸出之訊號。

四、乾燥室

爲一60×50×60（cm）不銹鋼製之乾燥模擬室，用鐵網將上下共分三層，層間距爲15公分，由側邊風扇產生一10m/s 風速之氣流通過。

五、電腦監控系統

以 CPU 爲486—33之 IBM 相容個人電腦，配合研華科技公司所生產之類比輸出／入界面模組系列（ADAM SERIES）與 PT-100溫度感測材料，並使用 Quick Basic 4.0語言撰寫程式，可同時量測乾燥室入風口與出風口之乾、濕球溫度、菇體表面溫度與菇體重量，進而同步換算出當時之相對濕度、乾減率，作爲判斷是否啓動乾燥系統之依據。同時記錄所有量測值，以供日後之分析使用。

六、試驗成果之分析

依據乾燥時所記錄之氣體溫、濕度與菇體表面溫度、重量之變化來分析乾燥時菇體內之水分乾減率與溫度之關係，進而建立操作簡易、適合農民用之乾燥模式。

結　果

一、香菇乾燥自動監控系統

本系統使用個人電腦之二個串列埠（RS232之 COM1 與 COM2）進行資料與控制訊號之傳輸，其一擷取電子秤之載重量，另一不但可擷取空氣溫、濕度、菇體表面溫度等，尙可依控制策略來控制紅外線與風扇之啓閉。控制軟體之操作流程如圖 2 所示：

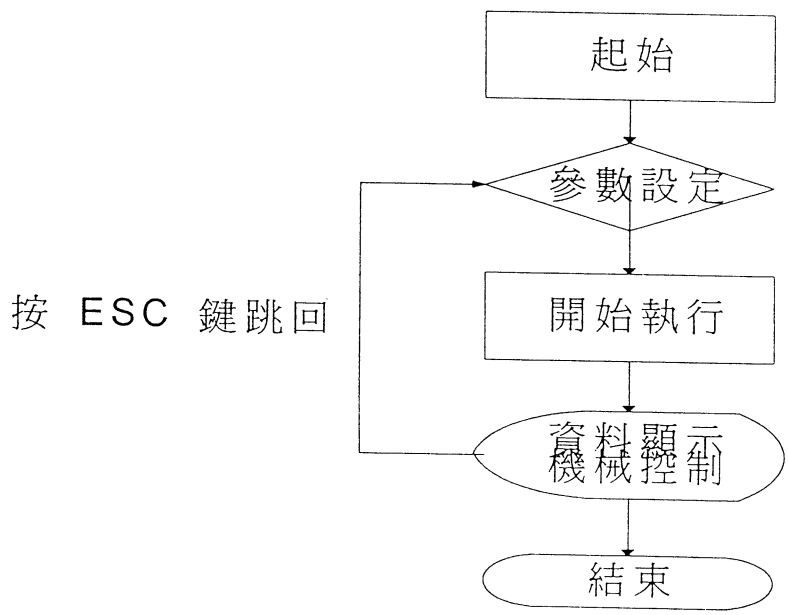


圖 2. 香菇乾燥自動監控系統流程圖

Fig. 2. Flow chart of the automatic control on shiitake mushroom drying

而整個電腦自控系統示意如圖 3

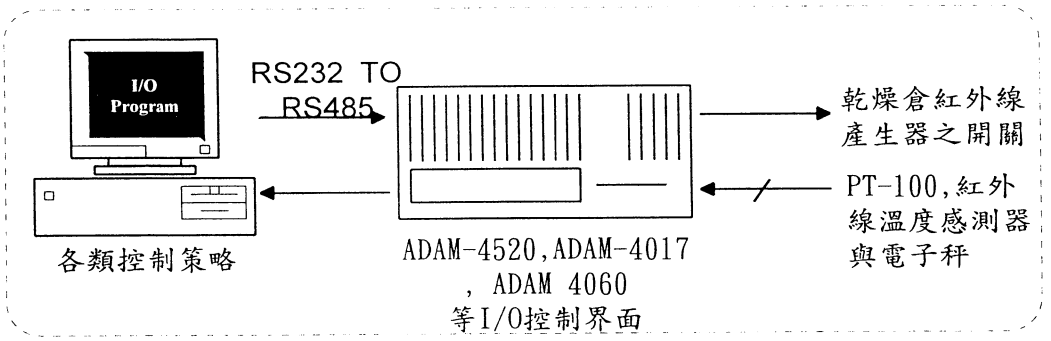


圖 3. 香菇乾燥自動監控系統示意圖
Fig. 3. automatic control system of shiitake mushroom drying

二、紅外線乾燥試驗結果

在使用紅外線爲乾燥熱源之情況下，利用香菇乾燥自動監控系統，維持菇體表面溫度在65°C，將初始含水率爲92%之全菇（含菇柄）乾燥至13%之乾菇，所用時間約 6 — 7 小時，其含水率之變化如圖 4 所示。

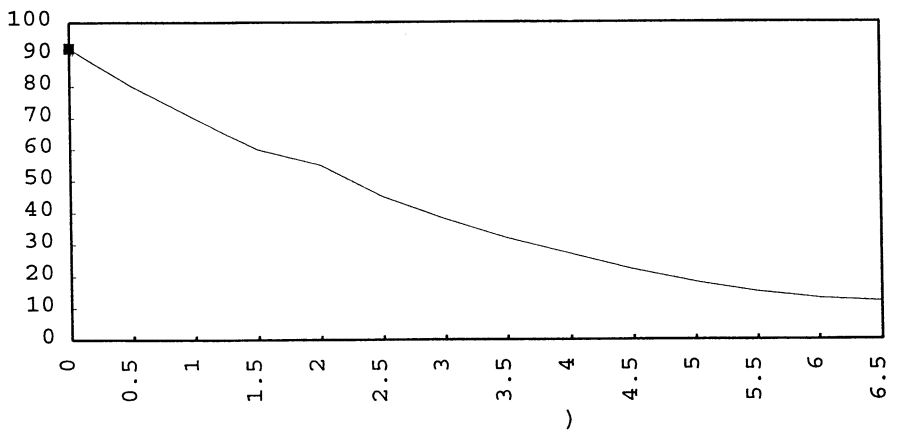


圖 4. 無均化處理時香菇含水率隨乾燥時間之變化
Fig. 4. moisture content varies with drying time of shiitake without tempering

若在同樣乾燥作業條件下，每乾燥一小時，將紅外線產生器停止15分鐘，其結果如圖 5 。可知，其整體乾燥時間，若將停止時間扣除，實際乾燥時間，反而較爲減少。換言之，耗電量減小，節約成本。

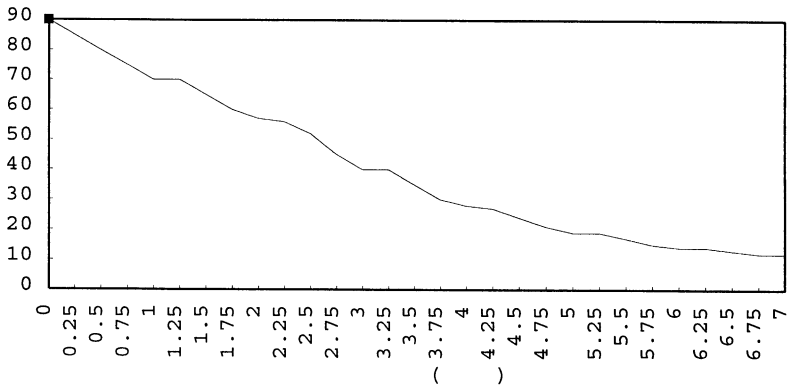


圖 5. 有均化處理時香菇含水率隨乾燥時間之變化
Fig. 5. moisture content varies with drying time of shiitake with tempering

討 論

一、傳統間接加熱之熱風乾燥方式，所耗用時間約爲16小時[5]，而以紅外線爲熱源直接乾燥，因紅外線深入菇體內部，故乾燥速率爲傳統式之 2 — 3 倍。雖然紅外線乾燥速率極快，可有效解決香菇盛產期乾燥機不足之窘境，但溫度之控制非常重要，否則容易造成燒焦之現象。另外其所需電力之消耗與元件之價格等成本效益因子，皆必需深入考慮。

二、在稻米乾燥過程中，穀粒內部水份愈少，其移動愈遲緩、減乾率愈低，透過均化（Tempering）之處理，可有效降低胴裂[6]。對乾燥末期之減乾率可提高 2 — 3 倍[2]。均化處理一樣適用於香菇乾燥，在乾燥過程中，均化不但可減少能源之耗用，更可使菇體表面之皺縮度減少，且更有光澤。

筆者試將合作試驗菇農趙守仁之傳統乾燥機改由定時器控制，結果總乾燥時間較往常減少 1 — 2 小時，菇體外觀更爲光滑，所耗用之能源也更爲節省，因此均化時間對香菇乾燥之影響，值得更進一步研究。

誌 謝

臺灣大學農機系陳世銘教授協助測試香菇表面反射率、菇農趙守仁、趙世民先生於試驗中熱心指教，並提供新鮮香菇一批作爲試驗材料，使本試驗得以順利進行，謹此致謝。

引用文獻

1. 王宏智、陳俊明、尤瓊琦、王豐政。1995。香菇乾燥基本特性之研究。農業機械學刊 4(1)：1—13。
2. 農委會。1983。香菇木屑塑膠包栽培。農民淺說255A。行政院農委會。
3. 陳貽倫。1995。均化對稻穀薄層乾燥之影響。農業機械學刊 4(1)：49—55。
4. 臺灣省政府農林廳。1993。臺灣農業年報。102—103頁。
5. 盧福明、李允中。1989。香菇乾燥機之研製。財團法人農業機械研究發展中心。
6. Ban, T.1971. Experimental studies on cracks of rice in artifical drying. Techincal Report No. 8. Omiya, Japan：Inst. of Agri. Machinery.

Infrared Drying of Shiitake Mushroom and the Development of a Data Acquisition and Control System[1]

Chien-Chou Lai, Tyng-Horng Chou and Lian-Seng Liang[2]

Summary

Traditionally, the energy source for the heated air in shiitake mushroom drying is fossil fuel. In this study, the feasibility of using the infrared lamp was studied. when the temperature and/or the flow rate of heated air are too high, the fruit body of the mushroom will easily turn black with a sign of burning, and its appearance will wrinkle due to uneven shrinkage, which lead to poor quality products. Thus, the control of the distribution of the energy and the water movement upon fruit body are of great importance during the drying process.

A data acquisition and control system was set up using personal computer with AD/DA interface cards. The control program was written in MS Quickbasic. Sensing signals such as dry bulb and wet bulb temperature of air, surface temperature and weight of fruit body were measured in real time. During the drying process, the effect of tempering (15 minutes within each hour) was also studied.

The results are promising. Infrared lamp can be a potential mean in drying shiitake mushroom. The drying time required in infrared system needs only one third of that in the traditional fuel burning system. The electricity fee is the major drawback at the present time, yet it can be installed as a backup whe in need. Drying with tempering can lead to a higher quality products. One fourth of the energy can be saved without prolonging the drying time.

Key words : Infrared drying, Shiitake, Automatic control, Tempering.

1. Contribution No. 1815 from the Taiwan Agriculture Reasearch Institute.
2. Assistant Researcher, Assistant and Senior Engineer Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufung, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：470～482（1995）

種子乾燥調製自動控制系統之建立[1]

賴建洲[2]　方　煒[3]　謝建家[4]

摘要：本研究所建立之種子乾燥自動監控系統，架設於臺中種苗繁殖改良場。本系統可自動同時監視、記錄30個乾燥倉入風口、出風口及大氣之乾、濕球溫度，並提供以下幾項功能：

1. 視不同的作業需求，諸如最省能源、最短時間、最佳能源利用效率等，本系統提供五種不同乾燥控制策略供使用者選擇。
2. 依據不同之控制策略調整燃油機噴油嘴的動作以間接控制熱風溫度，可節約燃油、降低成本，並提高乾燥後種子之品質。
3. 由入出風口空氣之濕度差換算求得種子之含水率，可大幅減少定時量測含水率的人力。
4. 提供安全警示功能，可避免機械故障無人維修的現象與定時巡視機械作業狀況的人力需求。

關鍵詞：種子乾燥、自動控制、控制策略。

有關玉米穗與玉米粒乾燥方面之研究，如玉米乾燥特[2]、通風方式[3,4]、風量與溫度等操作條件之影響[5]、乾燥模式與電腦模擬[6,7,8]以及乾燥模糊控制[1]等，已有完整之報告，本文不再贅述。本省玉米及高粱種子的乾燥與調製工作，均集中在臺中種苗繁殖場進行，再統一供應各區農會領用。爲維持種子之發芽品質，均採用靜置乾燥方式。目前種苗場已建立三十座靜置型乾燥作業倉。玉米方面將玉米種穗先行乾至18%時進行脫粒。脫完粒後再行乾至13%。三十套乾燥設備在作業時每套均需人工設定上限溫度，並且需定時取樣量測玉米含水率，在農忙乾燥作業期間，每倉取樣完成一次，至少需耗 6 小時，造成夜間加班之壓力甚爲沈重，工作相當繁雜。在人手缺乏的今天，必須利用自動化控制的方式，方可降低勞力需求，並獲得較高的種子。

玉米及高粱種子之乾燥處理係以連續送熱風之方式爲之。爲避免影響種子發芽，通常只作40°C之固定限溫自動控制。因而無法隨著大氣溫、濕度、種子的溫度、含水率，隨時調整適當的熱風溫度，致未能掌握種子乾燥之有效性，而常常作無效之乾燥。因此在種子乾燥過程中，將浪費相當的燃油及電力，尤以燃油在種子乾燥的成本比例上高達80%最是可觀，亟需研發一套可節省能源及人力的種子乾燥自動監控系統，將來亦可推廣給農會大型穀物乾燥設備使用。

本研究嘗試以不同之乾燥策略配合實際乾燥之作業，設計發展自動監控系統，以電腦取代人工繁複之開關與量測動作。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1816 號。
2. 本所農工系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學農機系副教授。臺北市。
4. 臺灣省種苗繁殖改良場副研究員。臺灣省　臺中縣　新社鄉。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗所使用玉米穗之品種爲臺農351。

二、試驗設備

㈠靜置式乾燥倉

爲種苗場已在使用之靜置式乾燥倉，每倉最大容量爲二萬公斤濕玉米穗，使用三相、220 V、5馬力之風扇與煤油燃油機，控制進風口空氣之溫度。

㈡溫度感應器

使用PT—100爲溫度感應材料，透過自製之線性轉換器，將訊號轉換成0—5V之電壓，每1V代表20°C，用來量測大氣之乾、濕球溫度及各乾燥倉入風口乾球溫度與出風口之乾、濕球溫度。共計使用93支PT—100。

㈢類比數位訊號轉換器

使用國內研華科技公司所生產之AD／DA卡（PCL—818H），將之與每個溫度感應器連接，以監測各點之溫、濕度變化。由於感測之點數頗多，同時配合使用七組多工器（PCLD—789）。控制訊號之輸出則透過數位輸出界面卡（PCLD—720）與固態繼電器界面卡（PCLD—885）來執行燃油機噴嘴開閉動作之控制。

㈣中央控制面板

各乾燥倉原已有一固定溫控裝置，爲了保留原手動功能，將電腦控制線路與原控制線路結合，再將所有控制線路集中在中央控制室之控制面板上。當中央控制室將控制開關切換至手動位置時，乾燥倉之控制方式，就回歸到原來的定溫控制，而非電腦控制。當風扇與燃油機異常時，中央控制室控制面板上之異常燈會亮起警告，直至異常狀況解除。

㈤電腦自動監控系統

使用80486—33之IBM相容個人電腦，配合研華科技公司所生產之類比輸出／入界面模組系列（PCL—818H SERIES），透過訊號轉換器連接各倉底部熱風入口處（測乾球溫度）與乾燥倉上部出風口處（乾、濕球溫度）之PT—100溫度感測棒（如圖1所示）。

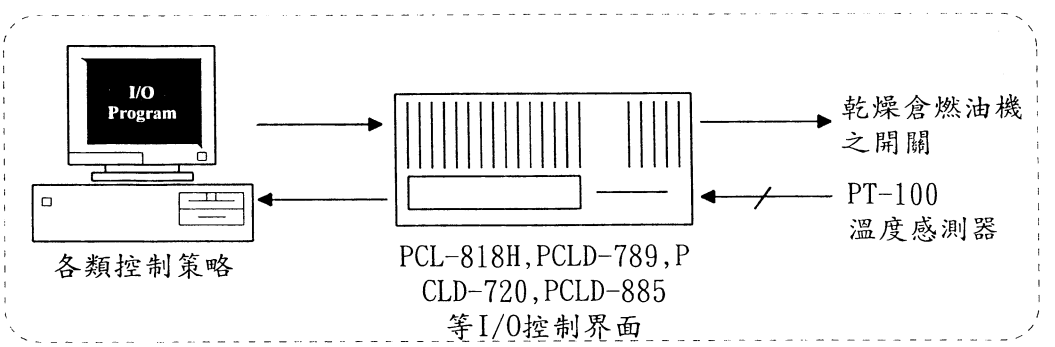


圖 1. 種子乾燥自動控制系統

Fig. 1. Automatic control system for seed drying

三、試驗方法

本研究之主要構想在發展、設立自動監控系統，配合乾燥加熱控制策略，以達有效節約乾燥成本及減少乾燥過程中人工之需求。監控系統使用之硬體已於前節介紹，以下介紹控制輪。

控制軟體使用培基語言寫成。軟體在中文系統下執行可有全中文的使用者界面，非常具親和性。又，所有的訊號包括環境感測與熱風乾、濕球溫度訊號及控制動作皆可在螢幕上顯示。軟體中可設定各倉之初期使用條件，如初始重量、含水率及乾燥方法等，系統本身會依當時所測量得到之各點乾、濕球溫度，同步換算出當時大氣中及乾燥倉入、出風口之溫度與相對濕度，而依乾燥理論與所設定之控制策略，依當時大氣溫、濕度之變化，自動判斷是否起動燃油機，以提高或降低熱風溫度，以避免無效之乾燥，並減少乾燥過程中含水率測定之頻率。

若出口的熱風未接近飽和即表示有能量的浪費，熱風溫度即可降低，於是節省了燃油的消耗。以上爲乾燥熱風控制策略之基本精神，此控制策略尚可依不同之目標而有進一步之發展。詳細內容以及計算式之推導於下節中討論。

07—25—1995　　種子乾燥監控系統　　1.0 版
種　苗　場　　15：18：22　15：18：18

大氣溫度　乾球：30.00　濕球：29.70

資料儲存 1

倉號	乾球	濕球	濕度	是否乾燥	倉號	乾球	濕球	濕度	是否乾燥
1	0.00	0.00	0.00	否	〔 未設定使用				〕
2	0.00	0.00	0.00	否	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕
〔 未設定使用				〕	〔 未設定使用				〕

按 ESC 以跳回至主功能表

圖 2. 種子乾燥自動控制系統啓動時畫面
Fig. 2. Starting menu of Automatic control system of seed drying

如圖 2 所示爲監控軟體啓動時之螢幕畫面，目前有二倉準備使用，大氣之乾、濕球溫度已顯示於畫面上。按 ESC 鍵後，畫面切換至主功能表，如圖 3 所示。使用者需進入選項 2 進行各倉乾燥條件之設定。如圖 4 所示，共有 7 倉（倉號 1 至 7）準備進行乾燥，其中有 5 倉使用模糊控制策略，2 倉使用最快（最省時）乾燥策略。畫面中同時顯示初期之含水率（濕基）與重量（公斤）。

07—25—1995	種子乾燥監控系統 種　苗　場	1.0版 15：18：22　15：18：18

主　功　能　表

設定檔：DEFAULT. PRM

時間間隔：0：10：0

0>系統說明

1>開始運轉

2>設定各倉乾燥條件

3>設定資料檔

4>設定儲存時間間隔

5>將設定存入磁碟機

6>叫出設定

7>查看磁碟目錄

8>設定時鐘

9>跳回至 DOS

A>攻破硬體規劃

輸入號碼或按↑ ↓方向鍵至所要功能處並按 Enter 鍵

圖 3. 種子乾燥自動控制系統主功能表畫面
Fig. 3. Main menu of Automatic control system of seed drying

圖3所示主功能表中共有11選項，選0可進入系統說明畫面，介紹其它10個選項之功能，茲說明如下：

㈠開始運轉——爲主要之操作，除非已有設定，否則你將會被要求輸入資料檔及測量間隔時間，若你不管要求，則資料將只顯示而不被儲存。

㈡設定各倉乾燥條件——爲用來指定欲測量之倉，並設定其控制是否受電腦環控策略控制，以及是以最快或省電（較慢）之方法控制。

㈢設定資料檔名——指定資料儲存之檔名，最多八個字，若欲使此資料被 LOTUS 123所叫用，其最後必須爲.PRN

㈣設定儲存時間間隔——設定資料存入磁碟之時間間隔，而螢幕上之資料仍不停之更新。

㈤將設定存入磁碟——將各種設定存於磁蝶以便將來叫用。

㈥叫出設定——將以前存入於磁碟之設定叫出，省得重新設定。

㈦查看磁碟目錄——查看你的系統上任一台磁碟機內之檔案，例如查A磁碟機之檔案——A：

㈧設定時鐘——允許你重新設定時間或日期

㈨跳回DOS——脫離本系統並回至DOS

A. 改變硬體規劃——可改變硬體位址、螢幕顯示顏色等

種子乾燥監控系統 1.0版

07—25—1995 種 苗 場 15：18：22 15：18：18

各 倉 設 定 功 能 表

用 ↑ ↓ 鍵移動浮標.設定爲肯定時，請輸入 1 ，否則自動設爲 0

倉號	是否使用	最快乾燥	省油乾燥	初期含水率	初期重量	Fuzzy(n)
1	1	0	0	26.7	17,645	1
2	1	0	0	31.4	17,830	2
3	1	0	0	34.5	18,860	3
4	1	0	0	32.8	17,900	4
5	1	1	0	32.6	16,250	0
6	0	1	0	25.1	17,640	0
7	0	0	0	32.9	17,640	2
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0

結束時，按 ESC 鍵

圖 4. 種子乾燥自動控制系統各倉參數設定畫面

Fig. 4. Parameter setting menu of Auto control system of seed drying

四、靜置式厚層穀物乾燥最佳化控制策略之理論探討

㈠穀物含水率之預測

假設穀物之初期含水率爲 Mi（濕基，以小數表示），其乾燥後之含水率爲 Mf，穀物之原始濕重（穀物加上水份）爲G公斤，則總共所要移走的水分（△Wr）可以下式表示：

$$\triangle Wr = G \cdot (1-M_i)\left(\frac{M_i}{1-M_i}-\frac{M_f}{1-M_f}\right)$$

$$G\,M_i - GM_f\,\frac{1-M_i}{1-M_f}$$

假設總乾燥時間爲已知，以 t 時間單位表示，則每單位時間所需帶走的水量(乾減率)爲 $\frac{\triangle Wr}{t}$。但是由於乾燥過程中有所謂的恆率與減率乾燥期，是以乾減率(K_1)的，計算應配合一修正係數(C_t)，簡列如下：

$$K_1=\frac{\triangle Wr}{t}C_t$$

基於質量守恆的觀點，穀物所損失的水份應該等於熱風所增加的水分，是以以下的計算即針對熱風出口與入口之絕對濕度差。

假設已知空氣之乾球溫度與溼球溫度，分別以 T1 與 W1 表示，熱風入口之乾球溫度與

絕對濕度及出口廢氣之乾球溫度與絕對濕度分別以 T_2、W_2、T_3 及 W_3表示。
則單位時間內所能移走的水分量 K_2 可以下示表示：

$$K_2=\frac{\rho V}{(1+W_2)}(W_3-W_2)$$

其中 ρ爲密度(kg/m³)

