4305
S731N34
#1807

中華農業研究

第三十四卷　　第一期

目次

水稻品種臺農秈糯2號之育成……曾東海　鄧耀宗……1
染色體轉座對玉米結實率影響之研究……劉孔生　陳　成……11
甘藷新品系塊根理化性質之研究（英文）……劉新裕　梁純玲　李　良……21
植物生長調節劑誘發無子巨峯葡萄之研究……歐錫坤……33
稻田土壤不同形態鉀素供應量及對水稻鉀肥效應之關係……李子純　吳懷國……45
稻草分解促進土壤固氮活性及稻草分解菌與固氮菌共生之研究……簡宣裕　林錫錦……64
水稻葉稻熱病預測　II. 氣象變數、分生胞子數與病斑數進展之關係……蔡武雄　蘇鴻基……71
落花生黃麴毒素汚染與抗病篩選之研究……蔡阿輝　葉忠川……79
矮南瓜（Zucchini）黃化嵌紋病毒之分離與鑑定……許秀惠　王惠亮　黃秋雄……87
小菜蛾抗藥性之研究　VI. 有機磷及合成除蟲菊精抗性試驗及綜合分析（英文）……鄭　允　周桃美　高靜華……96
番石榴嫩梢害蟲發生消長及其防治……溫宏治　李錫山…105
水稻聯合收穫機用於收穫亞麻之改良研究……顏欽崇　鄭榮瑞…110

中華民國七十四年三月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峯鄉

中華農業研究

第三十四卷　　第一期

中華民國七十四年三月出版

發行人：萬　雄

總編輯：廖慶樑

編輯委員：李　良　沈再發　邱瑞珍　林益昇
林家棻　林學正　連　深　陳敏祥
黃眞生　蔡新聲　鄭　允　劉　清
劉大江　顏欽崇　羅幹成

出版者：臺灣省農業試驗所

臺中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號

印刷者：臺灣省政府印刷廠

臺中縣大里鄉中興路一段288號

JOURNAL OF

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER :

Director, Hsiung Wan

EDITOR IN CHIEF :

Ching-liang Liaw

EDITORS :

M. S. Chen (Cytology)
E. Y. Cheng (Entomology)
S. C. Chiu (Biological Control)
C. S. Huang (Crop Breeding)
L. Li (Crop Breeding)
S. Lian (Plant Nutrition)
C. F. Lin (Soils)
S. C. Lin (Horticulture)
Y. S. Lin (Plant Pathology)
C. Liu (Statistics)
D. J. Liu (Crop Physiology)
K. C. Lo (Entomology)
T. F. Shen (Vegetable Crop)
H. S. Tsai (Tissue Culture)
C. C. Yen (Agricultural Machinery)

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34(1)：001～010（1985）

水稻品種臺農籼糯2號之育成[1]

曾 東 海　　鄧 耀 宗[2]

摘要 臺農籼糯2號係由 BG35-2 與 IR29 兩品種雜交選育而成，本品種對稻熱病、白葉枯病、褐飛蝨具有抵抗性，其稻穀產量比臺中籼3號一期作增產 3.4％，二期作增產31.9％。比紅脚糯一期作增產19.1％，二期作增產37.5％，平均每公頃稻穀產量，一期作爲6.5公噸，二期作爲6.1公噸。本品種之全生育日數一期作 118 日，二期作94日（兩期都比臺中籼3號早熟10日，比紅脚糯早熟7日）株高一期作100公分，二期作111公分，株高雖較臺中籼3號略高，却不易倒伏，耐重肥栽培。每㠯穗數約爲14～15穗，每穗重約2.7～3公克，結實率約爲90％，千粒重 26.7～27.6公克。

水稻爲本省最主要的作物，其產品生產量值，據統計約占農畜產品生產總值的四分之一(1)。本省主要栽培品種有粳稻（Japonica rice）、籼稻（Indica rice）、糯稻（Waxy rice）三類。其中以粳稻爲主，約占全部水稻面積的90％，其次爲籼稻約占 6％，而糯稻之栽培面積最少，因而成爲被忽視的一環，目前農民所種的糯稻品種，以新竹糯4號、臺中糯46號（粳型），及烏殼糯、紅脚糯（籼型）爲主，其中新竹糯4號爲民國61年命名登記，臺中糯46號爲民國17年命名登記，烏殼糯及紅脚糯則爲未經改良之在來種，農民栽培這些老舊或未經改良品種的，致使產量不穩定且偏低，據統計最近15年糯稻的單位面積產量平均約爲粳稻的90％（粳糯／粳稻，籼糯／籼稻），若與目前產量較佳的長籼稻比較，糯稻之單位面積產量約爲長籼稻的80％，差距最大的年度爲民國62年，只有78％（籼糯／籼稻）(1)。一般而言，目前農民所種的糯稻品種多爲抗病性及抗蟲性較弱，產量偏低的品種。因而自民國68年起，由公賣局透過糧食局與有關鄉鎮農會辦理釀酒所需圓糯之契約栽培與收購，其收購價格爲粳稻保證價再加 15％（目前爲 18.8元×115％），故若能育成抗病、抗蟲且豐產的糯稻新品種，使其產量達到或超過一般粳稻的水準，將可使糯米之供需雙方同蒙其利。本所基於前述理由，首先由國外引進優良的品種（系）進行觀察試驗，選擇適當的品種（系）爲親本，進行雜交育種。

BG35-2×IR29 組合係經民國67年第一期作雜交，歷經各階段之選育工作，該組合之後裔臺農籼育112 號在各項試驗中表現優異，於民國73年一期作，經審查通過正式命名爲臺農籼糯2號，預定於民國74年第一期作正式推介給農民種植，茲將選育經過及歷年試驗成績加以整理，以供各界參考。

材料與方法

一、育成經過：

臺農籼糯2號其原品系代號爲臺農籼育112號，其育成經過詳如表1.民國67年第一期作以BG35-2爲母本，以 IR29 爲父本進行雜交，F_1 於67年二期作行單株栽培，F_2 採集團栽培（68Ⅰ），自（F_2）集團中選出57單株於68Ⅱ成立57系統，進行系統觀察，本期選出30系統收穫 169穗，分別於69Ⅰ期種植於本所農場（145系統）及竹山稻熱病病圃（24系統）淘選，結果從93系統中選出273單株於69年二期在本所農場進行系統觀察，結果有15系統表現頗佳，於70年一期成立品系參加70年之初級產量比

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1195 號

2.臺灣省農業試驗所農藝系助理研究員、前副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

表 1 臺農秈糯 2 號之系統表

年度	67		68		69		70		71		72		73	
期作	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
親本世代		F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	F_{10}	F_{11}	F_{12}	F_{13}
♀ BG35-2	雜	單株栽培	集團栽培	(923590)五七系統	(BT88—1)一六九系統	(026708)二七三系統	Y-81-85初級產量比較試驗		臺農秈育112號高級產量比較試驗				栽培法試驗	臺農秈糯2號
♂ IR29	交								臺農秈育112號全省糯稻品系產量比較				申請登記命名	

1. F_2 至 F_5 各世代進行白葉枯病接種篩選
2. F_3及F_5世代BPH自然發生篩選
3. F_6及F_{10}世代BPH接蟲檢定
4. F_4 世代稻熱病病圃篩選

臺農秈育112號全省秈稻區域試驗

肥料試驗

全省抗病米質及抗蟲性檢定

較試驗。從70年之初級試驗結果選出臺農秈育 112 號等 3 品系參加71年之高級產量比較試驗。71年試驗結果，在高級試驗中臺農秈糯 2 號（臺農秈育 112 號）表現優異，繼續於72年參加第二年的高級試驗並參加全省秈稻區域試驗。該品系在區域試驗亦表現穩定的高產，且經檢定結果具有抗多種病蟲害之特性，乃將該品系於73年一期提出申請命名登記，經命名審查小組審查通過，正式命名爲臺農秈糯 2 號。

二、親本特性：

1. BG35-2（母本）：爲錫蘭的秈稻品種，其株高比臺農 67 號約高 6 公分，生育日數一期作比臺農67號早熟 5 ～ 7 天，二期作則與臺農67號相似，粒型屬短粒型，千粒重爲 26.57 公克，米質較差（縱溝較深腹白較多）但對稻熱病、白葉枯病、褐飛蝨等之主要病蟲害具有抵抗性，稻穀產量高。
2. IR29（父本）：爲國際稻米研究所由（Peta[3]/TN_1//Gam Pai15/IR8/Tadukan//TKM6[2]/TN_1///IR24[4]/*O. nivara*），育成之糯稻品種，其株高比臺農67號約矮 5 公分，生育日數與臺農67號相似，屬長粒型。千粒重爲 25.44 公克，對白葉枯病、褐飛蝨具有抵抗性，而對稻熱病爲中抗。

結果與討論

一、歷年試驗成績：

1. 初級產量比較試驗：民國70年之初級產量比較試驗計有臺農秈育112號等177品系參試，以臺中秈 3 號、臺中糯46號、臺中秈10號、臺農 67 號等四品種爲對照，行株距爲 25×20 公分，行長 3.2 公尺，5 行區，小區面積 4 平方公尺，採順序排列，二重複。試驗結果臺農秈糯 2 號之生育日數較對照品種短而稻穀產量顯著優於對照品種（表 2），其一期作產量比臺中秈 3 號增加 14.19%，比臺中糯46號增加49.23%。二期作因稻飛蝨發生嚴重而未以化學藥劑防治之情形下，產量都顯著降低，臺農秈糯 2 號每公頃產量爲3,640公斤，而臺中秈 3 號只有1,385公斤，就

表2 臺農秈糯2號之初級產量比較試驗（民國70年）

品種（系）＼項目	期作	生育日數※（日）	株高（公分）	穗數（穗）	穗長（公分）	穗重（公克）	一穗粒數（粒）	千粒重（公克）	稔實率（%）	稻穀產量 Kg/ha	稻穀產量指數（%） $\bar{x}$ TCS3	稻穀產量指數（%） $\bar{x}$ TCW46
TNGSW 2	一期	78	98.6	16	20.1	2.91	104	29.1	95	6,647	114.19	149.23
臺農秈糯 2 號	二期	64	98.2	13.7	22.2	2.0	92	29.6	51	3,640	262.82	475.2
TCW 46	一期	81	107.8	18.6	21.4	2.07	88	26.1	84	4,454	—	100
臺中糯 46 號	二期	67	91.4	14.6	18.2	0.7	62	17.1	33	766	—	100
TCS 3	一期	91	96	17.6	21.2	2.60	107	23.5	73.6	5,821	100	—
臺中秈 3 號	二期	71.5	80.2	14.6	21.7	0.9	91	22.4	24	1,385	100	—

※爲插秧至抽穗期之日數

是臺農67號亦只有2,809公斤，表現出臺農秈糯2號之抗蟲特性。

2.高級產量比較試驗：民國71年及72年之高級產量比較試驗計有臺農秈育112號等27品系參試，以臺中秈3號、臺中秈10號、臺農67號等3品種爲對照，行株距爲25×20公分，行長4公尺，5行區，小區面積5平方公尺，採逢機完全區集設計，四重複，試驗結果如表3.。表3顯示臺農秈糯2號之生育日數較短，株高略高，穗數略少，穗重及千粒重較重，稔實率較高，稻穀產量一期作與臺農67號相似，二期作增產27%，而一、二期作比臺中秈3號增產24.5及37.4%。

表3 臺農秈糯2號之高級產量比較試驗（民國71—72年二年平均資料）

期作	品種（系）＼項目	生育※日數（日）	株高（公分）	穗數（穗）	穗長（公分）	穗重（公克）	一穗粒數（粒）	千粒重（公克）	稔實率（%）	稻穀產量 Kg/ha	稻穀產量指數（%） $\bar{x}$=TCS3	稻穀產量指數（%） $\bar{x}$=TNG67
第一期作	臺農秈糯 2 號	89.5	97.9	17.3	19.9	2.6	99.8	26.68	91.7	7,387	124.5	99.62
	臺中秈3號(CK₁)	104.5	94	17.5	21.5	2.15	98.4	26.22	70.38	5,924	100	—
	臺農 67 號(CK₂)	96.3	107.1	19.5	18.4	2.25	99.8	24.96	82.29	7,524	—	100
第二期作	臺農秈糯 2 號	62	111.3	12.5	22.2	2.8	108.5	26.92	90.47	6,844	137.4	127.07
	臺中秈3號(CK₁)	70	101.3	13.5	24.3	2.65	129.5	24.11	67.73	4,880	100	—
	臺農 67 號(CK₂)	63.5	108.3	15.5	18.8	2.22	122	23.81	75.78	5,275	—	100

※爲插秧至抽穗期之日期

3.區域試驗：臺農秈糯2號於72年參加全省秈稻區域試驗，分別在臺省10個地區舉辦，參試品系計有臺農秈糯2號（臺農秈育112號），臺中秈糯1號（臺中秈育318號），興大糯育1號等糯性及其他秈稻品系參試，以臺中秈3號爲對照品種，試驗結果其農藝性狀如表4，稻穀產量如表5；臺農秈糯2號之農藝性狀在各地表現情形與高級試驗相似，在10個試區平均稻穀產量一、二期作都優於對照品種臺中秈3號，分別增產3.4及31.9%並高出同期參試之臺中秈糯1號3～4%，且其產量之變域較小，顯示臺農秈糯2號具有穩定高產的潛力。

表 4 臺農秈糯 2 號等在區域試驗之農藝特性比較

（蘭陽、新竹、清水、南投、鹿港、嘉義、歸仁、岡山、屏東、花蓮等十處之平均）

期作	項目 / 地點	全生育日數（日）			株高（公分）			穗數（穗）			穗重（公克）		
	品種（系）	臺農秈糯 2 號	臺中秈糯 1 號	臺中秈 3 號(ck)	臺農秈糯 2 號	臺中秈糯 1 號	臺中秈 3 號(ck)	臺農秈糯 2 號	臺中秈糯 1 號	臺中秈 3 號(ck)	臺農秈糯 2 號	臺中秈糯 1 號	臺中秈 3 號(ck)
第一期作	十處平均	118.1	126.8	128.1	100.1	95.9	97	13.9	13.0	15.4	2.7	3.10	2.40
	變域	100 ~ 147	106 ~ 159	113 ~ 159	93 ~ 115	85 ~ 105	78 ~ 115	10.4 ~ 22.2	7.7 ~ 18.4	10.6 ~ 18.6	2.08 ~ 3.40	1.83 ~ 4.10	1.42 ~ 3.00
第二期作	十處平均	94.0	97.4	103.9	110.9	101.7	98.9	14.5	15.6	15.8	3.05	2.43	1.99
	變域	88 ~ 100	90 ~ 105	98 ~ 108	99.4 ~ 126.4	92.6 ~ 121.3	89.4 ~ 116.4	11.8 ~ 19.0	12.1 ~ 19.9	12.1 ~ 19.8	1.68 ~ 4.10	1.43 ~ 3.02	1.08 ~ 2.51

表 5 臺農秈糯 2 號等在區域試驗之產量（72年在10個地點舉辦）

期作 / 地點	品種（系）	第一期作 臺農秈糯 2 號	第一期作 臺中秈糯 1 號	第一期作 臺中秈 3 號（CK）	第二期作 臺農秈糯 2 號	第二期作 臺中秈糯 1 號	第二期作 臺中秈 3 號（CK）
蘭陽		5,174	5,122	4,490	5,127	5,556	4,656
新竹		5,795	4,835	5,105	4,210	3,570	2,990
清水		8,074	7,092	7,696	7,083	8,316	5,814
南投		6,737	6,663	6,387	7,194	7,261	4,285
鹿港		7,637	7,969	7,288	7,219	7,010	3,373
嘉義		5,778	5,378	6,300	6,383	5,461	5,122
歸仁		7,900	8,144	8,433	5,456	5,139	4,206
岡山		5,167	5,933	5,911	6,678	6,067	5,922
屏東		6,500	5,550	5,078	5,211	4,600	4,444
花蓮		6,306	5,611	6,261	6,608	6,300	5,553
平均	Kg/ha	6,507	6,230	6,295	6,117	5,928	4,637
	指數%	103.4	99.0	100.0	131.9	127.8	100.0
變域		5,167 ~ 8,074	4,835 ~ 8,144	4,490 ~ 8,433	4,210 ~ 7,219	3,570 ~ 8,316	2,990 ~ 5,922

