農業研究

第二十一卷　第三期

目　次

密植度與氮肥量對水稻氮素含量稻穀產量及各種農藝性狀之影響……邱再發…… 151

水稻第一、二、三代雜交後裔若干農藝性狀之雜種優勢(英文)……張萬來、林恩輝…… 165

Opaque-2及floury-2基因對玉米粒重之影響……萬　雄、王　光…… 175

低温與矮脚尖葉片之紅化及其對光合成速率之影響(英文)……連　深…… 187

水稻紋枯病之系統性藥劑室內及田間防治試驗……洪雲卿、簡錦忠、朱啓魯…… 191

粒狀殺蟲劑防治葱潛蠅試驗……張良傳…… 203

洋菇覆土消毒方法試驗初步報告……温西濱、陳火塗…… 209

臺北市羅斯福路四段

臺灣省農業試驗所出版

中華民國六十一年九月

密植度與氮肥量對水稻氮素含量稻谷產量及各種農藝性狀之影響[1]

邱 再 發[2]

一、前 言

各種肥料中，氮肥對水稻生育及產量之影響最大。水稻吸收氮素的結果，可使分蘖增加，株高增長，葉片增大，而導至葉面積指數之增加。但氮肥超過某一程度時，因葉片互相遮陰及透光率減低，光合作用效率減低，而稻谷並不能平行的隨稻葉之增加而增加。稻谷增產的另一方法是密植栽培，關於水稻品種，密植度及氮肥之密切關連，在本省曾舉辦頗多田間試驗，謝全份等(1)報告密植增肥栽培所得增產之主要因素，爲單位面積總穗數或總粒數之增加，較穗重之效果爲大，因此認爲穗數型品種較適於密植栽培。張萬來等（2、3、4）舉行一連串試驗，探究水稻肥料分施與栽植密度對產量，產量構成因子及其它主要農藝性狀之效果，表示肥料分施之增產原因爲每穗粒數增加，密植增產乃得自單位面積總穗數之增加。一般試驗結果均顯示每株穗數可隨密植度增加而減少，所以單位面積總穗數由密植度及氮肥量之互相影響而決定。張萬來（5）認爲密植度與氮肥量爲決定稻谷產量之兩個重要因素，但前者之影響力較後者小，密植增加四倍時僅得5％增產，而氮肥量增加兩倍時，可增產10至20%。田中（6）報告水稻在氮肥過多之情形下，因互相遮陰及呼吸作用的提高，可引起減產。田中（7）並指出密植度更密時，單位面積穗數增加，但穗重減少。因有此兩種相反效果，水稻品種各有其適當的密植度。氮肥效應高的品種比低的品種其適當密植度爲較密，氮肥效應低之品種在早期已有光線及氮素之爭取，一般水稻氮肥施用過多時，會增加葉面積指數及遮陰而減少透光率，致對稻谷產量之影響非常大。

本省過去水稻密植氮肥試驗，僅使用少數品種在某一地點舉行，對現在各地栽培之推廣品種尚缺乏資料。又密植氮肥處理如何影響水稻氮素含量，葉面積指數及透光率，尚未進行調查。爲究明上述問題及各地優良水稻品種之適當密植度及氮肥量，使用現行推廣品種在全省北、中及南部同時舉行本試驗，以利稻谷增產改進。

二、試驗材料及方法

試驗設計：兩個品種，三平準氮肥量，三種密植度之因子組合，共爲 18 個處理，5重複，共90小區，雙裂區設計，品種爲主區，氮肥量爲第一副區，栽植密度爲第二副區，品種主區面積爲 90m² 氮肥處理面積爲 30m² 密植處理區面積爲 10m² 。在臺北縣樹林、桃園縣中壢、彰化縣員林、高雄縣烏松四個地點，於59年第一期作及第二期作進行田間試驗。

試驗處理：品種：各試驗地選擇兩個品種即樹林（臺南5號、臺北 309號），中壢（臺南5號、新竹56號），員林（臺南5號、臺中184號），高雄（臺南5號、高雄137號）。

本試驗蒙中正科學技術研究講座基金董事會補助，農復會蘇楠榮技正惠予指導，及田間試驗得新竹、臺中、高雄區各農業改良場土壤肥料股股長蘇春濤、王錦堂、鄒運豐諸位先生之協助，謹此誌謝。

1.試驗報告農試字第五六二號

2.臺灣省農業試驗所技正

（二）氮肥量　三平準

		N_1	N_2	N_3
N kg/ha	第一期作	100	130	160
	第二期作	80	110	140

氮肥全部使用尿素，磷鉀肥使用過磷鈣及氯化鉀（以 P_2O 及 K_2O 各施用 60 及80 kg/ha）。

（3）三種密植度　S_1 25cm×20cm（約63欉／坪）
S_2 30cm×13cm（約78欉／坪）
S_3 25cm×12cm（約105欉／坪）

調查項目：以經常方法調查分蘖、株高、谷藁產量之外，葉面積指數 Leaf Area Index（LAI）以葉片晒藍圖方法（8）第一期作插秧後10週至14週，第二期作插秧後 8 —12週期間，到各試驗地取樣測定之。透光率 Light Transmission Ratio（LTR）以使用光度計 Photometer（Zeiss Ikon IKOPHOT CD）測定水稻植株上面及植株下地面之光度量 EV, 然後算出兩光度量之相差 △EV,，以 $I/I_0=2^{-\Delta EV}$ 公式計算植株上面光線强度 I_0 及植株下面光線强度 I 之透光率 LTR（%）$=I/I_0\times100\%$。葉面積調查用之葉身樣本及收獲物谷藁樣本，以微量擴散法（9）分析含氮量。

三、試驗結果

各地之兩個試驗品種，使用近來較受農民歡迎的臺南 5 號及當地之優良品種，如臺北 309號、新竹56號、臺中184號、高雄137號。表 1 及 2 之稻谷產量結果，可知各地之兩個品種間稻谷產量並無多大差異，又兩品種對密植度及氮肥量之效應亦表現大略相同之傾向（10）。因此將兩品種產量平均，查看密植度與氮肥量對稻谷產量之交感作用，列於圖 1 及 2。由四處試驗地之平均結果，可知產量在氮肥少量（N 量第一期作100，第二期作 80kg/ha）之下，隨密植度增加（25cm×20cm 至 25cm×13cm）而增加，在氮肥多量（N 量第一期作160,第二期作 140kg/ha）之下，密植度對產量之影響不大。同樣的密植度較疏（25cm×20cm）時，產量隨氮肥量之增加而增加，但在密植度較密時（25cm×13cm）氮肥量增加對產量之影響不大。此傾向在第二期作不甚明顯，因第二期作一般產量均爲低落，密植度或氮肥量對產量效應甚低。

三種密植度（代號 S）及三平準氮肥量（代號 N）之因子組合 9 個處理區，(1)N_1S_1(2)N_1S_2, (3)N_1S_3(4)N_2S_1(5)N_2S_2(6)N_2S_3(7)N_3S_1(8)N_3S_2(9)N_3S_3 在兩個品種，四處試驗地，及兩期作試驗，全部共有 144個處理區。其中每 9 個處理中表現谷產量較高之三個處理區（如表 1 及 2 高產量處理區有劃線），所謂高產量處理區全部共有48個，而分別將其個別處理之高產量次數即頻度列於圖 3。其結果顯示（N_2S_2）處理，即氮量第一期作 N130, ，第二期作 N110kg/ha 密植度 30cm×13cm 之處理，獲得高產量的機會最大。密植度 30×13cm 適爲機械插秧機之栽植密度。在此種密植度下再配合提高氮肥量時，本省水田可獲得增產。

稻谷產量以地點不同而差異很大，由北部到南部其產量有增高的趨勢。兩品種之平均產量在樹林、中壢、員林及高雄第一期作各爲4.52、4.66、6.45及6.80公噸／公頃，第二期作各爲4.05、4.13、5.17及3.66公噸／公頃。平均產量第一期爲5.60，第二期爲4.52公噸／公頃。

密植度與氮肥量對株高及每株穗數之影響，在各品種各處試驗地均表現相似的傾向，將其平均結果列於圖 4 及 5。在同平準氮肥量下；密植度越密，株高越低，在相同密植度下，氮肥量越多，株高越高，氮肥量比密植度對株高的影響較大。每株穗數受密植度之影響甚大，即密植度愈密，穗數越少。隨氮肥量之增加，穗數亦有增加，尤其在密植度較疏，氮肥量對穗數增加之傾向較爲明顯。

表1　第一期作兩個品種之密植度與氮肥量對稻谷產量之影響

（谷產量　公噸／公頃）

Table 1. Effect of plant spacing and nitrogen level on grain yield of two varieties in the lst crop (Grain yield M.T./ha)

地點 Locality	品種 Var. / 氮肥量 N / 密植度 S	臺南5號 (Tainan 5)				臺北309號 (Taipei 309)			
		N_1(100)	N_2(130)	N_3 (160)	平均mean	N_1(100)	($N_2$130)	N_3 (160)	平均mean
樹林 Sulin	$S_1$25×20cm	4.31	4.37	4.51	4.40	4.34	4.51	4.43	4.43
	$S_2$30×13cm	4.64	4.70	4.65	4.66	4.51	4.84	4.70	4.58
	$S_3$25×12cm	4.52	4.46	4.42	4.47	4.50	4.45	4.43	4.46
	平均 mean	4.49	4.51	4.53	4.51	4.45	4.60	4.52	4.52
		臺南5號 Tainan 5				新竹56號 Hsinchu56			
中壢 Chungli	$S_1$25×20cm	4.46	4.64	4.78	4.63	4.46	4.30	4.58	4.45
	$S_2$30×13cm	4.52	4.62	4.82	4.66	4.58	4.80	4.56	4.65
	$S_3$25×12cm	4.74	4.82	4.84	4.80	4.52	4.84	4.82	4.73
	平均 mean	4.57	4.70	4.81	4.69	4.52	4.65	4.65	4.60
		臺南5號 Tainan 5				臺中184號 Taichung184			
員林 Yuanlin	$S_1$25×20cm	6.34	6.45	6.81	6.53	6.05	6.30	6.55	6.30
	$S_2$30×13cm	6.37	6.42	6.58	6.46	5.81	6.41	6.36	6.17
	$S_3$25×12cm	6.44	6.65	6.64	6.58	6.55	6.53	6.78	6.62
	平均 mean	6.38	6.51	6.68	6.52	6.14	6.41	6.56	6.37
		臺南5號 (Tainan 5)				高雄137號 Kaohsiung137)			
高雄 Kaohsiung	$S_1$25×20cm	6.37	6.68	6.88	6.64	6.59	6.74	6.84	6.72
	$S_2$30×13cm	6.64	6.94	7.25	6.94	6.73	7.10	6.89	6.91
	$S_3$25×12cm	6.69	6.74	7.02	6.82	6.67	6.93	6.69	6.73
	平均 mean	6.57	6.79	7.05	6.80	6.66	6.92	6.81	6.80

註：有劃線的數字，表示9個處理區中，得較高產量之3個處理區之產量。

Note: The figures with underline show the yield of the 3 higher yielding plots among 9 treatment plots.

表 2　第二期作兩個品種之密植度與氮肥量對稻谷產量之影響

（谷產量　公噸／公頃）

Table 2. Effect of plant spacing and nitrogen level on grain yield of two varieties in the 2nd crop (Grain yield M. T./ha)

地點 Locality	品種 Var. / 氮肥量 N / 密植度 S	臺南 5 號 Tainan 5				臺北 309 號 Taipei 309			
		N_1 (80)	N_2(110)	N_3 (140)	平均mean	N_1 (80)	N_2(110)	N_3 (140)	平均mean
樹林 Sulin	$S_1$25×20cm	4.14	3.93	3.96	4.01	3.89	4.14	4.04	4.02
	$S_2$30×13cm	3.95	4.10	4.13	4.06	4.26	4.20	4.30	4.25
	$S_3$26×12cm	3.81	4.05	3.93	3.93	4.07	3.86	4.01	3.98
	平均 mean	3.97	4.03	4.01	4.00	4.07	4.07	4.12	4.09
		臺南 5 號 Tainan 5				新竹 56 號 Hsinchu56			
中壢 Chungli	$S_1$25×20cm	3.96	4.04	4.18	4.06	3.98	4.22	4.14	4.11
	$S_2$30×13cm	4.14	4.40	4.32	4.29	4.24	4.16	4.14	4.18
	$S_3$25×12cm	4.02	4.18	4.08	4.09	3.98	4.10	3.96	4.01
	平均 mean	4.04	4.21	4.19	4.15	4.07	4.16	4.08	4.10
		臺南 5 號 Tainan 5				臺中 184 號 Taichung184			
員林 Yuanlin	$S_1$25×20cm	4.94	5.43	5.40	5.26	5.00	5.21	5.33	5.18
	$S_2$30×13cm	4.75	5.10	5.27	5.04	4.84	5.21	5.03	4.96
	$S_3$25×12cm	5.17	5.46	5.43	5.36	5.10	5.24	5.34	5.23
	平均 mean	4.96	5.33	5.37	5.22	4.89	5.15	5.23	5.12
		臺南 5 號 Tainan 5				高雄 137 號 Kaohsiung137			
高雄 Kaohsiung	$S_1$25×20cm	3.71	3.78	3.72	3.74	3.53	3.53	3.35	3.34
	$S_2$30×13cm	3.77	4.04	3.93	3.91	3.62	3.82	3.56	3.67
	$S_3$25×12cm	3.71	3.82	3.78	3.77	3.41	3.33	3.32	33.5
	平均 mean	3.73	3.88	3.81	3.81	3.52	3.56	3.41	3.50

註：有劃線的數字表示 9 個處理區中，得較高產量的 3 個處理區之產量。

Note: The figures with underline show the yield of the 3 higher yielding plots among 9 treatment plots.

圖 1　第一期密植度與氮肥量對稻谷產量之交感作用

Fig. 1. Plant spacing x nitrogen level interaction for grain yield, 1st crop

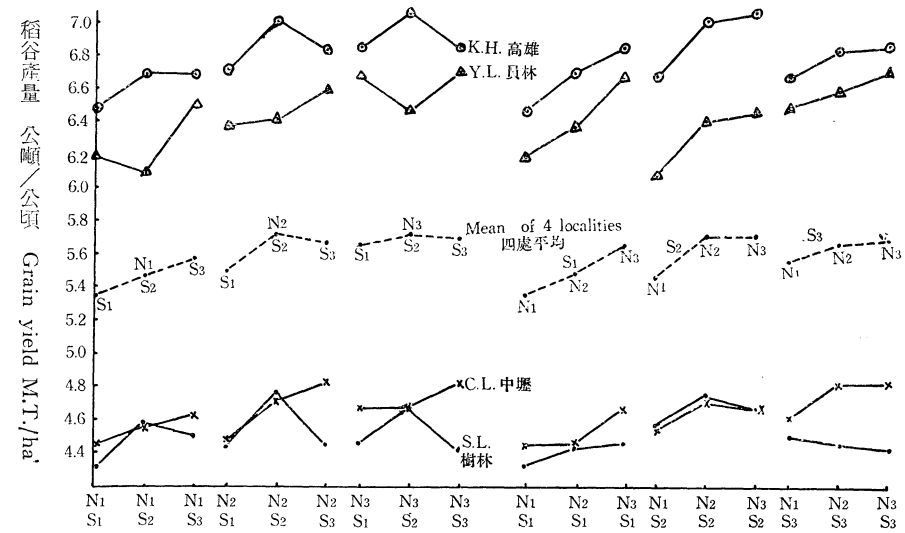


圖 2　第二期作密植度與氮肥量對稻谷產量之交感作用

Fig. 2. Plant apacing x nitrogen lovel interaction for grain yield, 2nd crop

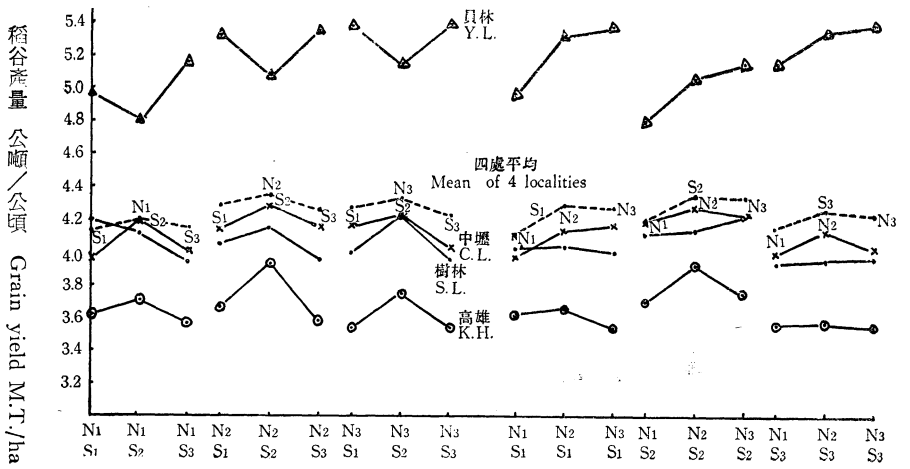


圖3　高產量處理區之頻度（總區數144,高產量區數48）

Fig. 3. The frequency of the higher yield plots of treatment (Total number of plots 144. number of the higher yield plots 48)

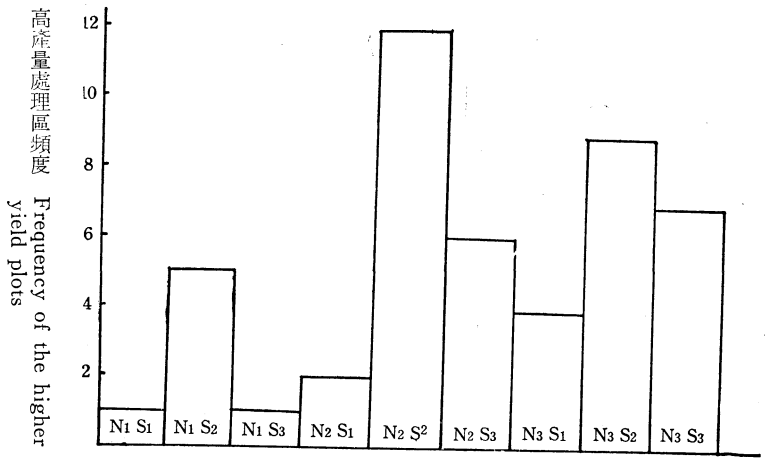


圖4　密植度與氮肥量對水稻株高之影響

Fig. 4. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on the plant height

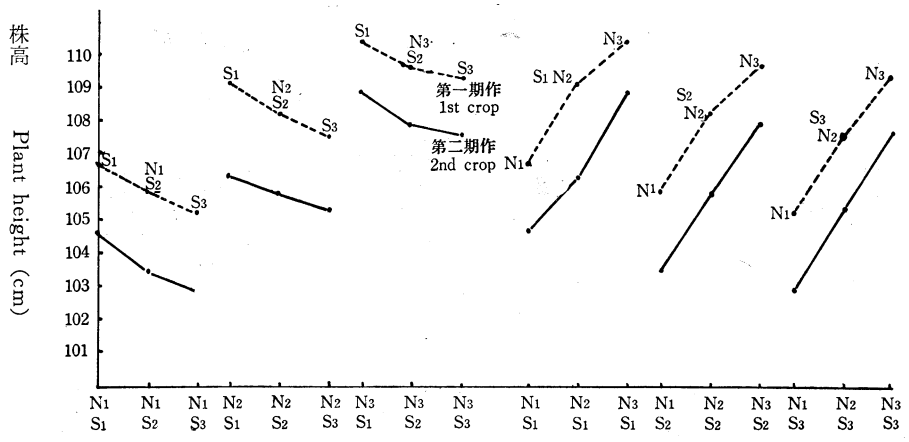
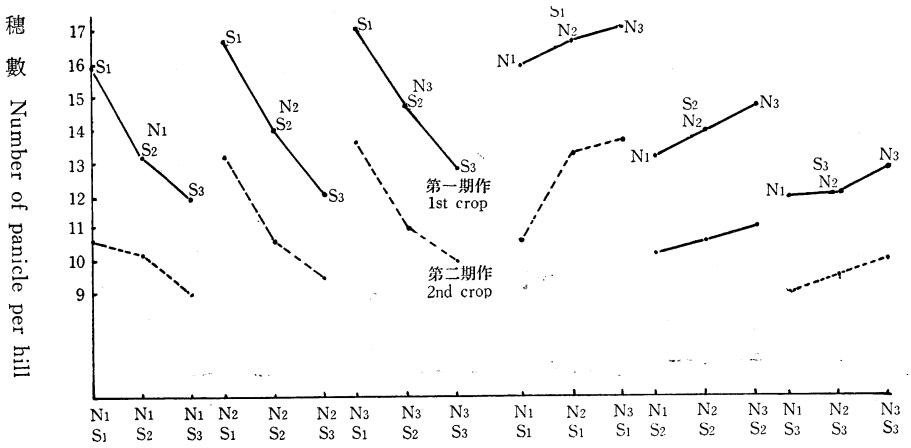


圖5　密植度與氮肥量對每株穗數之影響

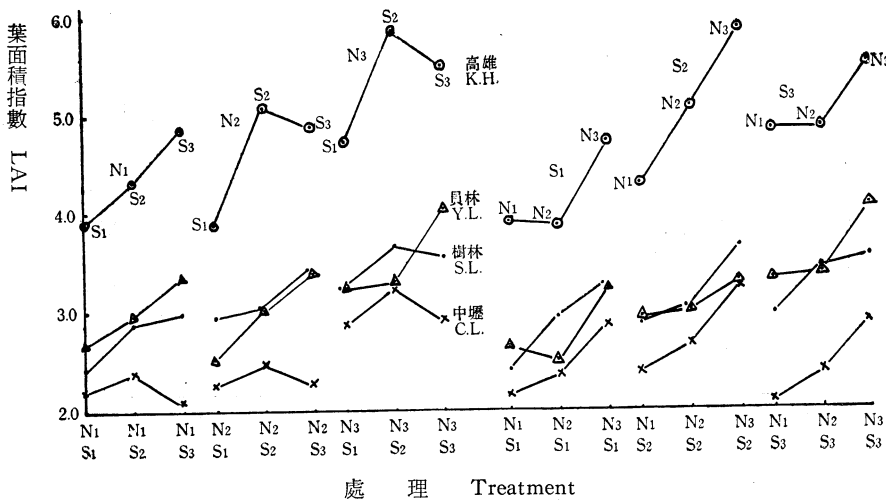
Fig. 5. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on the number of panicle per hill