V爲熱風體積流量率(m³/sec)

上式中ρV爲熱風質量流量率(kg/sec)，此部份的熱風含有水氣與乾空氣，眞正的乾熱風風量率爲$\frac{\rho V}{(1+W_2)}$，(W_3-W_2)則爲每公斤乾的熱風中所帶走的水量(仍以公斤爲單位)。

由量測熱風入出口之狀態可計算得帶走之水分量，若穀物之初期含水率已知，則可求得乾燥過程中含水率之變化。

㈡最佳化控制策略之探討

本研究提供多種控制策略，使用者可視實際需要選擇適當的策略進行乾燥。控制策略之最佳化取決於其目標，以下依各目標之不同，以擬程式化之方式介紹控制策略。由於受限於種苗場乾燥設備之現況，僅能針對熱風溫度一項做控制)

1. 總乾燥時間爲最短（傳統限溫）之控制

假設 T2 爲入風口熱空氣之溫度

IFT≧40°C，關燃燒爐

IFT_2＜40°C，供應所能供給之最大熱量

使 T_2 維持在40°C附近（上限溫度不一定限制爲40°C，應爲濕球溫度40°C時之乾球溫度）。

2. 在預定乾燥時間內完成乾燥作業之控制

$$K_1=\frac{\triangle Wr}{t}C_t$$

$$K_2=\frac{\rho V}{1+W_2}(W_3-W_2)$$

IFT_2≧40°C，關燃燒爐

IFT_2＜40°C

IF K_2≧K_1，繼續目前控制條件

IF K_2＜K_1，加熱等級(stage)增1，迄最高級

IF stage＝最高級，維持現狀

ENDIF

3. 節省耗油量之控制

若出風口處之相對濕度

R H_3《100%

表示乾燥效率未達最佳狀態，可視W_3-W_2之大小決定新的T_2(即T_2')，如圖 5 所示。因此若T_2'＜T_1 則關閉燃燒爐，只行通風。

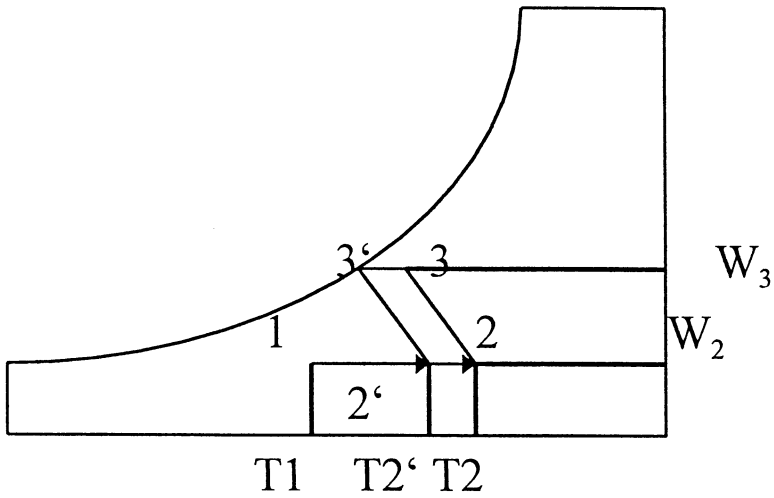


圖 5. 乾燥空氣在熱氣線圖上之變化
Fig.5. The status of drying air in Psychrometric Chart

以下介紹求T2'之方法：

已知狀態點2'在1與2之間，狀態點3'與3有相同的絕對濕度(W_3)，且3'之相對濕度(RH)應接近100%，在兩個熱力性質已知的情況下，狀態點3'之其它性質均可求得，諸如濕球溫度。

又狀態點2'之濕球溫度與3'相同，且2'之絕對濕度應與狀態點2相同，於是狀態點2'在兩個熱力性質已知的情形下，其它熱力性質均可求得，諸如乾球溫度(T2')。於是控制噴油嘴之開關，使熱風溫度達T2'之值。

4. 在預定乾燥時間內完成乾燥作業且耗油量爲最少之控制

IF T2≧40°C：關燃燒爐
IF T2<40°C，供應所能供給之最大熱量
IF K2≧K1，
IF RH3=100%，繼續目前控制條件
IF RH3<100%，計算T2'
IF T2'>T1 將熱風溫度調至T2'
IF T2'≦T1 關燃燒爐
ENDIF
ENDIF
IF K2<K1，加熱等級(stage)增1，迄最高級
IF stage=最高級，維持現狀

5. 模糊 (fuzzy) 控制

前述四種策略皆爲針對不同之目標而設計，此處之模糊控制應屬節省耗油量之控制方法，筆者捨棄傳統之on/off控制方式而直接將模糊理論與多段控制方式結合。

模糊理論肇始於1965年美國加州大學柏克萊分校L.A.Zadeh 教授所提出之「模糊集合」概念，而模糊控制爲模糊理論之應用，其控制模式之方塊圖可表示如圖6：

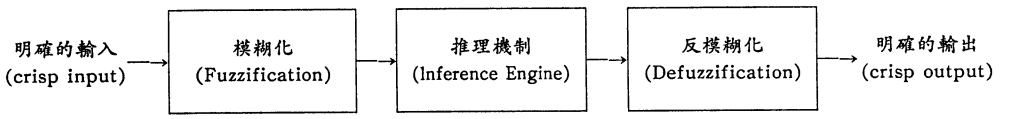


圖 6. 模糊理論控制模式
Fig. 6. Control Box of Fuzzy Theory

首先用 PT-100溫度感測器量測外界大氣及穀層頂端出口熱風之乾、濕球溫度，由乾、濕球溫度之差值（即濕球降），可得知空氣濕度及玉米含水率狀況，而此差值即爲『明確輸入值』。接著用輸入隸屬函數將差值模糊化，得出其大、中、小之隸屬程度，此即『模糊輸入值』。其次將此隸屬度代入推理機制之規則中推論，例如，若空氣潮濕且乾燥物含水率高則進行高溫乾燥等，並依取「min-max」之演算方式得出其『模糊輸出作』。然後經由輸出逐波而去函數、「λ－cut」及重心法之運算得出其重心值，此即爲『明確輸出值』，再依此值來做控制。而模糊控制則依輸入隸屬函數之不同而分成四種模式，至於各類模糊理論控制模式之設定點，在邱[6]之論文內已有詳述，在此僅簡單描述，就上述之推導過程舉例說明如圖 7 ：

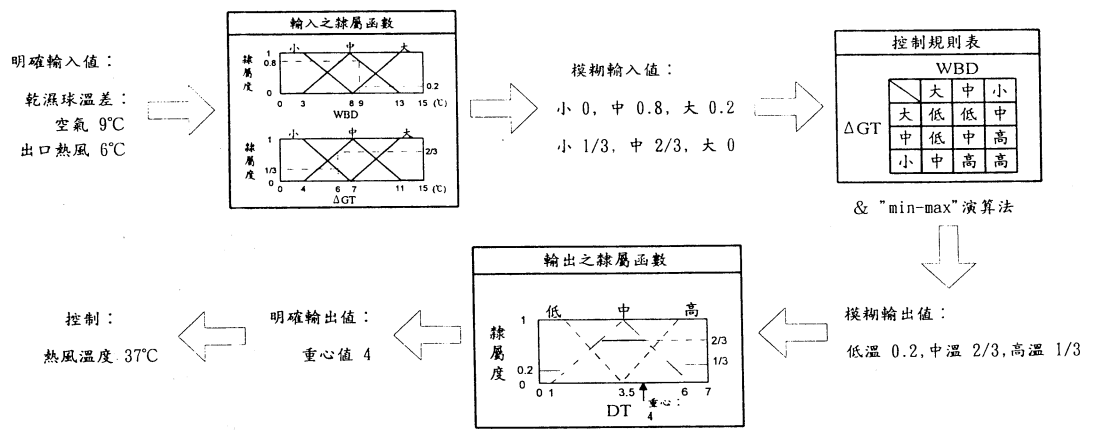


圖 7. 模糊控制之實例說明
Fig. 7. Presentation of Fuzzy Control

結果與討論

依據乾燥策略㈠最短乾燥時間（傳統限溫）與㈤模糊理論來控制乾燥倉燃油機之開關。本試驗進行乾燥時之數量、日期、時間，爲配合各地契約農戶繳交玉米種子至種苗場乾燥時實施。

本試驗於夏冬兩季針對多倉的玉米穗與玉米粒進行不同控制策略的測試。限於篇幅無法一一介紹各倉次的試驗結果，同時爲了使機械條件一樣，以方便比較，乃選擇同一乾燥倉（第七倉）、不同控制策略之試驗組做說明。由圖 8 所示，模糊控制之熱風溫度（最上方實線）已相當接近其所設定之乾燥溫度（上方虛線），而傳統限溫控制（圖 9）之熱風溫度（上方實線）則與模糊理論所設定之溫度（上方虛線）相差甚多。圖中之熱風溫度，有幾處溫度低至30°C以下者，其原因爲停電或機械故障所致，經迅速排除後不影響乾燥作業之進行，而設定溫度線降至0°C係代表停止噴油的動作。

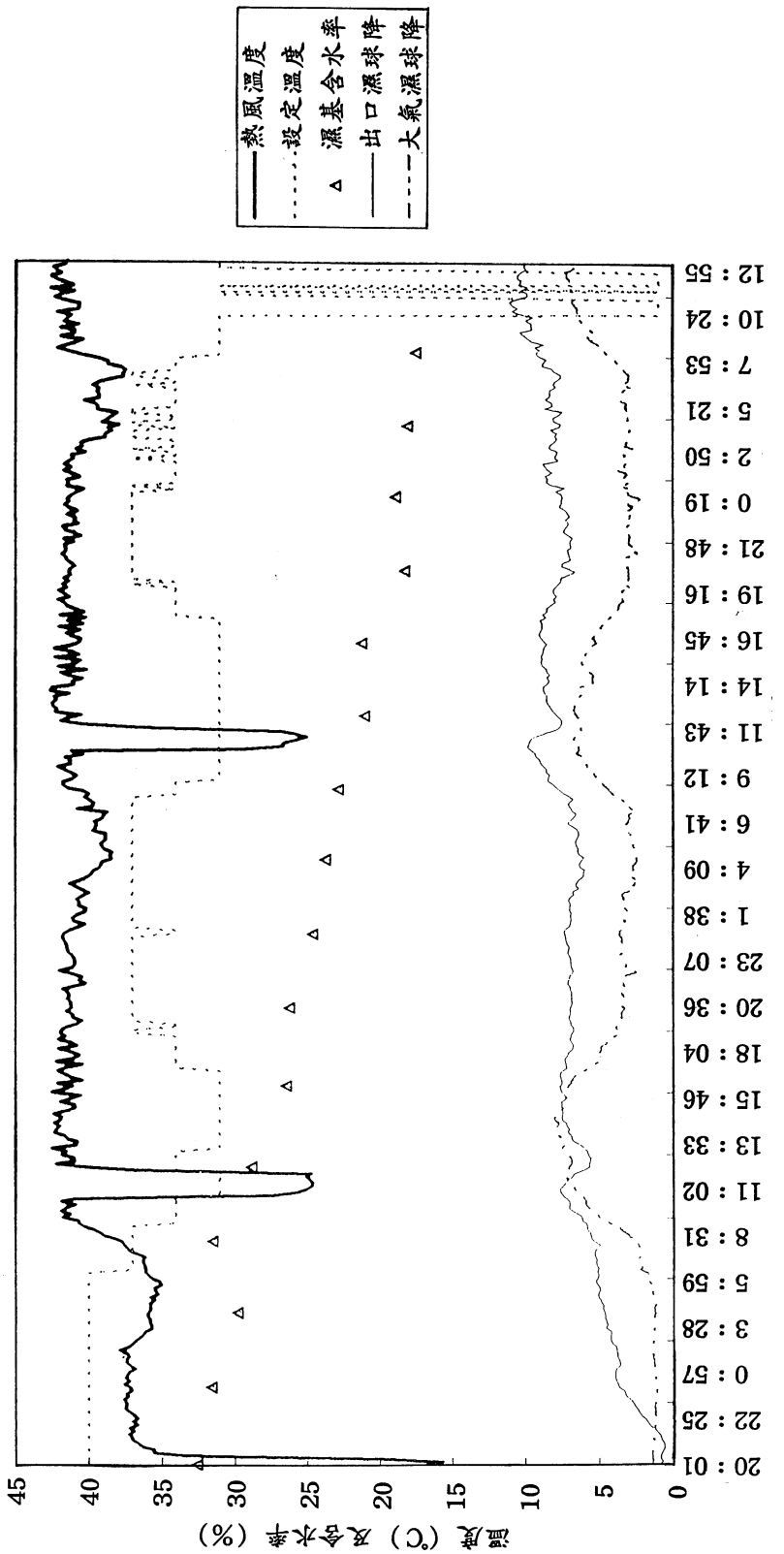


圖 8. 玉米穗傳統限溫控制熱風溫度變化

Fig. 8. Variable of heated air temperature under constant temperature control ofr mealie drying

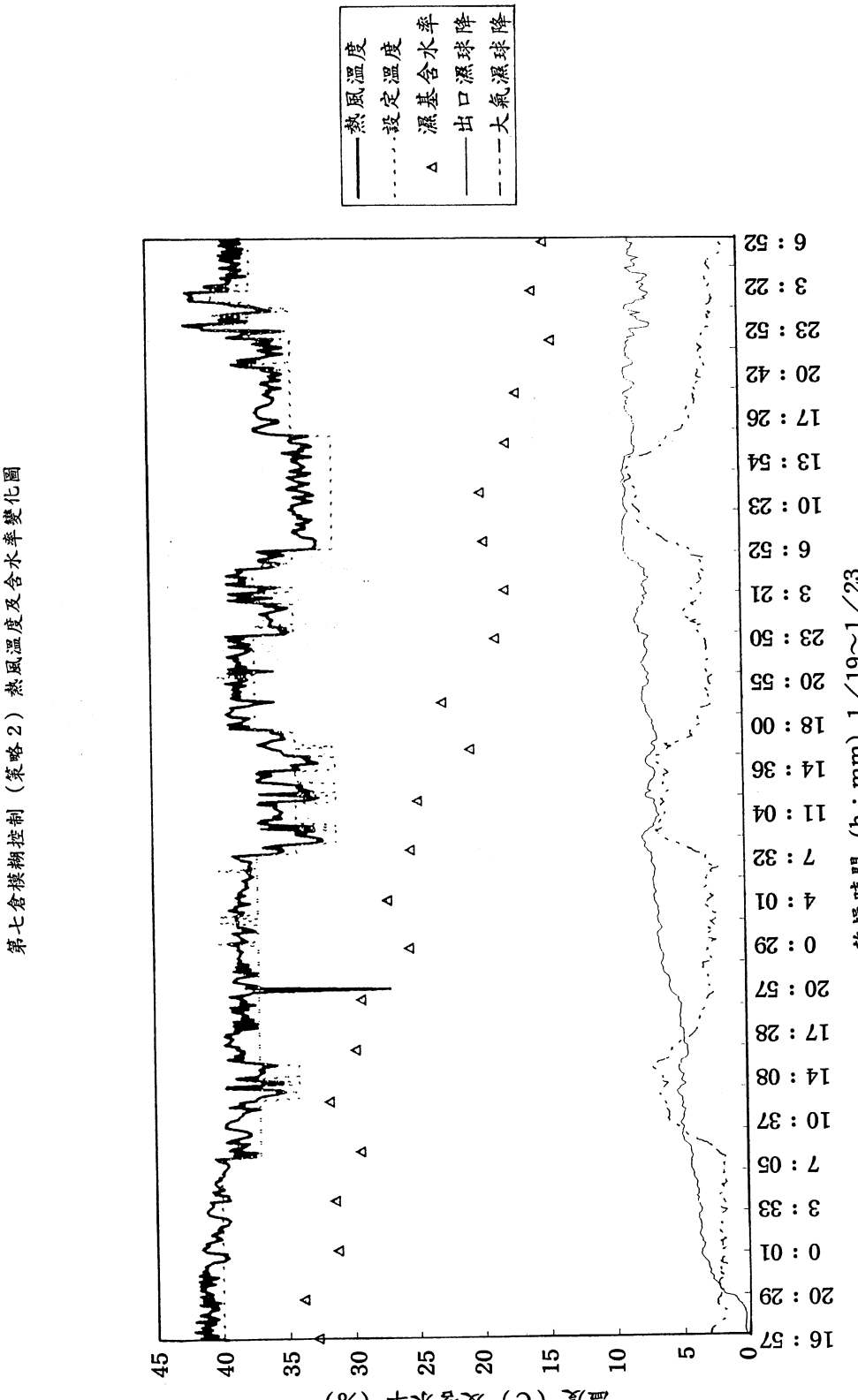


圖 9. 玉米穗模糊控制(2)熱風溫度變化

Fig. 9. Variable of heated air temperature under fuzzy(2) model control ofr mealie drying

表1所示爲1所示爲7倉次玉米穗乾燥試驗之結果，表1中除傳統限溫控制外，模糊控制模式又依輸入隸屬函數之不同，以常見的四種隸屬函數型態做測試，共有五種控制方式，茲說明如下：

1. 傳統限溫：熱風溫度控制於40°C以下，爲傳統之乾燥方式。
2. Fuzzy(1)：空氣濕球降之輸入隸屬函數（型態爲三角形），依常溫範圍濕氣圖來設定。
3. Fuzzy(2)：空氣濕球降之輸入隸屬函數（型態爲三角形），依當地氣候來設定。
4. Fuzzy(3)：輸入隸屬函數如 Fuzzy(2)，但型態改爲正弦函數。
5. Fuzzy(4)：輸入隸屬函數如 Fuzzy(2)，但型態改爲梯形。

表 1. 玉米穗使用不同控制模式乾燥之結果
Table 1. Results of drying ear corn in different control modes

編號 倉號	控制 模式	初始重量 (公斤)	初始含水率 (%Wb)	最終含水率 (%Wb)	耗油量 (公升)	乾燥效率 (公升/公斤.%)	乾燥時間(分鐘)
1 5倉	傳統 限溫	17,640	25.1	15.6	940.8	0.0056	07/20 16：15 至 07/24 16：15，1994
2 6倉	Fuzzy (1)	17,645	26.7	16.7	840.35	0.0048	07/20 16：15 至 07/24 16：15，1994
3 5倉	Fuzzy (3)	18,860	34.5	17.9	926.1	0.0030	01/17 19：30 至 01/21 04：10，1995
4 6倉	Fuzzy (2)	17,830	31.4	16.5	943.25	0.0036	01/18 17：10 至 01/22 08：20，1995
5 7倉	傳統 限溫	16,250	32.6	17.4	1,055.95	0.0043	01/16 20：00 至 01/19 09：00，1995
6 7倉	Fuzzy (2)	17,640	32.9	17.9	867.3	0.0033	01/19 16：50 至 01/22 04：20，1995
7 7倉	Fuzzy (4)	17,900	32.8	17.5	992.25	0.0036	01/23 20：30 至 01/26 12：10，1995

由表1可知，不管是在夏季或冬季，使用任一不同之模糊控制策略時，其乾燥效率皆較傳統限溫乾燥方式爲佳，在夏季時（編號1及2）可提高乾燥效率14.3%，節約燃油成本達100公升。而將冬季（編號3及4）之乾燥效率與夏季（編號1）比較，則乾燥效率最高可提升至46.4%。冬季之乾燥效率明顯較夏季時之效率高出許多。但若使用同一乾燥倉，且將初期含水率與最終含水率盡量控制在同樣之條件下（編號5、6、7），作重覆試驗，則依模糊控制輸入隸屬函數之不同，其乾燥效率可較傳統限溫控制提高16%—23.6%。編號6與5比較，可節約燃油將近190公升，降低乾燥成本達20%。

由上可知，利用電腦監控系統，除了可輕易的將各類型之控制策略納入系統外，在機械設備之安全監控與警示功能亦可含括在內，而透過入、出風口濕度之監視、記錄與運算，可隨時粗略估算玉米穗（粒）之含水率，並警示工作人員作最終含水率之測試與確認，如此可大幅降低乾燥過程中含水率測定之工作，並避免因乾燥過乾，而影響種子發芽之狀況出現。由傳統限溫乾燥方式與模糊控制乾燥方式之比較可知本系統確可達到省工、省油及提高種子品質之目標。後續之研究當針對其中策略做進一步驗證，並探討均化過程對乾燥效率與種子品質之影響。

引用文獻

1. 邱士益。1995。國立臺灣大學農業機械工程系碩士論文。
2. 馮丁樹。1985。飼料玉米乾燥特性之研究。農工學報 31(1)：37-55。
3. 馮丁樹、賴建洲。1989。玉米穗常溫自然及通風乾燥方式之研究。農工學報 35(1)：16-27。
4. 馮丁樹、郭來標。1987。換向式通風乾燥玉米穗之研究。臺大農學院研究報告第二十七卷第一號 76年4月。
5. 馮丁樹、方煒。1985a。靜置式厚層玉米粒乾燥過程中最適風量率及最佳操作條件之探討。農工學報 31(4)：71-77。
6. 馮丁樹、方煒。1985b。個人電腦應用之二…NTU-DRY…靜置式厚層玉米粒乾燥系統模擬程式之研究。農工學報 31(4)：101-110。
7. 馮丁樹、方煒。1985c。個人電腦應用之一…玉米厚層乾燥對數模式之探討。農工學報 31(3)：18-26。
8. 馮丁樹。1990。農會大型玉米乾燥系統之模擬及作業分析。國立臺灣大學農業機械工程系國科會研究成果報告。

Development of an Automatic Control System for Seed Drying[1]

Chien-Chou Lai[2], Wei Fang[3] and Cheng-Char Shieh[4]

Summary

PC-based automatic control system for seed drying developed in this study was installed in Taiwan seed Inprovement and Propagation Station. The system is capable of measuring dry bulb and wet bulb temperature of the inlet heated air and exaust air of 30 drying compartments and their enviroment.

Based on these sensor inputs, the system can provide following functions :

1. There are five different control strategies available, Proper controls can be performed according to different objectives, such as the increase of labor use reduction of drying time and/or fuel consumption, etc.
2. According to different control strategies used, the system can adjust the fuel consumption, thus controll the temperature of the inlet heated air. With this function, the better quality of the dried seeds with less operating cost would be obtained.
3. The moisture contents of seeds during the drying process can be calculated based on the increase of the humitity of the air stream. Labor reguired for measuring the moisture content of seeds manually can thus be greatly reduced.
4. The man power reguired to insure the proper operation of the drying system can be saved by a safety alarm provided by the control system.

Key words: Seed drying, Automatic control, Control strategy.