4. 全省糯稻新品種（系）產量比較試驗：爲改善糯稻生產，水稻育種技術小組於第38次會議決定，各試驗場所將現有之優良糯稻品種（系）送交農試所於71年二期作及72年一期作在農試所農場辦理產量比較試驗，計有粳糯16，秈糯11品種（系）參試，以臺中糯46號（粳糯）及紅脚糯（秈糯）爲對照品種，以臺農67號爲參考品種，行株距爲 30×15公分，4 行區，小區面積 4.5 平方公尺，採逢機完全區集法設計，重複 4 次，試驗結果，一般而言，秈糯之產量及對病蟲害

之抵抗性優於粳糯，僅將臺農秈糯2號等表現較優之品種（系）及對照品種紅脚糯之結果列於表6。由此項結果顯示臺農秈糯2號與最高產之品系相近，而比對照品種紅脚糯顯著高產。一期作增產19.1%，二期作增產37.5%。

表6 本省糯稻新品種（系）產量比較試驗

期作	品種（系）	穗數（穗）	株高（公分）	生育日數（日）	全生育日數（日）	穗長（公分）	穗重（公克）	一穗粒數（粒）	稔實率（%）	千粒重（公克）	容重（g/L）	倒伏性	稻穀產量（Kg/ha）	指數 %
七十一年二期作	臺中秈糯1號	15.1	104.4	67	105	20.8	2.75	105	83.8	28.2	502	斜	8,267 ab	140.9
	Suweon 290	12.9	108.2	65	101	22.2	3.32	134	77.3	28.7	504	倒	8,533 a	145.4
	臺農秈糯2號	13.1	115.5	63	98	23.6	3.39	125	88.1	28.5	502	倒	8,067 ab	137.5
	紅脚糯 CK_1	14.5	102.0	68	106	20.6	2.20	103	87.4	22.6	521	倒	5,867 c	100
七十二年一期作	臺中秈糯1號	17.1	100.1	90	122	19.6	2.09	87	77.3	28.3	485	直	6,711 bc	104.7
	Suweon 290	15.8	102.7	84	120	21.5	2.65	108	73.8	30.3	484	直	7,867 a	122.7
	臺農秈糯2號	15.0	110.4	79	115	22.6	2.74	104	83.1	26.2	468	直	7,633 a	119.1
	紅脚糯 CK_1	14.7	100.3	90	122	19.9	2.12	91	89.2	23.6	503	直	6,411 c	100

5.耐肥性檢定試驗：爲檢定新品系之耐肥性，於民國72年一期作辦理肥料試驗，供試品種計有臺農秈糯2號等6品種。肥料處理方面，磷鉀肥用量固定，其用量爲 P_2O_5：K_2O＝80：60 公斤／公頃，氮肥分普肥區（170公斤／公頃）及重肥區（210公斤／公頃），採用裂區設計，肥料爲主區，品種（系）爲副區，行株距25×20公分，5行區，每行24株，收穫中間20株，小區收穫面積爲5平方公尺。臺農秈糯2號之試驗成績如表7，由此結果顯示，施重肥可增產，每公頃約可增產600公斤，唯其收穫指數由0.59降爲0.51。增施部份之肥效降低，如再提高氮肥，可能不會再有增產的效果了。

表7 臺農秈糯2號之耐肥性檢定試驗（民國72年1期）

肥料	品種（系）	生育日數（日）	株高（公分）	穗數（穗）	穗長（公分）	穗重（公克）	一穗粒數（粒）	千粒重（公克）	稔實率（%）	收穫指數	稻穀產量 Kg/ha	稻穀產量 指數 %
※普肥區	臺農秈糯2號	91	104	15	21	2.6	185	27.6	89	0.592	6,454	118.12
	臺中秈10號	100	109	15.5	24.7	2.5	221	26.4	70	0.417	5,464	100
※重肥區	臺農秈糯2號	91	105	16	21	2.6	205	26.8	85	0.510	7,071	121.14
	臺中秈10號	98	108	14	24.9	2.5	222.7	26.6	69	0.425	5,837	100

※普肥區氮肥要素量 170kg/ha。重肥區氮肥要素量 210kg/ha。

6.栽培法試驗：爲了解臺農秈糯2號等新品種（系）之最適當的栽培法，於73年一期作以臺農秈糯2號，臺農秈育19號、臺中秈3號，臺中在來一號爲材料，進行行株距，每欉苗數及肥料用量等栽培法試驗，以肥料爲主區，行株距爲副主區，品種與苗數之複因子爲副區，肥料用量中磷鉀肥固定（P_2O_5：K_2O＝80：60kg/ha），氮肥分221及174kg/ha，處理行株距分D_1：28×

20公分，D_2：25×20 公分，D_3：28×16 公分，D_4：25×16公分。苗數分每穴1、3、5支苗等處理，採雙重裂區設計二重複，臺農秈糯2號之試驗結果如表8。氮肥及行株距對產量之影響差異不顯著，唯重肥之產量高於普肥區，行株距以28×16公分表現較優，而每穴插植苗數影響顯著，以5支苗／穴產量最高，顯著優於1支苗／穴，但與3支苗／穴差異不顯著，3支苗／穴產量亦顯著優於1支苗／穴。

表8 肥料、行株距及苗數對臺農秈糯2號稻穀產量之影響（公斤／公頃）

肥料 \ 行株距 \ 植苗數		28×20 cm			25×20 cm			28×16 cm			25×16 cm			平均
		1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	
N用量	221kg/ha	6,583	6,786	7,345	6,293	7,109	6,693	6,579	7,037	7,025	6,342	6,395	6,711	6,741
	174kg/ha	5,869	5,786	6,262	5,987	6,320	6,373	6,003	6,250	6,532	6,224	6,395	6,803	6,234
行株距平均		6,439			6,462			6,571			6,478			

不同植苗數平均產量：1：6235，3：6509，5：6718。

7.稻米品質：臺農秈糯2號之白米品質，經委託臺中區農業改良場測定結果如表9。臺農秈糯2號之粒型與紅腳糯相同，其精米率較高（71.3%）。其膠化溫度爲中或低。

表9 臺農秈糯2號等白米品質調查表（引用全省糯稻新品種（系）產量比較試驗）

品種（系）	米質分析結果 72 I								
	精米率 (%)	完整米 (%)	長度	長寬比	擴散度	膠化溫度	顆粒性澱粉 (%)	粗蛋白 (%)	膠體軟硬
臺中秈糯1號	68.0	62.2	MS-M	I	5	I	10.3	7.7	L
Suweon 290	70.3	53.6	MS-M	I	4.9	I	10.3	8.6	L
臺農秈糯2號	71.3	57.6	S-MS	B-I	5.1	I/L	10.4	8.6	L
紅腳糯 CK_1	69.4	56.6	S-MS	B-I	2.42	H/HI	10.4	10.5	L

8.稻熱病之抵抗性：臺農秈糯2號經本所多次於病圃檢定結果具有抗稻熱病之特性，在72年統一病圃經嘉義分所及臺東區農改場檢定結果如表10。顯示本品種對葉稻熱病之抵抗性強，而對穗稻熱病則爲中抗或中感，因此在稻熱病發生嚴重地區仍應注意穗稻熱病之防治。

9.紋枯病之抵抗性：臺農秈糯2號之紋枯病抵抗性經臺南區農改場嘉義分場檢定結果（統一病圃）如表11。檢定結果在自然發病區屬抗級，而在接種區則感染紋枯病，顯示具有某種程度之抵抗性。因此，紋枯病發生嚴重地區仍應防治，以確保產量。

10.白葉枯病、黃萎病之抵抗性：臺農秈糯2號對白葉枯病、黃萎病之反應經臺中區農改場檢定結果（統一病圃）如表12。臺農秈糯2號對白葉枯病之抵抗性較臺中秈3號強，一期作不易發生而二期作在發生嚴重地區可能亦會有中度的感染，而對黃萎病則是極感，未具有抵抗性。

表10 臺農秈糯2號之稻熱病抵抗性（七十二年稻熱病統一病圃檢定結果）

品種（系）項目 \ 病圃	水田式病圃（第1期作）									
	葉稻熱病									
稻熱病地區	嘉義市				臺東縣關山鎮				總平均	反應
	罹病級數			反應	罹病級數			反應		
	Ⅰ	Ⅱ	平均		Ⅰ	Ⅱ	平均			
臺農秈糯2號	2	2	2.0	R	2	3	2.5	R	2.3	R
臺中秈3號	2	2	2.0	R	2	2	2.0	R	2.0	R
臺中在來1號	2	2	2.0	R	3	2	2.5	R	2.3	R

品種（系）項目 \ 病圃	水田式病圃（第1期作）										旱田式病圃			
	穗稻熱病										葉稻熱病			
稻熱病地區	嘉義市				臺東縣關山鎮				總平均	反應	嘉義市			
	罹病級數			反應	罹病級數			反應			罹病級數			反應
	Ⅰ	Ⅱ	平均		Ⅰ	Ⅱ	平均				Ⅰ	Ⅱ	平均	
臺農秈糯2號	5	0	2.5	MR	5	5	5.0	MS	3.8	MS	2	2	2.0	R
臺中秈3號	5	5	5.0	MS	3	3	3.0	MR	4.0	MS	5	5	5.0	MR
臺中在來1號	1	1	1.0	R	5	5	5.0	MS	3.0	MR	4	4	4.0	MR

表11 臺農秈糯2號之紋枯病抵抗性（臺南區農業改良場嘉義分場）

品種（系）重複 \ 期別 檢定別	七十二年一期						七十二年二期					
	接種區			自然發病區			接種區			自然發病區		
	Ⅰ	Ⅱ	平均	Ⅰ	Ⅱ	平均	Ⅰ	Ⅱ	平均	Ⅰ	Ⅱ	平均
臺農秈糯2號	5.2	4.4	4.0	0	0.3	0.2	5.6	6.1	5.9	0.6	1.9	1.3
臺中秈3號	4.2	5.4	4.0	0	0	0	7.0	7.0	7.0	6.2	6.0	6.1
紅腳糯	4.2	4.6	4.4	0	1.0	0.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

表12 臺農秈糯2號對白葉枯病、黃萎病抵抗性（統一病圃資料，臺中場檢定）

品種（系）	白葉枯病接種反應		黃萎病
	1期	2期	1期
臺農秈糯2號	R	MS	HS
臺中秈3號	MS	HS	HS

11.褐飛蝨之抵抗性：臺農秈糯2號於70年（初級試驗）及72年（高級試驗）時分別委託嘉義試驗分所進行褐飛蝨之抗蟲檢定，結果如表13。由二次接蟲檢定結果顯示，臺農秈糯2號對褐飛蝨具有抗蟲性。

表13 臺農秈糯2號對褐飛蝨抵抗性（嘉義分所）

年期	品種(系) \ 調查期 / 重複	接蟲後 4日 I	4日 II	5日 I	5日 II	7日 I	7日 II	10日 I	10日 II
70年一期	臺中在來1號	5	8	8	9	9	9	9	9
	臺農秈糯2號	0	0	1	1	1	1	2	2
	Mudgo	3	2	3	2	3	3	3	3
72年二期	臺中在來1號	3	6	8	9	9	9	9	9
	臺農秈糯2號	0	0	0	0	0	1	0	1
	Mudgo	0	0	0	0	0	0	0	1

12.白背飛蝨之抵抗性：經本所應用動物系檢定結果如表14。臺農秈糯2號對白背飛蝨之反應，雖比臺中在來一號好，但仍會受白背飛蝨爲害，因此栽培時應注意防治。

表14 臺農秈糯2號對白背飛蝨抵抗性（農試所應用動物系）

品種(系) \ 爲害等級 / 重複	級數 I	級數 II	反應
臺農秈糯2號	7	7	S
臺中秈3號	7	5	S
臺中在來1號	9	9	HS
紅腳糯	7	7	S

二、優劣點及其栽培要點：

1.優點：

（1）生育日數較短：一、二期作均比臺中秈3號約提早10天，比紅腳糯縮短7－8天，比臺農67號早熟2～3天。

（2）株高雖略高，但具有强桿、耐肥、抗倒伏等特性。稔實率高，能適應機械栽培與收穫。

（3）稻穀產量高且穩定，在區域試驗平均產量一期作爲6507公斤／公頃，二期作6117公斤／公頃。

（4）具有抗稻熱病，抗褐飛蝨及白葉枯病等優良特性，適合於本省中南部病蟲害易發生之地區栽培。

（5）粒型中短與紅腳糯相似，碾米加工容易。

2.缺點：

（1）對白背飛蝨之抵抗性弱（感蟲），且在穗稻熱病發生嚴重時會發生中感程度之穗稻熱病。

（2）耐寒性雖較臺中秈3號及臺中在來1號略佳，但仍欠理想。

3.栽培要點：

（1）臺農秈糯2號之耐寒性尚欠理想，所以在第一期作栽培時勿過於早植，第二期作則勿過於晚植，以防寒害，並應注意第一期作之秧田保溫。

（2）在實施重肥栽培時行距28公分之產量優於25公分，而在普肥栽培時插植密度越密產量越高，在機插時以行株距28×16公分之密度行重肥管理，而在手插時以行株距25×16公分行普肥管理或行株距25×20公分行重肥管理，可獲得較高的產量。

（3）臺農秈糯2號之增肥效果明顯，適於重肥栽培唯其肥料用量應視土壤肥力，氣候及生育情形靈活調節，一般使用硫酸銨在一期作700～1000公斤／公頃，二期作600～800公斤／公頃，過磷酸鈣爲160～320公斤／公頃，氯化鉀爲100～160公斤／公頃。且宜早期施用以增加有效分蘗，並注意施用穗肥，必要時加施粒肥以提高稔實率及千粒重。

（4）臺農秈糯2號移植時其每叢苗數以5～6支爲宜。

（5）本品種對白背飛蝨無抵抗性，應注意防治，對穗稻熱病之抵抗性較弱，因此亦應防治穗稻熱病。對褐飛蝨雖具有抗蟲性，惟在發生嚴重時仍應噴藥防治，可避免減產。

（6）其他栽培管理事項，可參考當地之栽培法實施。

臺農秈糯2號之育成承蒙各改良場所協助，並蒙行政院農業發展委員會之資助，謹此誌謝。

參考文獻

1.臺灣省政府農林廳 1984 臺灣農業年報。

2.臺灣省農業試驗所 1984 秈稻品種（系）區域試驗（油印本）。

3.臺灣省農業試驗所 1984 七十二年年報P14～17。

4.陳正昌、黃眞生 1983 全省糯稻新品種（系）產量比較試驗。稻作改良年報71年109～112。

5.黃賢喜 1983 秈稻栽培。農林廳編印農民淺說267A—糧作56,PP48。

Development of Rice Variety Tainung Sen Waxy 2[1]

T. H. Tseng and Y. C. Teng[2]

Summary

Rice variety Tainung Sen waxy 2, a selection from the cross of BG35-2×IR29, was shown to resist blast, bacterial leaf blight and brown planthopper. The grain yield of this variety in the regional yield tests was 6.5t/ha in the first crop and 6.1t/ha in the second crop on a provincial average, which outyielded Taichung Sen 3 by 3.4% and 31.9%, for the first and second crops respectively. It also outyielded the variety of Hung-Chueh Waxy (an old and common waxy variety) by 19.1% in the first crop and 37.5% in the second crop. The total growing duration of this variety was 118 days in the first crop and 94 days in the second crop on a provincial average, or 10 days earlier than that of Taichung Sen 3, or 7 days earlier than that of Hung-Chueh Waxy for both the first and second crops. Although its plant height is higher than that of Taichung Sen 3, it was relatively tolerant to lodging and more favorably responsive to nitrogen fertilizer. In general, this variety is characterized by about 90% fertility rate, 14-15 panicles per hill, 2.7-3.0 grams per panicle weight and 26.7-27.6 grams per 1000-grain weight.