水稻葉面積因生育日期及生育情形之不同，各試驗地之葉面積指數差異甚大。在樹林、中壢、員林、高雄四處試驗地第一期作插秧後各爲 69天、91天、81天、100天在第二期插秧後各爲84天、82天、55天、53天。採取水稻樣本，取葉身部位晒藍圖，切開葉身藍圖紙及秤量其紙重，葉身乾重而計算葉面積指數(LAI)，因兩品種間之葉面積指數相差不大，將其平均結果列於圖 6 及圖 7 。結果顯示第一期作 LAI 最高爲5.87在高雄，最低爲2.09、在中壢；第二期作 LAI 最高爲4.41、在員林，最低爲1.70，在中壢。氮肥量及密植度對 LAI 之影響各該試驗稍有不同，但 LAI 之一般秩序爲氮肥量少時， LAI 隨密植度增加 (25×20，30×13，25×12) 而增加，氮肥中量或多量時， LAI 常在密植度 S_2 (30×13) 爲最高，密植度更密 S_3 (25×12) 時 LAI 反而減少。氮肥量對 LAI 之影響更爲明顯，一般在任何密植度， LAI 均隨氮肥量之增加而增加，即氮肥量最多 (一期作 N160, 二期作 N140kg/ha) 時，LAI 爲最高。

圖6　密植度與氮肥量對第一期作水稻葉面積指數 (LAI) 之影響

Fig. 6. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Leaf Area Index (LAI), lst crop



水稻之透光率 (Light Transmission Ratio, LTR%=$I/I_0\times100\%$) 之測定結果列於圖 8 及 9，一般水稻透光率均隨密植度或氮肥量之增加而減低，可知密植或多施氮肥均引起水稻互相遮陰而影響水稻株植之透光率。

圖 7　密植度與氮肥量對第二期作水稻葉面積指數 LAI

Fig. 7. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Leaf Area Index, 2nd crop

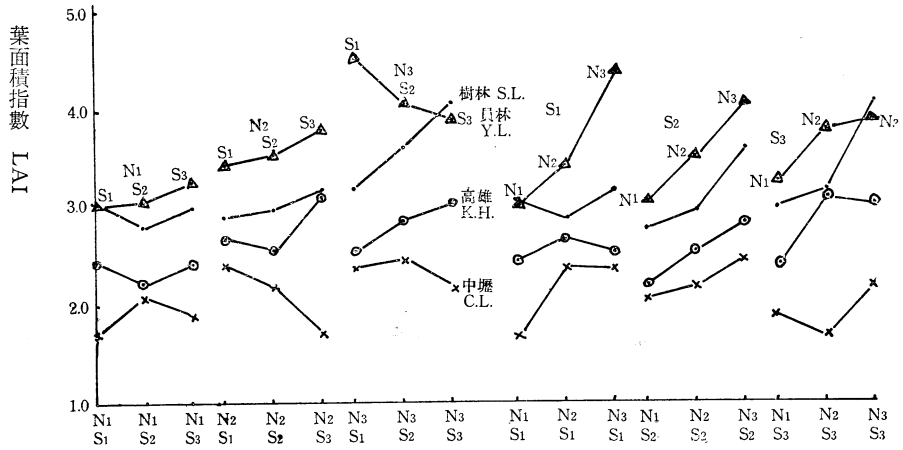


圖 8　密植度與氮肥量對第一期作水稻透光率 (LTR%) 之影響

Fig. 8. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Light Transmission Rate, 1st crop

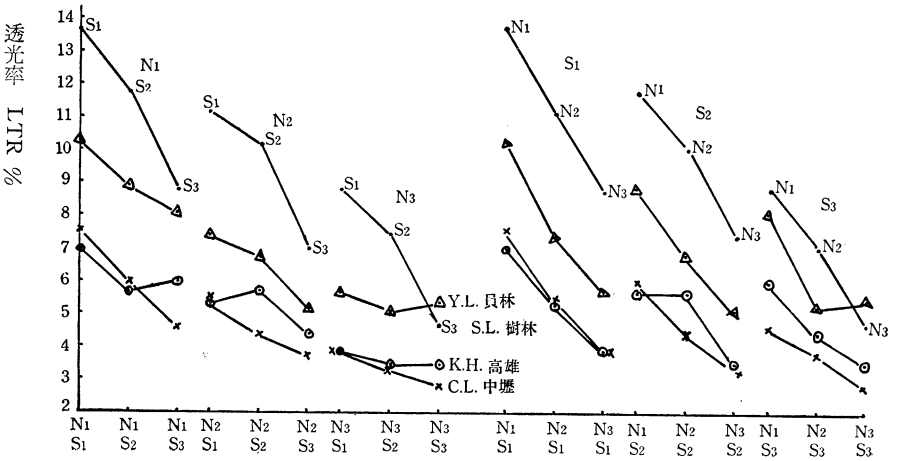
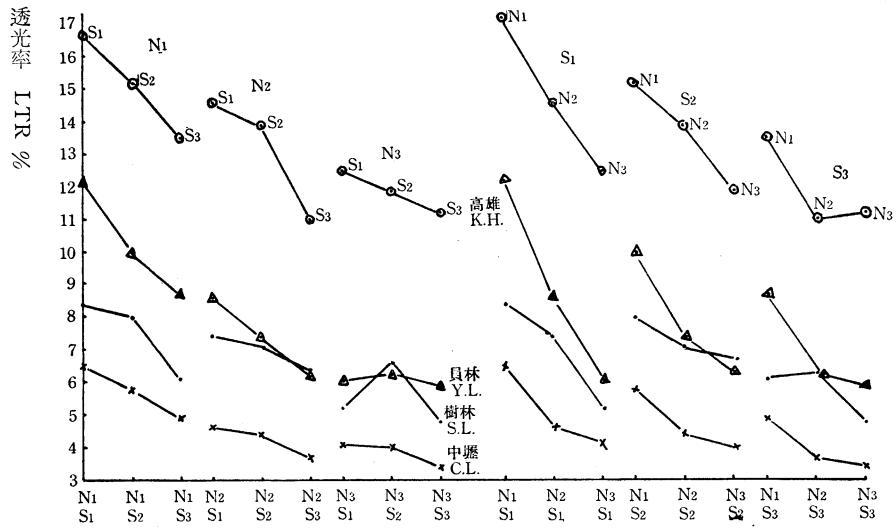


Fig. 9 Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Light Transmission Rate, 2nd crop

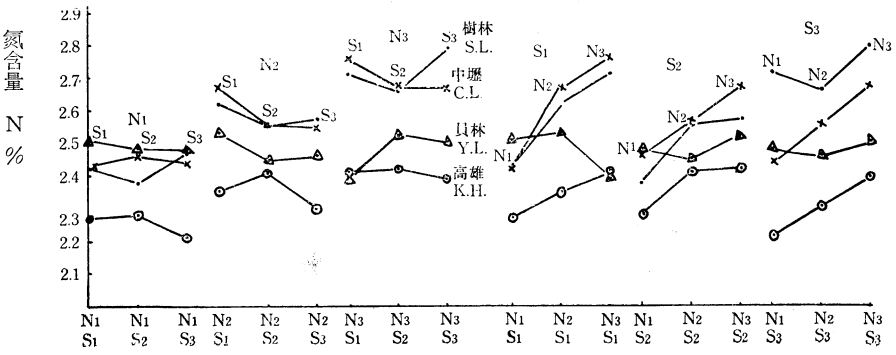


葉身氮含量之兩種品種平均結果列於圖10及11。葉身氮含量在兩品種間之差異不大，但各地點間之差異甚大。因葉面積調查時之葉身樣本作爲氮分析材料，而其取樣日期在各地之水稻生育日期相差約一月，一般水稻氮含量隨其生長日期漸漸減低。

密植度對此時期之葉身氮含量影響較小，隨密植度的增加（由25×20cm,30×13cm, 至25×12cm）平均葉身氮含量僅稍有減低，即第一期各爲2.61%，2.48%，2.49%，第二期各爲2.84%，2.80%，2.79%。氮肥量對葉身氮含量之影響甚爲明顯。第一期作隨氮肥量之增加由（100、130至160Nkg/ha）葉身氮含量各爲2.40%，2.50%，2.57%。第二期作之氮肥量增加（由80、100至140Nkg/ha）時，其氮含量爲2.70%，2.81%，2.93%。

圖 10. 密植度與氮肥量對第一期水稻葉身氮含量之影響

Fig. 10. Effect of the plant spacing and nitrogen level on the N content of leaf blade of rice, 1st crop



水稻收穫物谷及藁之氮含量，不同期作及地點差異頗大，密植度增加並不影響收穫物之氮含量，兩品種間之氮含量差異亦小。氮肥量之增加很明顯的可提高收穫物之氮含量，如圖12。三個平準氮肥量各稻藁之平均氮含量爲 0.77%，0.82%，0.87%，其指數各爲 (100) 、(106) 、(113) ，即氮多量施用比少量者其藁氮含量之增加率爲13%，各氮肥平準之谷氮含量爲1.17%，1.22%，1.27%，其指數各爲 (100) 、(104) 、(109) ，即氮多量施用谷氮含量增加率爲 9 %。

圖 11. 密植度與氮肥量對第二期水稻葉身氮含量之影響

Fig. 11. Effect of the plant spacing and nitrogen level on the N content of leaf blade of rice, 2nd crop

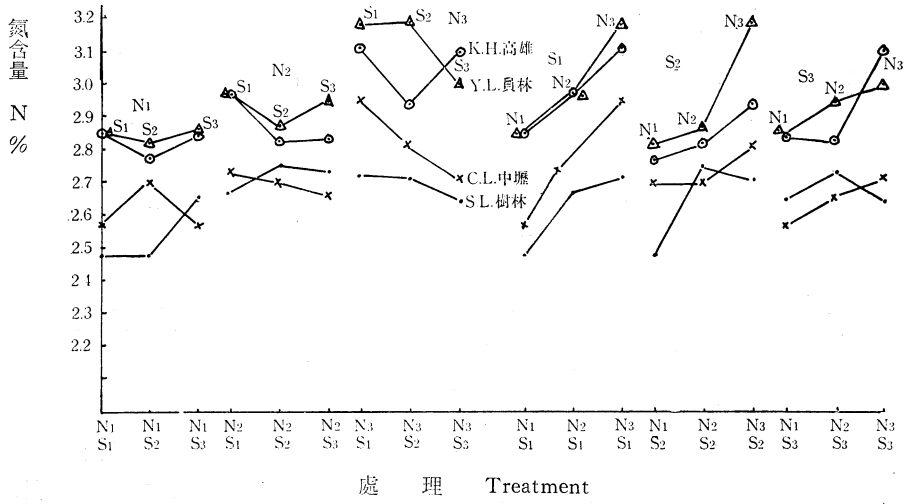
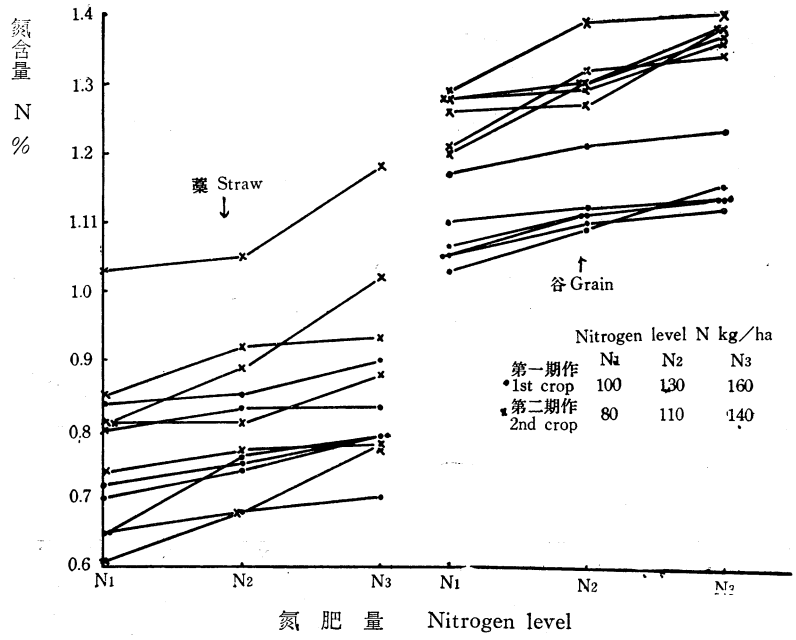


圖 12. 在兩期作水稻之谷藁氮含量與氮肥量之關係

Fig. 12. Relationship between nitrogen content (%) of straw and grain and nitrogen level treatment in the two crops



四、討　論

田中（7）報告氮肥效應高的比低的品種，其最適密植度更密，氮肥效應在密植度較疏時比較密時爲大。氮肥效應品種間之差異，在較密之密植度下較明顯，不過田中用來比較的品種爲矮性的臺中在來1號及株長多葉的 Peta,，又其株型有很大的不同，所以對密植度及氮肥之效應品種間有明顯的差異。

本試驗所使用之蓬萊種水稻臺南5號及各地參試之優良品種，臺北309號、新竹56號、臺中184號、高雄 137號，其株型、產量或其它農藝性狀均頗相似，所以品種與密植度之間，或品種與氮肥量之間均無顯著的交感作用，即各品種對密植度及氮肥量之效應均表現相似的傾向。本試驗結果顯示（表1、2及圖3）不論品種或地點，只要密植度在30×13cm及氮肥量第一期作 130Nkg/ha,，第二期作 110Nkg/ha 之條件下，得最高產量之機會最大，由此得知本省慣行之水稻密植度過於稀疏，需要實行更密之密植度，如現行之機械插秧機密植度 30×13cm ，以利增產。張萬來 (5,11) 使用臺南3號及嘉農 242 號辦理水稻寬行密植試驗，結果顯示密植度 30×10cm 配合氮肥160Nkg/ha，或密植度30×5cm 配合氮肥 120N kg/ha 時，可得最高產量，而品種間對密植及氮肥效應並無差異。許東暉及楊方平 (12,13) 亦指出水稻更密植之栽培可得增產，三種密植度的試驗結果，其產量之順序爲 27×6cm＞27×12cm＞27×18cm 。故本省一般結果均顯示增加密植度的需要，而指出過去忽略密植度而影響稻谷產量。

稻谷產量爲單位面積穗數與每穗重量之乘積（7）。一般而言增加密植度可增加單位面積穗數，但達到某一程度之密植度，因每株穗數之急驟減少（如圖5），單位面積穗數不能繼續增加，又隨密植度之增加，每穗重量會減少，因有如此相反效果，在同一氮肥量之下達到最高產量有其最適 (Optimum) 密植度。由圖1可知氮肥少量 N_1 (100Nkg/ha) 時，達到最高產量之最適密植度爲 S_3 (25×12cm)，但在氮肥中量 N_2 (130Nkg/ha) 或多量 N_3 (160Nkg/ha) 時，其最適密植度爲 S_2 (30×13cm)。雖然過去在不同條件下之密植試驗結果 (11，12，13) 顯示以最密之密植度處理爲最高產量，未曾得最適密植度，本試驗結果最高產量之條件在全省四處平均結果爲 S_2N_3 處理，當可作爲本省稻作改進之建議。

如圖1及2，氮肥對產量之影響在較疏之密植度 (S_1) 比較密之密植度 (S_3) 爲大，如在較疏密植度 (S_1) 之下，第一期及第二期作氮肥之多施 (N_3 比 N_1) 各得6％及3％之增產，但在較密密植度 (S_3) 下，僅各得2％增產。田中（7）亦報告同樣現象。理論上氮肥有兩種效應，即增加穗數及增加穗重 (14)。吉田 (15) 進行品種 IR8 之試驗而報告增加氮肥量時，單位面積穗數增加，但其他產量構成要素不變，即氮肥增產效果之原因爲單位面積穗數之增加。吉田另研究六個品種因密植處理影響產量構成要素之變異系數，指出單位面積穗數之變異最大，每穗粒數次之，稔實率及千粒重之變異甚小。本省之試驗結果（1、5）顯示，密植多肥所增產之主要因素爲單位面積穗數的增加。張萬來（5）在其試驗環境下指出氮肥之多施，比密植度之增加，對稻谷增產更爲重要。一般都明瞭過多氮肥引起減產。田中（6）指出氮多量時遮陰本身之影響使稻谷減產，又多氮時可增加呼吸作用速率 (Respiratory rate)。水稻葉片有光合作用（乾物生產）及呼吸作用（乾物消耗），即對乾物生產有相反之兩作用，光合作用之同化量隨葉面積增大而增加，但葉面積大到某程度時，因葉片互相遮陰，受光能率降低，同化量不再隨葉面積增大而比例增加；另方面呼吸消耗量隨葉面積之增大而比例增加，故乾物生產量是在最適葉面積指數 Optimum Leaf Area Index (LAI) 下達到最高，LAI 更大時即減產。一般學者認爲水稻在某種受光能量之下，有其達到最高產量之最適 LAI，但據吉田之研究 (16)，水稻品種 IR8 之 LAI 達到6時，稻谷產量最高，LAI 超過6以上至 12時，其產量並不降低而維持同水準產量，即 IR8 並無最適 LAI, 而有其臨界 (Critical) LAI，達到其最高生長率 (Maximum crop growth rate)。LAI 受單立面積分蘖數，每蘖子之葉數，及平均每葉面積

所影響。 LAI 受氮肥量或密植度之增加而增大（7）如圖7及8，氮肥量及密植度增加使 LAI 增大而氮肥量對 LAI 之影響比密植度爲大。 LAI 越大，乾物總生產量越大，即有正相關關係，但乾物總生產量不一定與稻谷產量有正相關，按 LAI 過大時，因遮陰而引起減產。

遮陰之程度可以用透光率表示，透光率（LTR）是植株下地面上之光線强度 I 與植株上面光線强度 I_0 之比率 $(I/I_0\times100\%)_0$ LTR 與 LAI 有如次公式， $LTR=e^{-K\cdot LAI}$ 之負的對數關係，即 LAI 愈大，LTR 以對數的比例愈小（14），如圖8及9可知隨密植度或氮肥量增加，透光率減少，即密植或氮肥影響遮陰甚大，並可明瞭密植過密或氮肥過多所引起減產，是由於透光率減少，遮陰過多之關係。關於本省水稻之最適透光率（LTR）及最適葉面積（LAI）如何，需要進一步探究。

過去的研究報告（17）表示施用氮肥可提高水稻之氮含量及光合作用效率而對稻谷增產有利，光合作用效率是決定作物生產能力（Productivity）之主要因素。葉身氮含量越高，光合作用效率亦越高，如圖10及11，葉身含氮量隨氮肥量之增加而增加，隨密植度的增加而稍有減少但不明顯。田中（7）報告稻葉之氮含量隨氮肥量之增加而增加，隨密植度的增加而減少。這種傾向隨水稻生育期而變不明顯。至於生育後期，其氮含量差異不大。本試驗水稻收穫物氮含量不受密植度的影響，但氮肥量尙明顯的影響其氮含量（圖12）。吉田（15）報告分蘖期葉身氮含量4％分蘖旺盛，2％分蘖停止，2％以下分蘖減少。田中（7）報告，任何時期之稻藁氮含量對稻谷產量並無相關關係。本試驗僅探求密植與氮肥對水稻氮含量之影響，至於水稻氮營養與稻谷產量之複雜關係，尙待將來詳細研究。

五、摘　要

爲探求本省各地優良水稻品種，臺南5號、臺北 309號、新竹56號、臺中184號、高雄137號之最適密植度及氮肥量，於民國59年第一期作及第二期作在樹林、中壢、員林、高雄四處辦理本試驗。各試驗地使用兩品種，三平準氮肥量，第一期作 100, 130, 160 Nkg/ha，第二期作 80, 110, 130N kg/ha，三種密植度 25×20cm, 30×12cm, 25×12cm, ，以裂區設計進行田間試驗。

1.各地兩品種對密植及氮肥均表現相似的效應。各試驗地之平均結果，顯示密植度 30×13cm 配合氮肥量第一期作130，第二期作 110N kg/ha 時可得最高產量。與疏密植及氮少量比較時，稻谷增產第一期作可得7％，第二期得5％。

2.在同平準氮肥量下，密植越密，株高越低，在相同密植度下，氮肥量越多，株高越高。隨密植度增加每株穗數減少，隨氮肥量增加每株穗數增加，尤其在密植度較疏之下，氮肥量對穗數之增加傾向較爲明顯。

3.葉面積指數在氮肥少量時，隨密植度增加而增加，氮肥中量或多量時，葉面積指數在密植度30×13cm 最高，在 25×12cm 時反而減低。在任何密植度之下，葉面積指數均隨氮肥量之增加而增加，即氮肥多量（一期160，二期 140Nkg/ha）時爲最高。

4.水稻透光率隨密植度或氮肥量之增加而減低，可知密植或氮肥均對水稻之互相遮陰，影響頗大。

5.出穗前水稻葉身含氮量及收穫物谷藁之氮含量受密植度之影響較小，但隨氮肥量之增加而明顯的增加。

六、引用文獻

1.謝全份、高樹、江忠（1966）水稻不同栽植密度，肥料量及栽培方式對產量之影響：農業研究15：4，7—21.

2.張寓來、楊遜兼（1934）水稻肥料分施與栽培密度對產量，產量構成因子，及其它農藝性狀之效果（I）及（II）。農業研究13：1，16—29及13：4，1—10

3.張萬來、楊遜謙（1964）同上（Ⅲ）農業研究15：1，1—7.
4.張萬來（1965）栽植密度對水稻產量構成因素之效果。農業研究14：4，19—27.
5.張萬來（1968）水稻品種對栽植密度及氮素肥料之效應。農業研究17：4，1—18.
6. Tanaka, A.(1965) Annual Report Inter. Rice Res. Institute P.26 Mutual Shading & lodging
7. Tanaka, A. et al (1964) Growth habit of the rice plant in the tropics and its effect on nitrogen response. IRRI Tech. Bull. No 3.
8. Yoshida, S. et al (1971) Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. P59, IRRI.
9.李蘭帝（1966）大量植物樣本氮、磷、鉀迅速測定法。農業研究15：2，1—5.
10. 農林廳彙編五十九年度土壤肥料試驗研究報告：農試所、新竹區、臺中區、高雄區農改場—水稻品種在不同土壤，密植下氮肥需要量之研究。
11. 臺北區農業改良場54、55、56年度水稻寬行密植試驗報告（油印資料）
12. 許東暉、楊方平56年度栽植密度及每穴苗數之品種試驗報告（農試所農藝系油印資料）
13. 許東暉、楊方平56年度秈稻不同肥料與插植密度對產量影響試驗。（農試所農藝系油印資料）
14. Tanaka, A. (1964) Ann. Rept. IRRI, P.57 The nature of mutual shading.
15. Yoshida, S. (1967) Ann. Rept. IRRI, P.24 Growth performance of varieties of different tillering ability.
16. Yoshida, S. (1969) Ann. Rept. IRRI, P. 146 Leaf area index, dry matter production and grain yield.
17. Murata, Y. (1964) Photosynthesis, respiration, and nitrogen response. In The Mineral Nutrition of the Rice Plants. P. 385, The Johns Hopkins Press, Maryland.