1. Contribution No. 1816 from Taiwan Agriculture Reasearch Institute.
2. Researcher Assistant Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufung, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.
4. Associate Researcher, Taiwan seed Inprovement and Propagation Station. Shin sir, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：483～498（1995）

溫室環境模式於花卉設施栽培之應用[1]

陳加忠[2]　林瑞松[3]

摘要：在此研究中，以溫室內部微氣候模式評估國內花卉業者所使用之三型溫室其環控性能與降溫極限。玻璃溫室之熱累積十分嚴重因此必須以大量之機械通風方能克服。開放型塑膠布溫室則可疏解此類問題。國內溫室以蒸發冷卻技術在夏季不能符合蝴蝶蘭催花需求，使用冷凍機械爲唯一選擇但增加投資成本。利用遮蔭網或遮雨棚均無法提供觀賞作物經年生產所需之微氣候。而以溫室之結構與控制設備可加以改善內部環境但將增加成本。因此必須以整合方式進行溫室作物栽培生產規劃作業。

關鍵詞：溫室、花卉、環境模式。

近年，花卉等觀賞植物之種類與產值已逐漸提昇，其外銷數量亦爲之增加，爲提高此項作物之品質與穩定生產，以配合國人日益提昇之生活水準，並開拓海外市場，相關生產技術必須不斷之提昇。臺灣地區花卉等栽培方式有盆栽、花壇栽培、地面栽培等數種經營型態，其經營方式仍以粗放爲主。近年來，蘭花業者使用之溫室較趨精密，其他部份之花卉除利用簡易設施栽培之外，大半仍停於傳統露地栽培。國外引進之溫室因國內氣候的差異性，並不能完全適用，簡易設施因其耐風性不良，而又缺乏環控設備，對品質改良，勞力節省之改善不大。

國內之氣候十分複雜，夏日有強日照、暴雨、颱風，冬日有寒流，春秋因地區有漫長雨季，因此設施之要求條件更爲複雜，設施之利用亦分季節性與經年性。經年性之設施係針對多年之作物。設施環控即針對作物之需要加以實施，以調節其內部微氣條。環控設備愈完備，設施微氣候之控制即愈精確，但其設備成本爲之增加，必須在運用效率與使用成本間求一平衡點。不適當的農業設施，不但不能提高作物生產產值，反而衍生其他問題，因此適用國內環境之設施與環控系統都需要自力開發。

依許氏之分類[6]，國內花卉生產所使用之設施可分爲㈠適合觀葉作物等陰性植物之遮蔭栽培，㈡切花、盆花用之防雨栽培，㈢高價作物之溫室栽培。李咔則將切花用設施歸納如下[4]：㈠良好設施方能生產者（蝴蝶蘭、玫瑰類），㈡防雨，冬天亦可防寒之設施（滿天星、香石竹等），㈢遮蔭之設施（菊花、火鶴花等）。各設施就技術與環控能力說明如下[8,9]：

一、遮蔭網：利用遮蔭網之透光性以調節作物之接受日照量，其溫、濕度則與大氣相同，利用遮蔭網之收放可進行環控作業。因無溫室效應，最佳狀況可低於外界大氣溫度1.0°C左右。

二、遮雨棚：利用簡單之結構而以覆蓋物形成屋頂，可保護內部作物不受外界風、雨損害。其主要問題在於夏季之熱累積而影響作物成長，可利用屋頂開啓之方式以進行環控。對通風良好之遮雨棚

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1817 號。
2. 本所農工系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學園藝系副教授。臺灣省　臺中市。

而言，其降溫極限同於大氣溫度。

三、溫　室：

溫室爲設施栽培所使用最複雜之結構。因其適用地區而有不同的結構，主要分類如下：

㈠溫帶，寒帶地區：其溫室之結構係以密閉型、保溫爲主，在內部具有加熱設備，利用人工補光，配合適當通風作業。

㈡乾燥地區：日夜溫差大，且高溫低濕，因此利用蒸發冷卻方式以進行環控調節，並需配合加溫作業，其溫室結構以密閉型爲主。

㈢亞熱帶地區：夏日高溫高濕，冬日氣溫較低，因此溫室結構以開放高架爲主，以避免熱累積。

針對國內之特殊氣候環境，臺灣省農業試驗所所開發設計之塑膠布溫室稱爲開放型溫室，依其結構主要有兩類：太子樓屋頂型與密閉屋頂型。詳細之結構圖與作用性能於「塑膠布溫室栽培自動化技術手册」有詳細描述[10]。其適用之環控系統已完成開發[11]。

本研究之目的如下：

㈠利用環境模式加以計算各大氣狀態下，玻璃及塑膠布兩種密閉式溫室與開放型塑膠布溫室之環控性能。

㈡就國內不同地區的自然環境與數種花卉之生長需求，討論所適用之溫室與設施。

理論探討與研究方法

一、熱傳系統模式

典型的溫室熱環境系統如圖 1 所示，其應用單位爲 W/m²。

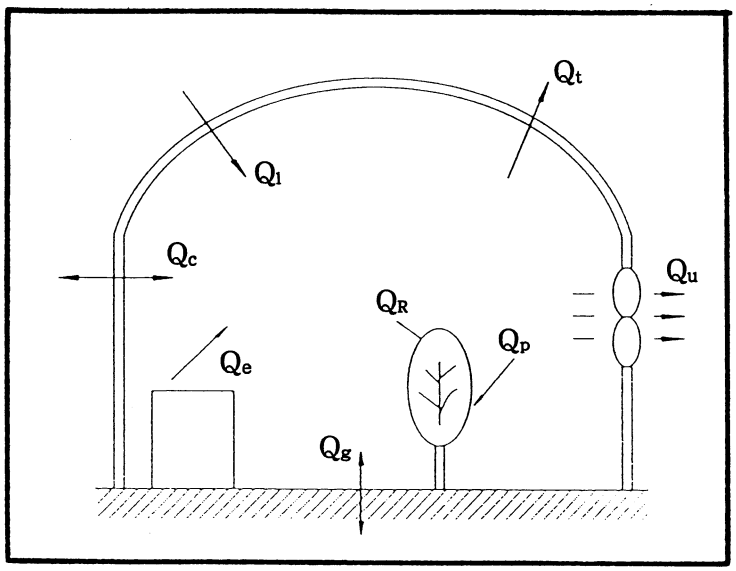


圖 1. 溫室熱環境系統

Fig. 1. The thermal environmental systems of greenhouse

Q_1：太陽能入射溫室內有效能量。

Q_t：溫室內部對天空之長波輻射能。

Q_c：溫室內部與外界因傳導、對流作用之交換熱。

Q_v：因通風作用與外界空氣之熱交換量。

Q_e：溫室內機械設備（加熱器、冷氣機…等）所產生或吸收之熱量。

Q_g：內部空氣與地面之熱交換量。

Q_p：植物因光合作用所利用之能量。

Q_r：植物因呼吸作用所利用之能量。

各能量之計算公式如下[7,8,9]：

1. Q_1值

$$Q_1=\tau \cdot I \cdot A_f \quad \cdots\cdots(1)$$

τ：太陽光能量穿透覆蓋物之比例。

I：太陽能輻射量（W/m^2）。

A_f：地面面積（m^2）。

2. Q_t值

$$Qt=\sigma s \cdot \tau t \cdot A_f \cdot \sigma \cdot [T_1k^4-T_{sk}^4] \quad \cdots\cdots(2)$$

σ_s＝平均穿透率。

σ：波茲蔓常數。

$$Tsk=0.00552 \cdot Tok^{1.5} \quad \cdots\cdots(3)$$

τ_t：長波熱傳係數（Thermal Transmittance）

T_{1k} 與 T_{0k} 爲溫室內外溫度，單位爲 °k。

3. Q_c值

$$Q_c=U \cdot A_w \cdot (T_1-T_o) \quad \cdots\cdots(4)$$

$$U=[U_k+H_v] \quad \cdots\cdots(5)$$

μk爲熱傳導係數（W/m^2），H_v爲溫室因縫隙等產生之對流熱傳遞，於通風作業時，H_v值可忽略。

A_w：溫室屋頂與四壁之面積（m^2）。

T_1與T_0爲內外溫度，單位爲°C。

4. Q_v值

$$Q_v=\rho \cdot C_p \cdot M^1 \cdot [T_1-T_e] \quad \cdots\cdots(6)$$

ρ爲空氣密度（kg/m^3），C_p爲比熱（1006 J／kg）

M^1爲通風量（m^3/sec）。

T_e爲有效通風溫度。

不同通風狀況下，各參數如下：

(1)機械通風

T_e值之計算如下：

a. 利用外界空氣抽取通風。

$T_e=T_o$，有效通風溫度與外界空氣溫度相同。

b. 利用蒸發冷卻法（水牆、噴霧…等）。

$$T_e=T_o-E_f(T_o-T_w) \quad \cdots\cdots(7)$$

T_w 爲外界空氣濕球溫度，E_f 爲蒸發作業效率。

5. 自然通風：

自然通風之效應包括溫差效應和風力效應，通常其通風量大約爲每分鐘0.2～0.4倍之溫室體積換氣量[8,9,15,16]

6. Q_g值

國內之溫室利用極少有直接栽植於地表之上，而以盆架植床栽植之方式居多，其土壤所受之遮蔽比率大，日射能與土壤表面之熱交換較少。

Q_g值計算定義如下：

$$Q_g = GE \cdot A_f^* \ (1-Pf) \quad \cdots\cdots(8)$$

GE：土壤熱傳量（W／m²）

Pf：作物所佔地面面積（m²）。

GE 值通常於－15～35 W／m²，主要由入射太陽能在某一時間前之增減量所決定[8]。

7. Q_p，Q_r值

作物光合作用所耗能量極小，因此 Q_p 可忽略[1]，呼吸作用所用能量 Q_r 爲：

$$Q_p = 0.252 \cdot Pf \cdot Af \cdot Q_1 \cdot \ (0.8+0.01\ T_i) \quad \cdots\cdots(9)$$

由上述各種熱能量可建立溫室熱系統模式：

（進入溫室之熱能）＝（移出溫室之熱能）

代入各Q值，其正負號由其熱能流入或流出方向所決定。

$$Q_1\ (\pm)\ Q_e = Q_t + Q_r\ (\pm)\ Q_c\ (\pm)\ Q_v\ (\pm)\ Q_g \quad \cdots\cdots(10)$$

依能量平衡公式：

$$Q_1 = Q_t + Q_c + Q_v + Q_e + Q_r + Q_p \pm Q_g$$

$$\tau \cdot I \cdot Af = U \cdot A_w \cdot \ [T_i - T_o] + \rho C_p \cdot M^1 \cdot \ (T_i - T_e) + g_s \cdot \pi_t \cdot Af \cdot \alpha \cdot \ [T_{lk}^4 - T_{sk}^4] + GE \cdot Af + 0.252 \cdot Pf \cdot Af \cdot Q_1 \cdot \ (0.8+0.01T_i) \quad \cdots\cdots(11)$$

溫室內空氣溫度之求解公式自公式(11)推衍，因此公式涉及 T_i^4 值，因此無法以代數公式直接求得 T_i 值，必須以數值方法求解，可用方法爲 Bi-section 法，假定 T_i 值於 5～95°C之間，以近似法求解。模式之建立與驗證如文獻所示[7,8,9]，其預測準確性爲±1.5°C。

二、研究方法

傳統之溫室利用以密閉型溫室爲主，其正常運作狀況屬於密閉狀態以確保其保溫功能，因爲此型溫室之主要利用地區爲溫帶低日照量之國家，引進此類溫室在國內高日照氣候下，產生了許多熱累積問題，利用環境模式可對此類問題加以說明：

執行環控性能分析之溫室其條件如下：

溫室地面面積330m²，體積1,370m³，牆壁總面積638m²，長22.8m，寬14.5m，爲雙連棟，每棟寬7.25m，側高3.5m，每棟中間頂高5.0m。植物栽植面積約爲地面面積75%。

溫室之兩種覆蓋材料爲單層玻璃與 PVC 塑膠布，其熱傳物性如下[1,13]：

玻璃：UK＝6.3W／m²，HV＝0.35W／m²，穿透率88%，長波熱傳係數0.03。

PVC：UK＝6.8W／m²，HV＝0.31 W／m²，穿透率75%，長波熱輻射係數0.32。

相關之環控設備與設定之作業性能如下：

1. 自然通風之通風量：0.3Vol／Min，Vol爲溫室體積，Min表分鐘[8,9,15,16]。
2. 遮蔭率：有25%，50%，75%與未遮蔭等四種。
3. 機械通風之通風量：1.2 Vol／min[1]。

4. 水牆冷卻之作業效率75%，通風量爲1.2 Vol／min。

5. 大氣條件設定爲典型之臺灣氣候，共有兩項：

⑴夏季：日照量1,000 W／㎡，氣溫35°C。

⑵春秋季：日照量660 W／㎡，氣溫26°C。

大氣相對濕度設定共有兩類：75%與50%。

結果與討論

一、三型之環控性能

利用環境模式加以計算各大氣狀態下，玻璃及塑膠布兩種溫密閉式溫室與開放型塑膠布溫室之環控性能，其結果如圖 2 ， 3 所示：

㈠夏季氣候（圖2a與2b）

玻璃溫室在密閉狀態，無遮蔭之情況下（圖2a之曲線 1 ），其最高溫度約75°C，高於大氣溫度40°C以上，此爲顯著性之熱累積溫室效應。在不同遮蔭作業下，溫室內部溫度方有減少之可能。在50%之遮蔭狀態下，內部溫度仍高於外界18°C。

自然通風之結果如圖2a之曲線 2 ，在未有遮蔭作業下，溫室內部約50°C，高於氣溫15°C。在50%遮蔭配合自然通風下，溫室內部溫度約42°C，高於氣溫 7 °C左右。可知此型溫室自然通風作業不能符合國內需求。

利用機械通風之降溫性能如圖2a之曲線 3 ，僅在25%遮蔭下，其溫室溫高度約高於氣溫 1 °C左右，在未有遮蔭狀態下，溫室溫度仍大於氣溫 5 °C左右。

利用水牆方式加以降溫之性能曲線如圖2a之曲線 4 ， 5 。在高濕度之狀態下，未遮蔭之溫室其溫度約高於氣溫 4 °C左右，僅在50%以上之遮蔭率，方能使溫室氣溫低於大氣溫度。對於50% RH 大氣環境下之降溫性能（圖2a之曲線 5 ），在未遮蔭時，其溫室氣溫低於大氣溫度 1 ～ 2 °C，在50%遮蔭狀態下，可低於氣溫 5 °C，在75%遮蔭時，降溫性能爲低於大氣溫度 6 °C左右。

由此可知利用水牆降溫之作業配合條件爲：

a. 高遮蔭率，使極小部分陽光進入溫室內部。

b. 強風量。

c. 氣密性良好，使水牆之利用效率不受影響。

d. 大氣相對濕度低，乾濕球溫差大。

針對上述 a，b 兩項，應用此環控設備應配合作物之生理需求，即在日照量需求低，忍受高風量之作物，方可適合此類環控方式。

以 PVC 塑膠布爲覆蓋材料之密閉室在三種環控狀態下，在密閉狀態之環控性能如圖2a之曲線A。在無遮蔭，密閉狀態下，內部溫度高於外界約20°C，比較玻璃溫室，熱累積已較緩和。在50%遮蔭下，密閉溫室內部大於外界11°C。自然通風之性能如圖2a之曲線 B。在未遮蔭時，內溫高於外溫11～12°C，50%遮蔭下，內溫則高於外溫 4 °C。利用機械通風與蒸發冷卻作業時，其降溫特性同於玻璃溫室，而降溫性能約可相差 1 °C。

開放型塑膠布溫室環控性能如圖2b。在無環控動作，而四周維持開放時，其特性曲線如圖 a，略高於密閉塑膠布溫室之自動通風環控曲線 B。其自然通風曲線 b，在無遮蔭時，內溫高於大氣溫度 6 °C，50%遮蔭時，高於外溫 2 °C。以機械通風時，降溫特性曲線 c 已十分接近外氣溫度，顯示此種開放型溫室可有效疏解臺灣溫室暑季內部熱累積問題。

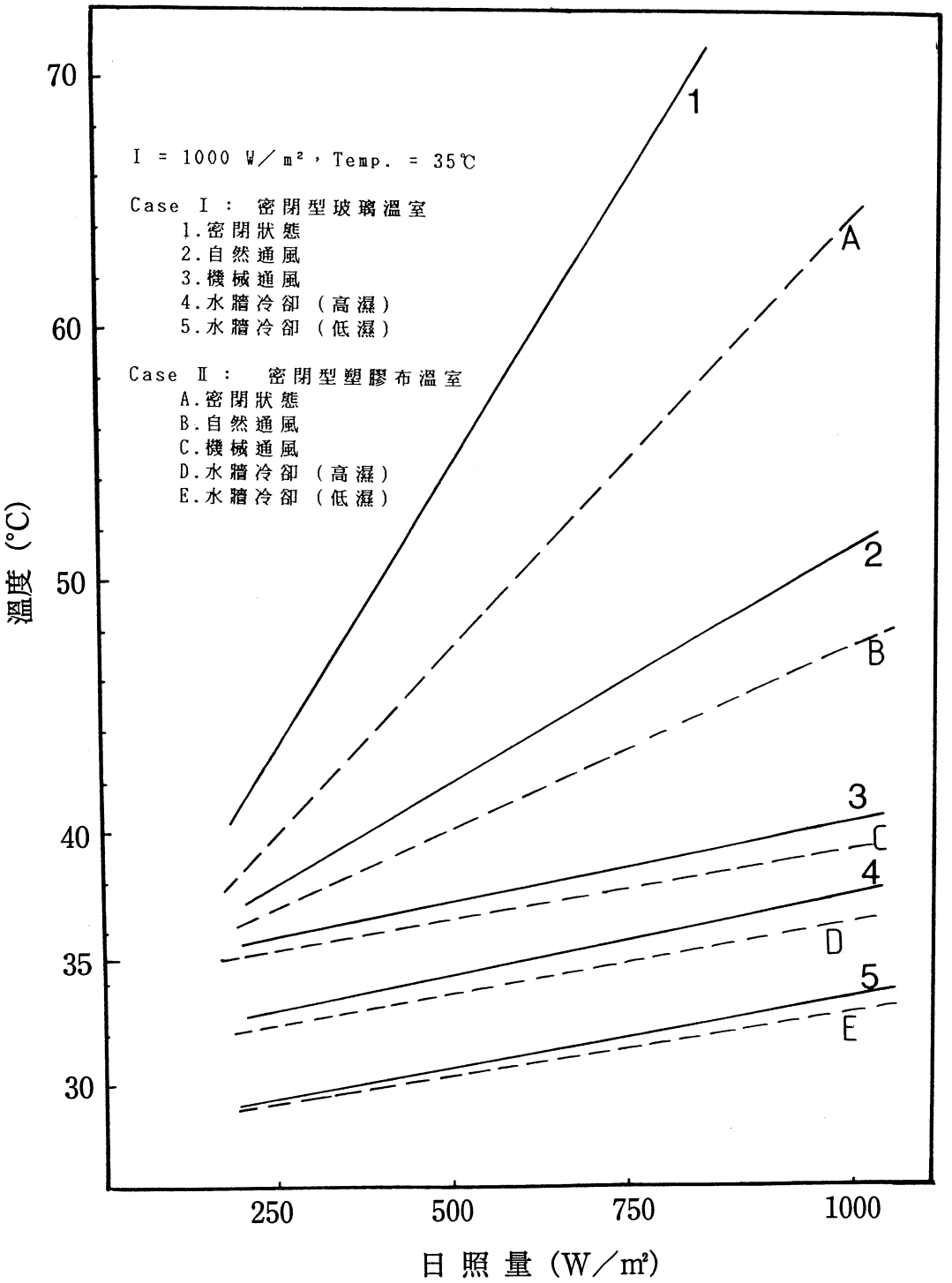


圖 2a. 夏季氣候下溫室環境模式評估結果 (A)

Fig. 2a. The evaluation of the greenhouse microclimate in Summer (A)

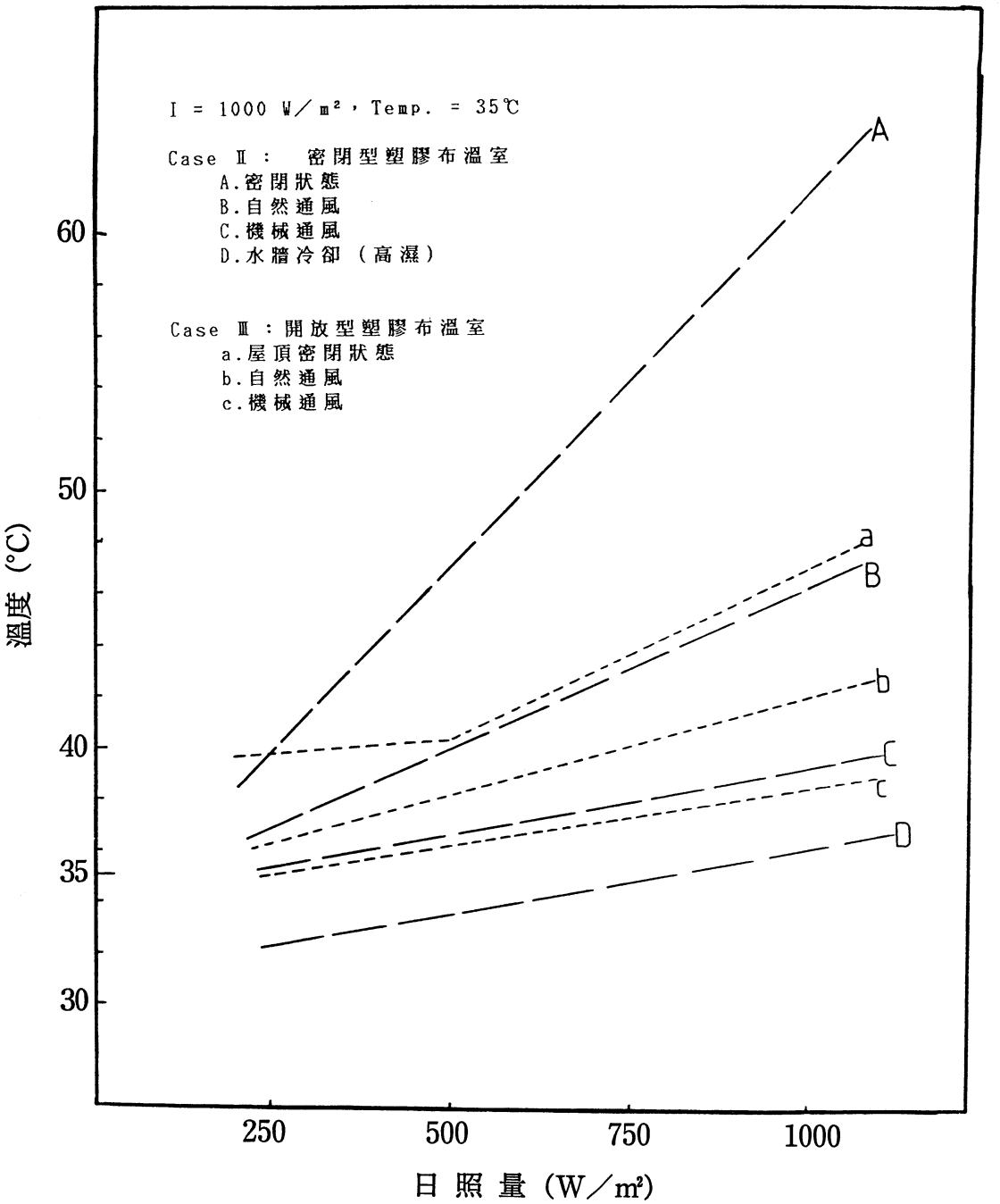


圖 2b. 夏季氣候下溫室環境模式評估結果（B）

Fig. 2b. The evaluation of the greenhouse microclimate in Summer (B)

㈡冬季氣候

在此種典型之冬日氣候下日照量660 W／㎡，溫度26°C。兩型溫室之環控性能如圖3a與3b。

對玻璃溫室而言，未有遮蔭之密閉溫室，其內部溫度在冬日有陽光之氣候下仍可比大氣溫度高達26°C，溫室效應十分顯著（曲線1）。利用機械通風之環控效果（曲線3）在50%遮蔭率下高於氣溫約1°C。自然通風作業下，由曲線2可知，在未遮蔭時，內溫仍高於外溫8°C，50%遮蔭下，內溫高於外界3°C。

對塑膠布 PVC 密閉溫室而言，利用自然通風之影響可使溫室內部溫度皆維持於30°C之內（曲線 B），利用機械通風則同於外界溫度。對開放型塑膠布溫室而言，在冬日低日照下，自然通風（曲線 B）與機械通風（曲線 C）均顯示無嚴重熱累積。 綜合上述環境模式之應用規劃，對密閉式與開放式溫室於國內強日照，高溫高濕之氣候環境下其環控設備作業能力說明如下：