1. Contrilution No. 1195 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistent plant breeder and former plant breeder respectively, Department of Agronomy, TARI, Wu-feng. Taichung, Taiwan, 431, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34(1)：011～020（1985）

染色體轉座對玉米結實率影響之研究[1]

劉孔生[2]　陳成[3]

摘要　當玉米之染色體轉座呈異型接合時，由於產生之部分配子其染色體發生重複與缺失，而導致稔實率下降。爲求探討染色體轉座對稔實率之影響，本試驗利用⊙4與⊙6轉座異型接合組合爲材料，調查其稔實率，得知⊙4 組合爲50%，⊙6 組合爲25%。此乃由於參與轉座異型接合之染色體在進行減數分裂時，發生同對取向方式之分離，因而產生部分無效配子導致稔實率下降。至於稔實率下降之程度則與參與轉座之染色體數目有關，稔實率$=2/2^n\times100\%$，其中 n 爲發生轉座異型接合之染色體對數。

當非同源染色體（nonhomologous chromosome）之間有部分染色體片段（segment）發生交換時，稱爲染色體轉座（chromosomal translocation）[14]。如染色體呈異型接合轉座（heterozygous translocation），由於產生之部分雌配子其染色體發生部分重複（duplication）與缺失（deletion），而無法繼續發育，因此導致結實率下降[1]。關於影響結實率之機制，雖有許多文獻報導[2,6,9,15]，但均無定論。本試驗乃以各種⊙4（單染色體轉座，ring of four），與⊙6（雙染色體轉座，ring of six）染色體轉座組合進行試驗，計算其結實率以探討可能之原因，並藉以推算 2⊙4（雙重單染色體轉座，double ring of four），⊙8（三染色體轉座，ring of eight）及⊙10（四染色體轉座，ring of ten）等轉座組合之結實率。

材料與方法

國立臺灣大學農藝系作物育種研究室曾於民國64年冬自美國愛阿華州立大學（Iowa State University）引進以蠟質基因（waxy gene）爲遺傳標識之玉米全套第九對相互轉座染色體系統(whole set reciprocal translocation stocks)（其系統名稱、代號及細胞學資料見表1），本試驗以此九組轉座同型接合系統爲親本，進行全部組合之交配，以產生81組之⊙6 染色體轉座組合（見表2）之 F_1 種子。於民國71年春季將此 F_1 組合種植於田間，每組合種植一行 10株，行距75公分株距30公分，按照一般玉米栽培方法進行田間管理。俟雌穗成熟後，每組合於生長正常之植株中，逢機選取四植株之果穗，計算果穗之結實率。

$$\text{結實率}=\frac{\text{全果穗之子粒數}}{\text{每行平均可著生粒數}\times\text{果穗行數}}\times100\%$$

此外亦以九組轉座系統爲母本，與 H95 自交系（正常染色體）交配，產生九組⊙4組合 F_1，於72年春季將九組 F_1 及九組轉座親本種植於田間，每組合種植 20株，雌穗成熟後，每組合於生長正常

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1196 號。本報告爲第一作者博士論文之部分。

2.本所農藝系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

3.國立臺灣大學教授。臺北市。

表 1 玉米第九對染色體與全套染色體相互轉座之同型接合體系統之名稱、代號及細胞學資料

Table 1. Name, code number and cytological information in whole set of chromosomal reciprocal translocation stocks.

轉座系統名稱 Name of tranlocation stock	代號 Code No.	相互轉座染色體對 Reciprocal translocation chromosome	斷點位置 Position of break point	標識基因 Marker gene
$1—9_{4995}$	T_1	1—9	1L 0.19 9S 0.20	wx/wx
$2—9_b$	T_2	2—9	2S 0.18 9L 0.22	wx/wx
$3—9_c$	T_3	3—9	3L 0.09 9L 0.12	wx/wx
$4—9_g$	T_4	4—9	4S 0.27 9L 0.27	wx/wx
$5—9_a$	T_5	5—9	5L 0.69 9S 0.17	wx/wx
$6—9_b$	T_6	6—9	6L 0.10 9S 0.37	wx/wx
$7—9_b$	T_7	7—9	7S 0.76 9S 0.19	wx/wx
$8—9_d$	T_8	8—9	8L 0.09 9S 0.16	wx/wx
$9—10_b$	T_9	10—9	10S 0.40 9S 0.13	wx/wx

表 2 利用第九對染色體與全套染色體相互轉座之同型接合體系統正反交配所得之72組⊙6染色體組合

Table 2. Totalling 72 (9×9-9) combinations of ⊙6 translocation heterozygotes from the crosses between the whole set (9-pair) reciprocal translocation stocks.

♀ \ ♂	1—9	2—9	3—9	4—9	5—9	6—9	7—9	8—9	9—10
1—9	1—9	1—9—2	1—9—3	1—9—4	1—9—5	1—9—6	1—9—7	1—9—8	1—9—10
2—9	2—9—1	2—9	2—9—3	2—9—4	2—9—5	2—9—6	2—9—7	2—9—8	2—9—10
3—9	3—9—1	3—9—2	3—9	3—9—4	3—9—5	3—9—6	3—9—7	3—9—8	3—9—10
4—9	4—9—1	4—9—2	4—9—3	4—9	4—9—5	4—9—6	4—9—7	4—9—8	4—9—10
5—9	5—9—1	5—9—2	5—9—3	5—9—4	5—9	5—9—6	5—9—7	5—9—8	5—9—10
6—9	6—9—1	6—9—2	6—9—3	6—9—4	6—9—5	6—9	6—9—7	6—9—8	6—9—10
7—9	7—9—1	7—9—2	7—9—3	7—9—4	7—9—5	7—9—7	7—9	7—9—8	7—9—10
8—9	8—9—1	8—9—2	8—9—3	8—9—4	8—9—5	8—9—6	8—9—7	8—9	8—9—10
9—10	10—9—1	10—9—2	10—9—3	10—9—4	10—9—5	10—9—6	10—9—7	10—9—8	10—9

註：表中1—9係估算之⊙6，實際測得之資料爲轉座材料自交之後裔，減數分裂時染色體呈二價體而非⊙6構造。

之植株中逢機選取10株之果穗，亦利用公式計算果穗之結實率，以求得⊙4與⊙6轉座組合之結實率。

結果與討論

各組轉座同型接合及⊙4 轉座異型接合組合之結實率列於表 3 ，轉座同型接合體在進行減數分裂時，染色體仍呈正常配對，形成之雌配子亦無染色體重複與缺失之現象（以 1 — 9 染色體轉座爲例，列於圖 1），因此所產生之雌配子具有正常功能，結實正常。實驗結果顯示轉座同型接合體之結實率爲74.40%—80.41%，略低於 100%，此乃由於同型接合體係自交系，生長較弱，使結實率下降，而且下降之程度與系統之遺傳背景有關。

轉座異 型接合體 於減數分 裂時會進 行不正常配對， 參與轉座 之二對染 色體於粗 絲期（pachytene stage） 排列呈十字形之配對，並產生六種配子，其中僅有兩種可以存活（見圖 2 ，亦以 1 — 9 染色體轉座爲例），其餘則因染色體發生重複及缺失而死亡，使結實率下降[13]。本試驗之⊙4 轉座異型接合組合之結實率亦列於表 3 ，各組合之結實率爲 37.85% —46.42%，平均爲43.63%略低於50%，但高於轉座同型接合體的二分之一。

雖然目前遺傳學家公認⊙4 轉座異型接合體會發生半不稔的現象，使玉米之結實率降至50%左右[3,5]，但對其機制則尚無定論。當細

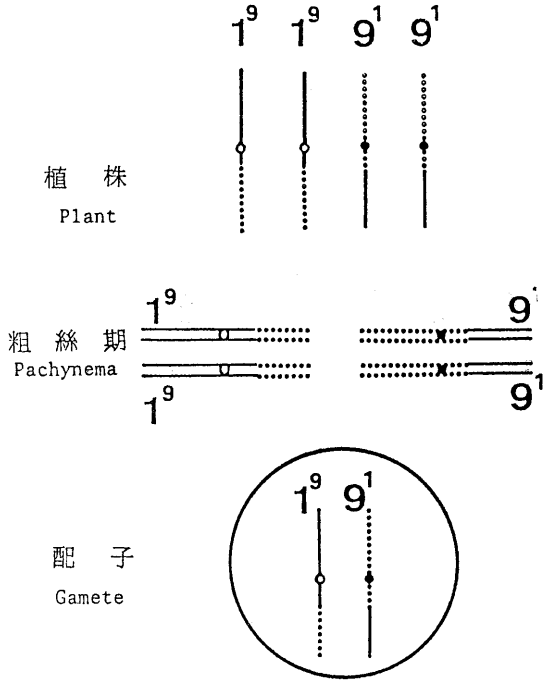


圖 1 ：轉座同型接合體減數分裂之行爲

Fig. 1. Meiosis of translocation homozygote.

表 3 玉米染色體轉座同型接合體（親本）與⊙4轉座異型接合組合（F_1）之結實率

Table 3. The kernel fertility of chromosomal translocation homozygotes (parents) and ⊙4 translocation heterozygotes (F_1) in corn.

轉座染色體對 Translocation chromosome	結實率 Fertility $\bar{X}\pm$S. D.	
	轉座同型接合體 Translocation homozygote	轉座異型接合體 Translocation heterozygote
1—9	80.41±1.51	37.85±4.95
2—9	78.92±2.10	45.95±3.21
3—9	78.56±1.67	44.01±2.58
4—9	77.55±0.99	43.56±2.65
5—9	75.35±1.23	45.74±1.99
6—9	76.39±3.46	46.42±3.16
7—9	77.74±3.61	44.40±2.56
8—9	74.40±1.71	41.57±3.65
10—9	78.22±0.72	43.13±2.98
平均 Mean	77.50±2.57	43.63±3.94

胞行減數分裂時，參與轉座之四條染色體會形成四價體（quadrivalent），並排列成 8 字形（zig zag type）、環狀（ring type）或鏈狀（chain type）。若染色體完全逢機分離，則有交互（alternative）、鄰接 I（adjacent I）及鄰接 II（adjacent II）三種分離方式，產生六種配子（見圖 2

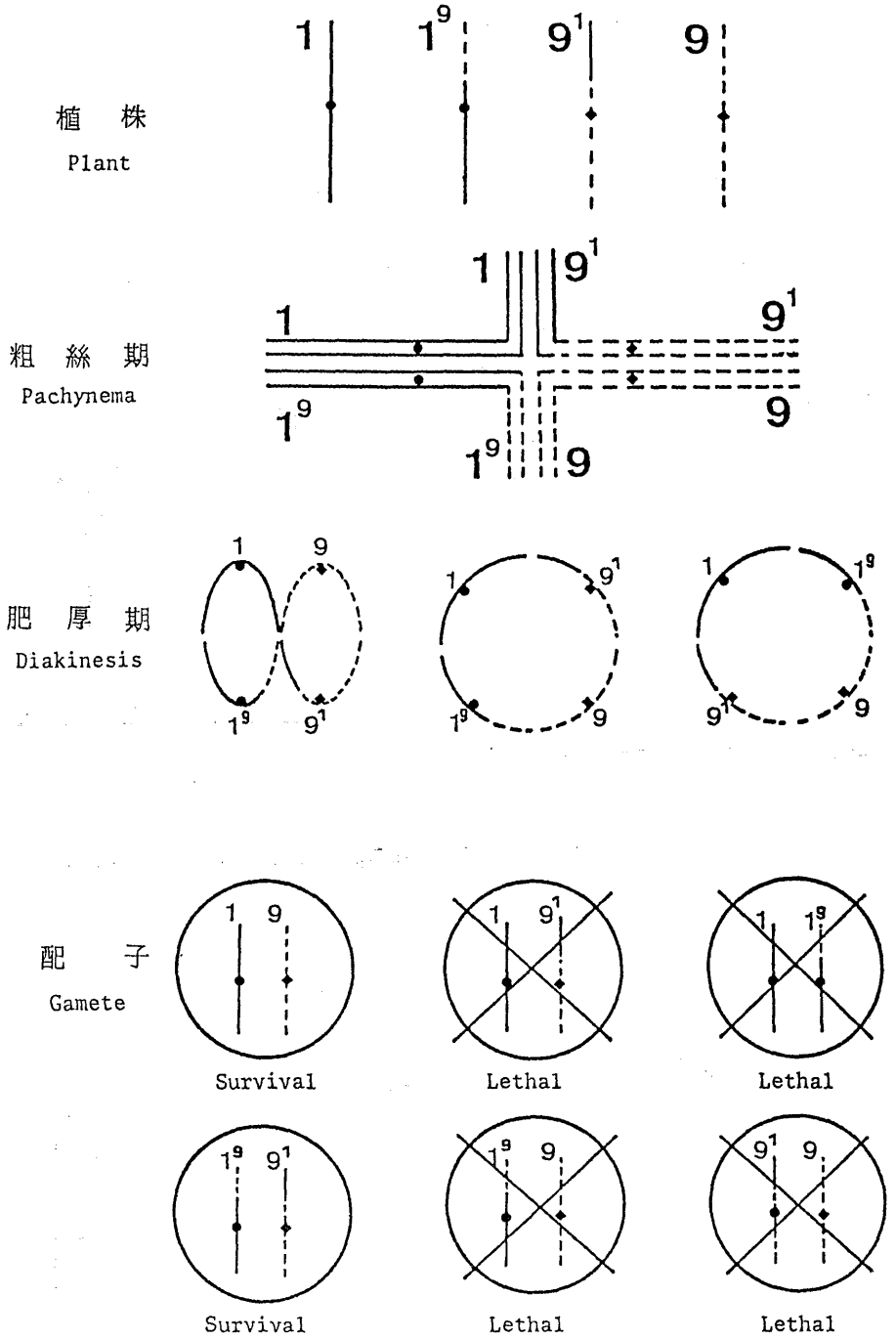


圖 2：◉4轉座異型接合體減數分裂之行為

Fig. 2. Meiosis of ◉4 translocation heterozygote.

），其中僅有兩種正常(由交互分離所產生者)，佔33%，因此結實率應爲33%[10]。但是根據 Brink (1927)[5]、Burnham (1934)[7]及本試驗之結果（見表3），玉米⊙4 轉座異型接合組合之結實率均接近50%，顯示染色體並非逢機分離。

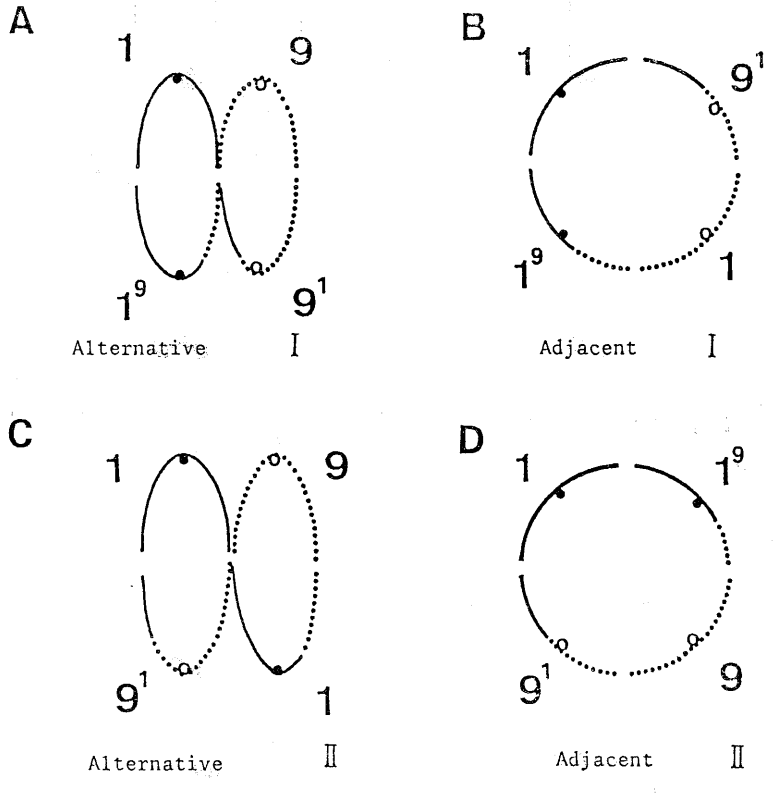


圖 3 ：⊙4染色體成對取向排列之圖形

Fig. 3. The figure of ⊙4 chromosomes by co-orientation segregation.