Effect of Plant Spacing and Nitrogen Level on the Nitrogen Content, Yield, and Various Agronomic Characters of Rice

By

T.F. CHIU

Summary

In order to determine the optimum plant spacing and nitrogen level for some popular rice varieties of Taiwan, namely, Tainan 5, Taipei 309, Hsinchu 56, Taichung 184 and Kaohsiung 137, field experiments were carried out at four localities, i.e. Sulin, Chungli, Yuanlin,, and Kaohsiung. A split plot design was laid out at each locality using two varieties, three levels of nitrogen (100 130, 160 N kg/ha in the first crop and 80, 110, 140 Nkg/ha in the second crop) and three plant spacings (25×20cm, 30×13cm, 25×12cm).

1. The two varieties at each locality showed more or less similar response to plant spacings and nitrogen levels. Average results of all experiments indicated that the closer spacing 30×13cm with the higher nitrogen level of 130 N kg/ha in the first crop and 110 Nkg/ha in the second crop gave the highest yield. In comparison with the plot of the wide spacing and low nitrogen level, the yield of the above-mentioned plot was increased 7% and 5% in the first crop and the second crop respectively.

2. The plant height decreased with a decrease in spacing under the same level of nitrogen, and increased with nitrogen level under the same spacing. The panicle number per hill decreased with a decrease in spacing and increased with a increase of nitrogen level. The effect of nitrogen level on panicle number per hill was more significant under wide spacing.

3. The Leaf Area Index increased with a decrease in spacing under low nitrogen level, but under higher nitrogen level, the LAI was the largest at the closer spacing 30×13cm, and decreased again at the closest spacing 25×12cm. The LAI increased with nitrogen level under any spacings and reached the largest at the highest nitrogen level.

4. Light Transmission Ratio decreased with a decrease in spacing or with an increase of nitrogen level suggesting the important effect of spacing and nitrogen on mutual shading.

5. The nitrogen contents of leaf blades before heading and of grain and straw at harvest were larger, the higher the nitrogen level. The nitrogen content was affected by spacing to a lesser extent.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF THE F_1, F_2 AND F_3 GENERATIONS OF RICE CROSSES[1]

W. L. Chang and E. H. Lin[2]

The manifestation of heterosis for yield, components of yield, and several important agronomic characters in rice crosses has been reported previously (Chang *et al.*, 1971b). The average heterosis for grain yield was found to be 20.3, 19.1, and 18.3% in relation to midparent, check variety, and high parent, respectively. The results fully demonstrate that sufficient amount of hetrosis occurs in F_1 hybrid populations for grain yield of rice. However, heterosis is but one requisite for commercial production of hybrid rice. A successful utilization of hybrid vigor in F_1 hybrids also depends on the availability of techniques for economical production of hybrid seeds. Since no technique is currently available for economically producing large quantities of F_1 seeds, the use of hybrid rice is not practical under the present circumstances. Before hybrid rice being actually developed, the utilization of heterosis in F_2 and F_3 generations seems to be a promising alternative. Thus, the understanding of heterosis in the later generations of rice hybrids appears worthwhile. This experiment was designed to furnish information on the performance of several rice crosses in the F_1, F_2, and F_3 generations.

MATERIALS AND METHODS

Five, 10, and 6 cross combinations which expressed higher degree of heterosis in the previous experiment(Chang *et al.*, 1971 b)were selected from early maturing japonica, late maturing japonica, and indica rice crosses, respectively for use in this experiment. The five early maturing japonica crosses were Taichung 180 x Line 54233, Taichung 180 x Fukunishiki, Taichung 180 x Norin 22, Taichung 180 x BC 68, and Taichung 180 x Taitung 24. The 10 late maturing japonica crosses were C 236 x Tainan 1, C 236 x Tainan 4, C 236 x Tainan 5, C 236 x Line 54233, C 236 x Hsinchu 56, C 236 x Hsinchu 61, C 236 x Nankai-yu 70, Tainan 5 x Tainan 4, Tainan 5 x Taitung-yu 205, and Chianung 242 x Tainan 1. The six indica crosses were Taichung native 1 x Hsinchu-ai-chueh-chien, Hsinchu-ai-chueh-chien x IR 8, Kaohsiung shen 2 x Ti-chueh- wu-chien, C 230 x Ti-chueh-wu-chien, and C 235 x IR 9-60. F_1 hybrids of the three groups were tested in the second crops of 1970 and F_1 hybrids and F_2 populations in the first crop of 1971. In the second crop of 1971, only performance of F_1, F_2, and F_3 populations of the late maturing japonica crosses were observed. Field tests were conducted separately for each group of rice crosses. Both parents of each cross combination and a standard check variety were also included

1. Series No. (Q) 563. This research was financed in part by grant from the Joint Commission on Rural Reconstruction (JCRR) under the project 71-A11-A-2103.

2. Agronomist, and Research Assistant respectively, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. The writer is grateful to Mr. C.H. Huang, Chief, Plant Industry Division JCRR for his kind assistance.

for comparison in each test. Rice varieties Taichung 180, Tainan 5, and Taichung native 1 were used as check varieties for early maturing japonica, late maturing japonica, and indica crosses, respectively.

The experiments were arranged in a randomized complete block design with three replications. Plot size was 0.75 x 2.0 m and consisted of three rows. The plants were grown at the spacing of 25 x 20 cm with single seedling being transplanted at each hill. Fertilization was made at the rate of 100, 50, and 50 kg per ha for N, P_2O_5, and K_2O, respectively. Data for grain yield, number of panicles per plant, plant height and days to heading were recorded and their heterosis estimated. Analysis for variance was also made for grain yield. Heterosis of the hybrids was expressed in the percentage of mid-parent (MP) high-parent (HP), and check variety (CK), repectively. The percentage decrease of F_2 and F_3 was calculated by using the formula, F_1-F_2 (or F_3)/F_1 x 100.

RESULTS AND DISCUSSION

Grain Yield of F_1 Hybrids

F_1 performance and heterosis for grain yield of 5, 6, and 10 early maturing japonica, indica, and late maturing japonica crosses are given in Table 1, 2, 3, and 4, respectively. The F_1 hybrids of early maturing japonica and indica groups were grown for 2 crops and those of late maturing japonica group for 3 crops. It was observed that differences in grain yield (expressed as grams per m^2) among crosses for each group was statistically significant with the exception of late maturing japonica group in the second crop of 1970. Yield data of this experiment should be more reliable since plot size was large enough to reflect the true performance of F_1 hybrids. Among 21 crosses evaluated, only 2 crosses in the early maturing japonica group yielded lower than the higher parent(HP), and F_1 yield was greater than the check variety (CK) in all crosses but one in the early maturing japonica group.

Table 1. Grain yields of F_1 hybrids for early maturing japonica rice crosses.

Cross	Grain yield (g/m^2)		Mean yield as % of					
			HP		MP		CK	
	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971
Taichung 180 x Line 54233	278.4^{b}*	481.2^{b}	93.3	83.9	95.8	93.0	98.5	104.3
Taichung 180 x Fukunishiki	320.2^{a}	529.4^{ab}	113.3	104.7	122.9	109.5	113.3	114.7
Taichung 180 x Norrin 22	378.8^{b}	450.4^{b}	98.7	97.6	105.4	103.3	98.7	97.6
Taichung 180 x BC 68	344.6^{a}	617.8^{a}	118.8	—	120.3	—	121.9	133.9
Taichung 180 x Taitung 24	309.8^{ab}	536.0^{ab}	107.1	95.3	108.3	104.7	109.2	116.2
Average	306.4	523.0	106.2	94.9	110.5	101.8	108.4	113.4

* Values followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

Table 2. Grain yields of F_1 hybrids for indica rice crosses.

Cross	Grain yield (g/m^2)		Mean yield as % of					
			HP		MP		CK	
	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971
Taichung native 1 x IR 8	542.4^{a}*	634.8^{abc}	121.7	103.5	132.3	112.1	144.9	103.5
Taichung native 1 x Hsinchu-ai-chueh-chien	414.0^{b}	684.4^{ab}	110.6	98.5	113.2	104.6	110.6	111.6
Hsinchu-ai-chueh-chien x IR 8	546.6^{a}	643.6^{abc}	122.7	92.6	136.2	106.0	146.0	104.9
Kaohsiung shen 2 x Ti-chueh-wu-chien	402.6^{b}	688.8^{a}	92.1	120.1	107.4	124.7	107.5	112.3
C 230 x Ti-chueh-wu-chien	398.0^{b}	625.2^{bc}	114.9	103.4	120.8	106.2	106.3	101.9
C 235 x IR 9-60	580.6^{a}	591.2^{c}	105.4	98.5	126.7	108.2	155.1	96.4
Average	480.8	644.6	111.2	102.3	122.7	110.0	128.4	105.1

* Values followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

Table 3. Grain yields of F_1 hybrids for late maturing japonica crosses.

Cross	Grain yield (g/m^2)		
	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1971
C 236 x Tainan 1	392.6^{a}*	697.8^{ab}	601.8^{a}
C 236 x Tainan 4	402.8^{a}	678.8^{abc}	593.6^{a}
C 236 x Tainan 5	337.0^{a}	724.4^{a}	583.8^{a}
C 236 x Line 54233	368.2^{a}	655.6^{bc}	568.8^{a}
C 236 x Hsinchu 56	416.0^{a}	655.6^{bc}	591.2^{a}
C 236 x Hsinchu 61	373.4^{a}	638.0^{bc}	584.2^{a}
C 236 x Nankaiyu 70	375.4^{a}	642.2^{bc}	570.2^{a}
Tainan 5 x Tainan 4	386.2^{a}	628.8^{c}	571.2^{a}
Tainan 5 x Taitungyu 205	382.0^{a}	638.8^{bc}	565.6^{a}
Chianung 242 x Tainan 1	380.8^{a}	632.0^{c}	496.6^{b}
Average	381.6	659.0	572.8

* Values followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

The mean F_1 yield all significantly exceeded that of parental varieties except for the early maturing japonica crosses in the first crop of 1971 (Table 5). The highest yielding crosses varied with crops but several F_1 hybrids gave consistently higher yield over the 2- or 3-crop period. For example, grain yield of Taichung 180 x BC 68 of early maturing japonica group was 21.9 and 33.9 % higher than the check variety, Taichung 180, in the second crop of 1970 and the first crop of 1971 respectively, whereas the cross C 236 x Tainan 1 of the late maturing japonica group produced 30.2, 23.6 and 27.2% more than the check variety, Tainan 5 in the second crop of 1970, first and second crops of 1971, respectively. When means over all crosses and crops are compared, the F_1 yield was 6.7, 12.9, and 19.2% above that of higher parent, mid-parent and check variety, respectively. The yield advantage of 19.2% expressed by F_1 over check variety in this experiment is comparable to the magnitude found previously (Chang *et al.*, 1971b). As F_1 hybrids of this experiment came from outstanding crosses of the previous one, the finding that majority of F_1 showed consistent, and in several cases high, heterosis for grain yield was highly encouraging. In Taiwan where the same variety is grown at different crops. F_1 hybrids with stable heterosis are more desirable when commercial production of hybrid rice becomes possible.

Table 4. Heterosis of grain yields for late maturing japonica crosses.

Cross	Mean yield as % of								
	HP			MP			CK		
	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1971	2nd crop 1970	1st crop 1971	2nd crop 1971
C 236 x Tainan 1	113.7	110.3	105.2	117.2	113.6	112.2	130.2	123.6	127.2
C 236 x Tainan 4	113.1	103.8	103.8	114.8	108.6	105.6	133.6	120.3	125.4
C 236 x Tainan 5	97.6	121.6	102.0	104.2	124.9	111.7	111.7	128.4	123.4
C 236 x Line 54233	106.7	96.0	99.4	106.8	102.5	108.1	122.1	116.2	120.2
C 236 x Hsinchu 56	120.8	105.4	103.3	127.1	107.7	110.0	138.3	116.2	124.9
C 236 x Hsinchu 61	108.2	103.1	102.1	112.3	105.1	110.0	123.8	113.0	123.5
C 236 x Nankaiyu 70	108.8	105.8	99.7	113.1	105.8	105.7	124.5	113.8	120.5
Tainan 5 x Tainan 4	108.4	96.2	103.5	117.4	103.2	111.4	128.1	111.4	120.7
Tainan 5 x Taitungyu 203	125.7	102.9	110.9	126.2	107.6	115.1	126.7	112.8	119.5
Chianung 242 x Tainan 1	109.7	93.0	99.3	113.4	97.9	101.6	126.3	112.0	105.0
Average	111.3	103.9	102.9	115.2	107.6	109.1	126.5	116.8	121.0

Table 5. Mean grain yields of rice hybrid, F_2, F_3 and parental varieties.

Crop	Entry	Grain yield (g/m^2)		
		Early maturing japonica	Indica	Late maturing japonica
Second crop, 1970	F_1	306.4[a]*	480.8[a]	318.0[a]
	P	274.2[b]	398.8[b]	327.2[b]
First crop, 1971	F_1	523.0[a]	644.6[a]	659.0[a]
	F_2	498.0[a]	574.0[b]	649.0[a]
	P	506.8[a]	578.6[b]	625.4[b]
Second crop, 1971	F_1	—	—	572.8[a]
	F_2	—	—	626.2[b]
	F_3	—	—	519.4[c]
	P	—	—	506.4[d]

* Values followed by the same letter for different groups in each crop are not significantly different at 5% level.

Grain Yield of F_2 Generation

The F_2 yield of early maturing japonica, indica, and late maturing japonica crosses are presented in Tables 6, 7, and 8, respectively. F_2 generation of early maturing japonica and indica crosses were grown for one crop and that of late maturing japonica crosses for 2 crops. F_2 yield varied considerably among crosses of each group, but the differences all failed to attain a significant level. The F_2 produced less grain than the higher parent in all crosses with the exception of late maturing japonica crosses in the first crop of 1971 where 8 out of 10 F_2 crosses outyielded higher yielding parent. However, when comparison was made with check variety, the F_2 of all 10 late maturing and 4 out of 5 early maturing japonica crosses yielded higher than the check variety. The mean yield of F_2 in all crosses was 95.6, 101.4, and 111.9% of the higher parent, midparent, and check variety, respectively. The superiority of F_2 over the check variety in yielding ability is of particular importance since the F_2 population will need to exceed the leading commercial varieties in grain yield to warrant its use in commercial plantings.

The mean grain yield of the F_2 was lower than that of the parental varieties in early maturing japonica and indica crosses, but differences were not statistically significant(Table 5). For late maturing japonica crosses, the F_2 yielded siginificantly higher than the parental varieties in both crops of 1971. In general, yield performance of the F_2 was lower than that of the F_1, differences being statistically significant except for the early maturing

Table 6. Grain yields and percentage decrease in heterosis of F_2 generation for early maturing japonica rice crosses, first crop, 1971.

Cross	Grain yield (g/m^2)	Mean yield as % of			Percentage decrease (%)
		HP	MP	CK	
Taichung 180 x Line 54233	509.0[a]*	88.8	93.4	110.3	−5.8
Taichung 180 x Fukunishiki	487.4[a]	96.4	100.8	105.6	7.9
Taichung 180 x Norrin 22	454.6[a]	98.5	101.3	98.5	−0.9
Taichung 180 x BC 68	535.4[a]	—	—	116.0	13.5
Taichung 180 x Taitung 24	503.4[a]	89.5	93.3	109.1	6.1
Average	498.0	93.3	99.7	107.9	4.8

* Values followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

Table 7. Grain yields and percentage derease in heterosis of F_2 generation for indica rice crosses, first crop, 1971.

Cross	Grain yield (g/m^2)	Mean yield as % of			Percentage decrease (%)
		HP	MP	CK	
Taichung native 1 x IR 8	559.6[a]*	91.2	98.8	91.2	11.9
Taichung native 1 x Hsinchu-ai-chueh-chien	613.4[a]	88.3	93.8	100.0	10.4
Hsinchu-ai-chueh-chien x IR 8	578.6[a]	83.3	95.3	94.3	10.1
Kaohsiung shen 2 x Ti-chueh-Wu-chien	577.8[a]	100.8	104.6	94.2	16.1
C 230 x Ti-chueh-wu-chien	571.2[a]	94.5	97.0	93.1	8.6
C 235 x IR 9-60	543.2[a]	90.5	99.5	88.6	8.1
Average	574.0	91.4	98.2	93.6	11.0

* Values followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

japonica crosses. The average percentage decrease of heterosis for grain yield from F_1 to F_2 was 4.8, 11.0, and 4.8% for the early maturing japonica, indica, and late maturing japonica crosses, respectively (Tables 6, 7, and 8). Although the heterosis for grain yield in rice generally decreased from F_1 to F_2, considerable variation in the degree of decrease was noted among rice crosses, indicating that certain cross combinations could maintain a higher level of heterosis in the F_2. Since no technique is currently available for producing large quantities of F_1 seed economically, the utilization of heterosis in F_2 instead of F_1 appears promising as an interim solution. The cost of seed production may be considerably reduced as techniques for rapid increase ,increase of F_2 seed is already available (Chang *et al.*, 1971a).

Table 8. Grain yields and percentage decrease in heterosis of F_2 generation for late maturing japonica rice crosses, 1971.

Cross	Grain yield (g/m^2)		Mean yield as % of						Pecentage decrease (%)	
			HP		MP		CK			
	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
C 236 x Tainan 1	635.6[a]*	556.6[a]	100.5	97.3	103.5	103.8	112.6	117.6	8.9	7.5
C 236 x Tainan 4	674.8[a]	542.8[a]	103.2	94.9	108.0	96.6	119.6	114.7	0.6	8.6
C 236 x Tainan 5	658.2[a]	541.0[a]	110.5	94.6	113.5	103.5	116.6	114.3	9.1	7.3
C 236 x Line 54233	688.8[a]	516.6[a]	100.8	90.3	107.7	98.2	122.0	109.2	−5.1	9.2
C 236 x Hsinchu 56	637.8[a]	536.4[a]	102.5	93.7	104.7	99.8	113.0	113.4	2.7	9.3
C 236 x Hsinchu 61	659.2[a]	528.8[a]	106.6	92.4	108.6	99.6	116.8	111.8	−3.3	9.5
C 236 x Nankaiyu 70	651.2[a]	522.8[a]	107.3	91.4	108.3	96.9	115.4	110.5	−1.4	8.3
Tainan 5 x Tainan 4	600.0[a]	529.0[a]	91.8	95.9	98.5	103.2	106.3	111.8	4.6	7.4
Tainan 5 x Taitungyu 203	611.2[a]	510.0[a]	98.8	100.0	103.3	103.7	108.3	107.8	4.0	9.9
Chianung 242 x Tainan 1	630.0[a]	478.8[a]	103.3	95.8	105.3	97.9	120.5	101.2	−7.6	3.6
Average	649.0	526.2	102.5	94.6	106.1	100.3	115.1	111.2	1.5	8.1

* Values followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

Grain Yield of F_3 Generation

The F_3 yield of 10 late maturing japonica crosses evaluated in the second crop of 1971 are shown in Table 9. It was observed that grain yield of F_3 differed significantly among crosses. The F_3 generally produced less grain than the higher parent but 9 out of 10 F_3 crosses outyielded check variety, Tainan 5. The mean grain yield of F_3 was higher than the parental varieties but lower than the F_1 and F_2 (Table 5). The differences in grain yield among generations were all statistically significant. The mean F_3 yield of the 10 crosses was 93.4, 99.0, and 109.8 % of the higher parent, mid-parent, and check variety, respectively. The average percentage of decrease in heterosis for grain yield from F_1 to F_3 was 9.3% which was nearly twice the magnitude of the decrease from F_1 to F_2. It was of interest to note that average F_3 yield was 10% higher than the check variety. The highest F_3 yield was 17.8% greater than the check variety for the C 236 x Tainan 5 cross. This amount of heterosis may be sufficient to encourage the utilization of heterosis in F_3 generation. The utilization of hybrid vigor in the F_2 or F_3 generation of particularly productive crosses in small grain crops has also been suggested by Anderson (1919) and Griffee (1921). Crosses with greater amount of heterosis are likely to be detected when more cross combinations have been sampled.

Table 9. Grain yields and percentage decrease in heterosis of F_3 generation for late maturing japonica rice crosses, second crop, 1971.

Cross	Grain yield (g/m^2)	Mean yield as% of			Percentage decrease (%)
		HP	MP	CK	
C 236 x Tainan 1	526.6^{abc}*	92.0	98.2	111.3	12.5
C 236 x Tainan 4	557.4^{a}	97.4	99.2	117.8	6.1
C 236 x Tainan 5	536.2^{ab}	93.7	102.6	113.3	8.1
C 236 x Line 54233	468.6^{c}	81.9	89.1	99.0	17.6
C 236 x Hsinchu 56	542.2^{ab}	94.8	100.9	114.6	8.3
C 236 x Hsinchu 61	528.8^{abc}	92.4	99.6	111.8	9.5
C 236 x Nankaiyu 70	515.6^{abc}	90.1	95.6	109.0	9.6
Tainan 5 x Tainan 4	535.2^{ab}	97.0	104.4	113.1	6.3
Tainan 5 x Taitungyu 205	482.2^{c}	94.6	98.1	101.9	14.7
Chianung 242 x Tain 1	501.2^{bc}	100.2	102.5	105.9	−0.9
Average	519.4	93.4	99.0	109.8	9.3

* Values followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

Major Traits in F_1 F_2 and F_3 Generations

The average heterosis for days to heading, plant height, and panicles per hill for early maturing japonica, indica, and late maturing japonica crosses is given in Table 10. Days to heading of F_1 was generally shorter than early maturing parent, mid-parent and check variety except for the indica crosses. However, the heterosis for days to heading expressed by an earlier heading disappeared gradually with the advancement of generations. The F_1 showed heterosis for plant height in relation to taller parent, mid-parent and check variety, with the exception of early maturing japonica crosses. Heterosis for plant height in F_2 and F_3 generations was comparable to that of F_1. The F_1 showed no heterosis for panicles per hill in relation to higher parent but produced more panicles per hill than midparent and check variety. There was no heterosis for panicles per hill in F_2 and F_3 generations with the exception of late maturing japonica crosses which showed considerable heterosis in relation to check variety. Since heterosis for grain yield was only expressed based on check variety in F_2 and F_3 crosses of the late maturing crosses, it appears probable that the number of panicles per hill is an important factor contributing to heterosis for grain yield. For early maturing japonica crosses which showed no heterosis for panicles per hill, factors other than this component may be operative in the expression of heterosis for grain yield.