1. 玻璃溫室

玻璃溫室之原先規劃設計以集熱保溫爲主，因此其覆蓋材料玻璃之日射能量透過率（88%），可充份收集太陽能。溫室內部熱能以長波輻射方式向外界大氣散失熱量之比例常數小（3%），因此保溫效果好。此型密閉性溫室在國內使用時，其環控性能特點爲：

⑴在不具遮蔭與未有其他環控設備作業時，溫室熱累積極爲嚴重，夏日可高於氣溫40°C以上，冬日具有陽光時溫室內部溫度高於氣溫約25°C，可知此型溫室若未加改良直接引入時，不適用國內環境。

⑵利用自然通風時，每分鐘內外空氣交換率約爲30%之溫室體積量。對於此型溫室而言，由於強日照能量之影響，自然通風之環控作業不足以排除熱累積效應。夏日內溫仍高於外界約20°C左右，冬日利用自然通風高於外界8°C。

⑶利用機械通風在未遮蔭，充份通風狀態下，溫室內部高於外界3～5°C，配合遮蔭可使溫度接近大氣溫度。由於溫室內部環境對於外界氣候變化之反應極爲快速，因此國內玻璃溫室之利用狀態幾乎保持完全機械通風方式。能源之使用成本因而成爲溫室經營管理之重要考慮因子。

⑷利用水牆進行降溫作業之配合條件除了溫室本身之氣密性之外，必須在A. 低日照量（高遮蔭率），B. 強風量，C. 大氣相對濕度低等條件下才有降溫效果，A，B 兩項條件限制了可在此微氣候條件下栽種之作物，C 項條件與溫室所在地區之氣候有關。

上述討論可知，玻璃溫室在國內氣候環境下其利用型態必須藉助高風量之機械通風才可適用，而爲使溫室內溫度低於大氣溫度時，必須在高遮蔭率，強風量之作業條件與大氣低濕度情況下才有降溫效果，而此情況下可栽培之作物必須加以選擇考慮。

2. PVC 塑膠布溫室

以覆蓋材料之耐久，吸塵性等性能考慮，PVC 覆蓋材料仍有許有爭議，但若考慮減少熱累積之因素，使用後之 PVC 材料因爲其日射能量透過率較低，長波熱輻射率較高，因此熱累積現象比玻璃溫室較爲緩和。其環控特點如下：

⑴在未遮蔭且無其他環控作業狀況下，夏日強日照時溫室內部溫度高於大氣約30°C，在冬日氣候約高於氣溫20°C左右。其熱累積現象皆低於自然通風作業下之玻璃溫室，但仍不適合作物生長。

⑵利用自然通風時，無遮蔭狀態下，夏季溫室內外氣溫因季節約有8～11°C之差異。在50%遮蔭下，內外溫度約有2～4°C之差異性，其環控性能近於利用機械通風之玻璃溫室。利用機械通風之環控能力其內外溫差在3°C以內。冬季未遮蔭時高於外界5～6°C，50%遮

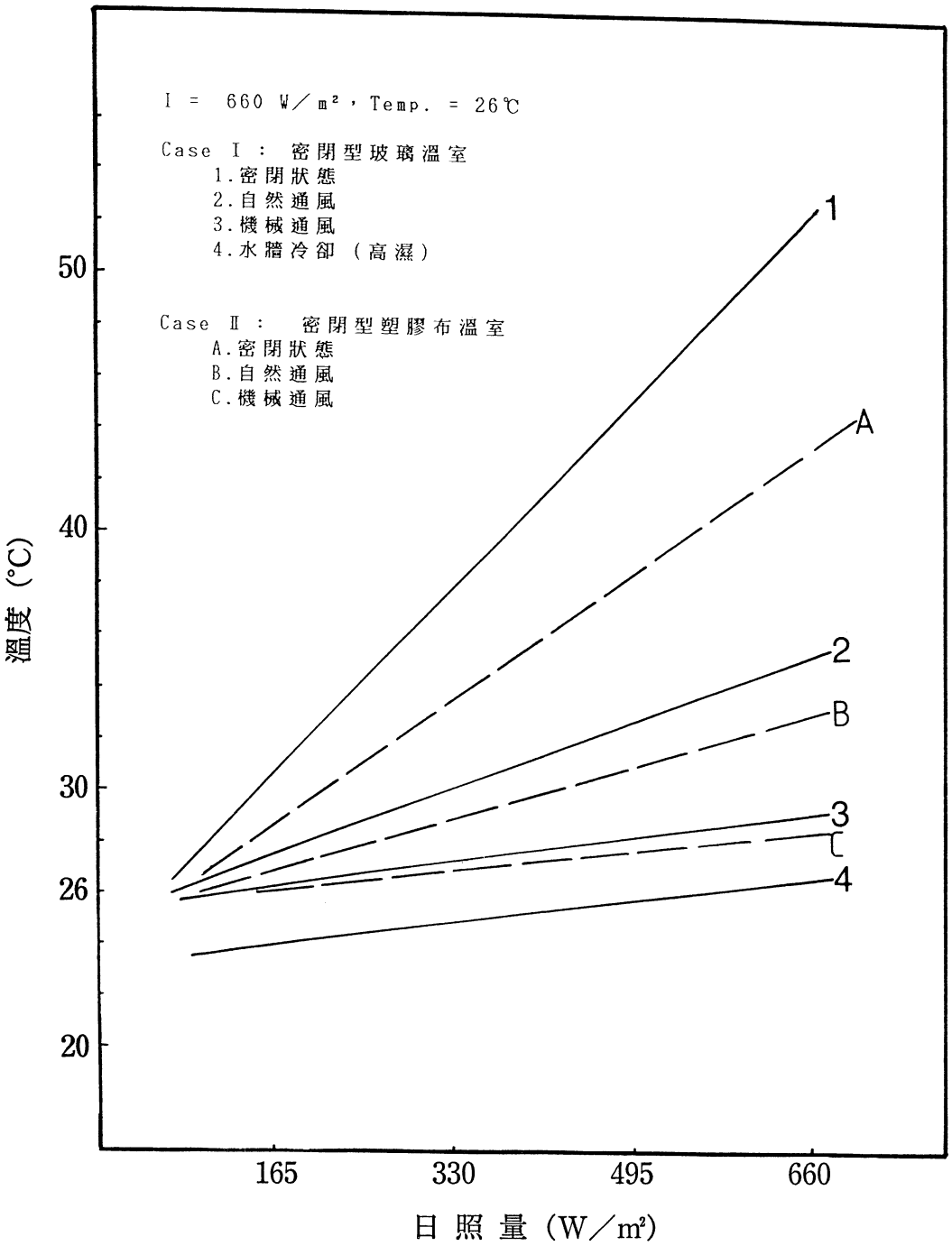


圖 3a. 冬季氣候下溫室環境模式評估結果（A）

Fig. 3a. The evaluation of the greenhouse microclimate in Winter (A)

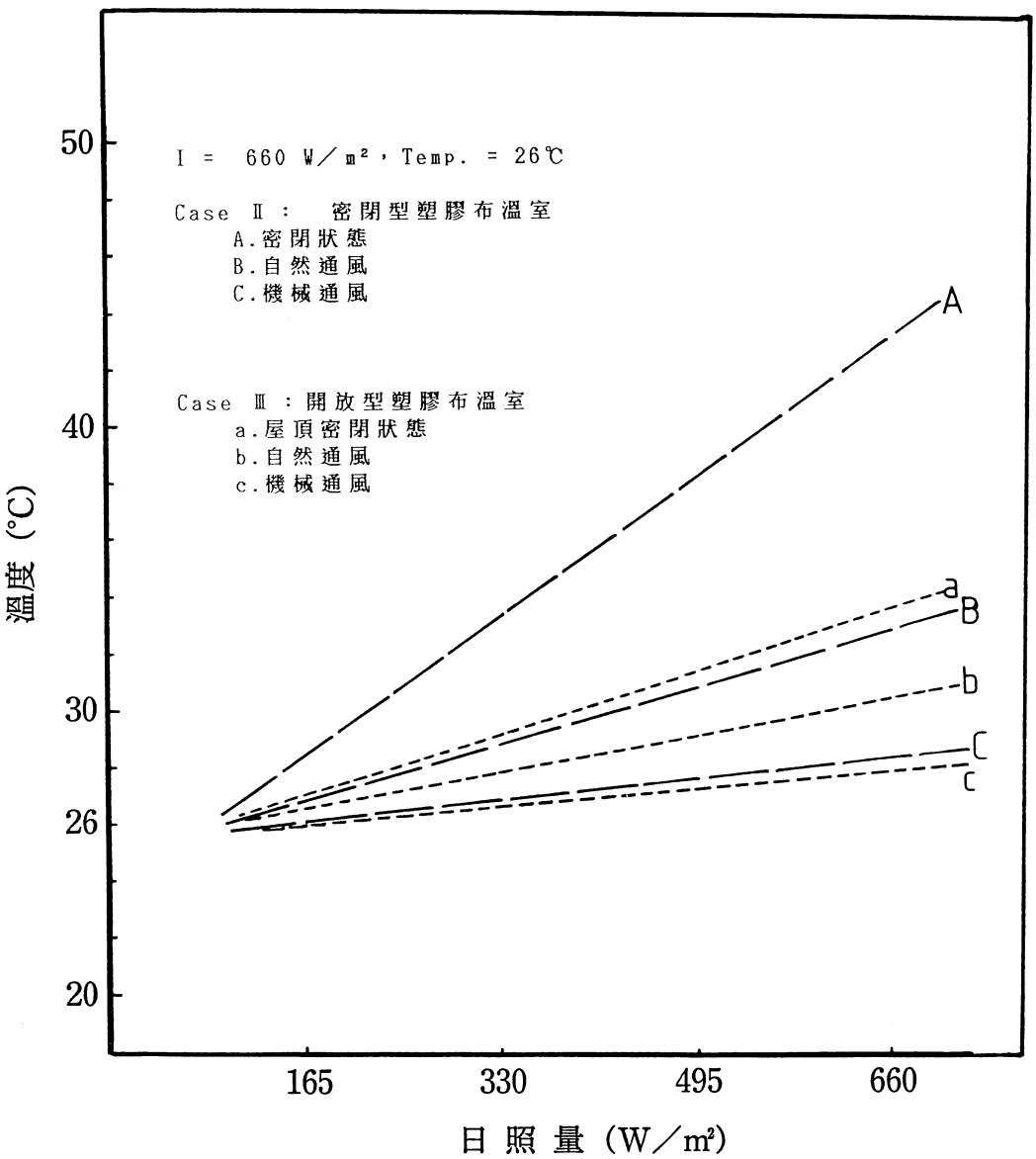


圖 3b. 冬季氣候下溫室環境模式評估結果 (B)

Fig. 3b. The evaluation of the greenhouse microclimate in Winter (B)

蔭下內外溫差 2 ～ 4 °C。

(3)PVC 塑膠布溫室於氣密狀態加裝水牆設備，其效果比玻璃溫室之降溫能力更佳。

由上述討論可知，密閉良好之溫室在國內其熱累積問題十分嚴重，利用機械通風與水牆降溫雖然可疏解熱累積現象，但是其耗費能源十分可觀。

3. 開放型塑膠布溫室

開放型膠布溫室則因四周開放，可減少熱累積現象，上方之累積熱可依太子樓結構或風扇抽氣以排除熱量，因此溫度之增加不似密閉性溫室嚴重。夏季在自然通風狀態下，未遮蔭時內溫高於大氣溫度 5 ～ 6 °C，而言有50%遮蔭時，高於外界 1 ～ 3 °C。冬季低日照量時，未有自然通風時，內溫高於外溫約 6 ～ 7 °C，有自然通風時，僅高於外界 1 ～ 3 °C。可知熱累積不嚴重。

二、花卉生產與溫室設施之利用

由於花卉等觀賞作物其生產受到大氣環境之影響，而露天栽培大氣之外在環境對花卉生產有許多不利之因子，因此利用溫室或設施以滿足花卉之生產要求，在消極方面，能夠抗風擋雨，避免不利的氣候。積極方面，必須對溫度，相對濕度與日照量加以調整。以下即就國內不同地區的自然環境與數種花卉之生長需求，討論所適用之溫室與設施。以中央氣象局之農業氣象局報資料[2]，繪出埔里與屏東三地區之旬平均高低溫與絕對高低溫，如圖 4 與圖 5 。因該項資料未有大氣相對濕度與日照量資料，僅能以溫度爲主加以討論。

㈠花卉生長之氣候條件

1. 蝴蝶蘭：日溫25～30°C，夜溫20～25°C，催花期18～25°C。光量10,000Lux 以下。相對濕度70～90%[5]。
2. 觀葉植物：夜溫高於18°C，日溫低於30°C。光量16,000～40,000Lux。相對濕度70～90%[4]。

㈡花卉栽培適用之溫室設施

1. 蝴蝶蘭

以30°C爲生長局限溫度，25°C爲催花溫度，由埔里與屏東地區之氣候條件（圖 4 與 5 ）可知，利用蒸發冷卻法是唯一溫室內部溫度低於30°C之方法。而由於蒸發冷卻方式需要之結構爲密閉，因此西方密閉玻璃室成爲蝴蝶蘭週年生產之最初選擇，而利用此密閉型溫室之主要問題如下：

(1)熱累積問題：

由圖3a可知，在低日照量660w／㎡，（25%遮蔭）自然通風下，玻璃溫室仍有嚴重熱累積，必須利用機械通風才能排除熱量，由此可知密閉型溫室在國內環境下，必須以耗費能源的機械通風作業以維持內部環境適合作物生長。

(2)降溫極限問題：

利用蒸發冷卻方式其降溫能力無法低於大氣濕球溫度，以國內氣象之資料評估結果，夏季 6 ～ 9 月中，28°C幾乎爲溫室內部環控局限，此溫度適合蘭花生長，但對花期調節仍然不適合，爲達到25°C以內之溫度，必須利用機械冷凍原理以冷氣機降溫，此種消耗高能源之生產方式是否有經濟利益，需要計算成本加以評估。

(3)日照量問題：

由於蝴蝶蘭溫室均有內外遮蔭設備，光量需求問題較小，而低日照量代表近入溫室內部之熱量少，對降溫環控極爲有利。

(4)相對濕度問題：

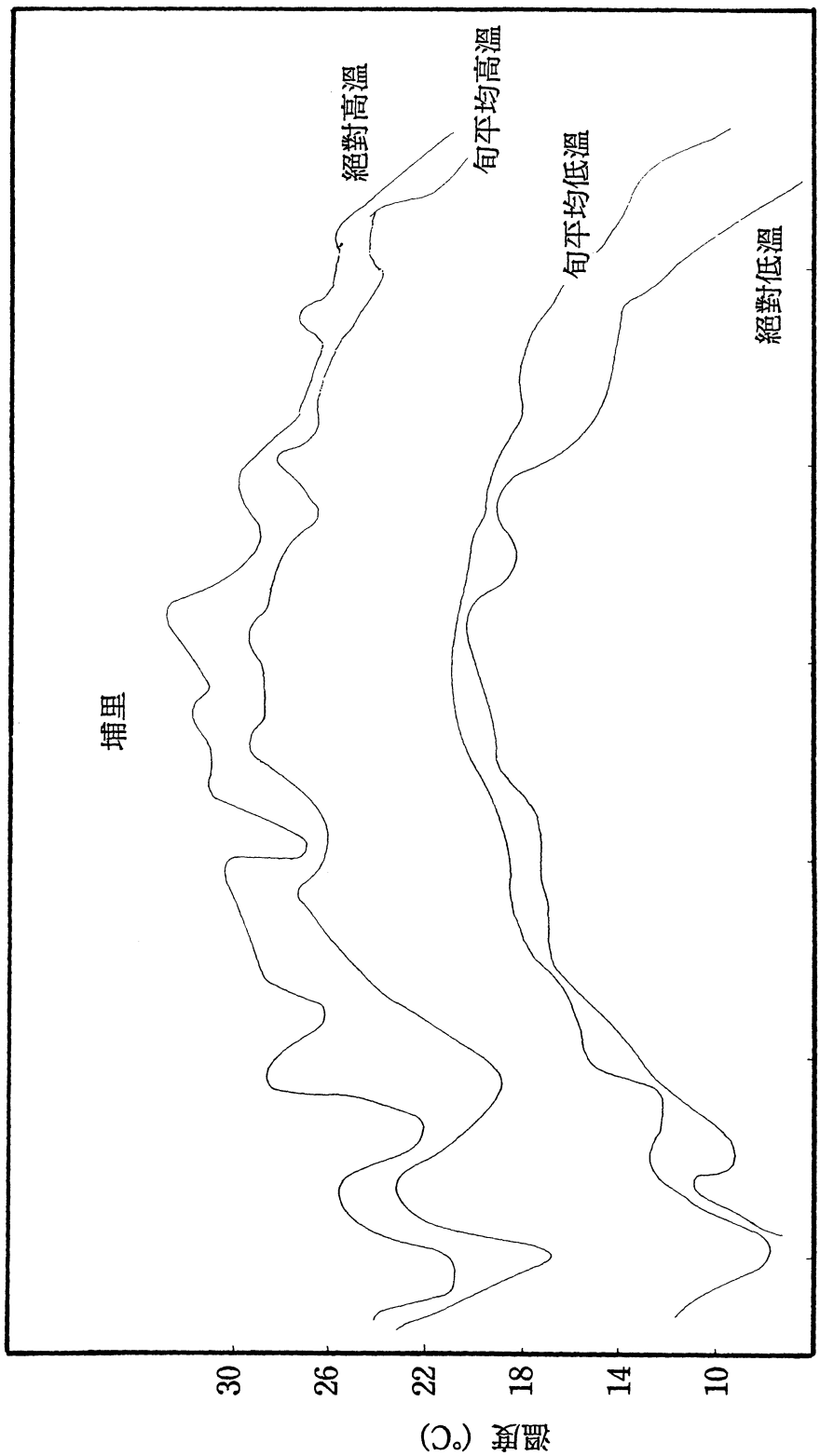


圖 4. 埔里地區溫度變化特性

Fig. 4. The temperature characteristic in Pu-Li

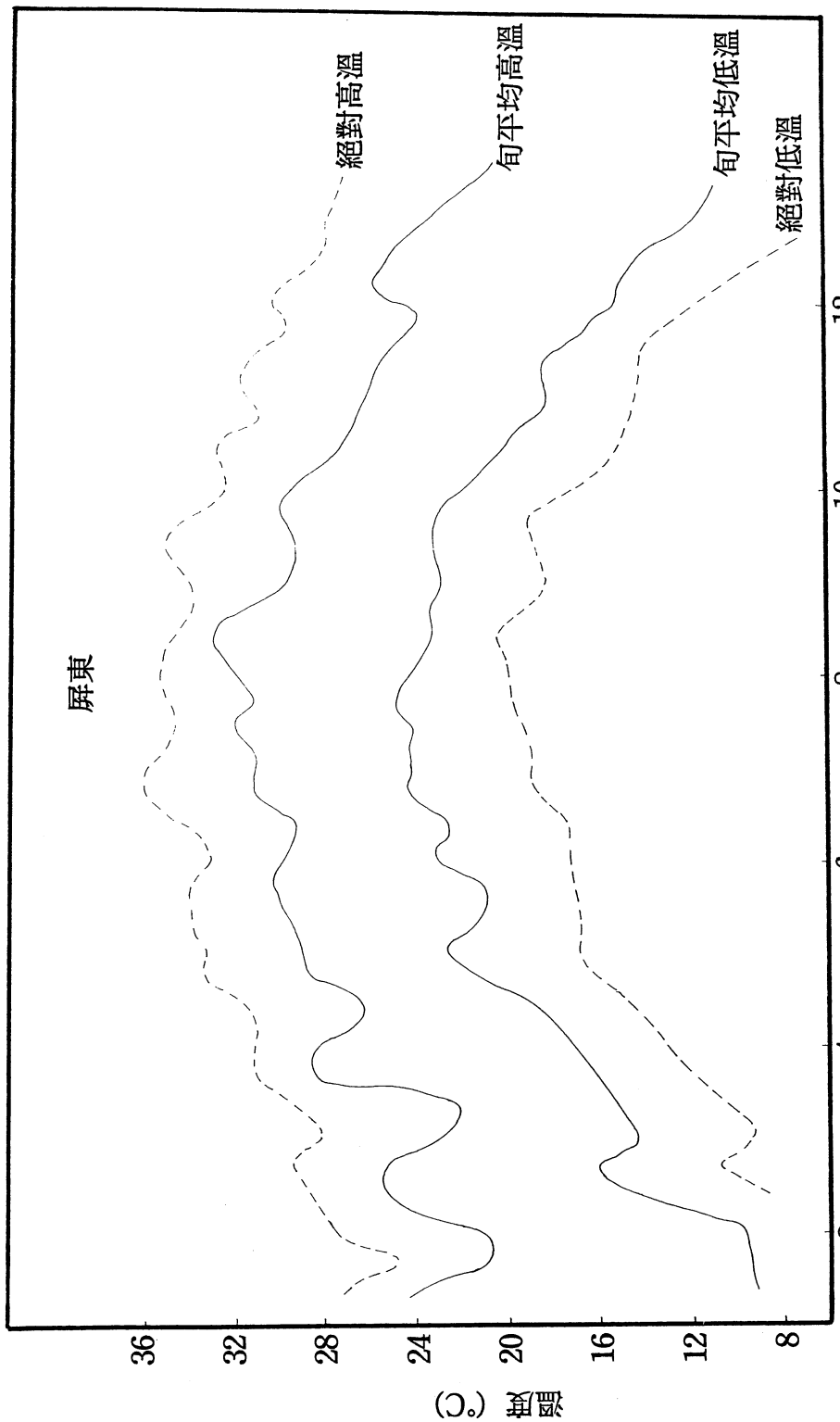


圖 5. 屏東地區溫度變化特性

Fig. 5. The temperature characteristic in Ping-tung

夏季相對濕度太低時，因利用蒸發冷卻，已有加濕之功能，冬季濕度過高可利用通風扇進行通風以克服。

由上述討論可知，利用密閉型溫室進行蝴蝶蘭生產，相對濕度與日照量問題並不嚴重。溫度方面必須以機械通風不斷排除熱累積，並需要以蒸發冷卻法降溫，但是無法克服夏季之降溫局限問題，在大氣溫度偏高之南部，能源之耗用更爲可觀。所喜臺糖公司已開發完成局部環控降溫系統，可減少降溫能源需求[14]。

蝴蝶蘭之溫室利用建議如下：

(1)選擇適合之大氣環境，避免大氣之高溫，強日照狀態之冷涼地形，可以以埔里地區爲例。

(2)利用開放型溫室，避免多餘之熱累積。

(3)配合通氣扇與內外遮蔭網以調整相對濕度與日照量。

針對溫度問題，討論如下：

A. 在埔里地區

a. 每年10月至亦年 4 月，共有半年期間，大氣最高溫度未高於生長區限30°C，用密閉性之溫室效應加溫或以加熱器加溫。

b. 每年 7 ～ 9 月暑熱期間，利用密閉性配合蒸發冷卻系統使溫室內溫低於30°C或利用臺糖公司局部環控降溫系統。

c. 4 月～ 7 月利用四壁開放，使內溫近於外溫。

B. 在屏東地區

a. 除非寒流來襲，否則不需要加熱能源，僅四周完全開放，溫室內溫度自11月至亦年 4 月均在生長溫度之內。

b. 自 4 月至10月，必須利用機械通風配合蒸發冷卻設備，或利用臺糖公司局部環控降溫系統，才能維持30°C以內。

由上述討論可知，雖然溫室環控設備可以配合大氣環境以調整內部微氣候，但是所需之機械作業時間影響了成本，而蒸發冷卻技術不足以執行花期調整作業，必須輔助以冷氣設備，使周年生產之成本增加。