McClintock (1930) 認爲⊙4 之染色體會發生成對取向 (co-orientation) 式的分離，於減數分裂之肥厚期 (diakinesis) 會產生圖3中四種排列情形，其中 B爲鄰接Ⅰ，D爲鄰接Ⅱ形式之分離，形成的配子不能成活。A與C呈8字形排列，行交互形式之分離，產生正常配子，其中由於A與C之中節 (centromere) 排列不同，因此分別稱之爲交互 Ⅰ 與交互Ⅱ。由於上述四種排列方式出現之機率相等，故結實率爲50%[12]。Boussy (1982) 亦認爲會出現圖3之排列，但交互Ⅰ與交互Ⅱ實際上爲相同排列，僅由於觀察時角度不同，乃造成相異之圖形[4]。

Burnham （1950） 則認爲中節與斷點之間的區域 (interstitial region) 發生染色體交換 (crossing over) 時，會改變交互，鄰接Ⅰ與鄰接 Ⅱ 之比例，如交換率高，則鄰接Ⅱ之比例下降，但交互之比例仍佔50%[8]。因此⊙4 轉座異型接合體行減數分裂時，由於參與轉座之染色體發生成對取向排列，而非逢機分離，使交互分離佔50%，形成之配子其稔實率亦爲50%。

至於四鏈體 (chain of four) 則由於某一染色體轉座之片段較短，於粗絲期不易配對，至複絲期 (diplotene stage) 時交叉移端化 (chiasma terminalization) 速度較快，造成缺口，因此形成鏈狀。Burnham (1950) 研究此種四鏈體，認爲不會產生鄰接Ⅱ，但稔實率仍爲50%[8]。因此即使發生四鏈體，對稔實率並不發生影響，亦即凡兩對染色體進行相互轉座時，其異型接合體之稔實率皆爲50%。

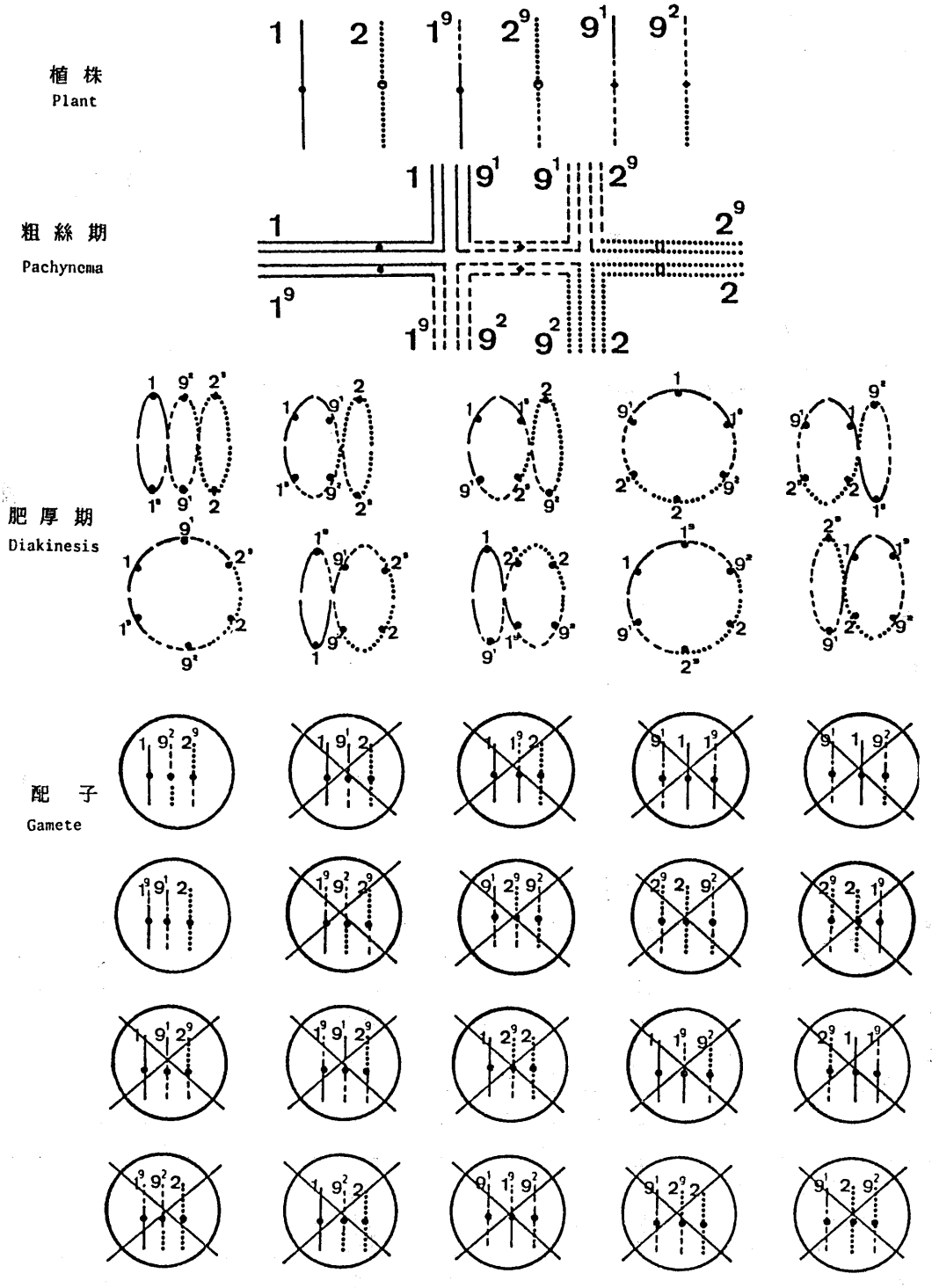


圖 4 ：⊙6轉座異型接合體減數分裂之行爲

Fig. 4. Meiosis of ⊙6 translocation heterozygote.

⊙6 轉座異型接合體之染色體於肥厚期如行逢機分離，則可能出現之排列組合爲 ${}_6C_3$，共計10種（見圖4），其中僅有交互排列可產生有效配子，因此結實率應爲10%。但 Garber (1972)認爲並非全部之組合均會出現，由於粗絲期之染色體會呈現固定之雙十字排列（見圖4），因此僅產生四種染色體排列之圖形（1,9^1,2^9／1^9,9^2, 2），（1,9^1, 2／1^9,9^2,2^9），（1,9^2, 2／1^9,9^1,2^9）及（1, 9^2,2^9／1^9,9^1, 2）。其中（1,9^2,2^9／1^9,9^1, 2）之組合會出現交互排列，產生有效配子，其餘則不能成活，因此結實率應爲25%[11]。如依照 McClintock (1930) 的假說[12]，⊙6 轉座染色體的中節亦發生成對取向，則同源染色體 (homologous chromosomes) 之中節於中期 I (metaphase I) 會分至不同細胞，則亦產生上述四種染色體組合，稔實率仍爲25%。

本試驗所獲得之各種⊙6 染色體轉座異型接合體之結實率列於表4（其轉座之染色體請與表2互相對照），其中結實率之平均約23.06%，各組合則分布於 20.86%—24.08%之間，視親本之來源及何對染色體轉座而有少許差異。由於各組合之結實率離10%均相距甚遠，而與25%較接近，顯示各染色體於減數分裂時並非逢機分離，Garber 之理論較爲可信，結實率應爲25%。

對於⊙6 組合之結實率，Garber (1972) 雖提出假說[11]，却未說明其機制。如依照 Burnham (1950) 於⊙4 染色體排列之理論[8]，則參與⊙6 轉座之染色體於斷點與中節之間發生交換時，染色體即無法逢機分離，各對互相配對之中節必須分別移動至兩極，不同對染色體之中節則獨立分離。在⊙6 組合中，共有三對中節分別配對，因此分離之方式共有 2^3 種組合，產生8種配子其中僅兩種可以存活，故稔實率爲25%。

假設上述推論正確，則染色體轉座異型接合體之稔實率可由公式導出：

$$\text{稔實率} = \frac{2}{2^n} \times 100\%$$

n：參與轉座異型接合之染色體對數

此乃由於每增加一對轉座染色體，其分離之組合方式即增加一倍，但其中僅有行交互分離者能够成活，因此每多一對染色體發生轉座，結實率即減半。由此即可推算得⊙8 之結實率爲 12.5%，⊙10 爲 6.25%，其餘各種轉座組合亦可依此類推。

至於具有兩個及兩個以上之轉座複合體 (interchange complex) 時（例如2⊙4）之結實率爲何？Garber (1972) 利用1—2及 3—4 染色體轉座進行研究，認爲應將1—2與3—4轉座視爲獨立事件，分別計算其稔實率，而2⊙4之稔實率應爲兩組⊙4稔實率之乘積（見表5），亦即25%[11]，因此亦可獲得含有多個轉座複合體之稔實率的公式爲：

$$\text{稔實率} = \prod_{i=1}^{n} \frac{2}{2^{mi}} \times 100\%$$

n　轉座複合體之數目

Π　連乘符號

mi　第 i 項轉座複合體內參與轉座之染色體對數

由於本試驗所使用之轉座材料均與第九對染色體進行轉座，受材料特性之限制，僅能研究⊙4 與⊙6 轉座組合之結實率，對於上列結實率之公式無法提供有力的支持，因此僅能提出假說。而目前國立臺灣大學農藝系育種研究室已著手利用兩套轉座同源系（分別與第六對，第九對染色體進行轉座）互相交配，並獲得2⊙4，⊙8，⊙4+⊙6 與⊙10等轉座組合。將來如能調查這些組合之結實率，即可加以驗證結實率之公式，以進而明瞭染色體轉座後對結實率確實之影響。

表 4：玉米⊙6 轉座異型接合組合之結實率

Table 4. The kernal fertility of ⊙6 translocation heterozygotes in corn.

♀ \ ♂	1—9	2—9	3—9	4—9	5—9	6—9	7—9	8—9	10—9	平 均 Mean
1—9	23.30±0.50	23.58±1.92	23.73±1.67	23.41±0.88	23.58±1.11	23.31±1.76	23.45±2.00	22.52±1.22	22.96±1.08	23.32±1.31
2—9	23.62±1.65	23.40±0.80	23.50±0.88	23.41±1.00	22.85±1.42	23.34±1.59	23.18±1.50	22.81±1.32	23.77±1.13	23.32±1.17
3—9	23.52±1.49	23.62±1.51	23.06±0.52	22.99±1.35	21.91±1.45	22.81±2.15	23.02±1.78	22.85±1.30	23.65±1.49	23.05±1.42
4—9	23.12±2.00	23.26±1.24	23.17±1.16	23.09±0.45	22.91±1.35	23.14±1.51	23.02±1.68	22.44±1.37	23.44±1.28	23.06±1.27
5—9	23.06±1.28	23.10±1.27	22.87±1.33	23.27±1.72	22.89±0.83	22.79±2.28	23.43±1.31	22.47±2.13	23.44±1.18	23.03±1.39
6—9	23.26±1.49	23.00±1.96	23.15±1.66	22.94±1.41	22.84±1.23	22.99±0.23	23.04±2.26	23.50±1.90	23.44±0.98	23.13±1.41
7—9	23.43±1.17	23.04±1.00	22.87±1.41	22.73±1.89	22.64±1.30	22.47±0.95	22.87±0.71	20.86±0.66	23.09±1.65	22.78±1.38
8—9	23.54±0.60	23.32±1.44	22.47±0.96	23.02±1.06	22.02±1.83	22.33±1.81	22.37±1.39	22.73±0.58	24.08±0.43	22.87±1.25
10—9	22.76±1.18	24.04±1.05	22.85±1.18	23.11±2.00	23.10±1.60	22.49±1.18	22.30±1.53	23.14±1.45	23.23±0.33	23.00±1.28
平 均 Mean	23.29±1.21	23.48±1.28	23.07±1.15	23.11±1.24	22.75±1.30	22.85±1.45	22.96±1.49	22.59±1.42	23.45±1.07	23.06±1.32

註：表中對角線之轉座組合，其結實率係利用下列公式估算而來

$$i\text{—}9\text{之結實率}=\left[\sum_{j=1}^{9}(T_i\times T_j)+\sum_{j=1}^{9}(T_j\times T_i)\right]/16 \quad i=1, 2, 3, \cdots 9, \ j\neq i$$

表 5：2⊙4轉座異型接合體產生配子之理論稔實率

Table 5. The gametes and fertility of 2⊙4 translocation heterozygote.

轉座染色體對 Translocation chromosome		配子 Gamete	理論百分比 %
1—2	3—4		
alternative	alternative	存活	25 %
alternative	adjacent	死亡	25 %
adjacent	alternative	死亡	25 %
adjacent	adjacent	死亡	25 %

參考文獻

1. 陳成、劉孔生 1978 轉座染色體在遺傳分析上之應用。科學農業 26：380—383。
2. 黃懿秦、陳成 1980 玉米不同轉座染色體組合對結實率之影響。中華農學會報 新110：23—37。
3. Anderson, E. G. 1934. A chromosomal interchange in maize involving the attachment to the nucleolus. Amer. Nat. 68 : 345-350.
4. Boussy, I. A. 1982. "Alternate-2" disjunction does not exist. Genetics 100 : 505-509.
5. Brink, R. A. 1927. The ocurrence of semi-sterility in maize. J. Hered. 18 : 266-270.
6. Brown, M. S., M. Y. Menzel, C. A. Hasenkampf, and S. Naqi. 1981. Chromosome configurations and orientations in 58 heterozygous translocations in *Gossypium hirsutum*. J. Hered. 72 : 161168.
7. BurnhamC. R. 1934. Cytogenetics studies of an interchange between chromosomes 8 and 9 in maize. Genetics 19 : 430-447.
8. ————————. 1950. Chromosome segregation in translocations involving chromosome 6 in maize. Genetics 35 : 446-481.
9. Endrizzi, J. E. 1973. Alternate-1 and alternate-2 disjunctions in heterozygous reciprocal translocations. Genetics 77 : 55-60.
10. Garber, E. D. 1948. A reciprocal translocation in *Sorghum versicolor* Anderss. Amer. J. Bot. 35 : 295-297.
11. ————————. 1972. Cytogenetics and introduction. McGraw-Hill Book Company. Inc.
12. McClintock, B. 1930. A cytological demonstration of the location of an interchange bettween two non-homologous chromosomes of *Zea mays*. Proc. Natl. Acad. Sci. 16 : 791-796.
13. Reddi, V. R. and E. V. V. BhaskaraRao. 1975. Chromosome associations at pachytene in the interchange heterozygotes of *Sorghum bicolor*. Can. J. Genet. Cytol. 17 : 651-654.
14. Strickberger, M. W. 1968. Genetics. 2nd ed. The Macmillan Company, New York.
15. Swanson, C. P., T. Merz, and W. J. Young. 1981. The chromosome in division, inheritance, and evolution. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Study on Chromosomal Translocation to the Fertility of Cron[1]

Kong-Sheng Liu[2] and Cheng Chen[3]

Summary

The fertility of translocation heterozygote would decrease because of some gametes were aborted at gametogenesis due to chromosome segments duplication and deletion. To investigate the effect of chromosomal translocation on fertillity, we examed the fertilities of translocation homozygotes and heterozygotes of ⊙4 and ⊙6 combinations. The results showed that: Fertilities of ⊙4 combinations were about 50% and ⊙6 were about 25%. Because of translocated chromosomes were separated by co-orient segregation in meiosis of translocation heterozygotes so that some gametes would be aborted and fertility decreased. The decreament of fertilities were positively correlated with the number of translocated chromosomes involved in translocation heterozygotes, that fertility should be calculated by $2/2^n \times 100\%$, n: denote the number of pairs of translocated chromosomes.

1. Contribution No. 1196 from Taiwan Agricultural Research Institute. Part of a thesis submitted by the senior author in partial fulfillment of the requirement for the Ph. D. degree at National Taiwan University.

2. Agronomist, Department of Agronomy. TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

3. Professor, Department of Agronomy. National Taiwan University, Taipei , Taiwan, ROC.

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 34(1) : 021~032 (1985)

Studies on the Physicochemical Properties of the Tubers of New Sweet Potato Lines[1]

S. Y. Liu[2], C. L. Liang[2] and L. Li[3]

Abstract : This study was conducted with 17 new sweet potato lines and one commercial variety to investigate the physical and chemical properties of the tuber powder and to find out the relationship between tuber dry matter content, reducing sugar, starch content and enzyme activity of tuber amylase.

The starch granular size of these sweet potatoes ranged from 8.05×7.25μ to 28.98×26.57μ. The viscosity of the tuber powder solution at 90°C was about 20 times as large as that at room temperature. After cooling from 90°C to room temperature the viscosity was much higher than that at 90°C. The average dry matter content of these new lines amounted to 36.6 %, being much higher than that of Tainung 57(27.8 %). Three new lines had a dry matter content more than 40%. The tuber moisture content ranged from 56.5 to 72.2%, Tainung 57 had the highest moisture content, being 8.3 % higher than the average.