Table 10. Heterosis for major agronomic traits.

Mean performance as % of	Traits	Early maturing japonica		Indica		Late maturing japonica		
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_2	F_2	F_3
HP	Days to heading	98.4	101.0	103.3	104.2	98.9	100.9	101.3
	Plnat height	97.5	100.3	100.6	100.8	100.6	100.2	98.4
	panicles per hill	99.7	87.6	99.1	93.1	96.3	91.4	89.2
MP	Days to headng	96.4	99.9	98.7	100.8	97.3	99.2	99.3
	Plant height	98.0	97.5	100.2	97.2	100.9	98.7	100.6
	panicles per hill	98.8	93.4	106.1	98.9	100.5	99.5	97.5
CK	Days to heading	97.1	100.4	102.7	105.0	95.3	95.1	94.7
	Plant height	99.7	100.5	104.3	103.2	97.8	96.1	97.3
	panicles per hill	96.4	91.3	105.1	98.2	115.5	110.2	110.0

SUMMARY

The performance of grain yield, days to heading, plant height, and number of panicles per hill was evaluated in the F_1, F_2 and F_3 generations of early maturing japonica, indica, and late maturing japonica crosses at the Chiayi Agricultural Experiment Station over the 3-crop period from the second crop of 1970 to the second crop of 1971. The mean F_1 yield of all 21 crosses was 6.7, 12.9, and 19.2% greater than the higher parent, mid-parent and check variety, respectively. The F_2 yield, relative to the higher parent, mid-parent, and check variety was 95.6, 101.4, and 111.9%, respectively. The average percentage of decrease of heterosis for grain yield from F_1 to F_2 was 6.4%. The mean F_3 yield of 10 late maturing japonica crosses was 93.4, 99.0 and 109.8% of the higher parent, mid-parent, and check variety, respectively. The average percentage of decrease of heterosis for grain yield from F_1 to F_3 was 9.3%.

F_1 generally headed earlier than parental varieties but this earliness disappeared gradually with the advancement of generations. The heterosis for plant height varied slightly with generations. The F_1 showed no heterosis for number of panicles per hill in relation to higher parent but produced more panicles per hill than mid-parent and check variety. There was no heterosis for panicles per hill in F_2 and F_3 generations.

LITERATURE CITED

1. Anderson, T. 1919. The Improvement of agricultural crops by selection and hybridization. Scottish J. of Agr. 2: 10-20.
2. Chang, W.L., S. T. chen, and E. H. Lin. 1971a. Performance of vegetatively propagated F_1 plants in rice. jour. Taiwan Agr. Res. 20 (2): 21-36.
3. Chang, W. L., E. H. Lin, and C. N. Yang 1971b. Manifestation of heterosis in rice. Jour. Taiwan Agr. Res. 20 (4):8-23.
4. Griffee, F. 1924. Comparative vigor of F_1 wheat crosses and their parents. J. Agr. Res. 22:53-63.

水稻第一、二、三代雜交後裔若干農藝性狀之雜種優勢

張萬來、林恩輝

摘　要

嘉義農業試驗分所自民國59年第一期作至 60年第二期作觀察水稻 F_1 F_2 與F_3組合在若干農藝性狀之表現。F_1 21 個組合平均稻谷產量對高產量親本、中間親本及對照親本所示之雜種優勢，分別爲6.7，12.9 與 19.2%。F_2 產量分別爲高產量親本、中間親本及對照品種之95.6，101.4與111.9%，雜種優勢平均遞減率爲6.4%。F_3產量分別爲高產量親本、中間親本及對照親本之93.4，99.0與109.8%，其雜種優勢之平均遞減率爲9.3%。

F_1之生育日數多較早熟親本爲短，惟其早熟性隨世代之推進而消失。株高之雜種優勢 F_1、F_2 與 F_3 各世代相若。就每株穗數而言，F_1 只對中間親本與對照品種顯示雜種優勢，而F_2 與 F_3 則無任何雜種優勢之表現。

Opaque-2 及 floury-2 基因對玉米粒重之影響[1]

萬　雄　　王　光[2]

一、引　言

玉米爲臺灣的主要飼料作物，由於其蛋白質含量及蛋白質中主要胺基酸 (basic amino acid) 如離胺酸 (lysine) 色胺酸 (tryptophan) 等含量不高，因此對單胃動物營養價值亦低。Mertz 等 (1964) 及 Nelson 等 (1965) 分別發現玉米中兩個突變基因 opaque-2 及 floury-2 能提高玉米蛋白質中離胺酸及色胺酸的含量。根據對老鼠 (Mertz 等，1965)，猪 (Beeson 等，1966) 及兒童與成人 (Breessani, 1966；Clark 等，1967) 等營養價值的試驗結果，證明這兩種高離胺酸玉米，對單胃動物而言，營養價值提高，因此世界各地育種者開始對玉米蛋白質進行品質的改進。

不過，在高離胺酸玉米的育種過程中，育種者遭遇了一些問題，其中重要的是 opaque-2 及 floury-2 基因對產量的降低。Alexander 等 (1966)，Lambert等 (1969)，Sreemulu 等 (1970) 及Salamini 等 (1970) 的研究，證實 opaque-2 基因能使玉米產量減低。

Floury-2 基因也很可能有同樣影響 (Alexander, 1969)。本試驗乃就臺灣育成的 opaque-2 及floury-2 玉米材料中，研究這兩個基因對粒重的影響，同時對這些育種材料，在應用上作一初步評估。本研究包括下列三個部份：(1) opaque-2 及 floury-2 基因對玉米自交系果穗上粒重之影響；(2) opaque-2 基因對玉米單交果穗上粒重之影響；(3) opaque-2 及 floury-2 自交系單交的成績。

二、材料與方法

本試驗所用的材料乃由美國伊利諾大學引入之 opaque-2 和 floury-2 原種，利用回交方法將 opaque-2 及 floury-2 基因轉移於來源及遺傳背景不同的 15 個抗露菌病的自交系，以育成抗病的 opaque-2 及 floury-2 優良自交系及雜交品種。本試驗所用15個自交系如下：

自　交　系	系　統　代　號 *	
	opaque-2 部份	floury-2 部份
Ph 9	3601	3701
Ph 9 DMR	3602	3702
A 117	3603	3703
TW 79	3604	3704
Ph 7	3605	3705
A 206	3606	3706
EG 203	3607	3707
EG 200	3608	3708

1.試驗報告農試字第564號。本報告爲第二作者國立臺灣大學農藝系碩士論文之一部份。承農業研究中心及中正科學技術基金會補助研究經費，謹此致謝。
2.前國立臺灣大學農藝系教授及研究生，現任臺灣省農業試驗所所長及研究助理。

PF 141	3609	3709
PF 139	3610	3710
2015-7	3611	3711
2027-3-5	3612	3712
2027-4-2	3613	3713
2039-2-2-7	3614	3714
Bap-Lon (Quang- tri)10-2	3615	3715

* 第一位數"3"代表回交3次；第二位數"6"代表 o_2，"7"代表 fl_2 ；最後兩位數爲自交系代號。

（一）Opaque-2 及 floury-2 基因對玉米自交系分離果穗上粒重的影響

本試驗所用之自交系乃爲1970年春作的 BC_3S_2及BC_2S_1。就分離果穗脫粒後，將不透明(opaque)與透明（transluscent）種子分開，每種逢機選取 20 粒，分別稱重，比較其差異。本試驗計調查14個自交系（inbred），40個系統（line），142 個分離果穗（segregating ear）〔所用材料詳見結果部份〕。

Floury-2 部份以 1969 年春作收穫的 BC_3 世代分離果穗爲材料，方法和 opaque-2 部份相同。計調查15個自交系，58個系統，317個分離果穗〔詳見結果部份〕。

（二）Opaque-2 基因對玉米單交果穗上粒重之影響

本試驗乃以 BC_3S_3 世代純接合（homozygous）的 o_2 自交系進行單交，而在 F_1 植株上授以 O_2 及 o_2 花粉，以比較 F_1 果穗上透明（普通）與不透明子粒重量的差異。因爲玉米胚乳因子型 $O_2\ o_2\ o_2$ 爲透明（transluscent），而 $o_2o_2o_2$ 爲不透明（opaque），可予區別。父本則爲 BC_3S_2的3612 品系，o_2 基因爲異接合之植株。收穫後選取不透明與透明子粒分離爲 1：1 之果穗，脫粒後將兩者分開；逢機選取種子 100 粒稱重而比較之。因爲兩個 opaque-2 自交系單交所得的 F_1，其因子型仍爲 $o_2\ o_2$；而 O_2 及 o_2 花粉則來自同一植株。由於同一單交果穗上的子粒，其遺傳背景（genetic background）應該相同，至少非常接近，是以粒重的差異應爲 o_2 基因的影響。本試驗包括14個交配組合（見結果部份）。田間採用完全逢機排列，行長6公尺，行、株距 100×30公分，雙行區，每行種20株，無重複。

（三）Opaque-2 及 floury-2 自交系單交成績

單交乃以 BC_3S_3 世代的 o_2 及 fl_2 純接合自交系進行全互交。雜交種子收穫後，加入對照品種進行產量比較，除產量外，並調查農藝性狀，決定最佳單交組合。

Opaque-2 部份計有6個自交系，15個可能雜交組合（無反交與親本），另加一個普通（transluscent）而高產的推廣品種臺南五號作對照，共 16種，採用逢機完全區組設計，單行區，行長6公尺，行、株距70×30公分，每行種20株，重複四次〔交配組合見結果部份〕。

Floury-2 部份計有7個自交系，21個可能交配組合，另加一品種作對照，共22個。採用逢機完全區組設計，單行區，行長6公尺，行、株距70×30公分，每行種20株，重複四次。

本試驗於 1971 年春作進行，爲避免 opaque-2 部份和 floury-2 部份彼此雜交，兩部份各別種植於隔離田中。肥料用量與田間管理和普通玉米栽培法相同。因爲對照品種臺南五號爲普通玉米，而 opaque-2 及 floury-2 基因皆爲隱性，故抽穗時將臺南五號去頂以防混雜。floury-2 單交產量比

較試驗，因地力不均，第四重複種子發芽不良，植株發育欠佳，予以捨棄，而僅有三個重複。收穫時調查八種性狀：收穫日數、株高、果穗高度、果穗長、果穗圓周長、一穗種子數、百粒重及小區產量。農藝性狀爲每小區調查10株的平均數，小區產量則爲水份含量15.5%時20株的子粒重量。

三、結果與討論

(一) Opaque-2 及 floury-2 基因對玉米自交系分離果穗上粒重的影響

1.Opaque-2 基因對粒重的影響

自交系果穗較小，種子亦少，故每果穗僅各別取透明及不透明種子20粒之重量比較之。因爲 o_2 自交系分離果穗上，普通種子胚乳因子型有 $O_2O_2O_2$ 、$O_2O_2o_2$ 及 $O_2o_2o_2$ 三種，不能區別；不透明種子胚乳因子型爲 $o_2o_2o_2$ ，約爲四分之一（3：1分離），故不透明和透明種粒重量比較，係指普通子粒（O_2--）和 opaque-2 子粒（$o_2o_2o_2$）之比較；差異以普通子粒重量的百分率表示之（表1）。

表 1. Opaque-2 基因對玉米自交系分離果穗上粒重之影響（1970春作）

Table 1: Effect of o_2 gene on kernel weight of segregating ears of maize inbreds ($o_2o_2o_2$ vs. O_2--)

自交系 inbred	系統數 No. of line	果穗數 No. of ear	減少重量* % Reduction	變域 Range (%)
2603 BC_2S_1	4	10	8.94	1.38—23.85
2604 BC_2S_1	2	6	6.35	0—14.20
2605 BC_2S_1	2	13	6.29	0—18.85
2606 BC_2S_1	4	9	10.52	2.41—23.25
2607 BC_2S_1	3	13	6.77	1.82—12.79
2609 BC_2S_1	3	12	16.30	8.03—29.70
2610 BC_2S_1	4	15	8.93	2.01—25.21
3601 BC_3S_2	1	4	9.85	2.33—23.34
3602 BC_3S_2	2	6	9.68	4.46—19.68
3608 BC_3S_2	3	9	13.70	10.00—21.48
3611 BC_3S_2	3	9	3.18	0.42—5.44
3612 BC_3S_2	4	15	5.31	0—15.11
3613 BC_3S_2	2	11	5.08	0—18.18
3614 BC_3S_2	3	10	10.20	5.77—16.91
總計 Total	40	142	8.63	

* 與普通子粒比較粒重減輕百分率

由表1知，在14個自交系，40個系統，142 個分離果穗上，不透明種子較普通種子的重量平均約減低3.65%。不同自交系間有很大的差異，其中系統 2609的 o_2 粒重降低 16.30%爲最多；系統3608減低13.70%次之；而系統3311只減低3.18%。同一系統內不同果穗間也有差異（表2）。

表 2. Opaque-2 玉米不透明 ($o_2o_2o_2$) 與普通 (O_2--) 子粒重量差異之變方分析*

Table 2: Mean squares of difference in kernel weight between opaque and normal kernels of maize

變因 Source of Variation	自由度 (d.f.)		均方 (Mean squares)	
	BC_2S_1	BC_3S_2	BC_2S_1	BC_3S_2
自交系 (Inbred)	6	6	7,700.14	5,280.49
系統間 (Line)	14	10	5,076.27	7,332.95
系統內 (Within line)	67	55	286.77	35.73
總和	87	71	13,063.18	12,649.17

* 百分率資料經 Log 轉化乘100分析之

表 2 顯示，BC_2S_1 的 o_2 粒重減低，在不同自交系間有很大的差異，且較自交系內不同系統間的差異爲大，而同一系統內不同果穗的變異最小。BC_3S_2 的 o_2 粒重減低的變異與 BC_2S_1 稍有不同，自交系均方較系統間均方略小，表示自交代數越多，使同一自交系內不同的系統，因 opaque-2 基因而減輕的重量發生更大的變異。基於此一調查結果，可知不同自交系 o_2 粒重減輕程度固有差別，而同一自交系回交後代的分離系統，o_2 粒重的減輕也具有差別，故選拔系統時，應特別注意粒重減輕較少的系統。

此一結果和 Alexander 等 (1966) 所得者相符，他們在 BC_2 及 BC_3 的分離果穗上，發現大部分不透明種子比普通種子爲輕。在 O7N 自交系中，不透明的粒重僅有普通玉米的72%，不過在 R803 的後代，則 o_2 粒重和普通粒重幾乎相等。

2. Floury-2 基因對粒重的影響

Floury-2 基因對玉米自交系果穗上粒重的影響，調查結果如表 3：

表 3. Floury-2 基因對玉米自交系分離果穗上粒重之影響 (1969春作)

Table 3: Effect of fl_2 gene on kernel weight of segregating ears of maize inbreds ($Fl_2fl_2fl_2$ vs $Fl_2Fl_2Fl_2$)

自交系 inbred	系統數 No. of line	果穗數 No. of ear	減少重量* % Reduction	變域 ** Range (%)
3701 BC_3	3	18	9.65	2.8 —22.60
3702 BC_3	5	29	8.23	0.69—12.35
3703 BC_3	3	13	4.15	+1.48—12.34
3704 BC_3	5	20	6.47	0.62—13.85
3705 BC_3	6	27	7.03	1.61—26.43
3706 BC_3	2	7	3.72	0.82— 8.02
3707 BC_3	3	19	5.89	0—12.38
3708 BC_3	6	32	11.27	0—24.14
3709 BC_3	4	22	8.27	0—15.66

3710 BC_3	3	19	5.66	2.80— 9.83
3711 BC_3	3	21	4.76	0—10.69
3712 BC_3	5	30	5.57	0.67—17.20
3713 BC_3	3	17	4.51	0— 2.33
3714 BC_3	1	7	1.71	+ 2.7— 6.40
3715 BC_3	6	36	7.29	0.10—13.11
總 計 Total	58	317	6.28	

* 與普通 ($Fl_2Fl_2Fl_2$) 種子比較重量減輕百分率

** "+"表示不透明子粒較普通子粒爲重。

在 BC_3 世代中，不透明胚乳 (因子型爲 $Fl_2fl_2fl_2$) 與普通胚乳 ($Fl_2Fl_2Fl_2$) 兩者分離比爲1：1。根據表3結果， fl_2 基因對子粒重量亦有減輕的影響，比普通子粒平均減輕6.28%；不同自交系間粒重減輕的差異很大，其中3708自交系減低最多，爲11.27%；3701自交系減低 9.65%次之，而以3714自交系爲最小，僅爲1.71%；同一自交系各系統間差異也很明顯，有和普通子粒重量相同的系統，亦有重量減輕很多的系統。例如3708自交系各系統中，其變域爲0～24.14%，3709自交系各系統間變域爲0～15.66%。其變方分析結果示如表4：

表 4. Floury-2玉米不透明 ($Fl_2fl_2fl_2$) 與普通 ($Fl_2Fl_2Fl_2$) 子粒重量差異之變方分析*

Table 4: Mean squares of difference in kernel weight between floury and normal kernels (BC_3 data)

變因 Source of variation	自由度 (d. f.)	均方 (Mean squares)
自交系 (Inbred)	14	1,194.44
系統間 (Line)	43	5,819.66
系統內 (Within line)	259	159.96

* 百分率資料經 Log 轉化乘100分析之

表4 顯示自交系間變異不如系統間的變異爲大，這與 o_2 基因對粒重減輕的變異情形相似。所不同者，若干系統的 floury 粒重並不比普通子粒爲輕，此一現象爲 opaque-2 的各系統中所未見。

Floury-2 基因對粒重的影響，因無前人報告，因此無法比較。不過在本試驗中， o_2 對粒重的影響是以 $o_2o_2o_2$ 與 O_2-- 比較；而 floury-2 則以 $Fl_2fl_2fl_2$與 $Fl_2Fl_2Fl_2$ 比較；都未能獲得 $O_2O_2O_2$ 對 $o_2o_2o_2$ 及 $fl_2fl_2fl_2$ 對 $Fl_2Fl_2Fl_2$ 胚乳因子型的比較，而假定 $O_2O_2O_2$, $O_2O_2o_2$ 與 $O_2o_2o_2$ 胚乳因子型間，$Fl_2Fl_2Fl_2$ 與 $Fl_2Fl_2fl_2$ 以及 $Fl_2fl_2fl_2$ 與 $fl_2fl_2fl_2$ 間重量並無差別。

根據 o_2 和 fl_2 兩基因對粒重的影響，吾人可獲得的結論：在各自交系回交後代的分離系統間，粒重減輕的差異甚大，而變異越大，則選拔效果也越大 (8)；故在 o_2 及 fl_2 的材料中選拔高產的分離系統頗有希望。當然所選系統的組合力亦需良好，然後生產的雜種始能有良好表現。Alexander (1966), Lambert (1969), Salamini (1970) 等對這方面也表示相同的意見。

（二）Opaque-2 基因對單交果穗上粒重之影響

Opaque-2 基因對單交果穗上子粒重量之影響，調查結果如表5.