2. 觀葉作物（遮蔭網或遮雨棚）

由於作物已有遮蔭設備，在光照方面可滿足需求。在溫度方面因爲觀葉作物之適應溫度範圍較大（18～30°C），無環控設備時，遮蔭網與遮雨棚之降溫極限與大氣相同。以埔里地區之栽培環境而言，在10月至亦年 4 月之間，最低溫均低於18°C，產生加溫問題，在 6 月至10月之間，最高溫度雖大於30°C，但差距不大，由此可知，埔里地區觀葉作物之問題在於冬季。對屏東地區的栽培而言，冬季除了寒流來襲使氣溫降低，冬天的氣候十分適合觀賞作物之成長，然而夏天的溫度經常高於30°C。業者雖然以雙重或更多層遮蔭網加以遮蔭，但對降溫的功能仍屬有限。

由於使用之設施爲開放型，又未具通風設備，在相對濕度方面，僅能依靠大氣變化而受影響，此爲此設施生產之限制條件。

觀葉作物之產地分佈在中部與南部高屏地區，中部之栽培問題在於冬季之加溫，高屏地區之問題在於夏季之降溫。相對濕度依大氣狀態而定。對於環境控制技術而言，唯有溫室與設施具有完備的控制設備，才能執行環控作業。

三、周年生產與短期生產

由上述兩類作物於中部與南部栽培所受之氣候影響資料，可知利用簡易的設施進行作物栽培，不論是使用遮蔭網或是遮雨棚，理想的環控條件僅與大氣乾球溫度相同或略低，相對濕度依大氣狀態而

定。因此其內部環境之降溫局限受大氣環境所限制。而若設計規劃不當，內部熱累積無法排除，內部溫度則將遠高於大氣溫度。在排除熱累積良好的設施，因環境控制能力不周延，因此只適合短期生產作業。若需要進行周年生產，在不利作物生長之大氣候條件下，必須以環控設備以調整內部微氣候。所需環控設備因作物之生長溫度，相對濕度與日照量需求而不同，設施的結構更需配合改良。爲能加裝環控設備，只有利用溫室方可勝任，在避免密閉溫室引發的熱累積問題，多重功能的開放型溫室可視作物生長狀態需求而加以採用。

以作物經營的觀點而言，改善溫室結構增加環控能力，可使溫室內部微氣候控制更加完善，提高作物產量與產值，但也增加投資成本。如何求得最高之投資利潤，此應以作業研究方法進行生產整合規劃，提供業者抉擇參考。

結　論

此研究以已發展之溫室內部微氣候模式爲基礎，配合國內花卉生產主要使用的農業設施：遮蔭網、遮雨棚與溫室，評估在不同大氣狀態下三型溫室之環控能力與降溫作業之性能極限。玻璃溫室之聚熱能力遠大於塑膠布溫室，必須藉由高風量之機械通風方可改善內部熱累積。利用四壁可開閉之開放溫室可疏解熱累積現象，減少環控能源之需求。

以國內主要花卉之生長需求配合大氣環境以評估環控需求，蝴蝶蘭栽培溫室夏季在國內之環控極限下不能符合催花溫度需求，因此需憑藉冷凍通風設備以完成。觀葉作物之環控調節因地區需異，中部山區之主要問題爲冬季保溫，南部地區需克服夏季降溫問題。目前農民所用之遮蔭網或遮雨棚設施對周年生產並不適用。利用溫室配合環控系統可改善內部微氣候氣候，但投資資本爲之增加。對於溫室作物生產之整合規劃而言，需要建立各相關子模式，以結合爲完整系統模式以執行規劃作業。

引用文獻

1. 王鼎盛。1988。設施園藝設計手册。初版。臺灣大學。臺北。
2. 中央氣象局。1993。農業氣象旬報。中央氣象局主編。臺北。
3. 李　咔。1990。盆栽觀葉植物栽培。八萬農業建設大軍訓練教材。436A—園藝97。農林廳。
4. 李　咔。1991。臺灣切花產業發展策略規劃。國立臺灣大學園藝系。
5. 阮育雄。1988。蘭花水耕滴灌栽培方法。蘭花生產改進研討會專集。7—20頁。臺東農改場。
6. 許謙信。1933。花卉簡易設施栽培現況。興農雜誌　289：41—50。
7. 陳加忠、陳志昇、黃照明。1992a。溫室環境模式之研究　（I）數學模式分析。中華農業研究　41：79—89。
8. 陳加忠、陳志昇、黃照明。1992b。溫室環境模式之研究　（II）數學模式分析。中華農業研究　41：90—114。
9. 陳加忠、陳志昇。1992。遮蔭裝置對溫室微氣候影響之研究。中華農業研究　41：382—392。
10. 陳加忠。1993。塑膠布溫室栽培自動化技術手册。農業機械化研究中心。臺北。
11. 陳加忠、林瑞松。1993。塑膠布溫室環控系統之研究。農業工程學報　39：84—91。
12. 陳加忠、陳邦華、曹之祖。1993。不織布浮動層覆蓋熱環境模式之研究。中華農業研究　42：200—215。
13. 陳加忠。1993。透明 PVC 塑膠布山型溫室日照能透過率之研究。中華農業研究　42：419—429。
14. 陳文輝。1994。蝴蝶蘭等觀賞作物自動化生產之研究。17—22頁。出自陳加忠編"花卉生產自動化技術資料手册"；花卉生產自動化技術服務團。
15. Bot, G.P.A. 1984. Greenhouse climate from physical processes to a dyna mic model, Ph. D. Thesis, Agricultural university Wangeningen, The Netherlands.
16. Jong, T. de. 1990. Natural Ventilation of large multi-span greenhouse . Ph. D. Thesis. Agricultural University Wageningen, The Netherlands.

Application of the Greenhouse Environmental Model on the Protected Culture for Floriculture[1]

Chia-Chung Chen[2] and Ruey-Song Lin[3]

Summary

In this study, the enviromental control performace of three types of greenhouses for floriculture in Taiwan were evaluated by the greenhouse microclimate models. The heat accumulation of glasshouse were so serious that it required the highly volume ventilation. The open-type plastic house could severed as good protected structures to releave the heat accumulation problems. The temperatures in greenhouse cooled by evaporative cooling technique could not meet the requirement of controlling flowering of Phalaenopsis plants. The refrigeration equiupments was the only choice but the investment would be too expensive. The shading net and rain shelter used popularly could not maintain the adequate climate for ornamental culture for all the year round in Taiwan. The microclimate could be improved by the adequate structures and control devices of greenhouse, but it would increase the production cost. The integrated plan of the several factors is very important to execute the production plan of greenhouse.

Key words: Greenhouse, Floriculture, Environmental model.

1. Contribution No. 1817 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate Researcher, Department of Agricultural Engineering, Wufeng, TARI, Taiwan,ROC.
3. Associate Professor, Department of Horiculture, National Chnug-Hsin University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：499～514（1995）

微波爐應用於穀物含水率之量測研究[1]

陳加忠　曹之祖[2]

摘要：此研究中以家用 Panasonic NW-7360型微波爐進行稻穀等穀物含水率快速量測之研究。以烤箱法所量測之含水率爲標準值。研究結果顯示微波爐的輸出功率與乾燥時間爲影響量測準確性的主要因子。高含水率的穀物較適用此項技術。利用420W 的作業功率與14.0至15.0分鐘的作業時間，量測稻穀含水率可得到最準確的量測結果，量測值與標準烤箱法之差異爲±1.5%。

關鍵詞：微波爐、含水率、稻穀。

穀物含水率的量測作業爲農產品加工中最基本之工作。在乾燥、倉貯、混合、礱穀、包裝等作業中，含水率量測準確性對於加工作業之性能影響極大，因此各種含水率測定方法之量測性能爲值得研究之主題。

穀物含水率之量測技術主要有直接法與間接法[16]。前者係直接將水份驅除於穀物之外，而量測前後重量以計算含水率。後者係量測穀物內部之物理等特性，以該物性與含水率之關係，加以換算量測含水率。國內穀物水份量測技術之相關研究中，直接法包括紅外線加熱法[1]，烤箱加熱技術[4]。在間接量測技術方面，包括電阻式水份計[5]，電容式水份計[7]與近紅外線水份計[6]。在循環式乾燥機之線上水份計之開發研究方面，亦有電阻式水份計之研究[3]，並已完成商品化之生產。在倉貯穀物貯存環境之監控方面，利用電子式溫濕度計量測貯存穀物之溫度與相對濕度，再換算爲含水率之技術也已完成開發應用[4]。間接法的優點如下：快速、簡易，但準確度不良，且受品種，收穫年代與機型之間相異性因子所影響[5,6,7]。直接法中常用之技術爲加熱法，利用熱力使穀物乾燥。在加熱法技術研究中，紅外線加熱法無法確保完全蒸發水份，且所需時間高達二十分鐘至三十分鐘，已失去了快速測定之意義。利用熱風之烤箱加熱技術所得之量測值其準確性與精密性最佳[4]，因此此技術被採用爲比較基準。在加熱乾燥技術方面，由於微波爐之應用日益普及方便，利用微波爐進行穀物含水率之測定作業已逐漸爲研究人員執行研究，美國農業工程學會之工程標準（ASAE Standard）爲例，在牧草之水份量測中，已列舉利用烤箱與微波爐之兩項方法[9]。

利用微波爐以進行農產品水份量測之技術主要可分爲兩項：㈠採用微波爐如同烤箱技術，以微波加熱方式去除樣本水份，再以前後重量計算含水率[10,14,15,16,19,22]。㈡以間接方式，量測穀物於一特定條件下微波爐加熱後之溫度上昇程度，建立溫度差與含水率等其他因子之函數關係，再以此公式估算含水率[11,12,13,23,24]。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1818 號。
2. 本所農工系副研究員、技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

國內之研究中，馮氏[4]曾於稻米倉儲加工作業技術手册中稻穀乾燥原理章節內介紹微波爐之應用於高含水率穀物之量測：1. 稱取約600g 樣本。2. 置於微波爐內以高強波烘乾約一分鐘。3. 常溫內冷卻五分鐘後再稱重。4. 再以電容式或電阻式水份計測定水份。

應用微波加熱農產品時，微波的能量引起農產品內部雙極化份子（dipolar molecules）以極快速率加以振動，分子的振動引起了內部的摩擦而產生熱能。農產品內部中主要分子成份爲水份子，因此含水率愈高的農產品，利用微波加熱之熱效率愈高。

Click 與 Baker 氏[14]利用微波爐兩種功率（360與720W）進行農產品水份測定，並以熱風烤箱法所量測含水率值爲性能比較基準。微波乾燥所用樣本爲20g，時間20分鐘。實驗結果顯示對牧草而言，含水率範圍爲80～82%，兩種方法並無差異。玉米穗之樣本水份爲36%，100%功率引起樣本燃燒，而以50%之功率而言，作業的結果微波爐量測之水份顯著低於標準值。大豆樣本含水率爲13.10%，微波乾燥只適用50%功率，量測值顯著低於標準值。玉米粒之樣本爲28.5%，在36分鐘之乾燥時間後，量測值低於標準值達2.4%。

Farmer 與 Brusewitz 氏[15]利用25g 牧草樣本以微波爐加熱10分鐘，用以測定含水率。其結果發現微波爐法量測值低於烤箱法量測值，延長乾燥時間對減少誤差性並無助益。樣本含水率愈高，量測值愈準確。樣本含水率範圍自28.6至70.5%。測定之含水率(Mt)與微波爐所用之時間(t)有如下之經驗方程式：$Mt=A-B*Exp(-C*t)$，A，B，C 三個參數由樣本重量與樣本之含水率所決定。

Sverzut 與 Verma 氏[19]以微波爐加熱方式測定甘蔗碎片之含水率，量測所得水份值與烤箱法之結果並無差異，測定方式係以18g樣本，含水率範圍爲66—75%。所用微波爐最大功率爲720W，可區分爲10級，試驗時利用 5 級至 9 級功率。測定過程中所得含水率(Mt)與微波爐所用時間(t)之經驗公式爲 $Mt=A+B*Ln(t)$，A 與 B 兩參數受到微波爐所用功率大小，樣本含水率等因子所影響。以 7 分鐘之加熱時間足夠去除樣本之水份。

Balascio 氏[10]利用微波爐技術測定泥煤苔（Peat Moss）介質之水份含量，所用樣本爲15g，所用時間爲15與20分鐘，功率爲720W。試驗結果顯示量測值(Ma)與眞實值(Mo)有直線關係：$Ma=A+Mo*A$ 值受到所用功率與時間所影響。樣本含水率自47至64%。

Noomhorm 與 Verma 氏[18]比較微波爐與烤箱技術對於稻穀滿分量測性能之差異性。利用微波爐取代烤箱之目的在於要求具有簡易、快速且維持準確之特性。所用微波爐功率爲720W。並在內部放置石棉吸收板（Asbestos board）以吸收多餘能量。研究結果顯示對整粒穀粒而言，由於所需作業時間過長或是作用功率過高，樣本在未完全失去水份時已經焦化燃燒。將稻穀磨碎之後，以100%功率作業14分鐘，其量測結果與烤箱法（130°C，16小時）最爲相近，微波爐法量測值約低於烤箱法0.4～1.3%。稻穀水份以量測值(Mt)與量測時間(t)之經驗方程式爲 $Mt=Exp〔A*T^b〕$。

Verma 與 Noomhorm 氏[21]研究高粱葉、小麥、大豆與稻穀利用微波爐量測含水率之可行性。量測含水率(Mt)與所用時間之關係爲 $Mt=Exp〔A*t^b〕$。高粱葉所適用功率爲720W，對含水率高於50%之樣本，量測性能無顯著誤差。小麥與大豆在粉碎後以80%的功率可得到最佳結果，作業時間小麥爲24分鐘，大豆爲16分鐘，在低含水率範圍，量測值近於烤箱量測標準值，高含水率範圍，量測值則低於標準值約1.0%。稻穀之量測作業最佳狀況爲磨碎之樣本以10%功率加熱14分鐘。

Hanna 與 Sharma 氏[17]在大豆含水率微波爐量測技術研究中，利用25g 之樣本，作業功率爲620W 進行水份乾燥。樣本含水率範圍自9.31至33.2%。利用微波爐作業去除水份所需時間(t)因實

際含水率(Mo)而不同，經驗公式爲 t＝a＊EXP(b＊Mo)，量測水份值略低於烤箱法標準值0.5至1.0%。

Wilhelm 等氏[22]的研究中利用675W 微波爐進行 Snap 豆的水份量測，所用功率爲30%，作用時間約12分鐘。所得含水率值顯著低於烤箱量測值。微波爐量測之水份值其影響因子爲所用功率，樣本大小，樣本放置位置與作業所用時間。

Casada 氏等[12]利用微波爐加熱因而引起樣本溫度昇高之關係，用以量測農產品之含水率。菸草葉片量測之樣本50g，使用時間78秒，菸葉含水率與樣本溫度增加量爲直線方程式。玉米粒200g，加熱50秒後，含水率與溫度增加量之關係函數爲包含五次式之多項式函數。Casada 氏等[14]的另一項研究結果顯示菸草葉片50g 樣本以625W 功率作用18秒後，樣本含水率與樣本所增加之溫度差之關係函數則爲二次多項式。利用此關係函數所得之迴歸標準差爲0.68%。Zhang 與 Brusewitz 氏[23,24]探討農產品受微波加熱後上昇溫度與含水率之關係式。其函數關係爲含三參數之二次多項式。樣本之含水率、重量、容器、大小與形狀，作業所用時間等因子都可影響關係函數之參數值。Turner 等人[20]則以此概念配合近紅外線溫度計，用以開發設計一套微波爐含水率自動測定器（Automated Microwave Oven Moisture Tester）。

綜合上述文獻資料可知，利用微波爐加熱以進行穀物含水率測定之技術尚未完善。然而利用微波爐技術有簡易、快速之特點，依含水率之定義，其計算公式（濕基）如下：

$$Mw=\frac{H}{D+H}=\frac{W_1-W_2}{W_1} \quad (1)$$

Mw：含水率（%，濕基）

D：乾物重（g）

H：樣本水份重（g）

W_1：樣本最初重量（g）

W_2：樣本乾燥後重量（g）

由此公式可知準確的含水率量測取決於如下條件：

㈠樣本所含水份完全逸出。

㈡樣本所含乾物質未有損失。

利用微波爐進行穀物水份量測必須能夠滿足此兩項條件，方能得到準確之量測結果。國內之微波爐利用已日益普及，此研究之目的即在於以家庭用微波爐爲加熱工具，用以探討利用微波爐進行穀物量測之可行性。

材料與方法

一、研究所用設備

此研究所用之微波爐爲 Panasonic 牌，NW-7360型，最大功率爲720W，可調整爲600、420W等功率。烤箱爲 Rost Fret 牌，溫度控制精密度爲±1°C。量測天平爲日製 A&D 牌，FA2000型，量測準確性爲0.01g。

二、測定材料

稻穀（臺梗8號），大豆（高雄改1號）、紅豆（愛加豆）、玉米粒（臺農1號）、高粱粒（臺中5號）。

三、研究方法

㈠材料準備

稻穀自田間收穫後以烤箱法105°C，72小時[4]量測最初含水率，再以乾燥設備烘乾至預定含水率，所用熱風溫度爲50°C左右。樣本水份範圍自13.5%至33%。乾燥完成之樣本在冷卻至室溫後均勻混合於塑膠袋內，再貯存於2°C之冷藏櫃內，實驗前24小時取出使其溫度與室溫相同。其餘四種作物係自田間收穫後置於實驗室內加以自然乾燥。

㈡標準含水率之測定

以烤箱加熱技術，利用前後量測重量加以計算，所得含水率以濕基表示。此研究中之含水率均以濕基表示。

㈢利用微波爐量測含水率

樣本每次量測重量約15g，置於小瓷皿上，微波爐所用功率爲720W，600W 與420W 三種，樣本爲整粒與碾碎兩種處理方式。水份量測前先稱取樣本重量。微波爐預熱 2 分鐘後，穀粒置於樣本皿，再置於微波爐內部進行乾燥處理。在到達預設時間後取出稱重，用以計算含水率。量測含水率 Ma(t)之計算方式如下：

$$Ma(t)=\frac{W_1-W_2(t)}{W_1} \qquad (2)$$

Ma(t)：表示微波乾燥所得量測含水率，與量測時間有關。

W_1：未乾燥前重量。

$W_2(t)$：特定作業時間(t)之後，樣本重量。

以烤箱法量測所得含水率 Mo 爲標準值，用以比較 Ma(t)之誤差現象。

結果與討論

一、所用功率對稻穀水份之量測影響

以15g 之全粒稻穀在微波爐內加熱作業時有焦化 (Scorching) 與燃燒 (Burning) 現象，而以 1 分鐘之作業時間則對水份去除幾乎無顯著影響，僅有局部加溫作用。因此以馮氏[8]所提出技術：以全粒高火力 (800W) 加熱 1 分鐘之水份乾燥方式，對此型微波爐並不適用。

全粒稻穀之焦化現象已造成受測樣本變化，因此並不適用，此結果與 Noonhorm 氏等[18]之研究結果相同。

以碾碎之穀物粒進行微波爐加熱試驗在720W 與600W兩種功率作業，未達到標準含水率之前，即有焦化現象。以720W 功率典型之水份量測結果如圖 1 所示。標準含水率爲29.4%，乾燥作業 5 分鐘後以微波爐量測所得含水率約爲26.5%，在乾燥作業進行至 6 分鐘後，樣本開始燃燒且焦黑。600 W功率之典型量測結果如圖 2，樣本含水率爲25.9%，作業 8 分鐘時，樣本表面已有褐化斑點產生，顯示化學成份已受影響，在第 9 分鐘後開始燃燒。由 Noonhorm 氏等[18]與 Verma 氏等[21]之研究中，均顯示利用720W 功率對粉碎稻穀進行水份測定可得到良好的測定性能，然而此研究結果顯示以720W 與600W 加熱之功率均爲過高，僅有420W 功率方爲適用。此研究中樣本與照射燈源的距離爲30cm。

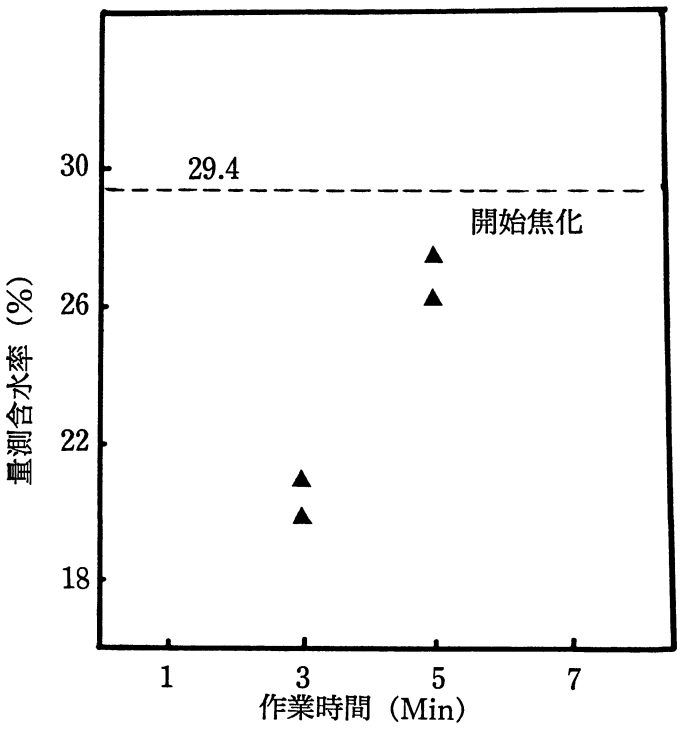


圖 1. 以720W 功率量測稻穀水份之性能
Fig. 1. Performance of the rough rice moisture determination by 720W power

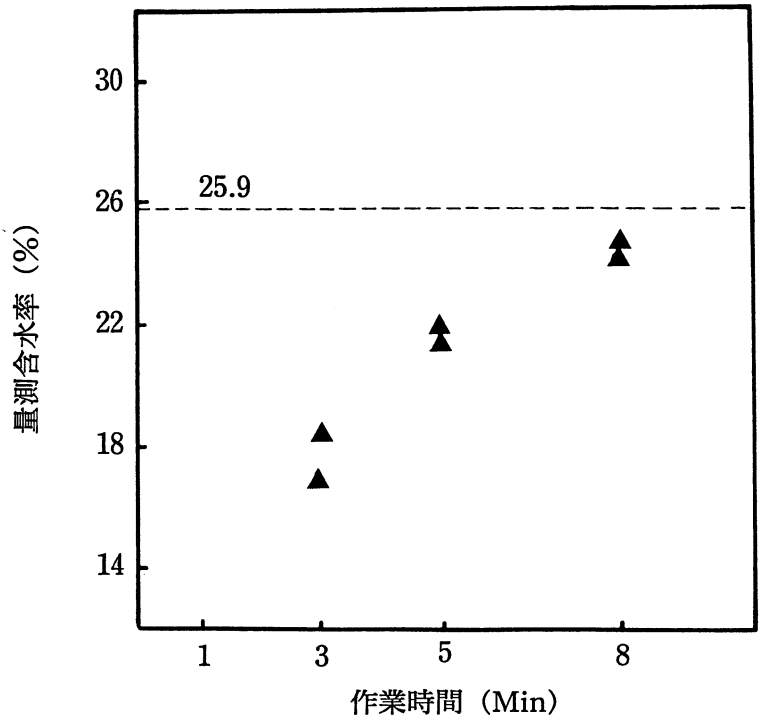


圖 2. 以660W 功率量測稻穀水份之性能
Fig. 2. Performance of the rough rice moisture determination by 660W power

二、作業時間之影響

碾碎稻穀在420W 作業功率下隨作用時間 (t) 所測得的含水率 Ma (t) 其關係如圖 3、4、5、6。在圖 3 之中，作用時間14分鐘後，量測值 Ma 接近樣本含水率標準值，而作業時間增加則有高估之結果。