The tuber starch content on dry basis ranged from 61.99 to 75.38 %. More than half of the new lines had a higher tuber starch content than the average (67.93 %). The tuber starch content on wet basis ranged from 18.42 to 30.68 %. The commercial variety, Tainung 57, had the lowest tuber starch content on wet basis due to its low tuber dry matter content, while C 71-96 had the highest tuber starch content both on dry and wet basis. The average reducing sugar content was 3.71 %. C71-196 had the highest value of 8.44%, while C66-33 had only 0.24 %. The amount of the reducing sugar in tuber indicated that amylase more or less existed in the tuber. This enzyme can convert starch molecule into reducing sugar under normal pressure and temperature.

High significant relationships were found between these physicochemical properties, namely, tuber dry matter content and tuber starch content on wet basis ($r=0.97$), tuber starch content on wet basis and tuber starch content on dry basis ($r=0.77$) and reducing suger content and amylase activity ($r=0.98$). Because of the close relationship between tuber dry matter and tuber starch content on wet basis, the tuber dry matter percentage could be used to evaluate the tuber starch content on wet basis. A regression equation $\hat{Y}=0.82664\ X-5.25795$ was then derived, where $\hat{Y}$ was the tuber starch content on wet basis and X was the tuber dry matter.

1. Contribution No. 1197 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by a grant from the Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, R. O. C.. The authors thank Dr. C. Liu for his help in statistical analysis.

2. Agronomist and project assistant, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung (431), Taiwan, R. O. C..

3. Senior agronomist and director, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi city, Taiwan, R. O. C..

Introduction

Starch has a wide application possibility in many industries such as food and sugar industry. In the past years the oil crisis made it a valuable substitute energy resource. Because of insufficient storage of crude oil in the world, the importance of starch as a material to produce ethanol will distinctly increase in the future.

Except rice, sweet potato is a main starch resource in Taiwan, it can be grown three or four times a year with high yield and the tuber roots are rich in starch. Many factors affect the starch content of sweet potato, such as variety difference[7], location and year effects[7], and soil and fertilizer factors[1,2,3,4,5,13]. The autumn crop produces much higher tuber starch content than spring and summer crops do[7]. Long storage as well as early harvest generally decrease the starch content[12,14].

The quality of the sweet potato starch depends on the flavour, the colour, the viscosity and the component of the tuber[6]. Good tuber starch has good flavour, high viscosity and high starch content. The present study was to evaluate the starch quality of the new sweet potato breeding lines by determining their powder physicochemical properties.

Materials and methods

1. Material

A total of 17 breeding lines along with a variety were included in this study(Table1). They were grown in autumn of 1983 in three locations with growth period ranging from five months to six months. The experiment design in each location was 6 replications RCBD, with plot size of two rows of 8 m long. Pooled samples of middle sized tubers were used for all tests.

2. Methods: Each of the following determinations was made at least 4 times.

Granular size of tuber starch was observed with an Olympus microscope at 400 X power and the granular length and width were described.

One hundred ml of 9% tuber powder solution were taken to determine the viscosity value from room temperature (25°C) to 90°C with the Brookfield LVT viscosimeter.

One thousand g of root tuber pieces were heated in oven at 70°C for 24 hours to determine the dry matter and moisture content of the tuber.

Dry tuber powder was hydrolysed with acid-catalyzed method (25% HCl) and then neutralized with NaOH solution. After dilution, 5 ml of the diluted starch solution were taken to detect the sugar content with the Somogyi reagents. From the sugar content of each powder solution the starch content on dry basis can be calculated.

To determine the precise moisture content of dry tuber powder, two grams of powder were heated at 105°C under normal pressure until the constant weight was reached.

To determine the reducing sugar content of dry powder dry tuber powder of 0.5g was first diluted to 100ml. After stirring for one hour, 5ml of the diluted solution were taken to detect the reducing sugar content with the Somogyi method.

The starch content of each line or variety on dry weight basis was multiplied by its dry matter content to get the tuber starch content on wet weight basis.

The amylose content of each tuber powder was determined with the automatic industrial amylose determination method of Lachat chemicals, INC. This method is based on the reaction of iodine with amylose to form a complex which exhibits a blue colour and can be read at 620 nm.

Determination of the enzyme activity of starch amylase under standard condition: One ml of 0.5% tuber powder solution was mixed with 9ml of 0.56% standard starch solution (from Sigma, pH 5) and put on a waterbath of 40°C for 30 minutes. The reducing sugar content produced was determined with the Somogyi method. From this value the enzyme activity can be calculated with the following formula: Enzyme activity=0.1 x mg of glucose produced x dilution factor.

Table 1. Location and cultivation period of 17 sweet potato lines and one variety

Lines & variety	Location[a]	Cultivation period (Month)
C 64- 4	CAES	5.5
C 64- 42	YCD	5.0
C 65-356	CAES	5.5
C 66- 33	YCD	5.0
C 66- 41	YCD	5.0
C 66- 73	YCD	5.0
C 70-111	SYD	6.0
C 70-141	SYD	6.0
C 70-220	SYD	6.0
C 70-245	SYD	6.0
C 70-295	SYD	6.0
C 71- 92	CAES	5.5
C 71- 94	CAES	5.5
C 71- 96	CAES	5.5
C 71-157	CAES	5.5
C 71-171	CAES	5.5
C 71-196	CAES	5.5
Tainung 57	YCD	5.0

[a] C. A. E. S. : Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI ; Y. C. D. : Yuen Chang District ; S. Y. D. : Shui Yen Di.

Results and Discussion

The tuber starch granules existed in single grains surrounded by a protein membrane which could be destroyed by heating. Under microsscopic observation the starch granules showed three distinct different sizes. The average size for the large granules was 25.38×23.74 μ, for the middle ones 17.03×15.16 μ and for the small ones 10.32×9.38 μ. Line C 71-157 had the largest granule (33.81×33.01 μ) and the largest middle granule (19.32×17.71 μ). Line C 70-111 had the largest small granule (12.88×11.27 μ). Line C 71-92 had the smallest granules in general (Table 2).

Table 2. Granular size of tuber starch

Lines & Variety	Range of large granular (μ)	Range of middle granular (μ)	Range of small granular (μ)
C 64- 4	24.15×23.35	16.10×14.49	9.98× 8.86
C 64- 42	28.98×25.76	17.71×16.10	10.47× 9.98
C6 5-356	24.15×23.55	16.10×14.49	8.05× 7.73
C 66- 33	27.37×24.15	18.52×17.71	9.66× 8.86
C 66- 41	24.47×24.15	17.71×16.91	9.66× 8.05
C 66- 73	28.18×24.96	18.52×15.30	11.27×10.47
C 70-111	24.96×24.15	17.71×16.91	12.88×11.27
C 70-141	24.96×24.15	17.71×16.10	12.08×11.27
C 70-220	27.37×25.76	18.52×17.71	8.86× 8.05
C 70-245	21.74×19.32	14.81×14.49	10.47× 9.66
C 70-295	22.54×20.93	16.42×16.10	11.27×10.47
C 71- 92	20.93×20.80	14.49×13.69	8.05× 7.25
C 71- 94	23.35×20.13	17.71× 9.66	11.27× 9.66
C 71- 96	22.54×21.74	16.10×15.30	11.27×10.47
C 71-157	33.81×33.01	19.32×17.71	11.27× 9.66
C 71-171	20.93×19.32	15.30×11.27	8.37× 8.05
C 71-196	27.37×25.76	17.71×14.49	11.27×10.95
Tainung 57	28.98×26.57	16.10×14.49	9.66× 8.05
Average	25.38×23.74	17.03×15.16	10.32× 9.38

The viscosity of tuber powder solution was largely affected by temperature. The average powder viscosity at different temperatures was 2.25 at initial room temperature, 2.00 at 40°C, 3.05 at 60°C, 44.77 at 90°C and 61.55 at final room temperature. The value at 90°C reached highest (100 centipoises) in 4 lines such as C 64-42 and nearly 100 centipoises in two lines such as C 66-41. After cooling the temperature of the solution from 90°C to room temperature the viscosity largely increased, except in four

lines such as C 70-111. The viscosity value of Tainung 57 was 44 centipoise at 90°C, more than 20 times of that at initial temperature, and reached the highest value after cooling to final room temperature (Table 3).

Table 3. Viscosity of 9 % tuber powder solution in sweet potatoes at different temperatures

Lines & Variety	Viscosity (Centipoise)				
	25°C	40°C	60°C	90°C	25°C[a]
C 64— 4	2.13	1.95	2.00	23.75	100.00
C 64— 42	2.53	2.55	1.88	100.00	100.00
C 65—356	1.98	1.77	2.58	64.65	100.00
C 66— 33	4.85	3.83	3.88	100.00	100.00
C 66— 41	1.95	1.65	1.88	97.70	100.00
C 66— 73	2.10	2.43	1.83	5.93	80.75
C 70—111	1.98	1.58	4.03	10.03	5.75
C 70—141	1.95	1.63	5.40	4.33	7.80
C 70—220	2.60	2.05	9.28	31.68	32.38
C 70—245	1.50	1.65	3.10	9.65	32.73
C 70—295	2.00	1.83	2.43	100.00	100.00
C 71— 92	2.18	2.08	1.90	4.80	27.08
C 71— 94	1.98	1.33	2.65	9.03	8.88
C 71— 96	2.33	2.15	3.90	5.38	6.00
C 71—157	2.13	1.68	1.80	100.00	100.00
C 71—171	2.15	2.15	2.65	3.98	20.80
C 71—196	2.20	1.50	1.48	90.57	100.00
Tainung 57	1.98	2.20	2.18	44.30	100.00
Average	2.25	2.00	3.05	44.77	61.55

a After being cooled from 90°C

All breeding lines had higher percentage of dry matter than Tainung 57, the highest value was 43.5 % of line C 70-220, followed by C 70-295 and C 71-96 (40.7%) (Table 4).

The average range for tuber starch content on dry basis of all sweet potatoes was between 65.83 and 69.62 %, with a difference of 3.79 %. Line C 71-94 had the widest range of 7.90 % in its starch content, followed by C 66-41 with a range of 7.15 %. The smallest difference came from line C 71-96 and was only 0.87 %. Tainung 57 had a difference of 2.93 %. Line C 71-96 had the highest starch content of 75.38 % on dry weight basis, followed by C 71-157 (71.81 %) and C 70-141 (70.02 %). All new sweet potato breeding lines were of high starchy class (Table 4).

The value of the tuber starch content on fresh weight basis could be obtained from multiplying dry matter content percentage by starch content percentage on dry basis. Line C 71-96 had the highest starch content of 30.68 % on fresh basis, while the variety Tainung 57 had the lowest starch content of 18.42 %, because its dry matter content was very low. The average wet starch content of all sweet potatoes was 24.59 % (Table 4).

Table 4. Dry matter and starch content on dry and fresh weight in sweet potatoes.

Lines & Variety	Dry matter (%)	Starch content (% d. w.)		Starch content (% f. w.)
		Range	Mean	
C 64— 4	34.0	66.27-62.63	65.39	22.23
C 64— 42	32.3	68.52-66.78	67.59	21.83
C 65—356	33.5	65.57-62.38	64.20	21.51
C 66— 33	34.5	69.26-66.37	67.74	23.37
C 66— 41	34.5	72.34-65.19	68.88	23.69
C 66— 73	32.4	68.19-65.09	67.84	21.98
C 70—111	37.6	69.70-65.23	68.38	25.71
C 70—141	39.7	71.00-68.95	70.02	27.80
C 70—220	43.5	71.95-65.43	68.09	29.62
C 70—245	37.1	71.59-66.53	68.48	25.12
C 70—295	40.7	67.50-65.31	66.26	6.97
C71 — 92	39.5	71.06-67.57	69.51	27.46
C71 — 94	36.7	70.68-62.78	68.05	24.97
C71 — 96	40.7	75.65-74.78	75.38	30.68
C71 —157	39.3	73.29-71.00	71.81	28.22
C71 —171	34.8	68.92-66.03	67.06	23.34
C71 —196	31.4	64.22-58.34	61.99	19.46
Tainung 57	27.8	67.56-64.63	66.25	18.42
Average	36.1	69.62-65.83	67.93	24.59

In regard to the reducing sugar content of dry tuber, C 71-196 had the highest value of 8.44 %, the same line had the lowest starch content on dry basis, line C 66-33 had the lowest reducing sugar of 0.24 % and Tainung 57 had a content of 3.55%. The average reducing sugar content of all sweet potatoes was 3.71 % (Table 5).

After being heated in oven at 70°C for 24 hours, the dry tubers of all sweet potatoes still had a moisture content from 7.05 % to 11.33 %, with an average of 9.52 %.

The average amylose content of all sweet potatoes was 14.25 %, which was lower than that of other starchy crops such as potato[9]. Two lines, C 66-33 and C 66-73, both

had the highest amylose content of 17.32 %, followed by C71-94 (16.70 %), while two other lines, C 70-111 and C 70-141, both had the lowest amylose quantity of only 8.50%. The variety had 13.23 % of amylose content (Table 5).

Table 5. Reducing sugar, moisture and amylose content of tuber powder in sweet potatoes.

Lines & Variety	Reducing Sugar (%)	H_2O (%)	Amylose (% d. w.)
C 64— 4	4.08	7.05	13.23
C 64— 42	1.29	8.54	15.44
C 65—356	4.97	11.03	14.80
C 66— 33	0.24	11.05	17.32
C 66— 41	2.56	10.68	16.06
C 66— 73	0.88	10.27	17.32
C 70—111	3.49	11.33	8.50
C 70—141	4.65	10.16	8.50
C 70—220	4.37	9.65	15.11
C 70—245	5.25	9.34	13.54
C 70—295	6.72	9.55	13.54
C 71— 92	3.27	6.58	16.06
C 71— 94	4.13	8.17	16.70
C 71— 96	2.74	7.28	14.49
C 71—157	3.40	8.97	14.80
C 71—171	2.70	8.50	13.85
C 71—196	8.44	9.01	13.85
Tainung 57	3.55	9.40	13.23
Average	3.71	9.52	14.25

In tuber there was more or less amylase, which could convert tuber starch into simple sugar units under normal pressure and temperature. The activity of amylase, affected by both temperature and variety, was in direct proportion to the reducing sugar content. Line C 71-196 had the highest enzyme activity with a value of 8.53. The amylase activity of the variety Tainung 57 was 3.6 units at 25°C and 4.6 units at 40°C (Table 6).

Under standard conditions (temperature 40°C, pH 5.0 and 0.56 % standard starch solution) the amylase of sweet potato tuber could easily break the α-1,4-glucosidic linkage at each possible site of starch molecule into simple sugar units, consequently the total reducing sugar content of the solution increased. The actual reducing sugar quan-

Table 6. Reducing sugar and amylase activity in sweet potato tubers.

Lines & Variety	Reducing sugar (mg/25mg tuber)		Amylase activity unit (mg reducing sugar produced/g. tuber·hr)	
	r. t. (25°C)	40°C	r. t. (25°C)	40°C
C 64— 4	1.030	1.318	4.120	5.272
C 64— 42	0.324	0.515	1.296	2.060
C 65—356	1.265	1.619	5.060	6.476
C 66— 33	0.310	0.397	1.240	1.588
C 66— 41	0.647	0.828	2.588	3.312
C 66— 73	0.221	0.329	0.884	1.316
C 70—111	0.883	1.130	3.532	4.520
C 70—141	1.180	1.295	4.720	5.180
C 70—220	1.103	1.501	4.412	6.004
C 70—245	1.325	1.428	5.300	5.712
C 70—295	1.692	2.166	6.768	8.664
C 71— 92	0.824	0.942	3.296	3.768
C 71— 94	1.045	1.162	4.180	4.648
C 71— 96	0.691	0.962	2.764	3.848
C 71—157	0.853	1.092	3.412	4.368
C 71—171	0.721	0.923	2.884	3.692
C 71—196	2.133	2.730	8.532	10.920
Tainung 57	0.897	1.148	3.588	4.592
Average	0.952	1.194	3.810	4.774

r. t. : room temperature (25°C)

tity was obtained by subtracting the increased amount from 25°C to 40°C from the total reducing sugar. From the value of actual reducing sugar content the enzyme activity of amylase in tuber under standard conditions could be calculated. Line C 71-92 had the highest amylase activity of 563.28 units, while C 70-220 the lowest of 494 units. The amylase activity of Tainung 57 was 517.6 units, lower than the average of 525.2 units (Table 7). Comparing the results of Table 6 and Table 7, a much higher reaction efficiency of tuber amylase under standard condition was found, being 110 times as high as that in tuber.