表 5. Opaque-2 基因對玉米單交果穗上粒重之影響（1971春作）

Table 5: Effect of o_2 gene on kernel weight of single cross maize ear ($O_2O_2O_2$ vs. $o_2o_2o_2$)

交配組合 Cross combination	果穗數 No. of ear	正常粒重百分率 %Normal kernel wt.
3602 × 3610	10	100.95
3604 × 3602	4	99.88
3610 × 3604	3	102.18
3610 × 3606	8	94.77
3611 × 3610	7	101.77
3611 × 3612	4	91.94
3612 × 3602	7	102.51
3612 × 3604	13	99.34
3614 × 3604	10	98.09
3614 × 3610	5	101.82
3615 × 3604	7	103.88
3615 × 3606	2	94.46
3615 × 3608	6	92.82
3615 × 3612	11	100.02
總計 Total	97	98.88

o_2 單交植株果穗上，授以 O_2 及 o_2 花粉所產生的普通（transluscent）種子胚乳，其因子型爲 $O_2O_2O_2$ ，而不透明種子爲 $o_2o_2o_2$ 。由表 5 顯示， o_2 基因在單交果穗上對於粒重之影響不如對自交系之粒重爲大。各單交的平均，不透明種子的百粒重量爲普通種子的 98.88%；兩者幾乎相等，此可能爲母體遺傳組成相同，花粉影響較小之故。不同交配組合粒重減輕的差異則較大，在14個交配組合中，有 7 個單交的不透明種子較普通子粒稍重，其他 7 個則較輕，其中以3611×3612降低最多，只有正常的91.94%。

Lambert 與 Alexander (1969) 利用 opaque-2 同一個分離果穗上不透明和普通種子長出的植株和一單交作三系雜交（three way cross），藉以比較 opaque-2 和普通玉米在同一遺傳背景下對產量的影響，結果發現在 8 個雜種中，有 2 個比相對的普通玉米產量顯著地增加。 Sreemulu 及 Bauman (1970 b) 進行 opaque-2 玉米品系間的全互交分析，他們利用 opaque-2 玉米單交植株，授以不同來源的 O_2 和 o_2 花粉，而比較及分析產量及產量構成因素。結果發現胚乳因子型 $o_2o_2o_2$ 的不透明種子比胚乳因子型 $O_2O_2O_2$ 的普通種子，其百粒重減輕11%，似與本試驗結果不盡相同，不過他們所用的 O_2 及 o_2 花粉來源不同。據同一作者（Sreemulu 及 Bauman, 1970 a）報告，外來花粉（foreign pollen）會比 Sib 的花粉能使 opaque-2 或 floury-2 玉米子粒造成重量上的差異。同時材料不同，子粒重量減輕的比率也可能發生差異，此或爲與本試驗結果不同的主要原因。

（三）Opaque-2 和 floury-2 玉米單交成績

1. Opaque-2 自交系單交成績

Opaque-2 自交系的單交成績如表 6。在15個單交間，產量及各農藝性狀均有顯著差異。就產量而言，有 2 個較對照的普通品種臺南五號之產量爲高；另有 4 個和臺南五號相似，若干單交之產量只有臺南五號的一半。

表 6. 十五個 opaque-2 單交玉米的農藝性狀*（1971春作）

Table 6: The agronomic characters of 15 single crosses of opaque-2 corn

交配組合 Cross Combination	成熟期 Days to maturity	株高 Pl. height (cm)	果穗高 Ear height (cm)	果穗長 Ear length (cm)	果穗圓周長 Ear circumference (cm)	種子數 No. of grain/Ear	百粒重** 100 seed wt (gm)	小區產量** Yield/plot 產量 Yield (gm)	小區產量** Yield/plot 指數 % CK.
3602×3604	101.5	190.0	89.3	16.4	12.8	430.8	31.58	2,735.7	92.31
3602×3606	99.8	206.8	104.2	18.2	12.5	355.3	37.87	2,672.5	90.38
3602×3610	91.5	174.3	71.5	15.0	12.7	416.5	35.22	2,892.5	97.60
3602×3612	101.0	178.6	74.6	17.0	13.0	405.0	36.39	2,962.3	99.96
3602×3614	94.8	190.4	87.0	17.4	13.2	483.3	34.01	3,213.8	108.45
3604×3606	91.3	178.3	75.5	15.0	12.9	370.5	30.94	2,139.2	72.18
3604×3610	94.5	130.6	58.5	12.2	12.1	295.0	27.59	1,627.2	54.91
3604×3612	92.0	156.5	72.3	13.7	12.9	377.0	31.45	2,302.0	77.68
3604×3614	96.0	187.9	111.4	13.4	12.3	551.0	25.54	2,800.7	94.51
3606×3610	95.8	188.0	84.5	13.4	13.1	449.3	32.10	2,889.7	97.51
3606×3612	93.3	183.5	75.8	14.8	12.7	407.8	31.41	2,521.1	85.07
3606×3614	101.5	204.0	109.0	15.1	13.4	436.8	33.39	2,921.3	98.58
3610×3612	99.5	117.8	48.3	10.7	11.2	246.0	28.83	1,429.5	48.24
3610×3614	96.5	158.5	74.4	14.3	13.1	421.3	29.08	2,418.9	81.62
3612×3614	101.5	178.5	77.8	16.4	13.7	517.0	31.87	3,260.5	110.02
臺南五號 (CK.)	95.4	171.2	64.9	16.8	11.6	443.4	33.48	2,963.5	100.00
L.S.D(5%)	10.8	17.4	13.5	1.4	0.9	49.0	5.17	515.4	—
L.S.D(1%)	14.5	21.4	18.1	1.9	1.1	65.6	6.91	689.5	—

* 40株平均　　** 水份含量15.5%。

產量較對照品種臺南五號爲高的單交組合爲3612×3614及3602×3614，前者爲對照品種的110.02%，後者爲其108.45%。不過3612×3614比臺南五號遲六天，株高、果穗高度也比臺南五號爲高。而3602×3610，3602×3612，3606×3610， 3606×3614 四個單交組合產量與臺南五號約略相仿，其中3606×3614較遲，株高也較高。如果將這些高產組合詳加分析，則產量增加似乎以種子粒數增多爲主因，種子重量次之。在 6 個產量較高的交配組合中，有 3 個（3612×3614，3606×3610，3602×3614）種子粒數比臺南五號多，而百粒重則與之相似；另外 3 個（3602×3614，3602×3612，3602×3610）種子粒數較少，但百粒重則較高。根據此一結果，我們認爲選拔與普通玉米品種產量相等或較高的 opaque-2 玉米雜種確屬可能。 Alexander 等（1966）亦有同樣的報告，他們在17個單交中發現有12個單交的產量和普通玉米相似。

2. Floury-2 自交系單交成績

Floury-2 自交系單交的成績如表 7。各交配組合的產量及農藝性狀均有顯著差異。就產量而言，在21個交配組合中，有 4 個交配組合產量比臺南五號爲高，其中3702×3712交配組合比臺南五號高出14.54%，3702×3714爲9.6%，3702×3704爲6.35%，而3706×3712爲 2 %；另一交配組合產量和臺南五號相似，其他交配組合都比臺南五號的產量爲低。在四個高產交配組合中，株高比臺南五號略高，成熟期相似，種子粒數增加；百粒重在3702×3712，3702×3714較對照品種爲大，其他農藝性狀均與之無大差別。

表 7. Floury-2 單交玉米的農藝性狀* (1971春作)

Table 7: The agronomic characters of 21 single crosses of floury-2 corn

交配組合 Cross combination	成熟期 Days to maturity	株高 Pl. height (cm)	果穗高 Ear height (cm)	果穗長 Ear length (cm)	果穗圓周長 Ear circumf. (cm)	種子數 No. of grain/ Ear	百粒重** 100 seed wt. (gm)	小區產量** Yield/plot 產量 Yield (gm)	小區產量** Yield/plot 指數 % CK.
3702×3704	99.7	177.7	77.2	14.9	12.1	476.7	33.26	3,093.2	106.35
3702×3706	101.3	201.6	91.5	16.8	11.4	294.3	36.85	2,167.7	74.52
3702×3703	98.0	144.2	54.5	14.6	11.3	318.0	35.77	2,285.1	78.56
3702×3709	98.7	165.8	77.2	13.8	11.4	332.0	32.87	2,187.0	75.19
3702×3712	100.0	165.8	72.0	17.5	12.7	409.3	39.85	3,331.5	114.54
3702×3714	99.0	189.3	85.2	15.8	11.6	424.3	38.19	3,188.3	109.62
3704×3706	100.3	189.3	93.0	16.4	11.7	426.3	33.85	2,828.1	97.23
3704×3708	98.3	148.7	63.3	13.1	12.3	385.0	26.80	2,070.9	71.20
3704×3709	97.7	155.8	67.0	15.0	11.6	378.7	28.18	2,169.8	74.46
3704×3712	98.7	136.0	61.8	13.6	11.3	370.7	30.30	1,961.2	67.42
3704×3714	103.7	149.1	70.2	14.8	11.6	405.3	29.38	2,424.9	83.37
3706×3708	97.7	193.3	90.3	14.4	11.4	327.6	36.78	2,405.8	82.71
3706×3709	99.3	177.8	84.5	14.1	11.3	347.0	32.66	2,434.9	83.71
3706×3712	97.3	190.0	93.8	17.6	12.3	411.3	35.53	2,967.8	102.03
3706×3714	103.7	192.0	100.5	16.2	11.9	415.7	33.64	2,742.2	94.28
3708×3709	94.7	130.8	43.0	10.9	10.1	258.7	29.80	1,567.7	53.90
3708×3712	96.3	142.2	57.2	15.6	11.3	403.7	33.70	2,683.2	92.25
3708×3714	98.0	162.1	70.3	15.2	11.5	400.7	34.17	2,727.0	93.75
3709×3712	97.7	149.2	62.7	13.7	11.0	306.0	31.93	1,987.1	68.32
3709×3714	97.3	143.8	54.2	13.4	12.2	412.3	26.55	2,116.2	72.75
3712×3714	99.7	146.2	70.2	13.7	12.3	376.0	32.74	2,666.6	91.51
臺南五號(Ck)	98.8	166.0	71.2	19.2	12.2	356.1	35.84	2,908.5	100.00
L.S.D(5%)	25.7	15.7	10.8	2.1	1.2	96.7	4.31	511.3	—
L.S.D(1%)	34.4	21.0	14.4	2.8	1.6	118.8	5.76	683.4	—

* 30株平均　　** 水份含量15.5%。

四、摘　要

玉米中 opaque-2 與 floury-2 兩個突變基因，使蛋白質中離胺酸與色胺酸的含量增加，因此使其營養價值提高。目前玉米育種多以改良蛋白質的品質爲主要目標。但在育種過程中發現這兩個突變基因，有減低產量的傾向。本研究乃以美國引進之 opaque-2 及 floury-2 原種，經三次回交於臺灣抗露菌病的15個自交系，再經自交分離選拔的 o_2 與 fl_2 系統爲材料，探討 o_2 與 fl_2 基因對玉米粒重及產量的影響。

試驗共分爲三部分：（1）opaque-2 及 floury-2 基因對玉米自交系分離果穗上粒重的影響；（2）opaque-2 基因對玉米單交果穗上粒重的影響；（3）opaque-2 及 floury-2 自交系單交成績。所得結果如下：

（一）Opaque-2 玉米自交系分離果穗上不透明種子（胚乳因子型 $o_2o_2o_2$）的粒重比普通種子（O_2--）平均減低8.65%。不同自交系間，同一自交系不同系統間及同一系統不同果穗間粒重減輕的變異很大，若干系統不透明種子和普通種子的粒重相似；若干系統則粒重減輕達25%之多。變異的情形，在早期自交系（BC_2S_1），自交系間均方比系統間爲大，如回交及自交代數增加（BC_3S_2），則系統間的變異較自交系間的變異爲大。

（二）Floury-2 玉米自交系的分離果穗上，胚乳因子型 $Fl_2fl_2fl_2$ 的種子重量較胚乳因子型 $Fl_2Fl_2Fl_2$ 的重量平均減輕6.28%。不同自交系間及不同系統間粒重差異的變化很大。若干系統，胚乳因子型爲 $Fl_2fl_2fl_2$的種子與普通種子（$Fl_2Fl_2Fl_2$）比較，粒重並不減低，甚至更重，但若干系統則有減輕達26%者。其變異情形與 opaque-2 基因對粒重的影響相似，均方以自交系內系統間最大，自交系間次之，系統內最小。此一結果使吾人確信嚴格的選拔，可以獲得粒重與普通玉米相似的opaque-2或 floury-2 自交系統。

（三）Opaque-2 玉米單交植株的果穗上，不透明種子胚乳因子型 $o_2o_2o_2$ 的粒重，平均爲普通種子（$O_2o_2o_2$）的 98.88%，減輕極爲微小。不同交配組合間則有很大差異，在十四個交配組合中，有七個交配組合其不透明種子（$o_2o_2o_2$）比普通種子（$O_2o_2o_2$）爲重，表示獲得高產量的 opaque-2 雜交玉米極具可能。

（四）Opaque-2 自交系十五個單交的初步產量試驗，有兩個組合（3612×3614)及(3602×3614)的產量比對照品種臺南五號，各別增加 10.02%及8.45%，另有四個交配組合和對照品種的產量相似。產量較高的原因，主要在每穗粒數的增加，百粒重與普通子粒相似亦爲原因之一。其他農藝性狀在各組合間亦有很顯著的差異。

（五）Floury-2 玉米單交的產量試驗中，有4個交配組合（3702×3704，3702×3714，3702×3712，3706×3712）比對照品種的產量爲高。其中3702×3712的產量超過對照品種14%。不同交配組合間的各個農藝性狀也有很大的差異，且甚顯著。

（六）根據本試驗的結果，吾人可獲得一個結論，即 opaque-2 和 floury-2 基因雖對玉米粒重有減低的傾向，但經由嚴格選拔，育成高產量及高離胺酸的玉米品種，應無困難。

五、參考文獻

1. Alexander, D. E. 1966. Problems associated with breeding opaque-2 corn and some proposed solution. Proc. High Lysine Corn Conf. pp. 143-145.
2. _____,R. J. Lambert and J. W. Dudley. 1969. Breeding problems and potentials of modified protein maize. I.A.E.A. Research Panel Pub. 212. pp. 55-66.
3. Beeson, W. R., A. Pickett, E.T. Mertz, G.L. Crownwell and O.E. Nelson. 1966. Nutrition value of high lysine corn. Proc. Distiller's Feed Research Council. 21:70-77.
4. Breessani, R. 1966. Protein quality of opaque-2 maize in children. Proc. High Lysine Corn Conf. pp. 34-39.
5. C.I.M.M.Y.T. Annual Report, 1968, 1969, 1970.
6. Clark, H. E., P. E. Allen, S. M. Meyers, S. E. Tukett and Y. Yamamura: 1967. Nitrogen balances of adults consuming opaque-2 maize protein. Amer. Jour. of Clinical Nutrition 20:825-833.
7. Cochran, W. G. and C. M. Cox 1957. Experimental Designs. John Wiley Press.
8. Falconer, D. S. 1960. Introduction to quantitative genetics. The Renold Press.
9. Grogan, C. O., C. A. Francis. 1971. Influence of single recessive endosperm mutants on yield and dry matter distribution in maize. Crop Sci. 11:302-303.
10. Lambert, R. J., D. E. Alexander. 1969. Relative performance of normal and modified protein (opaque-2) maize hybrids. Crop Sci. 9:242-243.
11. Mertz, E. T., L. S. Bates, O. E. Nelson. 1964. Mutant gene changes protein composition and increase lysine content of maize endosperm. Sci. 145: 242-243.
12. _____.,_____.,_____, and O. A. Veron. 1966. Better protein quality in maize. Adv. Chem. Series. 57:228-242.
13. _____., O. A. Veron, L. S. Bates and O. E. Nelson. 1965. Growth of rats fed on opaque-2 maize. Sci. 148:741-742.
14. _____. 1966. Mutant genes that change composition of maize protein. Federation Proc. 25:1676-1678.
15. Nelson, O. E., E. T. Mertz, L. S. Bates. 1965. Second mutant gene affecting the amino acids pattern of maize protein. Sci. 150:1469-1470.
16. Pickett, R. A. 1966. Opaque-2 corn in swine nutrition. Proc. High Lysine Corn Conf. pp. 19-22.
17. Salamini, F., B. Borghi and C. Lorenzoni. 1970. Effect of opaque-2 gene on yield in maize. Euphytica. 19:531-538.
18. Sreemulu C. and L. F. Bauman. 1970a. Effect of out crossing on protein quality, kernel weight and related characters in opaque-2 and floury-2 maize. Crop Sci. 10:235-236.
19. Sreemulu. C., L. F. Bauman. 1970b. Yield components and protein quality of opaque-2 and normal diallels of maize. Crop Sci. 10:262-264.
20. 萬 雄、湯文通、張新吉。1968 玉米蛋白質品質的改良及其營養價值。科學農業16(7—8)：189—196.

English Summary

EFFECTS OF OPAQUE-2 AND FLOURY-2 GENES ON KERNEL WEIGHT OF MAIZE[1]

Hsiung Wan and Soh-Har Wong,[2]

Since the discovery of opaque-2 (Mertz, 1964) and floury-2 (Nelson, 1965) genes in maize, it was generally recognized that these mutant genes could increase the lysine content in maize protein. Feeding experiments by various investigators also proved that the nutritive value of this high lysine corn was improved tremendously. Therefore, breeders all over the world started to initiate breeding programs for high lysine corn. However, there was a setback in the development of high lysine corn because both opaque-2 and floury-2 genes had the effect of yield reduction. The purpose of this investigation is to study the effects of opaque-2 and floury-2 genes on kernel weight of maize bred in Taiwan, and the feasibility of developing high lysine corn with normal yielding ability. There are three items to be studied;1) the effects of opaque-2 and floury-2 genes on kernel weight of segregating ears of inbreds;2) the effects of opaque-2 gene on kernel weight in single crosses:3) yield performance of opaque-2 and floury-2 single crosses.

The opaque-2 and floury-2 inbreds were produced by crossing the opaque-2 and floury -2 stocks introduced from U.S.A. to 15 locally developed downy mildew resistant inbred lines and repeatedly backcrossed (BC_2S_1, BC_3S_3).The results obtained were as follows:

1) On the segregating ears of opaque-2 inbreds, the weight of opaque kernels with endosperm genotype $o_2o_2o_2$ was 8.65% less than that of the normal ones (O_2--). Great variation was observed in the weight reduction of the opaque kernels either between inbreds or between lines, there was less variation within line. It was shown that the variance for weight reduction was larger between lines than between inbreds. The weight reduction was negligible in some lines but up to 25% in others.

2) In floury-2 inbreds, the weight reduction of floury kernels with endosperm genotype $Fl_2fl_2fl_2$ was 6.28% less than that of the normal ones ($Fl_2Fl_2Fl_2$). Significant variation for weight reduction was observed both between inbreds and between lines. The weight of floury kernels in some lines was quite similar to the normal, but the reduction was up to 26% in others.

3) On the ears of opaque-2 single crosses, the weight of 100 opaque kernels ($o_2o_2o_2$)

---

1. Series number 564, Taiwan Agri. Res. Inst., Taipei, Taiwan. Part of a thesis submitted by the junior author in partial fulfillment for the requirements of M.S. degree, Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. Financed in part by Taiwan Agri. Res. Center and Chung-Tseng Sci. & Tech. Foundation.

2 Formerly professor and graduate assistant, Department of Agronomy, N.T.U., Taipei, Taiwan, respectively. Presently Director and Research Assistant, Taiwan Agri. Res. Inst., Taipei, Taiwan respectively.

was, in average, 98.88% of the normal ones ($O_2O_2O_2$). The weight reduction was very small. However, the weight of opaque kernels in 7 out of the 14 single crosses was found to be even heavier than that of the normal kernels. These results indicate that there is possibility for developing opaque-2 hybrids with equal or higher yield than the normal.

4) The yield performance of 15 diallel crosses from 6 opaque-2 inbreds showed that there was great variation in yield potential. Among them, two single crosses 3612×3614 and 3602×3614 yielded 10.02% and 8.45% more than the normal check variety, Tainan No.5 respectively. The yield of four other crosses were similar to that of the check. The agronomic characters studied were also showed significant difference among crosses.

5) The yield performance of the floury-2 single crosses showed more promising result. Four crosses 3702 x 3704, 3702 x 3714, 3702 x 3712 and 3706 x 3712 yielded higher than the check with the best cross, 3702 x 3712 out-yielding 14% more. As in the case of opaque-2, there were significant differences among various crosses in most characters studied.

6) Based on the experiment results obtained, it is concluded that opaque-2 and floury-2 genes though may reduce the kernel weight somewhat, can be incorporated into normal corn inbreds in developing high lysine hybrid corn without detriment to the yield if rigid selection with proper breeding materials is practised.

A PRELIMINARY NOTE ON THE PHOTOSYNTHETIC RATE OF I-GEO-GEN LEAF IN RELATION TO THE RED DISCOLORATION UNDER LOW TEMPERATURE[1]

S. LIAN[2]

Introduction

In Taiwan, one of the interests of rice workers is the difference in the yielding ability between the high yielding Ponlai varieties and the high yielding dwarf *indica* varieties. The dwarf *indicas* generally exhibit higher yield than the high yielding Ponlais (Chiu et al. 1965, Huang et al. 1966, Chiu et al. 1970 and Chiu 1971). However, this trend is inconsistent or sometimes reversed in the second crop in northern Taiwan.

The yield of I-geo-gen, a high yielding dwarf *indica*, was comparable with or lower than that of Taipei 309, a high yielding Ponlai, if it was transplanted later than August 5 in the 2nd crop or earlier than March 13 in the 1st crop (Taipei DAIS, 1967). This relatively low yield of I-geo-gen transplanted late in the 2nd crop, was probably due to the low temperature in the later growth stages (Huang 1970).

The higher yielding ability of the dwarf *indicas* compared with Ponlais is obviously due to the short stature which enable them to keep free from lodging on heavily fertilized soil, the high tillering ability and also the superior light receiving display of leaves and stems (Lian et al. 1970, Huang 1970). However, quick leaf senescence is considered to be a defect of dwarf *indicas*. In these varieties red discoloration of leaves takes place frequently when temperature is low and also when nitrogen supply is low (Huang 1970). The red discoloration under low temperature may be responsible for the low yield under low temperature.

The purpose of this report is to present a preliminary experimental evidence to show that the red discoloration of leaves is related to low temperature and the photosynthetic rate and the grain yield is decreased by the discoloration.

Materials and Methods

Hsin-chu-I-geo-gen (新竹矮脚尖) and Yūkara were used in this study. The former is a dwarf *indica* cultivated in northern Taiwan, and the latter is a *japonica* in Hokkaido, Japan.

On June 26, 1970, three seedings were transplanted to each pot in one hill and grown in a greenhouse at Hokkaido University. Each pot contained 3 kg of soil applied with 1 g each of N, P_2O_5 and K_2O. Four pots were made for each variety. The air temperature

1. Serial No. (Q) 565
2. Specialist, Taiwan Agricultural Research Institute. Taipei, Taiwan. The author wishes to express his sincere gratitude to Prof. A. Tanaka, Hokkaido University, Japan, for his kind review of the manuscript and valuable suggestions.

in the greenhouse was in the range of 25–40°C.

On August 3, at about maximum tiller number stage, four pots of each variety were divided into two groups. One group was kept in the greenhouse continuously and the other was transferred to another greenhouse, where the air temperature was kept in the range of 13–20°C (minimum and maximum). These pots were returned to the original greenhouse on August 14, after elevenday treat-ments. Then, the apparent photosynthetic rate of the intact leaves at specific positions was measured by a Hitachi-Horiba Infrared Gas Analyzer under 80 Klux at the air temperature of 27.5°C on August 15 and again on August 25.

The I-geo-gen plants were grown until maturity and the yields were recorded.

Results and Discussions

Significant red discoloration of leaves was observed in I-geo-gen after the low temperature treatment, whereas there was no such phenomenon in Yūkara. Slight wilting was also observed on the tips of I-geo-gen leaves during mid-day.

The apparent photosynthetic rate of leaves of I-geo-gen was decreased by the low temperature treatment, while that of Yūkara was not affected by the treatment (Table 1). In I-geo-gen, the effect of low temperature was holding on for a long period after the plants were transferred to normal temperature, although the leaves developed after the low temperature treatment showed a high rate (Table 2). In Yūkara the photosynthetic rate of the leaves subjected to low temperature was higher after the plants were transferred to the normal temperature.

In I-geo-gen the panicle weight decreased significantly due to the low temperature treatment, whereas the straw weight was not affected (Table 3). The decrease of panicle weight was not due to sterility but to the decrease of average weight per grain. Thus, it is apparent the decrease of the grain yield is the result of the decrease of photosynthetic rate of leaves.

These data presented above suggest that a low temperature causes red discoloration of leaves which accompanies a decline of photosynthetic rate in I-geo-gen. These phenomena was not observed in Yūkara which adapted to low temperature.

The practical significance of the above findings should be confirmed further by using dwarf *indicas* and ponlai *japonicas* so that it will throw light on the improvement of varieties in Taiwan.

Summary

To test if the red discoloration of leaves usually observed in I-geo-gen is related to low temperature and also if the photosynthetic rate and the grain yield are adversely affected by the discoloration, a pot experiment was conducted.

Rice varieties, I-geo-gen and Yūkara, were grown in a greenhouse at 25–40°C. At about maximum tillering stage, two temperature treatments, i.e., 13–20°C and 25–40°C (normal) were differentiated. These pots were returned to the normal temperature after eleven-day treatments. The apparent photosynthetic rate was then measured on certain intact leaves to see the effect of temperature treatment.