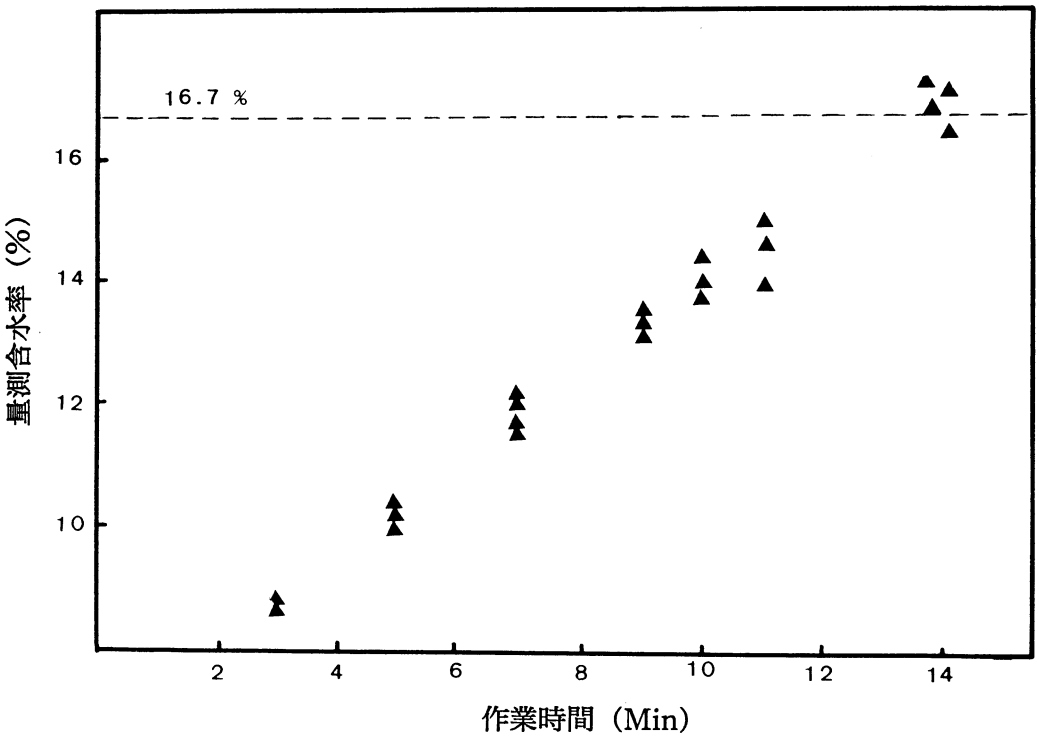


圖 3. 以420W 功率量測16.7%稻穀水份之性能

Fig. 3. Performance of the rough rice moisture determination of 16.7% by 420W power

量測值 Ma (t) 與作業時間 (t) 之經驗，公式，依迴歸分析技術所得最適切 (Adequate) 方程式如下：

$$Ma\ (t) = 8.275 - 2.048 \ln(t) + 1.985 (\ln(t))^2,\ R^2 = 0.985 \quad (3)$$

Noonhorm 氏等[18]提出之經驗方程式形式爲 Ma (t) =Exp〔At^b〕，利用圖 3 數據分析結果：

$$Ma\ (t) = \mathrm{Exp}\ [1.728\ t^{0.1844}],\ R^2 = 0.81 \quad (4)$$

可知公式(4)對數據之符合性 (Fitting of goodness) 不如公式(3)。

以23.5%之樣本，測定所得性能如圖 4。作用時間高於18分鐘後，量測性能即有高估現象。量測值 Ma (t) 與時間 (t) 之經驗公式如下：

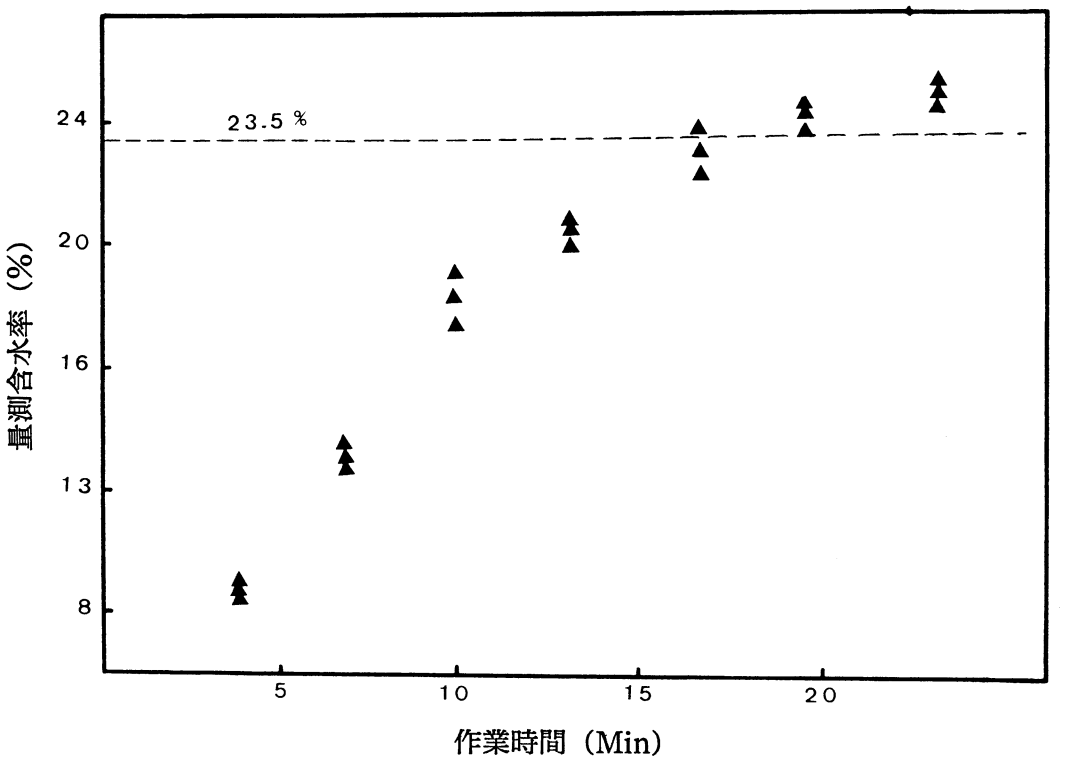


圖 4. 以420W 功率量測23.5%稻穀水份之性能
Fig. 4. Performance of the rough rice moisture determination of 23.5% by 420W power

$$Ma(t)=0.564-13.21n(t)+0.855(1n(t))^2,\ R^2=0.982 \quad (5)$$

$$Ma\ (t)\ =Exp\ [1.609\ t^{).230}]\ ,\ R^2=0.912 \quad (6)$$

公式(5)顯著優於公式(6)。

高含水率之樣本（29.6%與32.8%）其量測結果如圖 5、6。可知含水率較高的稻穀，在微波爐加熱作用超過一段時間後，量測值趨向穩定，未有過度高估現象。Ma（t）與 t 值之關係函數仍以包含時間對數轉換值之二次多項式最好。

含水率29.6%時，

$$Ma\ (t)\ =-9.54+24.481n(t)+3.687(1n(t))^2,\ R^2=0.991 \quad (7)$$

含水率32.8%時，

$$Ma(t)=-12.516-30.9271n(t)+5.458(1n(t))^2,\ R^2=0.99 \quad (8)$$

量測時間過長時，對量測含水率影響不大，顯示利用微波爐加熱量測含水率，對於高含水率樣本特別適用，此結果與前人研究相同[10,19]

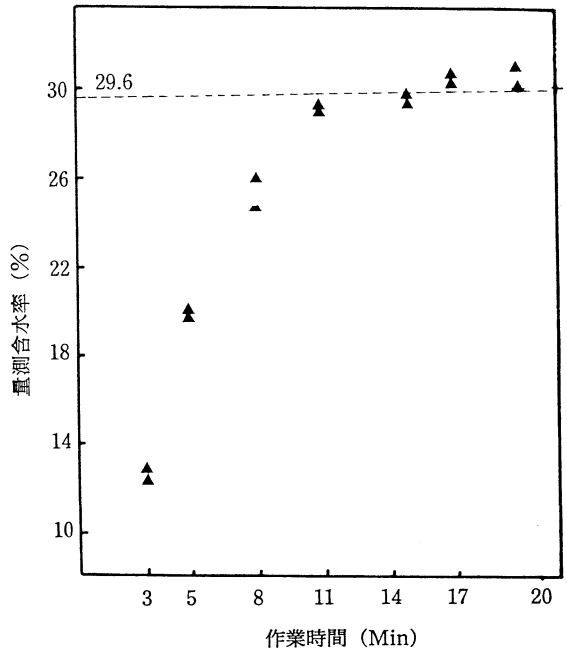


圖 5. 以420W 功率量測29.6%稻穀水份之性能
Fig. 5. Performance of the rough rice moisture determination of 29.6% by 420W power

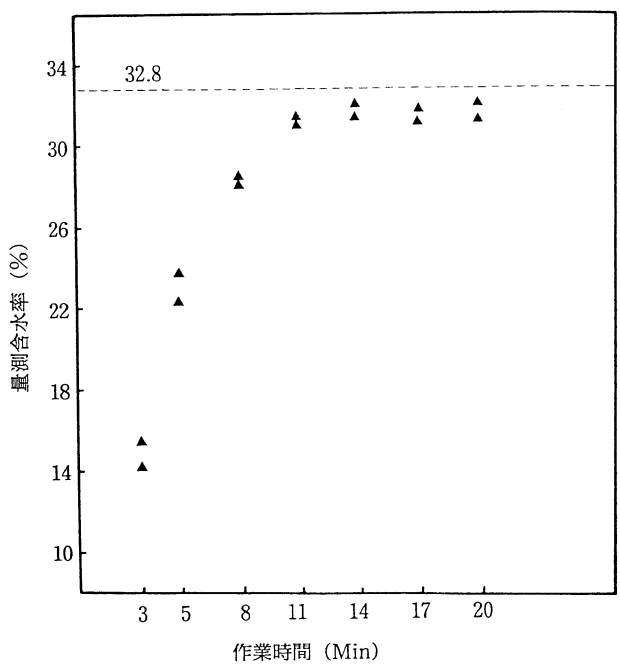


圖 6. 以420W 功率量測32.8%稻穀水份之性能
Fig. 6. Performance of the rough rice moisture determination of 32.8% by 420W power

三、含水率適當之量測時間

由微波爐測定稻穀含水率與量測時間之測定數據，以下列型式方程式最能適切表達兩者之關係：

$$Ma(t)=A\,[\ln(t)]^2+B\cdot\ln(t)+C \qquad (9)$$

以此研究中所用樣本烤箱測定含水率與三參數值之關係圖形有顯著之直線關係，A 與 B 參數值與含水率之關係如圖 7、8。B 與 C 值含水率 Mo 之迴歸方程式如下：

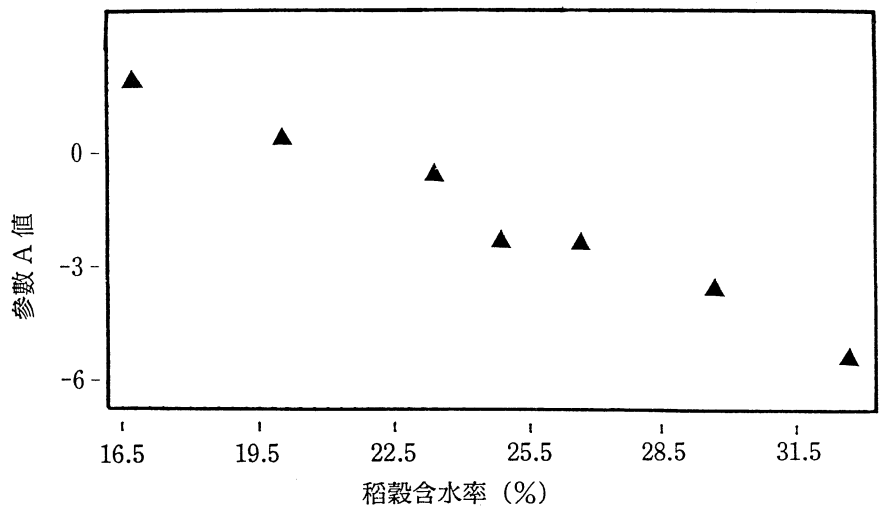


圖 7. 參數 A 值與稻穀含水率之關係

Fig. 7. Relationship between parameter A values and moisture content of rough rice

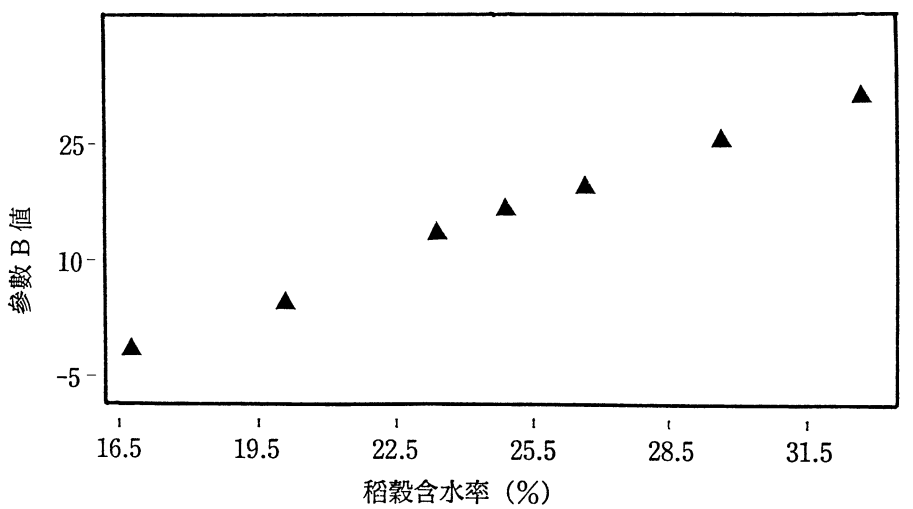


圖 8. 參數 B 值與稻穀含水率之關係

Fig. 8. Relationship between parameter B values and moisture content of rough rice

$$A=9.477-0.4527*Mo,\ R^2=0.97 \qquad (10)$$

$$B=-35.48-2.055*Mo,\ R^2=0.995 \qquad (11)$$

$$C=26.48-1.237*Mo,\ R^2=0.956 \qquad (12)$$

綜合公式 9～12，可知以420W 功率乾燥穀物水份，其測定水份值與樣本水份含量（Mo），作業時間（t）之特定經驗公式如下：

$$Ma(t)=(9.477-0.4527*Mo)*(\ln(t))^2+(-35.48+2.055*Mo)*\ln(t)+26.48-1.237*Mo \quad (13)$$

以公式(13)計算所得稻穀在不同水份時，其量測含水率與作業時間之關係圖形如圖 9。

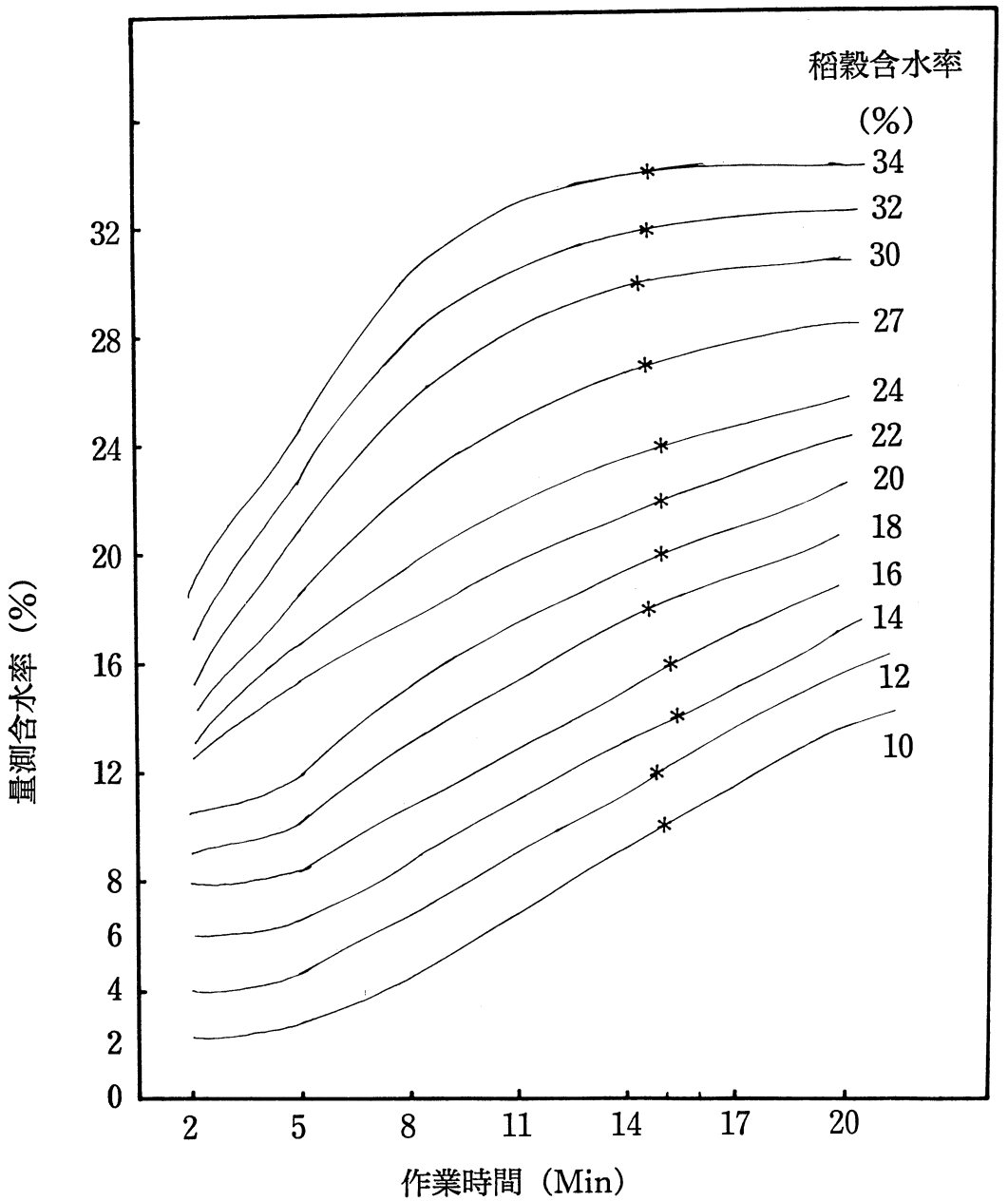


圖 9. 作業時間，量測含水率與稻穀含水率之關係

Fig. 9. Relationship between the operating time, measuring moisture and moisture content of rough rice

在實際應用上，微波爐加熱所用時間對性能影響極大，以 Mo 值代入公式(13)之 Ma (t) 值，由此可計算在各水份含量下，微波量測所得含水率與烤箱量測值相同時所需時間，以樣本含水率20%時爲例，代入公式(13)所得方程式如下：

$$0.423(\ln(t))^2+5.621\ln(t)-18.26=0 \qquad (14)$$

此爲以ln (t) 爲未知數之二次方程式，以代數方法可解 t=14.9min。

含水率與所需作業時間以星號標於圖 9，可知作業時間14.0～15.0分鐘時，所得測定結果最爲接近標準值。

Noonhorm 氏等[18]與 Verma 氏等[21]之研究結果推薦稻穀以微波爐測定之作業技術如下：碾碎樣本，以720W 功率，作用14.0分鐘。此研究結果中臺粳 8 號以微波爐量測水份之技術爲碾碎樣本，420W 作業功率，作用時間14～15分鐘。兩者技術之差異點在於微波爐作業功率。前人之研究作用廠牌爲 Toshiba，Model ER-899，此研究所用廠牌爲 Panasonic MW-7360型。不同機型之影響性應有更詳細之探討。

四、四種作物之量測性能

玉米粒、高粱、紅豆與大豆四類作物樣本碾碎後以420W 功率量測含水率所得結果如圖10—13。

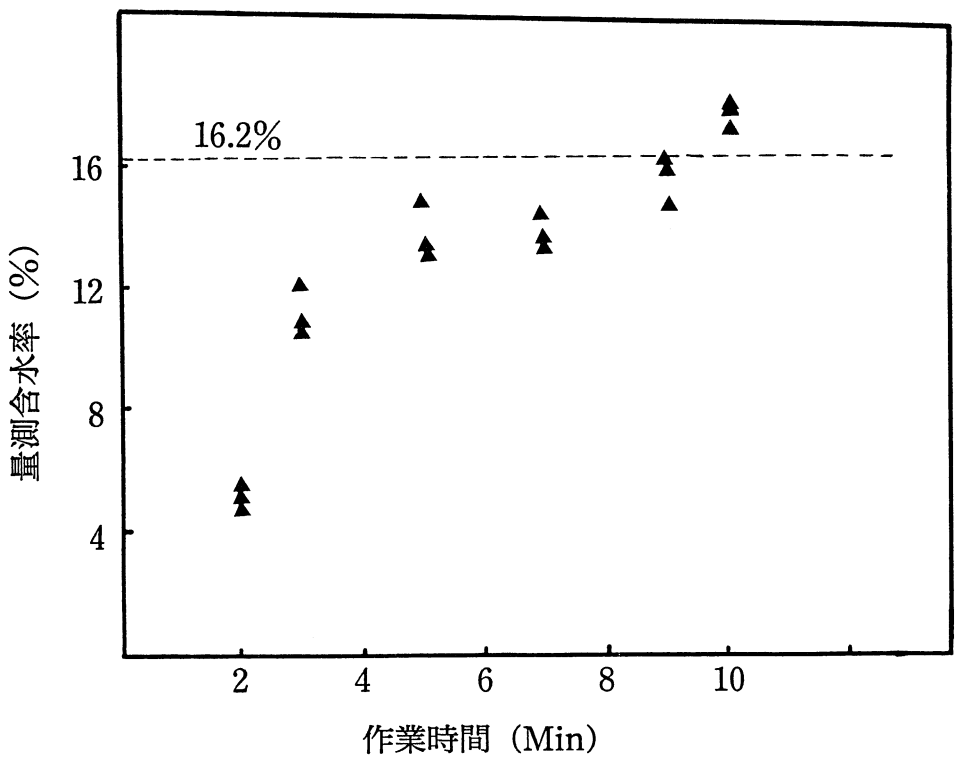


圖 10. 以420W 功率量測玉米粒水份之性能
Fig. 10. Performance of the moisture determination for corn kernels by 420W power

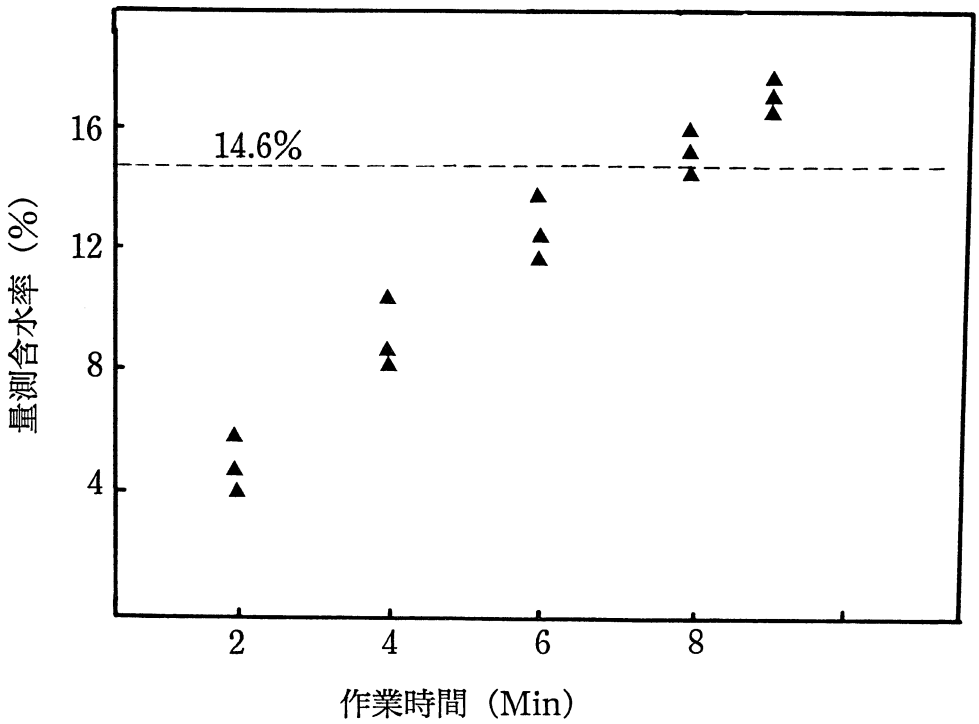


圖 11. 以420W 功率量測高粱粒水份之性能
Fig. 11. Performance of the moisture determination for sorghum kernels by 420W power