Correlation studies on these physicochemical properties of sweet potatoes showed highly significant relationships between the tuber dry matter content and starch content on fresh basis ($r=0.97$), the starch content on fresh basis and the starch content on dry basis ($r=0.77$), and the tuber reducing sugar content and the amylase activity ($r=0.98$). Significant relation also existed between the tuber dry matter content and the starch content on dry basis ($r=0.58$) (Table 8).

Table 7. Amylase activity of tuber powder in sweet potatoes under standard condition.

Lines & Variety	Reducing sugar(mg)of standard starch solution at40°C		Amylase activity unit (mg reducing sugar produced/ g. tuber·hr at 40°C)
	Total	actual	
C 64— 4	63.90	62.58	500.64
C 64— 42	66.65	66.13	529.04
C 65—356	65.00	63.38	507.04
C 66— 33	65.15	64.75	518.00
C 66— 41	66.55	65.72	525.76
C 66— 73	67.75	67.42	539.36
C 70—111	66.40	65.27	522.16
C 70—141	71.70	70.40	563.20
C 70—220	63.25	61.75	494.00
C 70—245	66.70	65.27	522.16
C 70—295	65.55	63.38	507.04
C 71— 92	71.35	70.41	562.28
C 71— 94	69.25	68.09	544.72
C 71— 96	67.45	66.49	531.92
C 71—157	68.30	67.21	537.68
C 71—171	66.70	66.78	534.24
C 71—196	64.70	61.97	495.76
Tainung 57	65.85	64.70	517.60
Average	66.84	65.65	525.20

Table 8. Correlation coefficients of the physicochemical properties of sweet potato starch.

Property	Viscosity	Dry matter	Reducing sugar	Starch (d.w.)	Starch (f.w.)	Amylose (%)	Amylase activity
Viscosity		-0.04	-0.49*	0.02	-0.03	0.38	-0.36
Dry matter	-0.04		0.15	0.58*	0.97**	-0.17	0.12
Reducing sugar	-0.49*	0.15		-0.44	-0.01	-0.39	0.98**
Starch (d.w.)	0.02	0.58*	-0.44		0.77**	-0.01	-0.50*
Starch (f.w.)	-0.03	0.97**	-0.01	0.77**		-0.14	-0.05
Amylose (%)	0.38	-0.17	-0.39	-0.01	-0.14		-0.34
Amylase activity	-0.36	0.12	0.98**	-0.50*	-0.05	-0.34	

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

From the close relationship between tuber dry matter content and starch content on wet basis, a regression equation was derived. $\hat{Y} = 0.82664\ X - 5.25795$, where $\hat{Y}$ was the tuber starch content on fresh basis and X meaned the tuber dry matter content. The slope of the regression line indicated that with every increase of 1 % of tuber dry matter, an increase of 0.83 % of tuber starch content on fresh basis was obtained (Fig. 1).

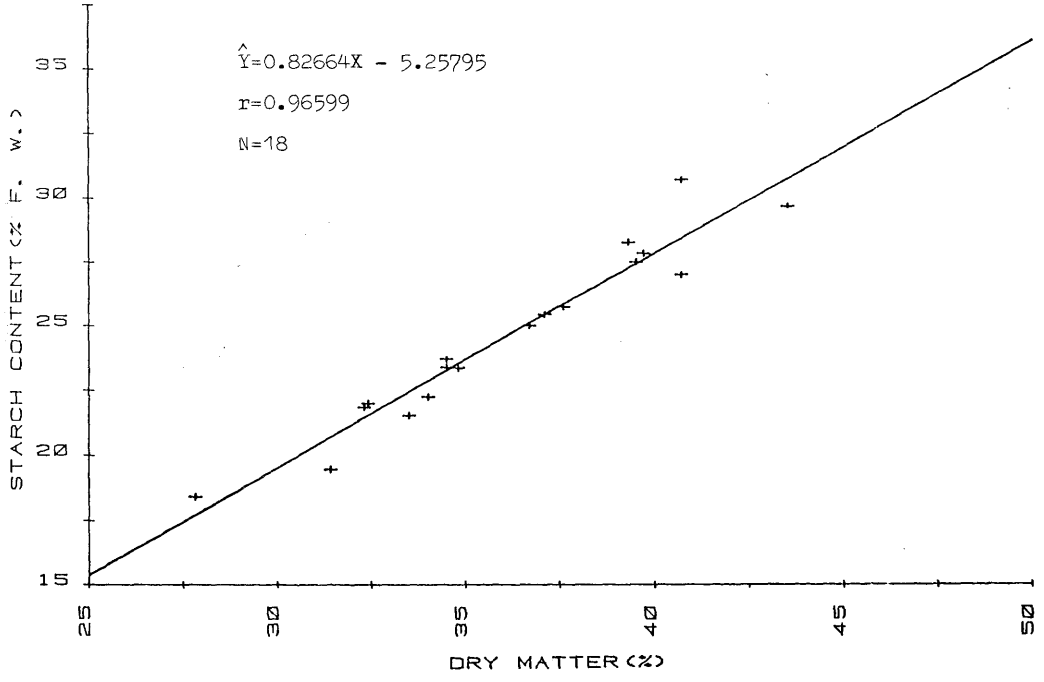


Fig. 1. Relationship between starch content ($\hat{Y}$) and dry matter (X) in sweet potatoes

Conclusion

Tuber dry matter content in sweet potatoes was found to have a closer relationship with starch content on fresh basis than that on dry basis. The result of the present study showed that every increase of 1 % of tuber dry matter content would give an increase of 0.83 % of tuber starch content on fresh basis. Li and Liao[7] (1983) also indicated that 0.63 % of crude starch content could be expected from each percent of tuber dry matter. The development of sweet potato varieties with high tuber dry matter content through breeding should be therefore emphasized.

The average starch content on dry basis of all sweet potatoes was very high with a value of 67.93 %, being higher than that of other starchy crops in Taiwan such as cassava (58.1 %), arrowroot (64.0 %), yam (66.7 %) and edible canna (65.3 %)[8]. In addition to the high starch content sweet potato is a high yielding crop with three or four crops a year locally[10] and can produce a high starch yield.

The starch quality is related with the factors like flavour, viscosity, colour and starch

content. Good quality requires good flavour, high and stable viscosity, white colour and high starch content. After assessment with these factors the following lines were selected to be of better quality in their starch: C 64-4, C 64-42, C 65-356, C 66-33, C 66-41, C 70-295 and C 71-157.

Considering the world's reserves and the annual consumption and the still increasing rate of consumption, the possible providing years of the following fossil fuels were estimated to be 30 years in oil, 50 years in gas, 76 years in uranium and 300 years in coal[10]. Because of the limited supply of fossil fuels and other possible difficulties like political, technical and secure problems all nations in the world have been trying to explore possible energy resources. Alcohol, one of the many found substitute energy resources, is specially attractive because it can be easily produced by starchy or sugary biomass[9,11]. All sweet potatoes tested in this study are rich in starch content, hence, on the one side they can provide a high starch yield, on the other side they can also be used as materials for producing alcohol.

Literature cited

1. Anderson, W. S. 1936. The influence of fertilizers upon the yield and starch content of the Triumph sweet potato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34 pp. 449-450.
2. Constantin, R. J., T. P. Hernandez and L. G. Jones. 1974. Effects of irrigation and nitrogen fertilization on quality of sweet potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 pp. 308-310.
3. Constantin, R. J., L. G. Jones and T. P. Hernandez. 1975. Sweet potato quality as affected by soil reaction (pH) and fertilizer. J. Amer Soc. Hort. Sci. 100 pp. 604-607.
4. Constantin, R. J., L. G. Jones and T. P. Hernandez. 1977. Effects of potassium and phosphorous fertilization on quality of sweet potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 pp. 779-781.
5. Duncan, A. A., L. E. Scott and F. C. Stark. 1958. Effect of potassium chloride and potassium sulfate on yield and ouality of sweet potatoes. Amer. Soc. Hort. Sci. 71. pp. 391-398.
6. Hsieh, P. T., S. S. Tsai, C. C. Wu, P. Y. Wong and R. Dantabuta. 1971. Influence of application conditions of nitrogenous fertilizer on physical and chemical properties of rice. J. of Chinese Agric. chem. Soc. 9 pp. 92-97. (in Chinese).
7. Li, Liang and C. H. Liao. 1983. Variation in crude starch percentage of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) J. agric. Res. China 32. pp. 325-335 (in Chinese).
8. Lii, C. Y. and S. M. Chang. 1978. Studies on the starches in Taiwan I. sweet potato. cassava, yam- and arrowroot starches. Proc. Natl Sci. Counc. R. O. C. 2 pp. 416-423.
9. Liu, S. Y. and C. L. Liang. 1983. Studies on tbe efficiency of alcohol production in sweet potato, cassava and potato. J. Agric. Res. China 32. pp. 111-121.
10. Liu, S. Y. 1983. The current developments and future trends of the substitute energy resources. Special publication of chinese agricultural groups 1983. pp. 101-111 (in Chinese).
11. Liu, S. Y., C. L. Liang and T. H. Chen. 1984. Studies on the biomass yielding capacity, juice quality and alcohol production potentiality from sweet sorghum in Taiwan. J. Agric. Res. China 33. pp. 236-246.
12. Purcell, A. E. 1978. Changes in dry matter, protein and non-protein nitrogen during storage of sweet potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103. pp. 190.
13. Samuels, G. 1967. The influence of fertilizer ratios on sweet potato yield and quality. Proc. Int.

Symp. Trop. Root crops. Section II. pp. 86-92.
14. Sistrunk, W. A. 1977. Relationship of storage, handling and cooking method to color, hard core tissue and carbohydrate composition in sweet potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 pp. 381-384.

甘藷新品系塊根理化性質之研究[1]

劉新裕[2] 梁純玲[2] 李 良[3]

摘 要

本研究在分析甘藷17個新品系及臺農57號塊根之理化性質，藉以評估其品質之優劣及探討甘藷塊根之乾物率、澱粉率，還原糖含量與澱粉水解酵素之活性間的相互關係。

在物理性質方面，這18個甘藷品系（種）的澱粉粒大小介於 28.98×26.57μ 及8.05×7.25μ之間。所有甘藷澱粉溶液於溫度上升到 90°C 時之粘度約爲最初室溫的20倍。由90°C冷却回室溫時，其粘度呈繼續上升趨勢，只有C70-111及C71-94二品系的粘度略呈下降現象。有三個新品系之塊根乾物率超過40%，而所有甘藷新品系之平均乾物率高達36.6%，且都比臺農57號的27.8%爲高。塊根之含水率則以臺農57號最高（72.2%），超出含水率之平均值達8.3%。

在化學性質方面，參試甘藷烘乾塊根之澱粉率的變域在61.99%及75.38%之間，此表示因品種之不同將有很大的差異。在17個新品系中有 53%新品系之澱粉含量超過平均值（67.93%），即使最低的品系也含有 61.99 %的澱粉率，所以這些甘藷應歸屬於高澱粉之甘藷品系。塊根鮮重澱粉率之變域在18.42—30.68%之間。由於臺農57號之乾物率最低，此將明顯不利於鮮重澱粉率，其鮮重澱粉率爲所有參試甘藷中最低者（18.42%），而 C71-96則同時具有最高的鮮重及乾重澱粉率。在澱粉之化學結構中，顆粒澱粉之平均含量爲14.25%，其變域在8.50到17.32%之間。而烘乾塊根之平均還原醣含量爲3.71%，最高值達8.44%，最低的只有0.24%，此顯示在塊根中存在著或多或少的澱粉水解酵素，於常溫常壓下能分解塊根澱粉成爲還原醣。

在所有塊根之理化性質中，有下列三項性質呈現極顯著關係：塊根乾物率與鮮重塊根澱粉率（r=0.96599），鮮重澱粉率與乾重澱粉率（r=0.76782）以及還原醣含量與澱粉水解酵素之活性（r=0.98117）。由於塊根乾物率與塊根鮮重澱粉率之關係爲爲密切，所以可由甘藷塊根乾物率來估算求得塊根鮮重澱粉率。兩者之直線迴歸方程式爲：$\hat{Y}=0.82664X-5.25795$, $\hat{Y}$ 爲塊根鮮重澱粉率，X爲塊根乾物率，式中表示每提高塊根乾物率1%，即可能增加其塊根鮮重澱粉率0.83%。此應可利用爲高澱粉甘藷育種工作之一種指標。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1197 號，本研究之經費承行政院農業發展委員會補助、統計分析承劉清博士協助，特此致謝。
2.本所農藝系副研究員及計畫助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3.本所研究員兼嘉義分所長。臺灣省 嘉義市。

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 34(1)：033～044 (1985)

植物生長調節劑誘發無子巨峰葡萄之研究[1]

歐　錫　坤[2]

摘要：巨峰葡萄於盛花前將花穗浸漬 12.5～100ppm 等不同濃度的 GA (Gibberellic acid)，可誘發85.3%的無子漿果。GA 處理對果粒重 (約6.9g) 與小果梗長度之影響較其他植物生長調節劑爲大。盛花後10天再浸以GA 25ppm更可明顯地促進果實肥大。

施用 12.5～50ppm 等不同濃度的 4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid) 可誘發93.4%的無子漿果，但果穗聚密，果粒輕 (約3.6g)，皺縮果發生率22.2%。

當花穗浸漬等濃度的GA與4-CPA 混合液 (12.5～50ppm)，幾乎可誘發100%的無子發生率。無子漿果含糖量最高 20.9° Brix，皺縮果發生率也高達 27.9%，但無子漿果之風味勝過正常有子巨峰葡萄。

在開花枝條上著生從 4 至10葉片等不同生育時期行浸藥處理，發現葉片數愈多，則果粒愈重，糖度也愈高。花穗浸藥前先行疏花處理，其果粒大小與糖度均較不疏花處理者爲高，尤其平均粒重可增加44.4%。

果穗重與果實其他性狀間之相關性爲：果穗與梗重、粒重與有子漿果數成正相關；與糖度、皺縮果成負相關。

先將花穗下方 3～4 個副穗梗及穗軸尖端剪除，然後於盛花前葉片開展至 9～10片時，以各含 18.8ppm的GA 與 4-CPA 的混合液浸漬花穗，盛花後10天以 GA 25ppm 第二次行浸漬處理之方法，可以誘發最佳無子漿果。

早於1950年代 Gibberellic acid (GA)就已被用來誘導果樹、蔬菜、花卉等產生單性果實，1958、1960年日本學者 Kishi 與 Tasaki 也報導葡萄品種 Delaware 之花序於盛花前10天浸 GA 100 ppm，盛花後兩星期進行 GA 第二次處理，其結果可誘致有子 Delaware 品種產生無子葡萄，且較正常生長未經 GA 處理者提前 3～4 星期成熟[10]。日本於開發葡萄無子化的生產技術後，在 10 年內 (1969年日本農林水產統計) Delaware 葡萄生產，全國栽培面積的62%即都用 GA 處理來變成無子果實[2]。由於 Delaware 所產生的無子葡萄果粒很小，果實百粒重約54～91公克而已，不能滿足消費者的需求，到了1976年中田隆人開始利用 GA 處理來誘導無子巨峰葡萄[6]；1980年柴壽、1982年光部 博雄更利用 Parachlorophenoxyacetic acid (4-CPA) 或 GA 混合 4-CPA 誘發無子巨峰葡萄[7,8]；1983年小笠原靜彥更利用鏈黴素 (Streptomycin) 成功地誘導無子巨峰葡萄[5]。

臺灣葡萄栽培面積1982年已達4,047公頃[4]，鮮食葡萄約占80%以上，其中以巨峰品種爲主，若能利用巨峰 4 倍體葡萄大果粒的特性百粒重約890～1,200公克，進行無子化處理，不但可提高果實的生產價值，並且可以提早成熟達到調節產期的作用。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1198 號。本研究承行政院農委會補助 (74—農建—4、3—產—01)，臺灣大學園藝系康有德教授及鄭正勇教授提供寶貴意見，謹誌謝忱。

2.本所園藝系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

由於本省葡萄的生長環境與栽培管理技術等均與日本不同，故本試驗由植物生長調節劑的種類與濃度，處理時期及疏花等三方面進行研究，以期本省開發巨峰葡萄無子化之技術有所突破。

材料與方法

本試驗所使用的材料是臺灣目前鮮食品種栽培面積最多的巨峰葡萄 (Kyoho) (Ishiharawasi×Centennial)，該品種具有：果粒大，生長强健的特性，爲1937年日本人大井上康育成[3]。試驗地點在彰化縣大村鄉南勢村許永茂先生果園進行，於1984年1月上～中旬進行修剪、催芽，2月7日左右開始萌芽，取14株20年生左右的成年樹，供下列各試驗之用。