Significant red discoloration of leaves and also a decrease of apparent photosynthetic rate were observed in I-geo-gen after the low temperature treatment, whereas there was no such phenomenon in Yūkara.

It is suggested that low temperature causes more decrease in the grain yield due to the discoloration of leaves which accompanies a decrease of photosynthetic rate of leaves in *indicas* than *japonicas*.

References

Chiu, T.F. and L.T. Li (1965). Varietal difference in fertilizer response and absorption of rice in Taiwan, Potash Review, 28th suite, subject 6.

Chiu, T.F. and W.L. Huang (1970). Studies on the techniques of nitrogen fertilization of rice plants (1). Jour. Taiwan Agr. Research 19 (3).

Chiu, T.F. (1971). Study on fertilizer response and fertilizer absorption rate of main rice varieties in Taiwan. Jour. Taiwan Agr. Research 20 (1).

Huang, C.S. (1970). Evolution of rice culture in Taiwan. Scientific Agriculture (Taiwan) 18 (7, 8).

Huang, W.L. and L.T. L.i (1966). A comparative study of some rice varieties of Taiwan with regard to fertilizer response and nutrient uptake (Part II). Jour. Taiwan Agr. Research 15 (4)

Lian, S. (1970). Comparison on growth performance and yield of Chianan 8 and IR 8 in Pingtung area. Jour. Taiwan Agr. Research 19 (2).

Taipei District Agricultural Improvement Station (1967). Effects of the time of transplanting on the yield of rice in terrace areas in the Taipei district, a report of JCRR Project, (mimeographed in Chinese). Cited from Huang, C.S. (1970).

Table 1. Effect of temperature treatment on apparent photosynthetic rate of the active-center leaves of I-geo-gen and Yūkara measured on Aug. 15 (CO_2mg/100 cm^2/hr)

Variety / Treatment	I-geo-gen	Yūkara
Control	43.2	37.7
Low temperature	14.7	44.5

Table 2. Effect of temperature pretreatment on apparent photosynthetic rate of I-geo-gen and Yūkara measured on Aug. 25 (CO_2mg/100 cm^2/hr)

Variety / Position of leaf (from the top) / Treatment	I-geo-gen			Yukara
	1st*	2nd**	3rd	2nd**
Control	25.3±3.8	28.1±1.0	20.9	21.3
Low temperature	32.3±7.5	19.4±5.3	10.2	33.2

* The 1st leaf was developed after Aug. 15

** The 2nd leaf corresponds to the active center leaf measured on Aug. 15.

Table 3. Yield of I-geo-gen treated with different temperature during maximum tillering stage (g/pot)

Treatment	Panicle	Straw	Total
Control	55.8±0.8	66.3±1.2	122.1±2.0
Low temperature	37.3±3.6	59.4±3.4	96.7±7.0

低温與矮脚尖葉片之紅化及其對光合成速率之影響——預報

連　深

爲探討矮脚尖水稻常見之葉片紅化現象，是否與低溫有關，及此種紅化是否對光合成速率和稻谷收量有不良影響，乃舉辦盆栽試驗。

試驗主要係在25～40°C之玻璃室內進行。供試品種爲本省北部之矮脚尖和日本北海道之 Yūkara。前者屬印度型而後者則屬日本型。

當水稻大約達最高分蘖期時，各品種水稻之半數盆栽（二重覆）則被移置於 13～20°C 玻璃室，而另半數盆栽則繼續放置於 25～40°C 玻璃室。被放置於低溫玻璃室之水稻經過11天後再恢復移置於 25～40°C 玻璃室，隨後則測定各盆水稻中若干特定位置之葉片光合成速率，以觀察溫度處理對光合成速率之影響。

矮脚尖經過低溫處理後其葉片有顯著紅化現象，其光合成速率亦顯著低落，而 Yūkara 卻無。矮脚尖經過低溫處理者其平均粒重亦較對照處理（即無經低溫處理者）顯著低減。

由本試驗結果推測矮脚尖或一般印度型品種葉片之紅化，可能和低溫有關，而此種葉片之紅化將隨伴光合成速率之低下而影響稻谷收量。

水稻紋枯病之系統性藥劑室內及田間防治試驗[1]

簡錦忠[2] 洪雲卿[3] 朱啓魯[3]

一、前　　言

本省防治水稻紋枯病，自民國四十九年開始採用有機砷劑以來，獲得相當良好的防治效果，並受農民重視及普遍應用。因該病害最初侵害稻叢下部的葉鞘，故欲獲最佳之防治效果，必須在最盛分蘖期與抽穗期施藥於稻叢下部，然而在實際操作時，欲將藥劑均勻全面直接噴射到稻叢下部的各分蘖莖上尙有困難，且所費勞力甚大。同時，若在不適當時期，即水稻生育後期施用有機砷劑易導致稻穀不稔症[1,2]。因此利用非有機砷系統性殺菌劑可能解決上述問題。據國際稻米研究所報告[4]將 Benlate 水和劑（Benomyl 劑）施於土壤中，所育成之稻苗可減輕稻熱病之侵害。著者等[3]去年亦應用該劑防治稻紋枯病，試驗結果在室內及田間試驗均具相當良好之防治效果。本年度作進一步的檢討，以確定該系統性藥劑是否可以解決目前稻紋枯病防治上所遭遇的難題。

二、材料及方法

A. 試驗材料

a. 供試稻種爲臺南1號。

b. 供試藥劑：(a) Benlate 水和劑〔50% Methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazole carbamate〕(b) Mebenil 水和劑（75% O-methyl benzoic acid anilide）(c) Tachigaren液劑（30% 3-hydroxy-5-methylisoxazole）(d) Ohric 水和劑〔50% N-(3′,5′-Dichlorophenyl) Succimide〕（對照藥劑）(e) Mon 乳劑（16.5% Methyl arsines bislauryl sulfide）（對照藥劑）

B. 方法

a. 室內試驗：

1. 測定殺菌劑之系統性預防效果：自田間掘取臺南1號之稻叢（分蘖最盛期），移植於直徑22公分之花盆中，每盆種二叢，待其成活後施藥劑於盆內，並於施藥後第5，10，20及30天於接種室行人工接種紋枯病病原菌，並保持適當的溫、濕度，經一晝夜後放置於溫室內，待一定時間後調查各處理區之罹病狀況。

2. 測定殺菌劑之系統性治療效果：本試驗方法和1項相同，但先行人工接種病原菌。分別於接種當天，第5，10及15天施藥，並測定其治療效果。

3. 測定藥劑之藥害：以非砷殺菌劑及有機砷殺菌劑分別於稻抽穗前後，將藥劑噴霧於稻體全部，並於成熟期觀察各處理區之稔實狀況。

b. 田間試驗：每處理小區爲3×4公尺，栽植臺南1號，8×12叢，稻叢距離爲22.5×22.5公分，每處理二重複，並分爲預防（施藥後接種病原菌）及治療（接種病原菌後施藥）兩種處理。田間管理按常法行之。

c. 上述人工接種病原菌，最初係自被害稻上之病斑分離所得，然後用稻藁培養基（稻藁切剪

本研究之完成，得農業研究中心〔71-A11-A-2100a（TARC）〕之補助，試驗進行中，蒙農復會邱人璋博士指導，謹此致謝。

1. 試驗報告農試字第五六六號。

2.3. 臺灣省農業試驗所薦任技士，技佐。

爲3公分左右，然後在5％蔗糖液中浸漬2小時，並裝入一磅裝的廣口瓶內，經殺菌後繁殖病原菌，待稻藁培養基內形成菌核後始供接種之用）繁殖病原菌，接種時每稻叢內夾入長滿菌絲的稻藁3～4支，待適當時期調查各處理區之發病率及被害度。

1.發病率（％）室內試驗之水稻，調查每一支稻莖之葉鞘數及被害葉鞘數（無論病斑之大小）求其

$$\text{發病率（％）}，\text{計算公式爲}\frac{\text{被害葉鞘數}}{\text{總葉鞘數}}\times 100$$

田間試驗之水稻各處理區調查40叢，求其

$$\text{發病率（％）}，\text{計算公式爲}\frac{\text{被害莖數}}{\text{總莖數}}\times 100$$

2.被害度（％）田間試驗在水稻成熟期，各處理區調查40叢中每1支的被害程度，用以下公式計算之。

$$\text{被害度（％）}=\frac{3n_1+2n_2+1n_3+0n_4}{3N}\times 100$$

註 N＝調查總莖數。 n_1＝於劍葉以下各葉鞘均有病斑的莖數。 n_2＝劍葉無病斑，其下各葉鞘均有病斑的莖數。 n_3＝劍葉，第二葉及葉鞘無病斑，而第三葉或葉鞘以下均有病斑的莖數。 n_4＝任何葉鞘或葉身均無病斑的莖數。

3.不稔率（％）調查每一穗的總穀粒數及不稔穀粒數，求其不稔率。

$$\text{不稔率（％）}=\frac{\text{不稔穀粒數}}{\text{總穀粒數}}\times 100$$

三、結果及討論

A．測定殺菌劑之系統性預防效果：

本試驗於5月3日施藥，並分別於5天（5月7日），10天（5月12日），20天（5月22日）及30天（6月1日）後接種病原菌，經20天後觀察各處理區之發病程度。藥劑處理分爲①對照區，②Benlate 水和劑每公頃施用 6.6公斤（400倍稀釋液每盆灌注 10ml），③ Benlate 水和劑每公頃施用 13.2公斤（400倍稀釋液每盆灌注 20ml），④Mebenil 水和劑施藥量與②相同，⑤Mebenil 水和劑施藥量與③相同，⑥Tachigaren 液劑500倍液及⑦Mon 乳劑2,500 倍液噴射稻叢全體。本試驗所得結果如表一。

表一、各種藥劑之預防效果（發病率）

施藥時期	重複	對照（無施藥）	Benlate（灌注）		Mebenil（灌注）		Tachigaren 1：500（噴霧）	Mon 1:2,500（噴霧）
			6.6kg/ha	13.2kg/ha	6.6kg/ha	13.2kg/ha		
施藥後5天接種	1	51.8％	29.8％	23.9％	48.5％	43.3％	25.6％	26.1％
	2	56.9	38.0	27.2	50.0	46.1	37.9	34.6
	平均	54.4	33.9	27.1	49.3	44.7	31.8	30.4
	指數	100.0	62.3	49.8	90.6	82.2	58.5	55.9

施藥後10天接種	1	68.5	30.0	23.6	49.7	48.3	42.3	41.7
	2	62.9	28.8	22.4	50.0	43.9	42.8	40.2
	平均	65.7	29.4	23.0	49.9	46.1	42.6	41.0
	指數	100.0	44.7	35.0	75.9	70.2	64.9	62.4
施藥後20天接種	1	64.6	28.3	23.4	50.0	46.6	48.9	47.4
	2	68.8	32.8	25.0	52.4	48.9	43.9	41.5
	平均	66.7	30.6	24.2	51.2	47.8	46.4	44.5
	指數	100.0	45.9	36.3	76.8	71.7	69.6	66.7
施藥後30天接種	1	67.2	32.0	22.4	45.5	47.7	31.2	34.2
	2	63.1	28.4	25.5	48.8	41.9	37.1	39.4
	平均	65.2	30.2	24.0	47.2	44.8	34.2	36.8
	指數	100.0	46.3	36.8	72.4	68.7	52.5	56.4

據表一、得知，藥劑處理區之發病率皆比對照區爲低，以對照區發病率作 100之指數觀之，則施藥後第5天接種區均比第10，20及30天後接種區之效果較優，但本試驗施藥時期係於水稻分蘖最盛期，故施藥後第30天行接種病原菌時，水稻生育已達抽穗後期，因而稻本身之抵抗力較此時期以前接種區略强，因此該處理區之發病率反而比施藥後第10，20天接種區略少。供試藥劑中 Benlate水和劑施藥量每公頃13.2公斤區之效果最佳，其次爲同劑施藥量每公頃6.6公斤區，Mebenil 水和劑無論其施藥量每公頃6.6公斤或13.2公斤，其防治效果雖然比對照區稍好，但其差異並不大， Benlate 水和劑之防治效果雖然比 Mon 乳劑較優，但其差異亦不大，Tachigaren 液劑和 Mon 乳劑之防治效果略相同。

B. 測定殺菌劑之系統性治療效果：

本試驗於5月29日接種病原菌，並分別於接種當天施藥，接種後第5天（6月2日），10天（6月7日）及15天（6月12日）各施藥，並各經20天後調查各處理區之發病程度。藥劑種類及處理方法皆與1項目相同，所得結果如表二。

表二、各種藥劑之治療效果（發病率）

施藥時期	重複	對照（無施藥）	Benlate（灌注）		Mebenil（灌注）		Tachigaren 1：500（噴霧）	Mon 1：2,500（噴霧）
			6.6kg/ha	13.2kg/ha	6.6kg/ha	13.2kg/ha		
		%	%	%	%	%	%	%
接種後當天施藥	1	53.3	29.3	20.5	29.9	25.9	25.0	18.2
	2	49.9	29.2	27.6	26.3	25.0	30.3	17.9
	平均	51.6	29.3	24.1	28.1	25.5	27.7	18.1
	指數	100.0	56.8	46.7	54.5	49.4	53.7	35.1
接種後第5天施藥	1	55.7	34.7	29.1	36.5	43.3	39.5	34.3
	2	57.8	29.9	27.8	37.6	30.0	36.6	31.1

	平均	56.8	32.3	28.5	37.1	36.7	38.1	32.7
	指數	100.0	56.9	50.2	65.3	64.6	67.1	57.6
接種後10天施藥	1	64.6	28.0	24.6	46.6	43.4	46.5	42.4
	2	58.6	30.0	26.7	42.5	48.2	49.2	46.8
	平均	61.6	29.0	25.7	44.6	45.8	47.9	44.6
	指數	100.0	47.1	41.7	72.4	74.3	77.7	72.4
接種後15天施藥	1	63.3	35.9	39.5	48.7	46.8	51.7	52.9
	2	62.7	34.8	36.9	43.7	44.2	53.8	44.9
	平均	63.0	35.4	38.2	46.2	45.5	52.8	48.9
	指數	100.0	56.2	60.6	73.3	72.2	83.7	77.6

自接種病原菌後第3～4天，用肉眼就可看出紋枯病的病斑。在接種當天施藥劑處理當中，Mon乳劑之防治效果最佳，但經過日數愈久，其治療效果則愈低，如果對照區之發病率作100之指數時，至接種後第15天 Mon 乳劑施藥區之發病指數已達77.6，不過其他藥劑在15天後施藥者其發病指數皆超過50以上，其中 Tachigaren 液劑竟達83.7之高。Benlate 水和劑施藥量每公頃 13.2公斤或6.6公斤灌注區，不同施藥時期的防治效果雖有差異，但並不大。 Mebenil 水和劑， Tachigaren 液劑及 Mon 乳劑等藥劑，自接種病原菌後施藥愈遲，其發病率愈高。就室內試驗結果觀之，無論預防或治療，Benlate 水和劑之效果最佳，而其施藥量每公頃 13.2公斤區較6.6公斤區爲佳，不過其差異並不顯著。按此施藥量可灌注於稻田而對紋枯病之防治具有效果，但該劑價格較高，在實用上藥劑費用似嫌過高。

C. 測定有機砷劑之藥害：

本試驗供試稻種爲臺南1號，將供試稻種先栽植於田間，並於分蘗最盛期選擇生育程度相同之稻叢，掘取後移植於直徑22公分的花盆內，每盆種2叢，並放置於溫室內，各處理稻之平均抽穗期在10月21日，施藥時期分別於①抽穗期前10天（10月12日），②抽穗期前5天（10月16日），③抽穗期（10月21日）抽穗期後3天（10月24日）等四個處理。供試藥劑爲 Asozin 水和劑，Mongare 水和劑及Mon乳劑，使用濃度一律用1,250及2,500倍，另設不施藥（對照）區，12月1日收穫，調查健全穀粒數及不稔實穀粒數，所得結果如表三。

表三、有機砷劑對稻稔實之影響

藥劑及施用濃度		10月12日施藥（抽穗前10天）		10月16日施藥（抽穗前5天）		10月21日施藥（抽穗期）		10月24日施藥（抽穗後3天）	
		不稔率	指數	不稔率	指數	不稔率	指數	不稔率	指數
Asozin	1,250倍	11.9%	134.5	16.1%	161.0	20.3%	182.9	11.0%	125.0
	2,500倍	8.6	106.2	11.3	113.0	16.0	144.1	9.4	106.8
Mongare	1,250倍	15.0	185.2	17.2	172.0	24.0	216.2	12.5	142.0
	2,500倍	11.1	137.0	14.4	144.0	21.0	189.2	10.1	114.8
Mon	1,250倍	12.3	151.9	15.9	159.0	16.7	150.5	10.9	123.9
	2,500倍	8.8	108.6	11.1	111.1	11.4	102.7	9.2	104.5
CK	—	8.1	100.0	10.0	100.0	11.1	100.0	8.8	100.0

據表三，得知水稻抽穗期前後施用有機砷劑者，對水稻的稔實有不良影響，供試三種有機砷劑中 Mon 乳劑之影響最輕，其次爲 Asozin 水和劑，再次爲 Mongare 水和劑。在抽穗期噴射藥劑時，除 Mon 乳劑2,500倍之外，其不稔率如以對照區作100時，都在50%以上，抽穗期後 3 天噴射（此時稻穗尚有一部份正在抽穗中）尚可影響其稔實率，如 Mongare 水和劑則使不稔率達40%以上。又抽穗期前 5 天噴射比10天前噴射區的不稔率爲高。三種藥劑之使用濃度如果較推廣使用濃度（ 2,500 倍）提高（1,250倍） 者，皆增加不稔率。由本次試驗結果，可知應用有機砷劑防治稻紋枯病時， 其使用濃度必須按推廣方法所指定的濃度，不可隨意提高，同時最好於抽穗期10天前即應避免施用。

D. 田間試驗：

a. 第一期作

每處理小區面積，供試稻種等按上述方法行之。於60年 1 月25日播種， 3 月11日插秧。藥劑處理分爲①對照區（無施藥），②Ohric 水和劑1,00倍液（噴射），③Benlate水和劑 800倍液（噴射），④Benlate 水和劑每小區灌注7.92公克（6.6公斤/公頃，⑤Benlate 水和劑每小區灌注15.84公克（13.2公斤/公頃），⑥ Mebenil 水和劑 800 倍液（噴射）， ⑦ Mebenil 水和劑施藥量與④區相同，⑧ Mebenil水和劑施藥量與⑤區相同，⑨ Tachigaren 液劑500倍液（噴射）等九個處理，藥劑噴射區其使用量每小區爲 5 公升，並於 5 月 6 日行人工接種病原菌，接種前施藥區於 5 月 3 日施藥，接種後施藥區於 5 月 8 日施藥，第二次施藥均於 5 月26日行之。本期作所得結果如表四、及表五。

表四、第一期作發病程度及產量之比較

處理代號	處理別		施藥後接種（預防） 發病率（%）	被害度（%）	每公頃產量（公斤）	接種後施藥（治療） 發病率（%）	被害度（%）	每公頃產量（公斤）	預防與治療被害度總平均值差異顯著性 *
1	對照（無施藥）	1	100.0	93.0	2,340.0	100.0	96.9	2,035.0	a
		2	100.0	94.3	2,415.0	100.0	95.7	2,160.0	
		平均	100.0	93.7	2,377.5	100.0	96.3	2,107.5	
2	Ohric 1:1,000（噴射）	1	100.0	92.9	2,370.0	100.0	74.7	3,240.0	ab
		2	100.0	82.8	3,165.0	100.0	71.0	3,495.0	
		平均	100.0	87.9	2,767.5	100.0	72.9	3,367.5	
3	Benlate 1:800（噴射）	1	100.0	62.0	3,360.0	100.0	71.6	3,540.0	c
		2	100.0	59.3	3,645.0	100.0	57.6	4,515.0	
		平均	100.0	60.7	3,502.5	100.0	64.6	4,027.5	
4	Benlate 6.6kg/ha（灌注）	1	100.0	66.9	4,035.0	100.0	43.1	4,365.0	cd
		2	100.0	57.3	4,110.0	100.0	37.9	4,335.0	
		平均	100.0	62.1	4,072.5	100.0	40.5	4,350.0	
5	Benlate 13.2kg/ha（灌注）	1	100.0	34.9	4,515.0	100.0	34.6	4,350.0	d
		2	100.0	39.3	4,200.0	100.0	40.9	4,050.0	
		平均	100.0	37.1	4,357.5	100.0	47.8	4,200.0	

6	Mebenil 1:800 (噴射)	1	100.0	89.3	2,385.0	100.0	94.0	2,580.0	a
		2	100.0	89.9	2,475.0	100.0	91.2	2,790.0	
		平均	100.0	89.6	2,430.0	100.0	92.6	2,685.0	
7	Mebenil 6.6kg/ha (灌注)	1	100.0	88.7	2,670.0	100.0	94.3	2,580.0	a
		2	100.0	91.2	2,445.0	100.0	93.6	2,820.0	
		平均	100.0	89.9	2,557.5	100.0	94.0	2,700.0	
8	Mebenil 13.2kg/ha	1	100.0	88.4	2,445.0	100.0	94.6	2,625.0	a
		2	100.0	88.6	3,105.0	100.0	93.4	2,910.0	
		平均	100.0	88.5	2,775.0	100.0	94.0	2,767.5	
9	Tachigaren 1:500 (噴射)	1	100.0	70.2	3,525.0	100.0	65.4	3,600.0	bc
		2	100.0	67.0	3,810.0	100.0	62.5	3,780.0	
		平均	100.0	68.6	3,667.5	100.0	64.5	3,690.0	

註：* L.S.D. 5% = 17,252

表五、變方分析（第一期作）

a　各處理區之被害度

變異原因	自由度	平方和	均方	實測F值	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	1	28.27	28.27	19.23*	18.51	98.49
預防—治療	1	6.34	6.34	4.31	18.51	98.49
主區機差	1	1.47	1.47			
處理	8	6,464.43	808.05	132.47**	3.89	2.59
處理×預防治療	8	360.93	45.12	7.39**	3.89	2.59
副區機差	16	97.63	6.10			
總計	35	6,959.07				

b　各處理區之產量

變異原因	自由度	平方和	均方	實測F值	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	1	18,906.25	18,906.25	0.119	18.51	98.49
預防—治療	1	213,906.25	213,906.25	1.354	18.51	98.49
主區機差	1	158,006.25	158,006.25			
處理	8	18,296.75	2,287.09	0.030	3.89	2.59