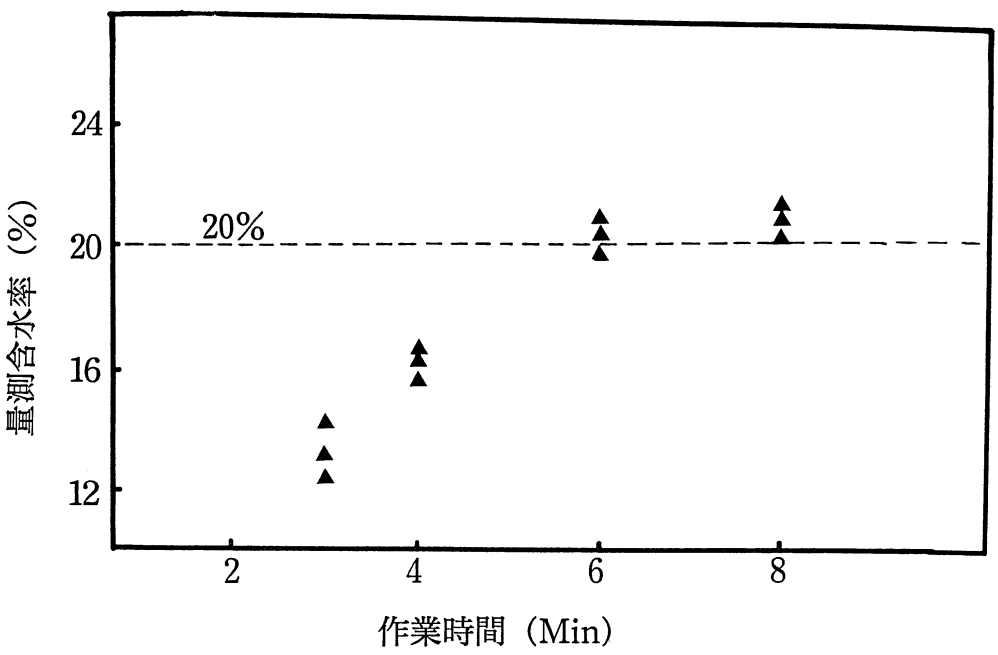


圖 12. 以420W 功率量測紅豆水份之性能
Fig. 12. Performance of the moisture determination for red beans by 420W power

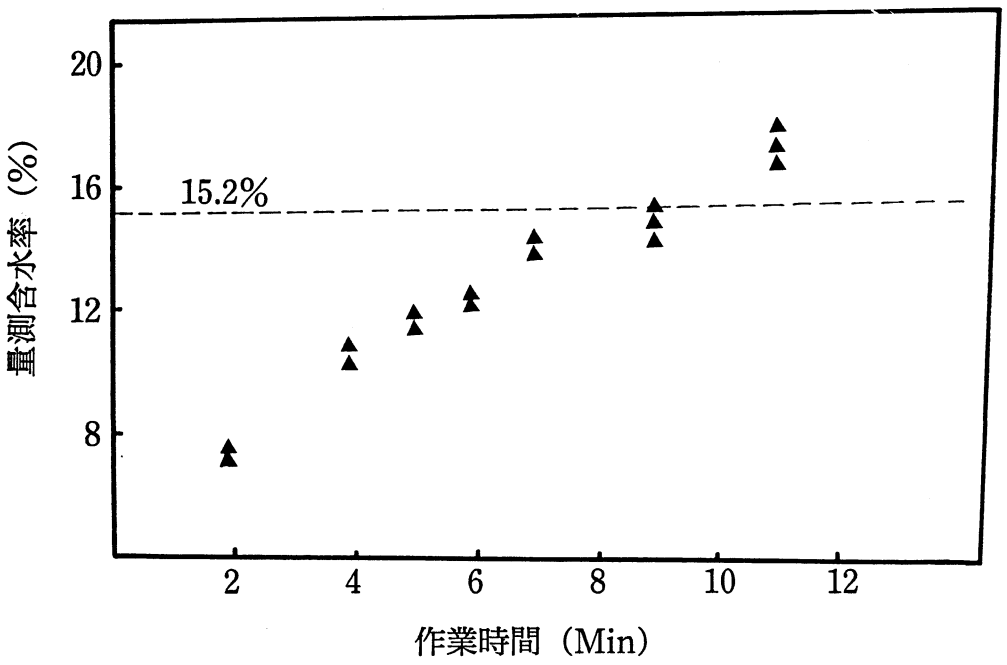


圖 13. 以420W 功率量測大豆水份之性能
Fig. 13. Performance of the moisture determination for soybeans by 420W power

各作物之水份量測值 Ma（t）與作業時間之關係如下：

1. 玉米粒：

$$Ma(t)=-6.14+19.881n(t)-4.75(1n(t))^2, \quad (15)$$

作用10分鐘後量測值開始有高估現象。

2. 高粱粒：

$$Ma(t)=-2.61+1.601n(t)+2.045(1n(t))^2, \quad (16)$$

作用時間在 8 分鐘後有高估現象。

3. 紅　豆：

$$Ma(t)=-11.22+29.0951n(t)-6.603(1n(t))^2, \quad (17)$$

作用時間不得高於10分鐘。

4. 大　豆：

$$Ma(t)=-6.79+0.4081n(t)+1.905(1n(t))^2, \quad (18)$$

作用時間均不得高於10分鐘。

由此可知，四類作物其微波量測含水率與作業時間（t）之適切經驗公式雖然與稻穀相同：$Ma(t)=A(1n(t))^2+B\cdot 1n(t)+C$，但其最佳作業時間則顯著不同於稻穀，以14.0分鐘之作業時間，對此四類作物將造成過度高估之現象。由此可知利用微波爐取代烤箱進行含水率量測之技術，雖然具有簡易、快速之特點，但其作業技術受到樣本種植、樣本處理、作業功率、作業時間、樣本量、樣本照射時是否旋轉、樣本與光源之距離、樣本與光源之照射角度等因素所影響。

結　論

綜合研究結果，所得結論如下：

一、利用 Panasonic NW-7360型微波爐進行稻穀水份量測時，全粒穀物容易焦黑燃燒。研碎之樣本適當的功率爲420W，作業時間爲14.0～15.0分鐘，量測值與標準烤箱法之差異爲±1.5%。

二、微波爐法所量測之稻穀含水率（M）與作業時間（t）之經驗公式爲時間對數轉換值之二次多項式，形式爲：$Ma(t)=A(\ln(t))^2+B\cdot\ln(t)+C$。此公式中三個參數與樣本實際含水率爲高度相關之線性關係。A，B 與 C值含水率 Mo 之迴歸方程式如下：$A=9.477-0.4527*Mo$，$B=-35.48-2.055*Mo$，$C=26.48-1.237*Mo$。

三、玉米粒、高粱粒、大豆與紅豆等作物以相同設備進行水份量測，其所需作業時間顯著不同於稻穀。各作物之微波爐量測技術需要深入探討。

引用文獻

1. 陳加忠、曹之祖、陳麗娥。1991。稻穀水份計性能之測定與應用限制。中華農業研究　40：445—458。
2. 陳加忠、曹之祖。1993。電子相對濕度計應用於穀物含水率之測定技術。農業工程學報　39：97—102。
3. 陳加忠、雷鵬魁、曹之祖、陳志昇。1993。循環式乾燥機線上型電阻式水份計之開發試驗。農業機械學刊　2(3)：39—44。
4. 陳加忠、曹之祖、雷鵬魁。1995。稻穀含水率測定烤箱技術之研究。農業工程學報：59—70。
5. 陳加忠、曹之祖。1995。電阻式穀物水份計之檢測。中華農業研究　44：排版中。
6. 陳加忠、雷鵬魁、曹之祖、陳志昇。1995。近紅外線穀物水份計量測性能之研究。農業工程學報：排版中。
7. 陳加忠、曹之祖、雷鵬魁。1995。電容式水份計應用於高含水量穀物之量測研究。農業工程學報：排版中。
8. 馮丁樹。1994。稻穀乾燥原理。稻米倉儲加工作業技術手册第一輯—稻穀乾燥。1—16頁。農機研究發展中心。臺北。
9. ASAE Standards, 39th ed. 1992. S358.2. Moisture measurement-forages. St. Joseph, MI : ASAE.
10. Balascio, B. 1992. Calibration of microwave-oven drying techniques versus air-oven methods for measurement of peat moss moisture content. Applied Engineeing in Agriculture 8(2) : 197—200.
11. Brusewitz, G. H. 1984. Microwave drying for moisture determination with accuracy related to temperature. Trans. of the ASAE 27 : 1217—1211.
12. Casada, M. E., L. R. Walton, L. D. Swetnam and J. H. Casada. 1983. Moisture content as a function of temperature rise under microwave radiation. Trans. of the ASAE 26 : 907—911.
13. Casada, M. E. and L. R. Walton. 1985. Tobacco moisture content determination by microwave heating. Trans. of the ASAE 28 : 307—309.
14. Click, L. S. and C. J. Baker. 1980. Moisture determination of agricultural products using a microwave oven. ASAE Paper No. 80—3050 ASAE, St. Joseph, MI.
15. Farmer, G. S. and G. H. Brusewitz. 1980 · Use of home microwave oven for rapid determination of moisture in wet alfalfa. Trans. of the ASAE 23 : 170—172.
16. Grabe, D. F. 1989. Measurement of seed moisture. P. 69—92. In Seed Moisture. CSSA Special Publication No. 14. Crop Science Society of American, Madison WI. USA.
17. Hanna, M. A. and N. Sharma. 1998. Microwave oven drying for soybean moisture determination. Trans. of the ASAE31 : 1851—1854.
18. Noonhorm, A. and L. R. Verma. 1982. A comparison of microwave, air oven and moisture meters with the standard method for rough rice moisture determination. Trans. of the ASAE25 : 1464—1470.

19. Sverzut. C. B. and L. R. Verma. 1986. Microwave analysis of shredded sugarcane. Applied Engineering in Agriculture 2(2) : 215—219.

20. Turner, G. M., Collins, O. J., Yeoman, and M. Rahmati. 1991. Automated microwave oven moisture tester. ASAE Paper91—3538. ASAE, St. Joseph, MI.

21. Verma, L. R. and A. Noonhorm. 1983. Moisture determination by microwave drying. Trans. of the ASAE 26 : 935—939.

22. Wilhelm, L. R., D. R. Perrin and D. J. Barber. 1988. Evaluation of methods for moisture content determination in Snap beans. Trans. of the ASAE 31 : 956—961.

23. Zhang, X. and G. H. Brusewitz. 1990. Corn moisture measurement by infrared thermometry. Trans. of the ASAE 33 : 553—558.

24. Zhang, X. and G. H. Brusewitz. 1991. Grain moisture measurement by microwave heating. Trans. of the ASAE 34 : 246—250.

Moisture Determination of Rough Rice and Other Grains by A Microwave Oven[1]

Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao[2]

Summary

Rough rice and other grains were dried by a household Panasonic NW-7360 microwave oven for rapid moisture deterimination. Moisture determinated by a heating air oven was used as a reference. As a result of the study, the drying period and power output of the microwave oven were the dominant factors to obtain the accurate measurement. Higher moisture samples had the better performane for this technique. A period of time from 14. 0 to 15.0 minutes was adequate to determine the moisture content in ground state for rough rice with the 420W power supply of microwave oven.

Key words: Microwave oven, Moisture, Rough rice.

1. Contribution No. 1818 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively Associate Researcher, Specilist. Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(4)：515～521（1995）

甜玉米田間局部噴佈蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)防治亞洲玉米螟（Ostrinia furnacalis）效果評估[1]

余　志　儒[2]

摘要：於1992年秋作超甜玉米田，選用對非標的生物較低毒之蘇力菌（*Bacillus thuringiensis kurstaki* Berliner）作爲亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis* Gúenée）之防治藥劑，並根據該蟲蛀入玉米莖與穗部之爲害習性作爲主要施藥時機和部位，初步評估其防治效果、用藥量及施藥時間。由田間調查結果，得知輪生初期以陶斯松（5% Dursban）粒劑防治可減少玉米莖與雄花被玉米螟爲害，並配合自雄花抽穗前7～10天開始以蘇力菌進行防治，對於提高玉米完整穗產量與總產量可收相當之效果。僅局部性地在玉米螟鑽入玉米之主要部位，如輪生心葉、果穗（包括絲部、穗部及穗基部）進行施藥，至收穫爲止共約5次，所得完整穗產量和穗總產量與全株噴施處理無差異。此種蘇力菌局部噴佈法，平均每次之用藥量與施藥時間比全株噴佈法減少約三分之二，不但減少用藥量，操作上更爲省時省工。

關鍵詞：局部噴佈、蘇力菌、亞洲玉米螟。

應用對人畜非標的生物低毒或無害之生物性殺蟲劑，蘇力菌(*Bacillus thuringiensis* Berliner)，防治玉米螟之研究，在國外防治歐洲玉米螟之報導相當多，且是多向發展。闢如蘇力菌孢子與致毒晶體之比例配方[14]，田間評估其持效性[10]、施用時機[11]、劑型影響[13]等不勝枚舉。本省顏福成[4]曾在雌花絲抽齊後以果穗灌注法配合其他生產期施用多種藥劑的綜合防治，而得良好之效果。

施藥時機（timing）影響害蟲防治效果至鉅，且與標的害蟲之爲害習性息息相關。例如在國外對於歐洲玉米螟（*Ostrinia nubilalis* Hubner）之防治，多認爲卵孵化時爲最適當之施藥時機[6,9]；Ferro and Fletcher-Howell[7]則認爲，如果輪生期施藥時機得當，對於玉米田中第二世代歐洲玉米螟的防治，只須在雄花抽穗前期（pretassel stage）開始施藥直至採收即可；Morallo-Rejesus and Javier[16]於雄花抽穗期以去雄花配合施殺蟲劑的方式防治亞洲玉米螟，可有效降低其族群密度並增加產量。而本省玉米之首要害蟲，亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis* Guenee），其爲害習性乃在玉米輪生期開始發現卵塊並孵化爲害葉片、葉軸且自心葉處鑽入莖部蛀食；雄花開花時，爲害雄蕊及取食花粉；雌穗抽絲時，自莖部轉入雌穗蛀食穗梗及果粒；成蟲並可產卵於雌穗絲部，幼蟲孵化後可取食穗絲或自絲基部鑽入蛀食果穗[1,2,3,5,15]。因此，本試驗選用蘇力菌作爲亞洲玉米螟之防治藥劑，並依其侵入玉米莖與穗之爲害習性作爲主要施藥時機和部位，於1992年秋作9月25日播種與1993年春作4月9日播種超甜236玉米，在臺灣省農業試驗所農場進行田間試驗，初步評估局部噴佈蘇力菌對保護玉米穗減少被亞洲玉米螟爲害的防治效果。其處理與施藥方法分爲：

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1819號。
2. 本所應用動物系助理員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

一、蘇力菌局部噴佈區（Bt-partial）：蘇力菌（*B.* thuringiensis *kurstaki*-3% Thuricide WP）1,000倍加展著劑（Triton-CS-7）2,000倍之稀釋液，於雄花抽穗前 7～10天，以背囊式手動噴霧器噴施心葉 1 次。雌穗抽絲時開始，每 7 天 1 次噴施於穗部，包括絲部、穗部及穗基部，至採收前 7～10天止，共約 5 次。

二、蘇力菌全株噴佈區（Bt-whole-plant）：施藥時機同處理 1，施藥部位則爲一般農民所慣行之全株噴佈。

三、陶斯松加蘇力菌局部噴佈區（D＋Bt-partial）：輪生初期（播種後20～25天）施陶斯松粒劑（5% Dursban G）於心葉 1 次，每公頃20公斤，蘇力菌之噴佈時機與部位與處理 1 同。

四、陶斯松區（D＋D）：玉米輪生初期及雄花抽穗前 7～10天，施陶斯松粒劑於玉米株心葉各 1 次，每公頃每次20公斤。

五、對照組（Control）：無任何藥劑防治。

以上每小區面積約100m^2，株距30cm，行距90cm，約有400株玉米，共五處理各四重複，逢機完全區集設計。採收時每小區採樣100株玉米，調查雄花被害株數、莖蟲孔數、完整穗重（完全或截去兩端各 1cm 後無被螟蟲爲害痕跡者）、及總產量，各均值以鄧肯氏多變域測試（Duncan's multiple range test）比較各處理間之差異性。

由於1993年春作梅雨期間排水不良，玉米株發育參差不齊且多有死亡，故該期作無調查資料，而僅以1992年秋作調查結果作爲初步之防治效果評估。如表 1 所示，蘇力菌局部噴施區之平均每株玉米莖上蟲孔數與每百株玉米雄花被害株數爲3.9個與87.5株，高於全株噴佈區之2.6個與63.8株，此二者爲玉米輪生初期無施藥防治之處理，均比輪生初期有防治者，陶斯松加蘇力菌局部噴佈區及陶斯松區之1.2及2.0個與51.3及61.3株顯著要高，且和對照區之間無顯著差異，可見對於減少玉米莖與雄花之被玉米螟爲害，輪生初期之防治措施有其重要性。然依每公頃玉米產量，穗總重在各防治區及對照區間均無明顯差異；而其中之完整穗重，在輪生初期無防治處理中，蘇力菌之局部噴佈效果並不亞於全株噴佈，分別爲7.5與7.3公噸，雖略遜於輪生初期有施藥者之8.3和7.9公噸，但差異不甚顯著，皆比對照區的6.4公噸爲多。因此，玉米莖與雄花對於玉米螟的爲害有相當程度的忍受範圍，而不致於影響到玉米產量。輪生初期以陶斯松粒劑防治，對於提高玉米完整穗產量與總產量效果不大，僅自雄花抽穗前 7～10天開始進行防治，施蘇力菌共約 5 次即可收相當之效果。如同 Sayers *et al.*[17]測試歐洲玉米螟（*O. mubilalis*）在採種玉米上之經濟爲害水平（economic injury level）時，報導玉米輪生期葉片可忍受 2～3 %被爲害，而雄花抽穗期間可忍受10～17%的葉軸被爲害，產量未受影響。另外，施藥部位之適當與否嚴重關係防治效果，Grafius *et al.*[8]以不同施藥方法防治歐洲玉米螟時，得到葉片背面藥劑噴佈較多者，葉片被歐洲玉米螟爲害較輕之結果。本試驗針對亞洲玉米螟由輪生心葉鑽入玉米莖部蛀食，自莖內侵入果穗並於莖穗連結處附近開有糞便排出孔，以及由雌穗絲部入侵果穗等爲害習性，局部性地在這些主要部位噴施蘇力菌，即可獲得與全株噴施相近之完整穗產量。Harrison and Press[9]亦認爲果穗之保護以在雌穗抽絲時施藥處理比任何其他時期處理都來得有效。

蘇力菌局部噴佈法之用藥量平均每公頃每次約需450公克，因生育期之不同其植株大小有異，每次用藥量約在360～450公克之間，與全株噴佈法之比爲 1：2.4(表 2)。在操作上由於不必噴施葉背，減少噴藥管之穿梭轉折，較爲省時省工，施藥時間平均每公頃每次約爲500分鐘（400～600分鐘），與全株噴佈法之比爲 1：3(表 2)，此乃以施藥之時間計算，若再加上藥劑之調配時間，差異應當更大。局部噴佈法平均每次比全株噴佈法減少約2/3之用藥量與施藥時間，可明顯降低防治成本。

Tabel 1. Number of boring holes on stalk, tassels infested and yields of sweet corn in plots receiving insecticide applications in fall crop 1992

Treatment	No. boring holes on stalk (hole/plant)	No. tassel infected (plant/100 plant)	Yield of* uninjured ears (Metric ton/ha)	Total yield (Metric ton/ha)
Bt-partial	3.9±1.9a**	87.5±13.2a	7.5±1.5ab	8.4±1.3a
Bt-whole-plant	2.6±0.6ab	63.8±10.3b	7.3±0.3ab	7.8±0.5a
D+Bt-partial	1.2±0.5b	51.3±11.1b	8.3±0.4a	8.7±0.2a
D+D	2.0±0.3b	61.3±13.2b	7.9±0.3a	8.3±0.5a
Control	4.0±1.3a	88.8±10.3a	6.4±1.3b	7.8±0.9a

* Ears without any damage after cutting 1 cm both ends or not.
** Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

Tabel 2. Dose and time taken for *Bacillus thuringiensis* partial and whole-plant spraying in sweet corn field

Treatment	Dose taken g/100m²/spraying			Time taken g/100m²/spraying		
	mini.	avg.	max.	mini.	avg.	max.
Bt-partial	360	450	540	400	500	600
Bt-whole-plant	630	1,080	1,530	1,200	1,500	1,800
partial : whole		1 : 2.4			1 : 3	

誌 謝

本試驗承臺灣省政府農林廳經費補助（計畫編號：農試一應一益蟲一2）。文承本所陳健忠博士斧正，謹此一併致謝。

引用文獻

1. 朱耀沂、洪淑彬。1985。玉米螟之生態與防治。35—42頁。國立臺灣大學七十四學年度第二學期專題討論。
2. 徐世蘭、謝豐國、彭武康。1988。亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis* (Guénée)）之空間分布及採樣數估計。中華昆蟲 8：1—9。
3. 顏福成。1984。玉米螟之田間生態。9頁。稻田轉作玉米害蟲防治研習會論文摘要。
4. 顏福成。1988。超甜玉米主要害蟲綜合防治之研究。臺南區農業改良場研究彙報22號：25—38。
5. Camarao, G. C. 1976. Population dynamics of the cornborer, *Ostrinia furnacalis* (Guénée), I. life cycle, behavior, and generation cycles. Philipp. Entomol. 3(3-4) : 179-200.
6. Chiang, H. C., and L. K. Cutkomp. 1953. The importance of some biological characteristics of European corn borer on timing of application of insecticides. J. Econ. Entomol. 46(2) : 277-287.
7. Ferro, D. N. and G. Fletcher-Howell. 1985. Controlling European corn borer (Lepidoptera : Pyralidae) on successionally planted sweet corn in western Massachusetts. J. Econ. Entomol. 78 : 902-907.

8. Grafius, E., J. Hayden, G. Van EE, and R. Ledebuhr. 1990. Interaction between spray distribution and systemic activity of insecticides for control of European corn borer (Lepidoptera:Pyralidae) in peppers and snap beans. J. Econ. Entomol. 83(5) : 2016-2021.

9. Harrison, F. P., and J. W. Press. 1971. Timing of insecticide applications for European corn borer control in sweet corn. J. Econ. Entomol. 64(6) : 1496-1499.

10. Leong, K. L. H., R. J. Cano, and A. M. Kubinski. 1980. Factors affecting *Bacillus thuringiensis* total field persistence. Environ. Entomol. 9 : 593-599.