一、濃度試驗：

試驗中採用的植物生長素種類有 Gibberellic acid (GA) 與 Para-chlorophenoxyacetic acid (4-CPA) 兩種，所用的藥劑濃度分別爲：(一) GA：12.5, 25, 37.5, 50, 62.5, 100ppm。(二) 4-CAP：12.5, 25, 37.5, 50ppm。(三) GA與4-CPA等濃度相混：12.5, 18.8, 25, 37.5, 50ppm等，於預定盛花前14天（3月12日）進行花穗浸漬處理，每處理5結果枝，連同對照組，共計處理75枝結果枝。花穗在浸漬前先經局部疏花修剪，即將穗軸尖端剪去1～2公分長，並將穗軸下方之穗梗剪去2～4枝，以增加處理效果。

此外，爲了進一步比較處理次數對無子漿果發育之影響，於預定盛花前14天(3月12日)處理(一) 4-CPA：37.5ppm。(二) GA：37.5, 62.5ppm。(三) GA與4-PCA等濃度相混：18.8, 37.5ppm等5種濃度。並於盛花後10天（4月9日），以 GA 25ppm 進行第二次處理，每處理5結果枝，共計25枝結果枝，以期瞭解處理次數在提高品質方面是否有不同效果。

二、時期試驗：

從葡萄芽體展葉到花朵滿開時期約爲8週，特別是溫度的變化可以變成6至9週左右[1]，爲了尋求巨峰葡萄無子化處理時期之最佳指標，本試驗中花序生育狀況針對4～10片間的葉片爲對象，共取35結果枝，於浸漬前先行調查新梢長度、葉片數目、花穗長與花穗修剪（如圖1），於預計盛花前14天（3月14日），以GA 37.5ppm 混合 4-CPA 37.5ppm 浸漬花穗處理，於盛花後10天（4月9日）以 GA 25ppm 第二次處理，以觀察不同花穗生育狀況與葉片數對無子化處理技術之反應。

三、疏花試驗：

有關影響巨峰葡萄無子化的技術，除了植物生長素的種類、濃度、處理時期以外，花穗的修剪是否也是影響無子化的成敗因素之一呢？於花期選取新梢葉片8～10片的結果枝20枝，半數（10枝）枝條進行疏花處理（穗軸先端去掉1～2公分長，穗軸下方之穗梗剪去2～4枝），半數（10枝）不疏花。於3月14日（即預定盛花前之第16天）以 GA 37.5ppm 與 4-CPA 37.5ppm 的混合液浸漬花穗，於盛花後10天疏花與不疏花處理各取5枝，以 GA 25 ppm 行第二次處理，以研究疏花與處理次數對漿果無子化之影響。

結果與討論

一、不同植物生長調節劑與濃度對巨峰葡萄無子化之影響：

在彰化縣大村鄉以二十年生的巨峰葡萄，在盛花（3月30日）前 18天；用各種不同濃度 GA 處理，對巨峰葡萄無子化的結果如表1；4-CPA(表2) 與 GA 各種不同濃度處理皆會使巨峰葡萄之果穗出現很多「小」、「硬」、「綠色」未發育的果實，在國外有子葡萄品種以 GA 處理[14]或無子品種用4-CPA 處理[17]皆有此種現象發生。由此二表可知在巨峰葡萄無子化之過程中，GA 處理者穗重、梗重及單粒重皆較同濃度 4-CPA 各處理者高出很多。早在1893年 Müller- Thurgan 就已發現葡萄漿果的大小與其種子數目有關[1,11]，所以對照組的粒重皆比無子者爲重；GA 處理無子果

表 1：花前不同 GA 濃度浸漬花穗對巨峰葡萄無子生成率之影響

Table 1. The percentage of seedless "Kyoho" grapes induced by dipping clusters in varying concentrations of GA at a prebloom stage.

GA 濃度 Concentration of GA (ppm)	公克／穗重 g/cluster	公克／梗重 g/peduncle	公克／粒重 g/berry	糖度 Soluble Solids (°Brix)	無子漿果率 % Seedless berries	皺縮果率 % Shrunken berries	含小種子之漿果數 No. of berry contain small seeds
0	296.1^{ab}	4.8^{c}	9.7^{a}	15.3^{bc}	13.6^{c}	0^{a}	1.1^{a}
12.5	314.7^{ab}	5.7^{bc}	7.2^{b}	16.8^{abc}	64.6^{b}	0^{a}	1.0^{a}
25.0	354.1^{a}	9.1^{ab}	7.5^{b}	16.9^{abc}	67.9^{b}	0.6^{a}	0.7^{a}
37.5	271.3^{ab}	9.7^{a}	6.4^{b}	15.1^{c}	89.3^{a}	2.3^{a}	2.0^{a}
50.0	320.2^{ab}	11.5^{a}	7.6^{b}	16.5^{bc}	92.5^{a}	5.0^{a}	3.8^{a}
62.5	261.3^{b}	10.7^{a}	6.4^{b}	17.2^{ab}	94.5^{a}	0.6^{a}	4.5^{a}
100.0	290.0^{ab}	11.4^{a}	6.8^{b}	18.5^{a}	99.6^{a}	4.4^{a}	0.4^{a}

發生率（GA 12.5ppm無子漿果生成率爲64.6%）低而同濃度之 4-CPA則爲98%，故前者之粒重較重；此外GA處理對漿果縱徑的伸長與橫徑向擴張(radial expansion)也有影響[9]。4-CPA 處理者

表 2：花前不同 4-CPA 濃度浸漬花穗對巨峰葡萄無子生成率之影響

Table 2. The percentage of seedless Kyoho grapes induced by dipping clusters in varying concentrations of 4-CPA at prebloom stage.

4-CPA 濃度 Concentration of 4-CPA (ppm)	公克／穗重 g/cluster	公克／梗重 g/penduncle	公克／粒重 g/berry	糖度 Soluble Solids (°Brix)	無子漿果率 % Seedless berries	皺縮果子 % Shrunken berries	含小種子之漿果數 No. of berry contain small seeds
0	296.1^{a}	4.8^{ab}	9.7^{a}	15.3^{b}	13.6^{b}	0^{c}	1.1^{b}
12.5	202.8^{b}	4.3^{b}	4.2^{b}	17.8^{a}	98.0^{a}	22.4^{ab}	13.0^{a}
25.0	132.4^{bc}	5.4^{ab}	2.8^{bc}	19.0^{a}	100^{a}	38.7^{a}	0^{b}
37.5	103.8^{cd}	5.6^{ab}	3.6^{bc}	18.7^{a}	97.5^{a}	15.0^{bc}	0.8^{b}
50.0	42.6^{d}	8.1^{a}	2.2^{c}	17.6^{a}	100^{a}	0^{c}	0^{b}

皺縮果的發生現象遠較 GA 處理者高出很多，如 4-CPA 25ppm處理者皺縮果的發生率爲38.7%，GA則爲0.6%，在日本也有此現象[8]。但GA濃度太高（如 62.5ppm）對巨峰葡萄之花穗會產生扭曲作用。1957年 Pratt 等人發現有子葡萄品種在不適宜授粉或無授粉的情況下，以 GA 處理可以誘導單性

結果 (parthenocarpy) 的無子漿果產生[13]，與本試驗結果類似。

由於 4-CPA 與 GA 對巨峰葡萄處理之作用原理不同，所以無子漿果的生成率差異也就各殊。4-CPA爲植物生長素 (auxin) 的一種[19]，據1958年Leopold 的解釋：在早期果實發育過程中，從幼果之胚至開花後4星期，皆處於未成熟階段，而未成熟胚非常容易受auxin 濃度的影響而夭折[12]；此外2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) 亦是 auxin 的一種，除當作選擇性殺草劑，亦可防止果實採收前落果及誘導鳳梨花的形成等[15]。Swanson等人亦發現2, 4-D對某些開花植物的敏感性非常高，特別是受精前或受精後之期間內，與子房或胚之發育失敗的關係非常大[15]。Weaver 等氏 1960 年發現以 GA_3 之鉀鹽在花前浸漬花穗可明顯的減少花粉萌芽力；而從花房取得之花粉以 KGA_3 1～25ppm 處理，亦會減低花粉萌芽力，可見 KGA_3 對葡萄花粉具有毒害作用 (pollenicide)[16]。比較上4-CPA對巨峰葡萄之單性結果作用比GA更具有效率。

至於GA與4-CPA兩種不同植物生長素等濃度相混，於盛花（3月30日）前18天（3月12日）處理，其結果詳見表3。GA與4-CPA等濃度相混，對無子漿果的誘發率皆達100%，遠較 GA 單獨使

表3：花前以 GA 與 4-CPA 混合液浸漬花序對巨峰葡萄無子漿果生成率之影響

Table 3. The percentage of seedless Kyoho grapes induced by dipping clusters in varying concentrations of GA and 4-CPA mix at a prebloom stage.

GA 混合4-CPA之濃度 Conc. of GA and 4-CPA (ppm)	公克／穗重 g/cluster	公克／梗重 g/penduncle	公克／粒重 g/berry	糖度 Soluble Solids (°Brix)	無子漿果率 % Seedless berries	皺縮果率 % Shrunken berries	含小種子之漿果數 No. of berry contain small seeds
0	296.1^{ab}	4.8 ^{c}	9.7 ^{a}	15.3^{c}	13.6^{b}	0 ^{c}	1.1^{b}
12.5+12.5	221.5^{bc}	9.5^{ab}	3.4 ^{c}	19.5^{b}	100^{a}	13.8^{bc}	5.2^{b}
18.8+18.8	158.8^{cd}	8.7^{ab}	4.6^{bc}	20.3^{ab}	100^{a}	19.8 ^{b}	2.8^{b}
25.0+25.0	364.6 ^{a}	11.8^{a}	5.1 ^{b}	19.3^{b}	100^{a}	5.0^{bc}	1.0^{b}
37.5+37.5	139.3 ^{d}	6.1^{bc}	4.3^{bc}	22.0^{a}	100^{a}	52.8 ^{a}	7.5^{b}
50.0+50.0	313.6 ^{a}	9.2^{ab}	5.7 ^{b}	22.1^{a}	100^{a}	19.3^{bc}	16.8^{a}

用爲高。葡萄花穗 (Flower cluster) 是在開花時的前一個生長季形成，Thompson Seedless 在展葉 (leafing out) 2.5～3 星期就可看出雄蕊 (stamen) 開始發育；再經1星期後雄蕊分化成花絲 (filaments) 與花藥 (anthers)；展葉後6～8星期花粉粒 (pollen grains) 與卵細胞已完全成熟，花準備開放[19]。本試驗中巨峰葡萄於2月7日萌芽展葉，至浸漬處理（3月12日）時已生育34天，即在花粉粒與卵細胞成熟前，已個別用GA與4-CPA 將其殺滅，故混合處理之無子發生率達到最佳的地步。

在單粒果重方面，於所有不同濃度處理中，在同一濃度不同生長素種類之比較，以 GA 處理者最重，GA與4-CPA相混者次之，4-CPA單獨處理者最輕。Weaver 與 McCune (1959) 報導無子葡萄品種Thompson Seedless以GA與4-CPA之混合液處理其果粒大小較單獨處理爲大（參閱Weaver與McCune, 1960）；在本試驗中 GA 與4-CPA 之混合液對巨峰葡萄無子化後之果粒影響略遜於

GA單獨處理之效果。但Weaver與McCune於1960年以Black Corinth, Hunisa與Ohanez 等品種爲材料，認爲KGA_3與4-CPA之混合液對果粒大小之反應並沒有大於單獨使用之效果[16]，此一結論則與表1、2、3之結果相同。而糖度方面以GA與4-CPA相混處理者幾乎都超過20° Brix，皆較同一濃度之GA或4-CPA 單獨處理者爲高；且風味也較佳。尤其是皺縮漿果之糖度更高，質地也脆，只是外觀不佳。但GA混4-CPA37.5ppm處理，穗軸表面即會發生破裂現象。

在美國加州Muscat of Alexandria品種可以4-CPA 5, 50ppm 誘發產生無子漿果[17]；而在日本巨峰葡萄無子漿果之誘發4-CPA則採用15, 30, 75ppm三種濃度，其無子生成率在96.8%以上[8]。在本試驗中以0, 12.5, 18.7, 25, 37.5及50ppm等6種濃度，而以37.5ppm 爲試驗中各項處理的主要濃度。

巨峰葡萄之花序以同一濃度37.5ppm，不同藥劑種類（GA, 4-CPA與GA混 4-CPA 等三種不同藥劑）處理後至成熟，每隔一定時間將花穗採下，以調查經各種不同藥劑處理後之果粒重與小果梗長之變化情形，其結果詳如表4。不同時期的小果梗發育以GA處理最長，GA混合 4-CPA次之，對照及4-CPA處理最短；且4-CPA處理者花穗較緊密（圖2），無子品種於盛花時處理 4-CPA也有此一現象[17]。Thompson Seedless 於花前（花穗長3～5吋）處理GA可增加穗梗、果柄與側枝之長度，並有很多未發育的小粒果發生[14]；Christodoulou等氏於1968年亦發現葡萄於開花初期噴GA可使花穗伸長寬鬆[9]，本試驗結果（圖2，表4），亦有穗長寬鬆與小粒果發生。

表4：花前施用各種植物生長調節劑對果穗發育之影響

Table 4. The effect of prebloom application of different growth regulators on fruit cluster development.

處理後天數 days after treatment / 藥劑種類 Treatment	對照 control			GA 37.5ppm			4-CPA 37.5ppm			GA 37.5 ppm＋4-CPA 37.5ppm		
	穗長 cm/cluster	小果梗長 cm/pedicel	百粒重 g/100 berries	花穗長 cm/cluster	小果梗長 cm/pedicel	百粒重 g/100 berries	花穗長 cm/cluster	小果梗長 cm/pedicel	百粒重 g/100berries	花穗長 cm/cluster	小果梗長 cm/pedicel	百粒重 g/100berries
15 天	8.9	0.29	0.84	17.2	0.66	1.14	12.9	0.24	1.93	18.8	0.43	2.05
30 天	14.9	0.49	2.39	21.9	0.85	5.01	11.6	0.31	2.62	15.7	0.67	2.02
51 天	12.8	0.64	407.48	15.2	1.02	244.76	5.6	0.75	45.07	14.4	0.98	106.4
105 天	—	0.67	973	—	—	638	—	—	221	—	—	433

處理後30天（4月11日），果實外觀有非常顯著的變化，未經處理者果皮非常光滑（圖3左）；而經過植物生長素處理者，表皮凹凸不平有如檸檬之外觀（圖3右）。將此等果實解剖以比較其異同，正常果之種子出現在果實中央而且非常大（圖4右）；而無子化之漿果其種子痕跡出現在上方（蒂端）$\frac{1}{3}$左右之部位，且形狀較正常果實的小（圖4左）。處理後51天至成熟時的百粒重依次是對照組最重（407.48～973.0g), GA次之，GA混4-CPA再次之，以4-CPC處理最輕（45.07～221g）。

有關處理次數對無子化巨峰葡萄之影響試驗，於盛花前18天（3月12日）以GA 37.5ppm 混合4-CPA 37.5ppm浸漬花穗，於盛花（3月30）後10天（4月9日）以GA 25ppm浸漬花穗以促進果實肥大，其結果詳如表5。經 GA 25ppm 行二次處理後，其果穗重，粒重皆較同種藥劑、同一濃度處理者爲高；且行GA 第二次處理者，其皺縮果的發生率有下降的趨勢（詳見表5）。足見巨峰葡萄無子化處理之過程中，有必要行GA 第二次處理以提高果實之粒重與減少皺縮果之發生，使產品更具

商業價值。Weaver1953年即發現無子漿果可以用噴灑auxin 如 4-chlorophenoxyacetic acid [18] 和 gibberellin的方法來增大體積；Lavee 氏更認爲當漿果有足够的種子數目時（如盛花後23天處理），GA的使用就無法發揮其促進果實大小的效果 [11]。本試驗係將有子品種無子化，故第二次 GA處理有促進果粒的作用。據表 5 之結果顯示以GA 18.8ppm混合4-CPA 18.8ppm 於花前處理一次，花後10天再以GA 25ppm處理，所得結果最爲理想（圖 5）。

表 5：處理次數對巨峰葡萄發育與漿果品質之影響

Table 5. Effects of number of growth regulator treatments on the development and quality of berries in Kyoho grape.