處理×預防治療	8	682,325.00	8,529.06	0.115	3.89	2.59
副區機差	16	1,189,175.00	74,323.44			
總計	35	2,280,615.50				

第一期作水稻分蘗最盛期後氣溫升高，紋枯病之病勢進展頗爲迅速。如表四所示，各處理區的發病率皆達 100%，因經人工接種病原，在田間難以找到無病稻叢。發病率雖高達 100%，但成熟期調查被害度時，各處理間之差異，經變方分析結果極爲顯著，在預防試驗區中，對照區之被害度竟達 93.7%。供試藥劑中，Benlate 水和劑灌注區（每公頃13.2公斤）之預防效果最佳（37.1%），其次爲同劑噴射區（60.7%），再次爲同劑低量灌注區（每公頃6.6公斤）。Mebenil 水和劑無論噴射或灌注區，其防治效果皆不理想。Tachigaren 液劑比 Ohric 水和劑稍好。又供試藥劑之治療效果和預防之效果顯示相同之傾向。一般而言，預防比治療之防治效果稍良好。但經交感效應之個別測驗結果，Ohric 水和劑，Benlate 水和劑灌注（每公頃6.6公斤）兩區之治療效果比預防良好；但 Benlate 水和劑灌注（每公頃13.2公斤），Mebenil 水和劑灌區（每公頃6.6公斤或13.2公斤）之預防效果比治療佳；其他如Mebenil 水和劑噴射區及Tachigaren液劑噴射區，其預防及治療之間並無顯著差別。

產量方面雖和被害度成反比例，即被害程度最輕的 Benlate水和劑施用區之產量最高，但本期作水稻生育期間氣候順調，雖然紋枯病之發病率極高，對產量之影響不太大，即各處理區之產量經變方分析結果，處理之間相差無多。

b. 第二期作

本期作田間設計和第一期作相同，但藥劑處理一部份與第一期作不同，即①對照區（無施藥），②Ohric 水和劑1,000倍液（噴射），③Benlate 水和劑800倍液（噴射），④ Benlate 水和劑每小區灌注7.92公克（每公頃6.6公斤），⑤Benlate 水和劑每小區灌注 15.84 公克（每公頃13.2公斤），⑥ Benlate 水和劑1,000倍（秧田土壤處理，即乾燥土壤重量 1 公斤加入藥劑 1 公克，均勻混合後裝入鉛盤內而播種，插秧時連土壤一齊移植），⑦Benlate 水和劑5,000倍（秧田土壤處理，即乾燥土壤 5 公斤加入藥劑 1 公克，其後操作和⑥相同），⑧ Benlate 水和劑10,000倍（秧田土壤處理，即乾燥土壤 10公斤加入藥劑 1 公克其後操作和⑥相同），⑨Tachigaren 液劑500倍液（噴射）。7 月21日播種，8 月 9 日插秧，9 月16日接種病原菌，接種前施藥區於 9 月13日施藥，接種後施藥區於 9 月20日施藥，第二次施藥於10月 4 日行之。本期作所得結果如表六及表七。

表六、第二期作發病程度及產量之比較

處理代號	處理別		施藥後接種（預防）			接種後施藥（治療）			預防與治療被害度總平均值差異顯著性 (a)	預防與治療產量總平均值差異顯著性 (b)
			發病率 (%)	被害度 (%)	每公頃產量 (公斤)	發病率 (%)	被害度 (%)	每公頃產量 (公斤)		
1	對照（無施藥）	1	84.3	47.7	1,740.0	90.1	30.4	1,740.0	a	f
		2	92.7	49.9	1,710.0	83.6	49.4	1,630.0		
		平均	88.5	48.8	1,725.0	86.9	39.9	1,710.0		
2	Ohric 1:1,000（噴射）	1	59.8	39.2	1,710.0	48.3	22.2	2,420.0	b	de
		2	53.6	38.7	1,770.0	54.5	24.8	2,070.0		
		平均	56.7	39.0	1,740.0	51.4	27.5	2,235.0		

3	Benlate 1:800 (噴射)	1	46.7	18.7	1,920.0	40.7	19.0	1,950.0	c	cd
		2	40.9	17.7	2,010.0	41.9	18.7	2,610.0		
		平均	43.8	18.2	1,965.0	41.3	18.9	2,230.0		
4	Benlate 6.6kg/ha (灌注)	1	28.6	19.9	2,190.0	27.8	11.4	2,370.0	d	b
		2	26.1	11.9	2,220.0	20.8	9.8	2,550.0		
		平均	27.4	15.9	2,205.0	24.3	10.6	2,460.0		
5	Benlate 13.2kg/ha (灌注)	1	17.5	7.3	2,670.0	10.5	3.5	2,640.0	e	a
		2	14.6	8.8	2,610.0	20.5	7.6	3,060.0		
		平均	16.1	8.1	2,640.0	15.5	5.6	2,850.0		
6	Benlate 1:1,000 (秧田土壤處理)	1	10.1	5.7	2,130.0	10.2	6.6	2,230.0	e	de
		2	12.2	6.8	2,230.0	12.4	7.2	2,190.0		
		平均	11.2	6.3	2,205.0	11.3	6.9	2,235.0		
7	Benlate 1:5,000 (秧田土壤處理)	1	11.9	6.9	1,980.0	12.9	9.4	2,040.0	e	de
		2	12.4	5.9	2,010.0	13.4	8.1	2,010.0		
		平均	12.2	6.4	1,995.0	13.2	8.8	2,025.0		
8	Benlate 1:10,000 (秧田土壤處理)	1	15.8	7.1	1,920.0	13.2	8.4	2,010.0	e	bc
		2	14.7	7.2	1,980.0	15.8	9.6	1,930.0		
		平均	15.3	7.2	1,950.0	14.5	9.0	1,995.0		
9	Tachigaren 1:500 (噴射)	1	65.6	28.1	1,830.0	78.9	35.0	2,310.0	b	ef
		2	81.9	35.2	1,710.0	82.3	34.0	1,680.0		
		平均	73.8	31.7	1,770.0	80.6	34.5	1,995.0		

註：(a) L.S.D. 5%=3.690 (b) L.S.D. 5%=190.600

表七、變方分析（第二期作）

a. 各處理區之被害度

變異原因	自由度	平方和	均方	實測F值	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	1	8.7025	8.7025	1.000	18.51	98.49
預防一治療	1	23.2003	23.2003	2.666	18.51	98.49
主區機差	1	8.7025	8.7025			
處理	8	3,327.4750	415.9344	68.495**	3.89	2.59
處理×預防治療	8	142.4472	17.8059	2.932	3.89	2.59

副區機差	16	97.1600	6.0725			
總計	35	3,607.6875				

b、各處理區之產量

變異原因	自由度	平方和	均方	實測F值	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	1	57,600	57,600	0.194	18.51	98.49
預防一治療	1	28,090	28,090	0.093	18.51	98.49
主區機差	1	296,910	296,910			
處理	8	2,858,850	357,356	22.11**	3.89	2.59
處理×預防治療	8	477,960	59,745	3.69*	3.89	2.59
副區機差	16	258,590	16,162			
總計	35	3,978,000				

第二期作水稻生育期間於9月18日遭受艾妮絲颱風及9月22日再受貝絲颱風侵襲，故對水稻之生長影響極大。本試驗於9月16日接種病原菌，2天後就遭颱風，同時颱風後氣溫比往年低，對水稻生育後期及紋枯病病勢進展之影響頗大。因此第二期作紋枯病發病程度較第一期作輕微，如對照區（無施藥區）之被害度僅40～49%而已。各處理區之被害度經變方分析結果，表示極顯著，各種藥劑無論其使用方法如何，皆和對照區呈極顯著之差異，但供試藥劑中以 Benlate 水和劑處理秧田土壤之防治效果最佳，此固由於藥劑具有效果，然亦因該劑處理秧田土壤後，使水稻在田間之生長期間延長，較其他處理區之生長期延遲10天以上，如上述水稻生長後期氣溫降低，自對紋枯病病勢之進展亦有影響。Benlate 水和劑灌注及噴射區之效果僅次於 Benlate 處理秧田土壤區，在預防方面 Tachigaren 液劑比 Ohric 水和劑稍好。另經交感效應之個別測驗結果，Ohric 水和劑的預防區比治療區之防治效果呈顯著以外，其他供試藥劑在本期作之防治及治療兩處理皆呈不顯著，此係受氣候因子之影響所致。

產量方面，藥劑施用區除 Tachigaren 水和劑之外，皆比對照區有顯著之差異。Benlate 水和劑秧田土壤處理區之被害度雖最輕微，但因生育期延長，致其產量比同劑灌注區稍差。另經交感效應之個別測驗結果，本期作所供試藥劑無論預防或治療效果之間對產量皆呈不顯著。

第二期作各處理間之生育狀況頗有差異，即使用Benlate 水和劑於秧田土壤處理區之水稻至成熟期稻藁尚呈綠色，而其他處理區除紋枯病發生之外，尚有小粒菌核病之發生極嚴重，引起一部份稻叢之莖葉枯死，且尚有倒伏者。因此特別觀察各處理區之稻生育狀況及小粒菌核病之發病程度，其結果如表八。

表八、各處理間之小粒菌核病發病程度

處理代號	處理別		稈高 (cm)	穗數	小粒菌核病 發病率(%)	小粒菌核病 指數
1	對照（無施藥）	1	89.3	16.9	59.82	
		2	89.9	16.2	48.31	
		平均	89.6	16.6	54.07	100.0

2	Ohric 1:1,000 (噴射)	1	90.9	16.5	35.07	
		2	88.5	15.7	49.11	
		平 均	89.2	16.1	42.09	77.8
3	Benlate 1:800 (噴射)	1	93.1	16.7	14.74	
		2	90.4	16.4	10.78	
		平 均	91.8	16.6	12.76	23.6
4	Benlate 6.6kg/ha (灌注)	1	92.6	18.9	9.34	
		2	95.3	16.9	0.97	
		平 均	94.0	17.9	5.16	9.5
5	Benlate 13.2 kg/ha (灌注)	1	95.7	16.3	0.80	
		2	97.0	17.1	0.40	
		平 均	96.4	16.7	0.60	1.2
6	Benlate 1:1,000 (秧田土壤處理)	1	90.3	17.9	12.30	
		2	82.7	17.2	9.70	
		平 均	86.5	17.6	11.00	20.3
7	Benlate 1:5,000 (秧田土壤處理)	1	89.0	16.5	10.10	
		2	87.0	18.0	10.77	
		平 均	88.0	17.3	10.44	19.3
8	Benlate 1:10,000 (秧田土壤處理)	1	90.8	17.4	8.82	
		2	86.1	17.4	9.36	
		平 均	88.5	17.4	9.09	16.8
9	Tachigaren 1:500 (噴射)	1	89.6	15.8	42.22	
		2	91.0	17.5	36.74	
		平 均	90.3	16.9	39.48	73.0

由表八，得知就稻稈高度而言，Benlate 水和劑灌注處理區最高，其次爲同劑的噴射區，再次爲同劑的秧田土壤處理區，而對照區之稈高最矮。就每叢穗數言，Benlate 水和劑土壤處理區比其他處理區稍多，但其差異不大。

本期作一般田間稻小粒菌核病之發生頗普遍，本試驗田雖未經接種病原，但各處理之間小粒菌核病之發病程度差異頗大。如以對照區的發病率作100（54.07%）之指數觀之，Benlate 水和劑灌注（每公頃13.2公斤）區之發病指數僅爲1.2（0.60%），同劑低量灌注（每公頃6.6公斤）區之發病指數僅爲9.5（5.16%）而已。又 Benlate 水和劑行秧田土壤處理者，無論使用濃度若干，其發病率均不高（9.09～11.00%）。另如 Tachigaren 液劑區之發病指數達73.0（39.48%），Ohric水和劑區亦達77.8（42.09%）。由此可知 Benlate 水和劑對小粒菌核病之防治亦有效。

四、摘　　要

本試驗係爲尋求系統性殺菌劑，以解決防治稻紋枯病藥劑操作上之困難，所得結果簡述如下：

在室內測定幾種藥劑之預防及治療效果，結果以 Benlate 水和劑每盆 400倍液灌注 20ml 區（每公頃13.2公斤）及 10ml （每公頃6.6公斤）區之效果最佳，不過按此施藥量對紋枯病之防治固有效果，但其價格昂貴，在實用上藥劑費用似嫌過高。在預防方面，Tachigaren 液劑和 Mon 乳劑之防治效果略相同；但治療方面 Mebenil 水和劑，Tachigaren 液劑和 Mon 乳劑等藥劑，自接種病原菌後施藥愈遲其防治效果愈差。

應用有機砷劑防治稻紋枯病時，其使用時期於水稻抽穗期10天以內似應避免施用，以及不可隨意提高使用濃度，以避免藥害之發生。

田間試驗結果，一般說來預防比治療之防治效果良好，對紋枯病之防治效果以 Benlate 水和劑最佳，無論使用方法爲灌注或秧田土壤處理皆有良好的效果，同時亦有防治稻小粒菌核病之功效。

五、參 考 文 獻

1 高坂淳爾、福代和子、孫工彌壽雄（1958）：稻紋枯病に對する Tuzet の效果發現の機作と藥害について，病害發生預察資料61號，149～168。

2 堀眞雄（1965）：有機ヒ素劑による水稻の藥害およびその品種間差異について，中國農業研究，32號，19～21。

3 簡錦忠、洪雲卿（1971）：水稻紋枯病之系統性藥劑防治試驗，農業研究，20（2）：37～46。

4 The International Rice Research Institute (1969): Annual Report (1969) : 51-56.

GREENHOUSE STUDY AND FIELD EXPERIMENTATION ON THE CONTROL OF SHEATH BLIGHT OF RICE WITH SYSTEMIC FUNGICIDES

by

C.C. Chien, Y.C. Hung and C.L. Chu

Summary

This experiment is aimed at searching systemic fungicides for control of rice sheath blight in order to solve the problem of the practical difficulties of using fungicides spray.

In greenhouse trials, Benlate W.P. showed the remarkable preventive and therapeutic effect when 20 ml. of 1:400 solution (13.2 Kg/ha) or 10 ml. of 1:400 (6.6 Kg/ha) solution of Benlate were added to the pots, 22 cm in diameter, respectively. However, the application of such fungicide at the rate of 13.2 Kg/ha or 6.6 Kg/ha seems to be too expensive for practical use in controlling the disease.

In preventive effect, Tachigaren Solution and Mon Emulsion were similar in effectiveness of controlling the disease. But in case of therapeutic action, fungicides of Mebenil W.P., Tachigaren Sol. and Mon Emul. showed that the later the application after inoculation of pathogen, the less control effect to the disease.

For the prevention of phytotoxicity, the application of organo-arsenate shouldn't less than 10 days before heading stage and the rate applied shouldn't higher than the recommended concentration recorded in the Extension Manual.

Among the four fungicides tested in the field, Benlate W.P. was the best one in controlling the disease either by adding to the field soil or treating the seedling soil. Simultaneously, it also showed the effectiveness in controlling the disease of rice stem rot.

粒狀殺蟲劑防治葱潛蠅試驗[1]

張 良 傳[2]

一、前 言

葱潛蠅 (*Phytobia cepae* Hering) 爲石蒜科菜類，如四季葱、洋葱、北葱、西螺葱、大蒜及韮菜等之主要害蟲，在臺灣全年均有出現，惟其猖獗爲害時期，爲四至十月間高溫期。幼蟲潛食葉部，偶而潛食鱗莖及韮菜花柄，使此等部份發生腐敗，失却商品價值。被害之植株通常生長緩慢、萎縮、影響產量。目前本省一般栽培者多採用高毒性殺蟲劑，如 Parathion. PM. EPN 等防治，且每隔7天左右防治一次，不但成本高，且常引起農藥殘留之嚴重公害問題。

近幾年來殺蟲藥劑日新月異，低毒性藥劑之不斷發現，藥劑之形態亦不斷研製，自 1944 年 Schrad 氏首先發現有機磷殺蟲劑有滲透性以來，各種滲透性殺蟲劑不斷合成及利用，學者對其在植物體內滲透移行現象產生殺蟲作用，對於植物種類及其生育狀態、環境，如溫度、濕度、日照及土壤水分，理化特性等之研究，不遺餘力，例如1952～1957年 Metcalf, March及 Bowman 三氏研究滲透性殺蟲劑在植物體內之滲透及移行，植物汁液之溶解性及其安定性，以後乃有更多學者研究此等滲透性殺蟲劑之使用於葉面、樹幹、種子及土壤等之處理措施，其中以土壤與種子處理，最能發揮滲透作用及維持長期效果。

二、試驗材料

(一) 作物品種 四季葱 (九條葱)。

(二) 試驗藥劑

(1) 5%PSP204 G.: O,O-Disopropyl-S-ethylsulfinyl methyldithio phosphate.
(2) 5% Di-syston G.: O,O-diethyl-S-2 (ethylthioethyl) phosphorodithioate.
(3) 5% Solvirex G.: O,O-diethyl-S-2 (ethythioethyl) phosphorodithioate.
(4) 5% Perfekthion G.: O,O-dimethyl-S-(N-methyl carmamoyl methyl)phosphorodithioate.
(5) 5%Dyfonate G.: O-ethyl-S-phenyl-ethyl phosphorodithioate.
(6) 5% Hosdon G.: O,O-Dimethyl-S-isopropythioethyl phosphorodithioate.
(7) 10% Thimet G.: Phorate (O,O-diethyl S-ethyl thiomethyl) phosphorodithioate.
(8) 10% Cyolane G.: 2-(diethoxyphosphinylimino)-1,3-dithiolane.

三、試驗方法

(一) 田間設計 每種藥劑採用每公頃有效成分 1.0、1.5及2.0公斤三種藥量，8種藥劑共24個處理及一對照，共計25個處理，重覆4次，採逢機完全區集設計，共有 100個小區，每小區面積爲12 m^2 (1.2×10)，行距 30cm，株距 20cm，每小區栽種30行，每行6欉，共計180欉。

(二) 施藥方法 每種藥劑及其用量均在室內分別用塑膠袋秤好，除對照區外，每小區一包，於整地後將每包藥劑在塑膠袋下角剪一小孔，粒劑由小孔撒下，均勻撒佈於葱苗定植溝中，施藥後立即將葱苗定植，定植後，隔日引水灌溉全區，至土壤濕潤爲度。

本報告承技正陶家駒惠予斧正，試驗期間由技術助理員施新富、阮森村協助整理，特此一併致謝。

1.試驗報告農試字第367號 2.臺灣省農業試驗所技佐。

（三）試驗經過　59年7月16日施藥及定植葱苗，定植後30、50、70及90天，各小區隨機取樣調查葱葉被害率及被害程度，並於11月8日（經126天）採收，採收時再調查每一小區之產量。

（四）調查方法

1.被害葉百分率調查　按預定調查日期，於每小區中隨機取樣10欉，每欉取2葉，所採之葱葉以一欉之中心葉算起，第4～5葉爲取樣對象，每小區共採取20葉，攜回室內檢查。檢查時如發現有潛蠅爲害之痕跡，不論被害線條之長短，凡有受害者，均記錄爲被害葉，而後換算其被害葉百分率。

2.被害程度調查　將各小區採取樣本之20葉，經檢查有被害之葉後，再將被害葉之被害傷痕分成三級，即被害線痕在 1cm 以下者爲一級， 1cm 以上至 3cm 者爲二級，3cm 以上爲三級，分級計算其數目，再以被害率換算公式 $H=\frac{3n_1+2n_2+1n_3}{3N}\times 100$ 代入，換算其被害程度，最後再以變方分析測定其最低差異顯著度，作爲各處理間有效程度之比較。

四、試驗結果

表一、各處理葱潛蠅爲害葉率調查

Percentage of mined leaves by *Phytobia cepae* Hering

處理 Treatment	用量 Dosages kg/ha.	處理後日數 Days after treatment 30	50	70	90	產量 Yields kg/ha.	產量指數 %
5% PSP 204 G.	20	7.50	12.25	17.50	72.50	35100	123
	30	6.25	6.25	10.00	77.50	44160	155
	40	1.25**	2.75**	6.25**	63.75	48000	168
5% Di-syston G.	20	5.00	11.55	13.75	76.25	36420	128
	30	0**	7.50	12.50	72.50	43200	152
	40	0**	4.00**	7.50**	52.50	45390	159
5% Solvirex G.	20	3.75	13.75	26.50	72.50	35340	124
	30	1.25**	5.25*	10.00	76.25	44640	157
	40	0**	3.75**	7.50**	52.00	46540	163
5% Perfekthion G.	20	3.75	14.00	15.00	77.50	29640	104
	30	2.25*	1.75**	7.50**	75.00	37080	131
	40	1.25**	4.50**	6.25**	62.50	37920	133
5% Dyfonate G.	20	1.25**	11.00	13.75	77.50	32640	115
	30	0**	5.75	8.75	70.00	46320	163
	40	1.25**	4.50**	7.50**	62.50	46860	164
5% Hosdon G.	20	3.75	13.75	17.50	78.50	33840	119
	30	2.50	12.00	15.00	77.50	36300	128
	40	2.50	5.25*	7.50**	60.00	47100	165

10 %Thimet G.	10	1.25**	12.75	23.75	30.00	32940	116
	15	2.50	4.50*	10.00	22.50**	45150	158
	20	1.25**	3.00**	7.50**	17.50**	52380	184
10 %Cyolane G.	10	1.25**	6.75	15.00	25.00*	34320	120
	15	1.25**	3.50**	8.75**	17.50**	48000	168
	20	0**	2.00**	5.00**	17.50**	49620	174
Check (untreated)	—	21.23	33.00	47.50	77.50	28500	100
L.S.D. 5 %		1.85	2.59	3.49	6.76		
L.S.D. 1 %		2.43	3.44	4.64	8.97		

註：*藥劑處理間差異顯著。**藥劑處理間差異極顯著。

表二、各處理葱潛蠅爲害程度調查

Percentage of mined streaks on leaf damaged*** by *Phytobia cepae* Hering

處理 Treatment	藥量 Dosages kg/ha	處理後日數 Days after treatment 30	50	70	90
5% PSP 204 G.	20	1.87	16.77	35.75	39.48
	30	0.21**	10.63	26.88	33.02
	40	0.21**	3.75**	8.65**	30.83
5% Di-syston G.	20	1.21	14.67	36.77	37.92
	30	0**	12.60	25.52	27.92
	40	0**	4.17**	9.38**	25.52
5% Solvirex G.	20	1.23	21.67	45.94	25.04
	30	0.21**	10.73	20.83	34.58
	40	0**	2.60**	7.08**	10.27**
5% Perfekthion G.	20	3.83	14.38	28.75	40.31
	30	1.67	12.60	22.71	17.50
	40	0.52	9.58*	13.54*	22.40
5% Dyfonate G.	20	1.56	21.56	35.21	44.90
	30	0**	16.67	24.90	19.48
	40	0.73**	11.67	23.96	13.33**
5% Hosdon G.	20	1.88	18.54	38.54	36.77
	30	1.35	17.50	30.31	36.46
	40	1.13	9.06*	20.42	28.02
10% Thimet G.	10	0.21**	27.19	43.44	30.21
	15	0.63**	11.77	29.79	29.38
	20	0.21**	5.73**	17.08	18.65