11. Lewis, L. C., and L. A. Bing 1991. *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Beauveria bassiana* (*balsamo*) Vuillimen for European corn borer control : program for immediate and season-long suppression. Can. Entomol. 123 : 387-393.

12. Lynch, R. E., L. C. Lewis, and E. C. Berry. 1980 Application efficacy and field persistence of *Bacillus thuringiensis* when applied to corn for European corn borer control. J. Econ. Entomol. 73(1) : 4-7.

13. Lynch, R. E., L. C. Lewis, E. C. Berry, and J. F. Robinson. 1977. European corn borer : granular formulations of *Bacillus thuringiensis* for control. J. Econ. Entomol. 70 : 389-391.

14. Mohd-Salleh, M. B. and L. C. Lewist. 1982. Toxic effects of spore/crystal ratios of *Bacillus thuringiensis* on European corn borer larvae. J. Invert. Pathol. 39 : 290-297.

15. Morallo-Rejesus, B. 1985. Research advance and needs in the control of Asiatic corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guénée) , in the Philippines. Philipp. Entomol. 6(4) : 406-426.

16. Morallo - Rejesus, B., and P. A. Javier. 1985. Detasseling technique for the control of corn borer (*Ostrinia furnacalis* Guénée) . Philipp. Entomol. 6(3) : 287-306.

17. Sayers, A., R. H. Johnson, D. J. Arndt, and M. K. Bergman. 1994. Development of economic injury levels for European corn borer (Lepidoptera : Pyralidae) on corn grown for seed. J. Econ. Entomol. 87(2) : 458-464.

Assessment on Partial Spraying of *Bacillus thuringiensis* for the Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis*) Control in Sweet Corn Field[1]

Jih-Zu Yu[2]

Summary

A microbial insecticide, *Bacillus thuringiensis* Berliner, which is relatively low toxic to non-target organisms, was used to control the Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis* (Guénée)) in sweet corn field. Corn stalk and ear were the major plant parts received treatments recording to boring characteristics, and taking a preliminary assessment on the control efficacy. The results showed that the application of 5% Dursban granules at early whorl stage could reduce the injury of corn stalk and tassel by corn borer, however the yield of marketable ear and total yield did not increase in fall crop 1992. There was quite efficacy on corn borer control by applications of *B. thuringiensis* from 7-10 days before taselling until harvest. Partial treatment on the newly whorl leaf, silk, ear and comb base of corn plant could obtain the same satisfactory control of corn borer as whole-plant treatment in sweet corn, and save about two-third amount of *B. thuringiensis* insecticides and labor.

Key words: Partial spraying, *Bacillus thuringiensis kurstaki*, *Ostrinia furnacalis*.

1. Contibution No. 1819 from Taiwan Agricutural Research Institute.
2. Assistant, Department of Appiled Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究稿約

一、本刊爲臺灣省農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究報告及研究簡報。

二、來稿可用中文或英文撰寫，包括原稿一份及影本二份（內各附照片原圖）。稿件以未在其他刊物發表者爲限。稿紙以 A4紙張（長29.6公分，寬21公分）打字列印，每頁以不超過二十五行爲原則，上下應預留3公分，左右2公分空間，以便審查。

三、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本50本；彩色頁印刷及抽印本加印份數，由投稿人員負擔印製費用。

四、稿件格式請依以下說明繕打：

㈠第一頁爲中文稿之中英文題目、作者之中英文姓名；英文稿之英中文題目、作者之英中文姓名。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫；英文姓名：名字在前，姓氏在後，作者二人或二人以上，最後一人前加 "and" 字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen and Chyr-Guan Chern。

㈡第二頁爲中（英）文稿之中（英）文摘要與關鍵詞。中、英文摘要均不分段落。中文摘要以不超過五百字，英文摘要（Summary）以不超過三百字爲原則。關鍵詞（Key words）不能超過五個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫，其表示方法如 Key words：Heritability, Indirect selection.

㈢第三頁爲中(英)文稿之英(中)文摘要與關鍵詞。中、英文摘要與關鍵詞書寫方式比照上項辦理。

㈣第四頁爲臺灣省農業試驗所研究報告刊登之編號（編號謄空）、作者之註腳，如通信作者、發表場合、服務機關、及其他相關事項等，以小號數字表示順序。

㈤第五頁起爲本文，依序爲前言（INTRODUCTION）、材料與方法（MATERIALS AND METHODS）、結果（RESULTS）、討論（DISCUSSION）、誌謝（ACKNOWLEDGEMENTS，含計畫編號）、引用文獻（REFERENCES）、表、圖之說明（LEGEND）及圖，其中結果及討論兩項可合併爲「結果與討論（RESULTS AND DISCUSSION）」；研究簡報則不分章節，內容簡短，以不超過四印刷頁爲度（約6,000字）。農推、農經研究報告參考本方法書寫。

㈥表格應注意事項：

1. 表格應分別繕製，上方須有標題，並加表1（Table 1.），表2（Table 2.）等冠號。
2. 中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。
3. 表中加註，需以 z, y, x, ……等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依該縮小小寫字母逐次敍述。
4. 表格僅列橫線，直線全免。
5. 每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

㈦圖片及照片應注意事項：

1. 插圖（需爲封閉方格，正方形或長方形）以黑色墨水分別繪製在繪圖紙或描繪紙（白色透明紙）上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。
2. 圖中加註者，應於圖說明中註明。
3. 照片以光面紙爲原則，清晰度以縮小50%可判讀爲宜；多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明；顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面（25cm×18cm）爲宜。
4. 圖片及照片下方應有標題及說明，並加圖 1（Fig. 1.），圖 2（Fig. 2.）等冠號；中文稿應中英文併寫，力求簡短。
5. 照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。
6. 每一圖片應在文中標示清楚，以便對照。

(八)引用文獻注意事項：

1. 中、日文文獻以作者姓氏筆劃爲序，英文文獻以姓氏之字母爲序。中日韓英文併陳時，中文在前，日、韓文居次，英文隨後，其中作者相同，以年代爲序；同一作者同一年代之不同文獻，則增列 a, b, c 等區分。作者二位時，中、日、韓文文獻以〝和〞連接，英文文獻以〝and〞連接；作者三位或以上時，中、日、韓文文獻於第一作者後加〝等〞，英文文獻加〝*et al.*〞。
2. 英文稿內之引用文獻中若有原始文獻爲中文者，請採用英文；其他語文文獻，請自行轉譯爲英文。
3. 西文雜誌名須縮寫，其縮寫方式根據美國出版之 "Bilolgical Abstracts" 雜誌規定，中日文雜誌用全名。
4. 排序後之引用文獻前加註1，2，3……等序號；本文內容註明引用文獻出處時，直接以$^{(1)}$或$^{(1,2,3)}$等小號字表示。
5. 文獻的書寫範例如下：

(1)文獻出自學術性刊物

1. 陳隆澤、胡念才。1983。水稻品種（系）對稻熱病抵抗性反應之研究。中華農業研究 32：1—13。
2. Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse(in Chinese). J. Agric. Assoc. China 157：34—43.
3. Weng, J. H. 1992. CO_2 exchange characteristics of C_3 and C_4 vegetable crops in response to light and nitrogen (in Chinese) . J. Agric. Assoc. China 157：21—33.

(2)文獻出自著作性書籍

1. 楊清白。1980。家畜飼料學。74—108頁。藝軒。臺北。
2. Sung, J. M. 1991. Nitrogen Metabolism of Rice. p.100. Chinese Agronomy Press, Taipei.

(3)文獻出自編輯性書籍

1. Lo, W. S. 1991.The effect of calcium on nitrogen metabolism pp. 100—110. in: Biology of Rice. (Sung, J. M. and D. J. Liu, eds.) Chinese Agronomy Press, Taipei.

(九)文字敍述之號次以下列爲序：

1. 中文用：一、 (一) 1. (1) ①
2. 英文用：I. i A. a.

(十)單位採用 SI units 爲準，不另加中文。統計分析顯著性應加註說明。

(十一)生物學名應於下方加底線，以便排斜體字。

五、稿件內容務須依照上列規定格式書寫，並勿一稿兩投；本刊編輯委員保有修改與退稿之權利。

六、文稿經本刊接受後，由作者負責前二校；非經本刊同意不得轉載。

七、其他未盡事宜得隨時修正或補充。

中華農業研究

第四十四卷　目　次

王清玲、Larence A. Mound——臺灣常見之有害薊馬種類鑑定 ……344
何千里、盧煌勝——利用自交系檢定親鑑別玉米雜種優勢模式 ……242
何琦琛、羅幹成、陳文華——臺灣爲害經濟植物之葉蟎種類及
12種殺蟎劑對二種主要葉蟎之毒性測試 ……157
余志儒——甜玉米田間局部噴佈蘇力菌（*Bacillus thuringiensis*）防治
亞洲玉米螟（Ostrinia furnacalis）效果評估（簡報） ……517
吳永培——水稻穗構成性狀與粒質關係之研究 ……1
吳永培、賴永昌、利幸貞、陳一心——近紅外線分析技術定量甘藷塊根之一般成份 ……9
吳繼光、劉燕雪、簡宣裕——雞糞—鋸木屑堆肥微生物相變化之研究 ……297
吳繼光、劉燕雪、簡宣裕、譚增偉——不同輪作制度田微生物相之調查研究
I. 囊叢枝內生菌根菌與溶磷菌之變動 ……114
呂椿棠、呂秀英——試區形狀及方向對稻作田間試驗準確度之影響 ……403
呂椿棠、呂秀英、會東海——利用稻作均度試驗資料估計最適試區大小及重複次數 ……229
周樑鎰——臺灣小蓆蜂科（膜翅目）之分類 V. 折脈蓆蜂亞科與怒蓆蜂亞科（英文） ……174
周樑鎰、許洞慶——臺灣小蓆蜂科（膜翅目）之分類
VI. 喜悅蓆蜂亞科、滑胸蓆蜂亞科及刀腹蓆蜂亞科（英文） ……357
林俊義——利用色層分析與電泳法探討番茄聚血素與抗青枯病菌之關係（英文） ……430
林俊義、黃秀華——十字花科蔬菜抗根瘤病之研究 ……420
林郁進、張永勳、蔡新聲——黃耆類藥材之鑑定研究
I. 膜莢黃耆、蒙古黃耆與多序岩黃耆之辨僞 ……101
姜義展、魏夢麗、陳烈夫、劉大江——栽培密度對玉米生育及產量之影響 II. 子粒充實期 ……37
姚美吉、羅幹成——麥蛾對巴賽松之抗藥性研究 ……166
姚銘輝、陳　述、蔡金川、范明仁、梁連勝——人工模擬酸雨對大豆葉片之不同反應（英文） ……81
姚銘輝、漆匡時、蔡金川、梁連勝——人工模擬酸霧對三種冬季葉菜之傷害 ……72
范明仁、陳　述、杜金池——國家作物種原資訊系統 ……221
張清勤——「臺農13號」鳳梨 ……287
郭益全、偉伯比爾、史譚索詹姆士——白米直鏈澱粉含量與澱粉崩解黏度之雜種
優勢與組合力（英文） ……391
陳　述、胡凱康——玉米核酸逢機增殖多型性（RAPD）遺傳歧異分析系統之建立 ……251
陳加忠、林瑞松——溫室環境模式於花卉設施栽培之應用 ……484
陳加忠、曹之祖——電阻式稻穀水份計性能之檢測 ……313
陳加忠、曹之祖——微波爐應用於穀物含水率之量測研究 ……500
陳烈夫、呂秀英、呂椿棠、賴吉雄——水芋葉面積與乾物質生產之關係 ……59
陸龍虎、梁連勝、鄧永興——果樹樹型整修機田間試驗及改良 ……335
程永雄、杜金池——內生菌根菌 *Glomus clarum* 在西瓜、大豆之感染過程及菌根之形成（英文） ……126
黃惠娟、曹文隆、張愛華——春作綠肥作物適合性之評估 ……413
黃鑫家、陳雪姿、王自存——貯藏溫度與藥劑處理對蝴蝶蘭切花品質之影響 ……440
楊淑惠、王惠亮、王武彰——酸味種楊桃淹漬過程中有機酸及糖類變化之研究 ……135
溫宏治、許洞慶、陳秋男——螺旋粉蝨爲害損失與防治 ……147
溫英杰——柿品種評估暨改良 ……49
劉新裕、王昭月、劉慧瑛、宋麗梅——不同海拔與採收期對本省柴胡性狀、產量與成分之影響 ……258

蕭翌柱、陳威臣、呂佳宜、蔡新聲——臺灣金線蓮之組織培養 I. 改進種子萌芽率之研究……279
賴明信、楊純明、郭益全——水稻與陸稻在水田栽培下期作間生長及產量之差異 ……379
賴建洲、周廷弘、梁連勝——紅外線香菇乾燥與自動監控系統之建立 ……465
賴建洲、方　煒、謝建家——種子乾燥調製自動控制系統之建立 ……471
謝光照、何千里、盧煌勝——氮肥用量對玉米農藝性狀組合力及雜種優勢表現之影響……15
謝光照、盧煌勝——玉米、大芻草及其雜交種之分蘖性、再生能力與一些重要農藝性狀之研究……93
謝廷芳、杜金池——影響土壤添加物—AR3 防治百合白絹病之因子……457
魏夢麗、陳烈夫、姜義展、劉大江——栽培密度對玉米生育及產量之影響 I. 營養生長期 ……26

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

Contents of Volume 44, 1995

Chan,L.F., H.Y.Lu, C.T.Lu and C.H.Lai—Relationship between Leaf Area and Dry Biomass Production in Wetland Taro [*Colocasia eaculenta* (L.) Schott] ····59
Chang,C.C.— 'Tainung No.13' Pineapple····287
Chen,C.C. and C.T.Tsao—Moisture Determination of Rough Rice and Other Grains by A Microwave Oven····500
Chen,C.C. and C.T.Tsao—Performance of the Resistance Moisture Meters for Rough Rice····313
Chen,C.C. and R.S.Lin—Application of the Greenhouse Environmental Model on the Protected Culture for Floriculture ····484
Chen,S. and K.K.Hwu—Optimization of Random Amplified Polymorphic DNA Analysis System for Maize (*Zea mays* L.) Genetic Diversity····251
Cheng,Y.H. and C.C.Tu—Mycorrhizal Association of *Glomus clarum* with Watermelon and Soybean ····126
Chou,L.Y. and T.C.Hsu—The Braconidae (Hymenoptera) of Taiwan VI. Charmontinae, Homolobinae and Xiphozelinae ····357
Chou,L.Y.—The Braconidae (Hymenoptera) of Taiwan V. Cardiochilinae and Orgilinae ····174
Fan,M.J., S.Chen and C.C.Tu—National Plant Genetic Resources Information System of R.O.C ····221
Ho,C.C., K.C.Lo and W.H.Chen—Spider Mites Injurious to Economic Plants in Taiwan and the Toxicity of Twelve Acaricides to Two Major Species (Tetranychidae ; Acari) ····157
Ho,C.L. and H.S.Lu—Identification of Heterotic Patterns with Inbred Line Testers in Maize ····242
Hsieh,T.F. and C.C.Tu—Factors Affecting a Formulated Soil Amendment AR3 for Control of Southern Blight of Lily····457
Huang,C.C., H.T.Chen and T.T.Wang—Effect of Storage Temperature and Chemical Treatment on the Quality of *Phalaenopisis* Cut Flowers ····440
Huang,H.J., W.L.Tsaur and A.H.Chang—Assessment on the Feasibility of Spring Manure Cultivation ····413
Jiang,Y.J., M.L. Wei, L.F.Chan and D.J.Liu—The Effects of Planting Density on the Growth and Yield of Corn II. Grain—Filling Period····37
Kuo,Y.C., B.D. Webb and J. W. Stansel—Heterosis and Combining Ability of Amylose Content and Amylographic Breakdown Viscosity in Milled Rice (*Oryza sativa* L.) ····391
Lai,C.C., T.H.Chou and L.S.Liang—Infrared Drying of Shiitake Mushroom and the Development of a Data Acquisition and Control System ····465
Lai,C.C., W.Fang and C.C.Shieh—Development of an Automatic Control System for Seed Dryin ····471
Lai,M.H., C.M.Yang and Y.C.Kuo—Variation in Growth and Yield between Lowland and Upland Rice Varieties ····379

Lin,C.Y. and S.H. Huang—Studies on Resistance of Crucifers to Clubroot Disease Caused by *Plamodiophora brassicae* ····420
Lin,C.Y.—Chromatographic and Electrophorotic Separation of Lectin Preparation from Resistant and Susceptible Plants of Tomato to *Pseudomonas solanacearum* ····430
Lin,Y.C., Y.S.Chang and H.S.Tsay—Pharmacognostical Studies on Astragali Radix (I) Identification of *Astragalus membranaceus, A. mongbolicus* and *Hedysarum polybotrys* ····101
Liu,S.Y., J.Y. Wang, H.I.Liu and L.M.Song—Effects of Different Elevations and Harvesting Dates on the Characteristics, Yield, and Component of *Bupleurum* spp. in Taiwan ····258
Lu,C.T. and H.Y.Lu—Influence of Shape and Orientation of Plots on the Precision of Field Experiments with Rice ····403
Lu,C.T.,H.Y.Lu and T.H.Tseng—Estimation of Optimum Plot Size and Replicates Number Using Data from Rice Uniformity Trials ····229
Lu,L.H., L.S.Liang and Y.H.Teng—Experiment and Improvement of the Pruning Machine for Fruit Orchard ····335
Shiau,Y.J., U.C.Chen, C.Y.Lu and H.S.Tsay—Tissue Culture of *Anoectochilus formosanus* Hayata I. Studies on the Improvement of Seed Germination ····279
Shieh,C.J. and H.S.Lu—Studies on the Tillering, Ratoon Ability and Some Agronomic Characteristics in Maize, Teosinte and Their Hybrids ····93
Shieh,G.J., C.L.Ho and H.S.Lu—The Effect of Nitrogen Rate on the Combining Ability and Heterosis in Maize Traits ····15
Wang,C.L. and L.,A.Mound—Pictorial Key to the Pest Species of Thrips in Taiwan ····344
Wei,M.L., L.F.Chan, Y.J.Jiang and D.J.Liu—The Effects of Planting Density on the Growth and Yield of Corn I. Vegetative Growth Phase ····26
Wen,H.C., T.C.Hsu and C.N.Chen—Yield Loss and Control of Spiralling Whitefly (*Aleurodicus Dispersus* Russell) ····147
Wen,I.C.—Evaluation and Improvement of Persimmon ····49
Wu,C.G., Y.S.Liu and S.Y.Chien—Microbial Dynamics in Chicken Feces-Saw Dust Compost ····297
Wu,C.G., Y.S.Liu, S.Y.Chien and T.W.Tan—Microbial Succession in Different Rotation Cropping Systems I. Fluctuations of VA Mycorrhizal Fungi and Phosphate-Dissolving Microbes ····114
Wu,Y.P., Y.C.Lai, H.C.Lee and Y.S.Chen—Compositional Analysis of Sweet Potato Tuber by Near Infrared Reflectance Spectroscopy ····9
Wu,Y.P.—Studies on the Relationship between Characters of Panicle and Grain Quality of Rice (*O. sativa* L) ····1
Yang,S.H., H.L. Wang and W.C. Wang—Studies on the Changes of Organic Acid and Sugar Content of Carambola during Pickled Process ····135
Yao,M.C. and K.C.Lo—Phoxim Resistance in *Sitotroga Cerealella* Olivier in Taiwan ····166
Yao,M.H., K.S.Chi, J.C.Tsai and L.S.Liang—Damage on Three Leafy Vegetables in Winter by Simulated Acidic Fog ····72
Yao,M.H., S.Chen, J.C.Tsai, M.J.Fan and L.S.Liang—Differential Responses of Soybean Foliage to Simulated Acid Rain ····81
Yu,J.Z.—Assessment on Partial Spraying of *Bacillus thuringiensis* for the Asian cornborer (*Ostrinia furnacalis*) Control in Sweet Corn Field ····517

中華農業研究

第四十四卷　　第四期

中華民國八十四年十二月出版

發行人：林俊義

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）　王強生　呂秀英　郭益全　陳一心　楊純明　劉大江　劉新裕　蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）　王德男　沈再發　林昭雄　施昭彰　徐信次　曹幸之　劉政道　歐錫坤

農化組：連　深（主審）　王鐘和　吳繼光　郭鴻裕　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）　王惠亮　林正忠　張清安　程永雄　黃秋雄　蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）　王清玲　何琦琛　周樑鎰　陳炳輝　陳健忠　鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）　陳加忠　黃禮棟　顏欽崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 44, No. 4 Dec. 1995

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF : Ching-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)	Shen Lian (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)	Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)	Jin-Torng Peng (Plant Pathology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Chin-An Chang	Bing-Huei Chen	Chia-Chung Chen
Chien-Chung Chen	Yi-Shin Chen	Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng	Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo	Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu
Chiou-Hsiung Huang	Li-Duhng Huarng	Yih-Chuan Kuo
Cheng-Chung Lin	Chao-Hsiung Lin	Tsung-dao Liou
Dah-Jiang Liu	Huey-Ing Liu	Sin-Tie Liu
Hsiu-Ying Lu	Shyi-Kuan Ou	Tzay-Fa Sheen
Jau-Chang Shih	Wu-Hsiung Tsai	Shing-Jy Tsao
Hsin-Sheng Tsay	Chan-Sen Wang	Chin-Liang Wang
Chong-Ho Wang	Der-Nung Wang	Hui-Liang Wang
Chi-Guang Wu	Chwen-Ming Yang	Chin-Chung Yin

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853840054

Vol. 44, No. 4 Dec. 1995

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Variation in Growth and Yield between Lowland and Upland Rice Varieties ……Ming-Hsing Lai, Chwen-Ming Yang and Yih-Chuan Kuo…379
Heterosis and Combining Ability of Amylose Content and Amylographic Breakdown Viscosity in Milled Rice(*Oryza sativa* L.) ……Yih-Chuan Kuo, Bill, D. Webb and James, W. Stansel…391
Influence of Shape and Orientation of Plots on the Precision of Field Experiments with Rice ……Chun-Tang Lu and Hsiu-Ying Lu…403
Assessment on the Feasibility of Spring Manure Cultivation ……Huey-Jiuan Huang, Wen-Long Tsaur and Ay-Hwa Chang…413
Studies on Resistance of Crucifers to Clubroot Disease Caused by *Plamodiophora brassicae*……Chien-Yih Lin and Shiou-Hwa Huang…420
Chromatographic and Electrophorotic Separation of Lectin Preparation from Resistant and Susceptible Plants of Tomato to *Pseudomonas solanacearum* ……Chien-Yih Lin…430
Effect of Storage Temperature and Chemical Treatment on the Quality of *Phalaenopisis* Cut Flowers ……Chao-Chia Huang, Hsuen-Tzu Chen and Tsu-Tsuen Wang…440
Factors Affecting a Formulated Soil Amendment AR3 for Control of Southern Blight of Lily……Ting-Fang Hsieh and Chin-Chyu Tu…457
Infrared Drying of Shiitake Mushroom and the Development of a Data Acquisition and Control System ……Chien-Chou Lai, Tyng-Horng Chou and Lian-Seng Liang…465
Development of an Automatic Control System for Seed Drying ……Chien-Chou Lai, Wei Fang and Cheng-Char Shieh…471
Application of the Greenhouse Environmental Model on the Protected Culture for Floriculture ……Chia-Chung Chen and Ruey-Song Lin…484
Moisture Determination of Rough Rice and Other Grains by A Microwave Oven ……Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao…500
Assessment on Partial Spraying of *Bacillus thuringiensis* for the Asian corn borer(*Ostrinia furnacalis*)Control in Sweet Corn Field ……Jih-Zu Yu…517

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政中臺字第〇三〇九號登記爲雜誌交寄