10% Cyolane G.	10	0.29**	16.56	29.48	31.67
	15	0.29**	3.85**	8.65**	20.21
	20	0**	1.88**	4.58**	8.63**
Check (untreated)	—	20.56	55.31	61.15	65.21
L.S.D. 5%		0.76	6.51	7.85	6.51
L.S.D. 1%		0.96	8.64	10.42	8.69

註：* 藥劑處理間差異顯著

**藥劑處理間差異極顯著

*** Calculated by $H=\frac{3n_1+2n_2+1n_3}{3N}\times 100$

五、結果討論

（一）綜觀表一、及二，各施藥區藥劑處理無論高用量或低用量，防治葱潛蠅均有良好效果，與無藥處理之對照區比較，差異均極顯著，此項現象可繼續維持至70天。迨至90天調查時，多數施藥區與未施藥區間之差異則已呈不顯著現象。在此種試驗情形下，各藥劑處理（不論用量高低）除Thimet及Cyolane外，防治葱潛蠅之效果爲50～70天，70天以後除Thimet及Cyolane高用量由葉被害率顯示有效外，其餘各種處理概爲無效；但由被害程度觀之則除Solvirex, Dyfonate及Cyclane至90天，仍有效果外，其餘各種藥劑亦概屬無效。此種現象似可解釋爲藥劑處理區之藥效雖然大部份可以維持50～70天，但其藥劑漸漸失效後葱葉被害情形須要經過一段時間，方趨於嚴重，故與對照區比較，多少有差異。

（二）如單以各藥劑處理相互比較，則各藥劑間及用量間之差異頗爲明顯，其中以5% Hosdan G. 最差，在第一次調查時（30天），無論高用量或低用量，葉被害率或被害程度均高，不如其他藥劑之有效，但在第2次及第3次調查時，才有較佳之藥效，此種現象可能爲藥效發揮較緩慢所致。

（三）5% PSP204 G., 5%Disyston G., 5% Solvirex G. 及5% Perfekthion G. 等對葱潛蠅均有防治效力，惟依各次調查結果，仍以高用量每公頃40公斤爲最優，其效果均較其他每公頃20及30公斤用量爲顯著，且可維持至70天，至第90天調查時，則呈不顯著現象，故此等藥劑，仍以每公頃40公斤之用量爲理想。

（四）在所有藥劑處理中 10% Thimet G. 與 10% Cyolane G. 之藥效顯示最優，維持亦最久，不但此二種藥劑之高用量處理優於其他藥劑之高用量，且此二種藥劑之中用量（每公頃 a.i. 1.5公斤）可與其他藥劑之高用量效果相似。

（五）由以上試驗結果分析，可知各藥劑處理中，以5% PSP 204 G., 5% Disyston G., 5% Solvirex G., 5% Derfekthion G. 及 5% Dyfonate G. 之高用量，每公頃使用 40 公斤，及 10% Thimet G. 與 10% Cyolane G. 每公頃使用15公斤，在葱苗移植時一次施藥於土壤植溝中，對防治葱潛蠅之效果，可維持50—70天，或至90天，故在葱四箇月之生育期中，，無再行地上噴藥之必要，防治成本減低甚多，且產量指數亦多數高達159～184%，若此等藥劑施用後至收穫當時，其殘留量不妨礙人體者，值得推薦採用。

SOIL TREATMENT WITH GRANULAR [1] INSECTICIDES AGAINST STONE LEEK LEAFMINER, *Phytobia cepae* Hering.

Liang-Chuan Chang[2]

Summary

Stone leek leafminer (*Phytobia cepae* Hering) is a major insect pest of Spring onion, Chinese leek, Onion, Garlic and other Amaryllidaceae crops in Taiwan. Parathion, a combination of Parathion-Malathion, or EPN sprays are frequently used by the farmers in the warm season during April to October every year. However, the control expenses seems rather high because of repeat applications, long growing period of Spring onion or other Amarylliaceae crops have to be applied every 7-10 days during the 4 growing months.

The test was conducted at Hsiang-Shan, Hsin-Chu from July to November, 1970 to determine the effectiveness of soil treatment with 8 different granular insecticides for the control of *phytobia cepae* Hering on Spring onion. Rates of 1.0, 1.5 and 2.0 kg a.i. per hectare were tested respectively for each granular insecticide and the total 24 treatments and one control were designed. as Randomized Complete Block Design with four replications. The insecticides were applied into furrows of ground before planting. percentage of infestation were counted on 30, 50, 70, and 90 days after treatment. Tested crop was harvested on November 8, 126 days after planting and then counting the yield.

The results indicated that all of the insecticides except Hosdon G. could give good control of leafminer. The higher. dosage of the same tested insecticide, the better control of the target insect. For instance, at the rate of 2.0 kg a.i./ha. PSP 204 5G., Di-syston 5G., Solvirex 5G., and Dyfonate 5G., all gave significant differences than the lower rates as 1.0 or 1.5 kg a.i./ha respectively. However, the best results obtained from the treatments of Thimet 10G. and Cyolane 10G. at rate of 1.5 kg a.i./ha were found as well as the highest rate of other insecticides and moreover, the yield have been 159-184% over the untreated plot.

It is concluded that the application of these two granular insecticides will prove to be good for long seasonal control of insect pest, because of the lower cost of application and higher yield.

1. Serial No. (Q) 567
2. Junior Entomologist, Department of Applied Entomology, T.A.R.I.

參 考 文 獻

(1) Alazawi, A.F. (1965) Seed treatment with phorate, disulfoton, and other insecticides to control pea insects in Iraq. Jour. Econ. Ent., 56 (1):159-162.

(2) Bancon, O.G. (1960) Systemic insecticides applied to cut seed pieces and to soil at

planting time to control potato insects. Jour. Econ. Ent., 53 (5):835-839.
(3) Boush, G.M. & M.W. Alexander (1964) Evaluation of soil insecticide treatment for control of cyclodiene-resistant southern corn root worm. Jour. Econ. Ent., 57 (4): 465-467.
(4) Cook, W.C. (1960) Thimet as a low-temperature fumigant against the pea aphid. Jour. Econ. Ent., 52 (6):1212-16.
(5) Gerhardt, P.D. & D.L. Jurley (1961) Control of certain potato insects in Arizona with soil applications of granulated phorate. Jour. Econ. Ent., 54 (6):1217-21.
(6) Getzin, L.W. &R.K. Chapman (1959) Effect of soils upon the uptake of systemic insecticides by plants. Jour. Econ. Ent., 52 (6):1160-65.
(7) Getzin, L.W. & R.K. Chapman (1960) The fate of phorate in soils. Jour. Econ. Ent., 53 (1):47-51.
(8) Harding, J.A. & D.A. Wolfenbarger (1963) Granulated systemic insecticides for vegetable insect control in South Texas. Jour. Econ. Ent., 56 (5):687-89.
(9) Hopkins, A.R., R.E. Eye, & R.L. Walker (1958) Field tests with Thimet and Bayer 19639 for cotton insect control. Jour. Econ. Ent., 51 (1):100-102.
(10) Kulman, H.M. & C.K. Dorsey (1962) Granular applications of systemics for control of European pine shoot moth. Jour. Econ. Ent., 55 (3):304-305.
(11) Reynolds, H.T., T.R. Fukuto, R. L. Metcalf & R.B. March (1957) Seed treatment of field crops with systemic insecticides. Jour. Econ. Ent., 50 (5):527-539.
(12) Rodriguer, J.G. (1961) Systemic insecticides as soil treatments for control of the mimosa webworm, *Homadaula albizziae*. Jour. Econ. Ent., 54 (3):523-25.
(13) Schwartz, P.H., Jr., C.E. Osgood, & L.P. Ditman (1961) Experiments with granulated systemic insecticides for control of insects on potatoes, lima beans and sweet corn. Jour. Econ. Ent., 54 (4):663-65.
(14) Van Middlelem, C.H. & R.M. Baranowski (1962) Phorate residues in tomato fruit and foliage. Jour. Econ. Ent., 55 (5):600-603.
(15) 小林尙、奧俊夫、桂靜江 (1968) 殺蟲劑の土壤施用に關する研究，第3及4報。應動昆，12：1—9及53—63。及14（4）：204—213。
(16) 中田正產、後藤操、石野洋三 (1967) ダイシストン粒劑の Top dressing による效果，第三報。農藥研究，14（2）：81—85。
(17) 朱耀沂、周弘京 (1969) 葱潛蠅之研究（I）。植物保護學會會刊，12（4）：166—170。
(18) 李錫山 (1967) 粒狀殺蟲劑防除油菜蚜蟲及小菜蛾比較試驗。植物保護學會會刊，10（4）：65—70。
(19) 周弘京、朱耀沂 (1969) 葱潛蠅之研究（II）。植物保護學會會刊，12（4）：171—176。
(20) 柴遷鐵太郎、管野登 (1955) 農藥によるダイズネモグリバエの防除，土壤施藥について。北日本農藥研究會報告，4：12—15。
(21) 陶家駒 (1963) 種籽處理防治高粱蚜蟲試驗。植物保護學會會報，5（4）：45—46。
(22) 張艮傳 (1969) 粒狀殺蟲劑防治菜豆害蟲試驗。農業研究，18（3）：61—68。

洋菇覆土消毒方法試驗初步報告[1]

温西濱、陳火塗[2]

一、前　言

洋菇栽培需要覆土，而一般土壤中多藏有許多爲害洋菇之病原菌及害蟲，故利用土壤作爲栽培洋菇之覆土時，必需先予消毒，以免覆土中蘊藏之病原菌及害蟲爲害洋菇，而影響洋菇品質及產量。本試驗係初步檢討經過藥劑處理及火焰殺菌兩種消毒方法之覆土理化性質，及微生物量之變化，對洋菇產量之關係，以供農家洋菇覆土消毒方法之參考。

二、方法與步驟

本試驗覆土採用香山粘質壤土，其理化性質及藥品處理微生物量之測定方法如下：

A. 供試土壤之理化性質

供試土壤	土類	PH	機械組成			有機物%	全氮%
			Clay%	Silt%	Sand%		
香山粘質壤土	砂頁岩冲積土	4.7	37.22	32.54	30.24	1.87	0.15

B. 藥品處理方法

1. 火焰消毒法　將供試土壤放入火焰消毒器殺菌之後使用。
2. Chloropicrin 消毒法　供試土壤 37kg 與Chloropicrin 8ml 之比率混合後使用。
3. Formaldehyde 消毒法　Formaldehyde 四倍稀釋液 5ml 與土壤 1kg 之比率混合後使用。
4. Basamid 500ppm 消毒法　Basamid 16g 與供試土壤 32kg 之比率混合後使用。
5. Basamid 1,000ppm 消毒法　Basamid32g 與供試土壤 32g 之比率混合後使用。

C. 微生物量之測定

利用稀釋平板法計算菌落數以換算成正確的菌數。

1. 細菌使用 Nutrient agar 培養。
2. 放射菌利用 Dextrose-nitrate agar 培養基。
3. 眞菌使用Rose-bengal Streptomycin agar 培養基，加鏈黴素抑制生長。

三、結果及檢討

1　不同消毒方法對覆土理化性質之關係，列如下表：

表1　各處理間土壤理化性質之比較

處理 / 理化性質	對照（無消毒）	Chloropicrin 消毒	Formaldehyde 消毒	火焰殺菌 消毒	Basamid 500 ppm 消毒	Basamid 1,000 ppm 消毒
PH	4.7	7.2	7.1	7.2	7.0	6.6
有機物(%)	1.87	1.93	1.87	1.70	1.90	1.81
眞比重	2.501	2.559	2.625	2.6625	2.667	2.597
假比重	1.077	1.079	1.029	1.122	1.071	1.069
全孔隙度（容量%）	56.5	58.7	60.8	57.2	59.9	58.8
保水性（容量%）	42.8	44.7	41.9	42.7	42.3	42.8
水分當量（重量%）	26.8	24.3	24.8	25.5	26.2	25.6
水分當量（容量%）	28.9	26.2	25.5	28.7	28.1	28.7
有效水分（重量%）	13.8	11.4	12.5	12.1	13.2	13.0
有效水分（容量%）	14.9	12.3	12.9	13.6	14.2	13.9

註：1. PH用玻璃電極測定。
2. 有機物依 Turin 氏簡易滴定法測定。
3. 眞比重、全孔隙度依 Pycnometer 法測定。
4. 保水性依 Wolff-Wahnschaffe 法測定。
5. 水分當量、有效水分依吸引法測定。

據表1之土壤分析結果，經過消毒殺菌之土壤 P.H. 普遍的提高至 7.0左右，可知覆土消毒對土壤反應有相當影響。有機物含量，除在火焰殺菌處理較低外，其他各處理間略同。全孔隙度經過消毒殺菌處理後，均有較對照稍大的傾向；對保水性只 Chloropicrin 處理稍高，其他處理均相差不大；水分當量及有效水分除 Chloropicrin 與 Formaldehyde 兩處理較對照略低之外，各處理間相差並不多。以上可看出覆土理化性質由消毒方法不同而有異，但其程度並不明顯。

2　不同消毒方法對洋菇產量之影響

表2　各處理間洋菇產量之比較

處理 / 採取時期	10日	20日	30日	40日	50日	60日	70日	80日	合計	指數
對照（無消毒）	1.55	3.63	3.30	3.12	2.04	1.26	2.02	1.15	18.07	100.0
Chloropicrin 消毒	7.30	9.15	3.41	3.45	1.50	0.38	0.20	0.05	25.44	140.9
Formaldehyde 消毒	5.64	9.37	4.13	3.46	1.45	0.58	0.45	0.04	25.12	139.0
火焰殺菌	8.72	5.27	4.73	3.09	1.73	0.36	0.13	0.05	24.08	133.2

Basamid 500ppm	消毒	1.39	3.97	4.81	3.94	3.96	1.43	1.13	0.23	20.86	115.7
Basamid 1,000ppm	消毒	3.30	2.24	3.77	3.20	2.01	0.54	0.93	0.27	16.26	90.0

註：洋菇產量公斤／坪爲單位。每處理係八重複平均數。

採菇時期：自60年1月11日開始至3月31日結束，採菇期共80日。

由表2之栽培試驗結果，Chloropicrin 處理之產量最高，較對照有 40.9% 之增產。其次爲 Formaldehyde 處理有39.0%之增產，火焰殺菌又次之，有33.2%之增產，Basamid 500ppm 處理有15.7%之增產，Basamid 1,000ppm 處理產量最低，反而比對照減產10%。

由上述之試驗結果得知，因覆土消毒方法不同而影響洋菇產量之差異，甚爲明顯，覆土消毒雖採用方法不同，對土壤物理性質之影響並不大。

3 覆土之微生物量

表3 洋菇栽培前後覆土微生物量之比較

時期	微生物 \ 處理	對照 無消毒	Chloropicrin 消毒	Formaldehyde 消毒	火焰 消毒	Basamid 500ppm消毒	Basamid 1,000ppm消毒
栽培前	細菌	1.39×10^8	1.53×10^7	9×10^6	8.9×10^6	1.15×10^7	8.6×10^6
	放射菌	9.76×10^5	1.01×10^6	8.1×10^5	8.5×10^5	9.4×10^5	8.9×10^5
	眞菌	3.0×10^5	2.5×10^4	3.2×10^4	2.05×10^4	2.7×10^4	3.6×10^4
栽培後	細菌	1.86×10^8	1.87×10^8	1.33×10^7	1.2×10^8	7.8×10^7	2.18×10^7
	放射菌	7.0×10^6	89.7×10^6	1.63×10^6	1.61×10^6	1.35×10^6	1.24×10^5
	眞菌	3.44×10^5	1.35×10^4	2.04×10^4	2.45×10^4	6.1×10^4	3.0×10^5

本實驗係據孫守恭氏等「眞菌對洋菇菌絲生長有抑制現象者約佔百分之九十，而放射菌多對洋菇菌絲之生長有促進作用，細菌對洋菇菌絲之生長利弊各半。研究覆土微生物之存在與洋菇子實體發生之關係，發現覆土微生物之存在與洋菇子實體之發生有密切關係」。Albert 氏「發現洋菇 Babble 與 Verticilliam 病只要由覆土而來，認爲殺菌可能除去土壤中的 Verticilliam 和 Babbles 胞子」等之實驗報告及配合上項實驗舉行，究明經過消毒殺菌之覆土中栽培前後，細菌，放射菌，眞菌的數量，比較其實驗結果。由表3觀之，洋菇栽培前之細菌數，經過各種消毒殺菌處理，較無消毒處理皆減少10倍以上，其中除 Formaldehyde, Basamid 1,000ppm 消毒及加火焰殺菌之處理較未經過殺菌消毒略減外，另二處理，並無明顯效果。眞菌數經過消毒殺菌後較無消毒處理均降低約10倍，尤以火焰殺菌減少約15倍。而洋菇栽培後各處理之菌數較洋菇栽培前以細菌增加最多，放射菌次之，眞菌除了 Basamid 處理略增之外其餘均無增加。

由孫氏實驗結果，對洋菇菌絲之生長眞菌有抑制作用，放射菌有促進作用，細菌利弊各半。因此現細菌數不加考慮而論各處理之效果，以 Chloropicrin 消毒殺菌，放射菌，無論栽培前後皆最多，眞菌最少，其洋菇產量亦最佳。以 Formaldehyde消毒殺菌 ，在栽培後放射菌增加， 眞菌減少，其洋菇產量次於Chloropicrin消毒殺菌，佔第二位。由此可證明使用 Choloropicrin 及 Formaldehyde 消毒殺菌對微生物相的效果有較好之傾向。

摘　　要

用 Chloropicrin. Formaldehyde 火焰殺菌、Basamid 500ppm, 及 Basamid 1,000ppm 等方法消毒覆土，觀察對土壤理化性質、洋菇產量及土壤微生物相之影響。據土壤分析結果，經過消毒殺菌之土壤 PH 均提高（由4.7至7.0左右），各處理間之物理性質相差不大。洋菇產量以 Chloropicrin 消毒，增產量最高（41%），Formaldehyde 消毒次之（39%），火焰殺菌又次之（33%），Basamid 500ppm 消毒（16%）居後，Basamid 1,000ppm 消毒却致使10%之減產。覆蓋土微生物相測定結果，Chloropicrin 及 Formaldehyde 消毒放射菌均有增加而眞菌却有減少之傾向。

參 考 文 獻

1. 孫守恭、韓又新、覆土中微生物生物學研究。1967—1969洋菇試驗研究及生產改進計劃報告。1967—1969
2. 張仲民、曾四恭，洋菇覆土之蒸氣消毒對土壤物理性質及微生物相影響之研究。P80—87
3. 陳脈紀　洋菇堆肥覆土及菇舍消毒試驗。P88—90
4. 孫守恭　臺灣區第三屆洋菇學術討論會試驗研究報告摘要，1971 PI
5. 京都大學　農藝化學實驗書。第 1 卷 P229—272
6. 志佐誠　土壤改良劑之園藝利用。P88—61
7. Albert m. Kligman M.D. Handbook of Mushroom Culture
8. Martin T.P. 1950 Use of acid Rose bengal and Streptomycin in the Plate Method for Estimating Soil Fungs, Soil Sci. 69:215—233.
9. Kenk Night G. and Munciei T.H. 1939. Isolation of phytopathogenic Actinomycettes. Phytopath. 29-1,000—1001.
10. Smith N.R., Gordon R.E and Clark F.E 1952 Aerobic Spore-Sorming Bacteria Age Monograph 16-U.S. pept. Agr. Washington D.C.

本試驗承洋菇基金會補助經費，試驗進行期中，承農復會諶技正靜吾指導，林清富先生協助，文成蒙梁主任鉅榮核閱，併此誌謝。

1. 試驗報告農試字第五六八號
2, 臺灣省農業試驗所技士、技術員。

PRELIMINARY STUDY ON THE STERILIZATION OF CASING SOILS IN THE CULTIVATING OF MUSHROOM

H. P. Wen and H.T. Chen

Summary

The effects of soil sterilization on the physico- chemical properties and microflora of casing soil as well as that on mushroom yield were studied. The methods of sterilization employed were: 1. steam 2. chloropicrin 3. formaldehyde 4. 500ppm Basamid 5. 1,000 ppm Basamid.

Soil pH was increased generally due to the sterilizations though the other physico-chenical properties were not affected significantly. Mushroom yield was increased 41%, 39%, 33% and 16%, respectively due to the sterilization with chloropicrin, formaldehyde, steam and 500ppm Basamid. The Sterilization with 1,000 ppm Basamid, on the other hand, caused 10% decrease in mushroom yield. The sterilization with chloropicrin and Formaldehyde caused an increase in the number of actinomyces but a decrease in the number of fungi.

Vol. 21, No. 3 September, 1972

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

CONTENTS

Effect of Plant Spacing and Nitrogen Level on the Nitrogen Content, Yield, and Various Agronomic Characters of Rice ..... T. F. Chiu··· 151

Agronomic Performance of the F_1 F_2 and F_3 Generations of Rice Crosses ..... W.L. Chang & E.H. Lin····· 165

Effects of Opaque-2 and Floury-2 Genes on Kernel Weight of Maize..... Hsiung Wan & Soh-Har Wong··· 175

A Preliminary Note on the Photosynthetic Rate of I-geo-gen Leaf in Relation to the Red Discoloration under Low Temperature ..... S. Lian··· 187

Greenhouse Study and Field Experimentation on the Control of Sheath Blight of Rice with Systemic Fungicides ..... C. C. Chien, Y. C. Hung & C. L. Chu··· 191

Soil Treatment with Granular Insecticides Against Stone Leek Leafminer, *Phytobia cepae* Hering .....Liang-chuan Chang··· 203

Preliminary Study on the Sterilization of Casing Soils in the Cultivating of Mushroom ..... H. P. Wen, H. T. Chen··· 209

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

內政部出版事業登記證內版臺誌字第二一二四號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類