盛花前17日處理 1st cluster dipping 17 days before full bloom (ppm)	盛花後10日處理 2nd cluster dipping 10 days after full bloom (ppm)	公克／穗重 g/cluster	公克／粒重 g/berry	糖度 Soluble solids (°Brix)	無子漿果率 % Seedless berries	皺縮果率 % Shrunken berries	含小種子之漿果數 No. of berry contain small seeds
4-CPA 37.5	—	103.8^{e}	3.6 ^{d}	18.7^{bc}	97.5 ^{a}	15.0 ^{b}	0.8^{ab}
GA 37.5	—	271.3^{bc}	6.4 ^{b}	15.1 ^{f}	89.3^{ab}	2.3 ^{b}	5.0^{ab}
GA 62.5	—	261.3^{bc}	6.7 ^{b}	17.2^{cde}	94.5^{ab}	0.6 ^{b}	4.5^{ab}
GA18.8+ 4-CPA18.8	—	158.8^{de}	4.6^{cd}	20.3^{ab}	100 ^{a}	19.8 ^{b}	2.8^{ab}
GA37.5+ 4-CPA37.5	—	139.3^{de}	4.3^{cd}	22.0 ^{a}	100 ^{a}	52.8 ^{a}	7.5 ^{a}
4-CPA37.5	GA25	222.3^{cd}	5.3^{bc}	18.4^{bc}	100 ^{a}	0 ^{b}	0 ^{b}
GA 37.5	GA25	415.3 ^{a}	8.5 ^{a}	16.2^{def}	86.5 ^{b}	1.5 ^{b}	0.8^{ab}
GA 62.5	GA25	397.5 ^{a}	9.3 ^{a}	15.8^{def}	89.2^{ab}	1.6 ^{b}	0.6^{ab}
GA18.8+ 4-CPA18.8	GA25	341.8^{ab}	5.4^{bc}	17.4^{cd}	100 ^{a}	0.5 ^{b}	1.5^{ab}
GA37.5+ 4-CPA37.5	GA25	213.4^{cd}	5.3^{bc}	20.2^{ab}	98.4 ^{a}	44.6 ^{a}	6.6^{ab}
對照 Control		296.1^{bc}	9.7 ^{a}	15.3^{ef}	13.6 ^{c}	0 ^{b}	1.1^{ab}

二、不同處理時期對巨峰葡萄無子化之影響：

巨峰葡萄花序生長狀況與新梢的長度、葉片數目成正相關，即愈接近盛花日枝條長度愈長、葉片數也愈多，本省巨峰葡萄之盛花日葉片數約16～19片，新梢長約 94.6～105.8公分之間，預計盛花前14天葉片數約10片左右，隨氣溫的高低略有不同。本試驗取35枝 4～10片間的結果枝之處理結果詳見表 6。據表 6 之調查數據顯示預計盛花前14天（3月14日）與實際盛花日（3月30日）相差約 2 天左右。在14天之中，原本 9 片葉發展成13.8片，新梢長93.5公分；原本10片葉14天後發育成16片，新梢達98.4公分，此兩者之果穗重與粒重（5.4～5.5公克）也都較其他葉片數爲高。尤其是 4 片葉處理者果穗重143.1公克，粒重僅2.5公克而已，與10片葉之粒重相差 3.0公克之多，可見盛花前無子化處理

表 6 ：處理時開花枝條上葉片數對誘導無子巨峰葡萄品質之影響

Table 6. Effect of number of leaves on a bearing shoot during chemical (GR) treatment on the guality of induced seedless Kyoho grape berries.

處理時與14天後之葉片數(片) Number of leaves during and 14 days after treatment	處理時與14天後之新梢長(cm) Length of new shoot when treated and 14 days after treatment	處理時與14天後之花序長 Length of flower cluster when treated and 14days after treatment		公克／穗重 g/cluster	公克／粒重 g/berry	糖度 Soluble solides (°Brix)	無子漿果率 % Seedless berries	含小種子之漿果數 No. of berry contain small seeds
		第一花序 1st cluster	第二花序 2nd cluster					
4→8.2	11.3→43.0	3.5→11.7	2.8→12.8	143.1^{c}	2.5^{d}	15.7 ^{d}	100 ^{a}	0 ^{c}
5→9.8	16.3→56.9	4.8→15.4	3.8→15.5	165.0^{bc}	3.6 ^{cd}	17.8 ^{c}	100 ^{a}	1.0 ^{c}
6→10.0	21.1→56.9	5.8→16.0	5.2→16.5	159.2^{bc}	3.9^{bcd}	19.0^{bc}	100 ^{a}	6.2 ^{c}
8→12.6	39.7→87.7	9.5→16.6	6.0→11.9	201.0^{abc}	4.9^{abc}	19.8^{ab}	100 ^{a}	34.0 ^{b}
9→13.8	46.4→93.5	10.4→17.2	9.0→16.0	270.2 ^{a}	5.4 ^{ab}	21.0 ^{a}	90.1 ^{a}	55.6 ^{a}
10→16.0	46.5→98.4	11.8→21.0	11.5→19.5	238.7^{ab}	5.5^{a}	21.2 ^{a}	100 ^{a}	51.5^{ab}

之葉片數不宜在 6 片葉（包含）以下，以 9～10片左右爲佳。糖度方面之比較，處理時 4 片葉 15.7° Brix最低；10片葉最高21.2° Brix，可見糖度之高低與處理時之葉片數有關，以 9～10 片爲佳。至於無子漿果之生成率則與葉片數（以10片以內之葉片數而言）之多寡無關，皆達 100%左右。

三、疏花與否對巨峰葡萄無子化之影響：

巨峰葡萄之花穗經 GA混4-CPA 37.5ppm處理後，花穗之長度可達 26.3～30.9公分左右，無形中使果穗的商業價值大爲降低（如圖 6 左）。且花穗在植物生長調節劑處理前不經酌量疏花，無論是花前一次處理或於盛花後進行第二次GA 處理，其果穗重與果粒重均較疏花處理者爲輕(詳見表 7)。就糖度而言，以疏花較不疏花爲高。而花穗經疏花浸漬處理後，皺縮果的發生率較不疏花者爲低。

表 7 ：疏花與否與處理次數對巨峰葡萄無子漿果品質之影響

Table 7. Effect of cluster thinning and different number of treatments on the quality of seedless Kyoho grape.

盛花前17日第一次浸漬處理 1st dipping 17 days before full bloom GA37.5ppm+4-CPA37.5ppm	盛花後10日第二次GA處理 2nd dipping 10 days after full bloom	公克／穗重 g/cluster	公克／梗重 g/peduncle	公克／粒重 g/berry	糖度 Soluble solids (°Brix)	無子漿果率 % Seedless berries	皺縮果率 % Shrunken berries	含小種子之漿果數 No. of berry contain small seeds
不疏花 unthinning	—	102.3^{b}	5.4 ^{b}	2.5 ^{b}	19.8 ^{a}	100 ^{a}	49.6 ^{a}	1.0 ^{a}
疏花 cluster thinning	—	138.5^{ab}	10.8^{a}	4.5 ^{a}	21.3 ^{a}	100 ^{a}	52.0 ^{a}	7.3^{ab}
不疏花 unthinning	GA 25ppm	148.1^{ab}	11.1^{a}	3.8^{ab}	18.0 ^{b}	100 ^{a}	53.4 ^{a}	6.4^{ab}
疏花 cluster thinning	GA 25ppm	208.8^{a}	10.6^{a}	4.7 ^{a}	20.1 ^{a}	100 ^{a}	44.5 ^{a}	12.7 ^{a}

Winkler等人認爲展葉與開花間行疏剪花穗的工作，可減少花穗的數目而未改變葉片數，使葉片與花穗間的比率提高，使得殘留的花穗獲得更多的碳水化合物等 [19]；故表 7 凡疏花處理之粒重與糖度均較不疏花者爲高。Weaver等人認爲以GA 處理的花穗，經過人工先行疏花的手續以控制產量，則GA的供給可使果實擴張至最大（參閱 N. W. Stuart等人，1961）；在表 7 不論有無疏花凡 GA 25ppm二次處理者，果粒皆有變大的現象。

不疏花處理者於花穗浸漬後13天（3月27日）調查其生育情形，花穗全長達26公分，花朵數 401朵（圖 7 左）；第29天花穗長28公分，正常漿果數66個，小青果107個。可見果實發育之初雖有401朵花，但至着果後正常果(66個)僅有16.5%，其餘之花朵數無形中消耗很多樹體營養。柴壽 [8] 與光部博雄 [7] 認爲巨峰葡萄無核化技術中，在浸藥前將花穗下方 6～8 個穗梗及花穗尖端切除效果較佳，圖 7 左之示意圖可以印證，其中段花穗將保有10個穗梗， 122朵花，10公分長的着果穗軸。

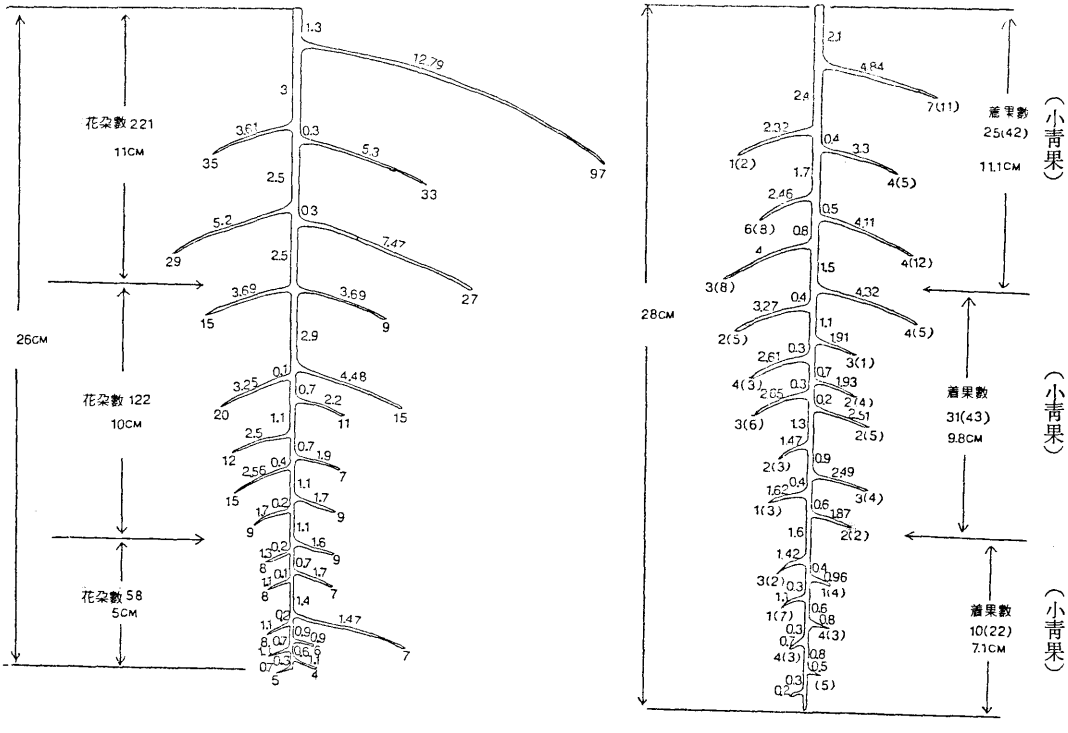


圖 7 ：巨峰葡萄花穗不疏剪浸漬植物生長調節後13天（左圖）與49天（右圖）之發育情形

Fig 7. Development of unthinned flower cluster of Kyoho grape observed 13 days(left) and 49 days (right) after dipping treatment.

四、果實性狀間之相關與各處理間之效應比較：

本試驗中共採收 187串果穗，每一果穗調查穗重、梗重、漿果重、糖度、有子漿果生成率、皺縮果率、及含小種子之漿果數等 7 個果實性狀，果穗中各性狀間之相關詳如表 8 。果穗重與粒重、梗重及有子漿果生成率之相關頗高（0.69～0.32）；穗重與糖度、皺縮果發生率及含小籽之漿果數成負相關（—0.36～—0.11）。此外粒重與糖度及皺縮果發生率之負相關性也很高（各爲—0.43與—0.41）；糖度與皺縮果之相關爲0.61。由此可見若是要提高巨峰葡萄無子漿果的糖度，則皺縮果的產生將會相對的增加；而果粒重與穗重將相對的減少。

在試驗中凡不同植物生長調節劑的種類、處理次數、處理時機（即不同葉片數）與花穗是否修剪等處理方式對巨峰葡萄無子漿果誘導之效應比較詳見表 9 。果穗重以處理次數之效果爲首達354.6g，GA 之處理效果與對照組次之，疏花與否 (155.2g) 與 4-CPA (153.0g) 最輕。在糖度方面以GA +4-CPA (20.9° Brix) 、疏花與否 (20.0° Brix) 兩處理效應最高，對照組 (15.3° Brix) 最低

表 8：無子巨峰葡萄之果穗與其他漿果性狀之相關

Table 8. Correlation coefficients among weight of clusters and other characteristics of berries of Kyoho grape.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1 [a]		0.513**	0.685**	−0.357**	0.319**	−0.295**	−0.112
X_2	0.513**		0.381**	−0.034	−0.145*	−0.037	−0.083
X_3	0.685**	0.381**		−0.433**	0.546**	−0.408**	−0.139
X_4	−0.357**	−0.034	−0.433**		−0.396**	0.605**	0.255**
X_5	0.319**	−0.145*	0.546**	−0.396**		−0.270**	−0.182*
X_6	−0.295**	−0.037	−0.408**	0.605**	−0.270**		0.326**
X_7	−0.112	−0.083	−0.139	0.255**	−0.182*	0.326**	

a：x_1=果穗重 weight of cluster (g)
x_2=果梗重 weight of peduncle (g)
x_3=果粒重 weight of berry (g)
x_4=糖 度 soluble solides (°Brix)
x_5=有子漿果生成率 % of seeded berry
x_6=皺縮果生成率 % of shrunken fruit
x_7=含有小種子之漿果數 no. of berry contain small seed

*,**：顯著水準各爲5%與1% significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 9：在誘導巨峰葡萄無子漿果生成中不同處理對各項漿果性狀之效應

Table 9. Effect of different treatments on the characteristics of the berries in the induction of seedless Kyoho grape.

處理效應 Effect of treatment	公克／穗重 g/cluster	公克／梗重 g/pedunce	公克／粒重 g/berry	糖度 Soluble solids (°Brix)	無子漿果生成率 % Seedless berries	皺縮果生成率 % Shrunken berries	含小種子之漿果數 No. of berry contain small seeds
GA	297.5[b]	9.7[b]	6.9 [b]	16.9 [d]	85.3[c]	1.9[c]	2.2[b]
4-CPA	153.0[d]	5.1[c]	3.6 [c]	18.3 [c]	98.4[a]	22.2[b]	6.3[a]
GA+4-CPA	206.3[c]	8.4[b]	4.1 [c]	20.9 [a]	100.0[a]	27.9[b]	6.9[a]
處理次數 No. of treatment	354.6[a]	11.9[a]	7.4 [b]	17.0 [d]	92.9[b]	7.8[c]	1.7[b]
處理時期 Stage of treatment	201.2[c]	9.8[b]	4.4 [c]	19.3 [b]	99.8[a]	24.8[b]	6.7[a]
疏花與否 Flower cluster thinning or not	155.2[d]	10.1[b]	3.9 [c]	20.0[a b]	100.0[a]	49.8[a]	7.7[a]
對照 Control	296.1[b]	4.8[c]	9.7 [a]	15.3 [e]	13.6[d]	0[c]	1.1[b]

；但是對照組之粒重9.7g爲最重，無子漿果生成率（13.6%）最低，皺縮果發生率最低爲零，含小種子之漿果數也最少（1.1個）；而疏花試驗之粒重最輕（3.9g），無子果生成率高（100%），皺縮果發生率也最高（49.8%），含小種子之漿果數也最高（7.7個）。此一處理效果間之比較與表 8 果實性狀間之相關完全脗合。

參考文獻

1.康有德・1970・果樹的生長與結實(4)葡萄。科學農業18（9,10）：342—347。

2.康有德・1972・果樹的生長與結實(14)葡萄。科學農業20（7,8）：442—449。

3.康有德・1974・GA3, 4-CPA，及Ethephoh 對於巨峰葡萄果實之發育及成熟的影響。科學發展2(10)：4—10。

4.臺灣農業年報・1983・臺灣省政府農林廳 P. 119。

5.小笠原靜彦・1983・ブドウの無核果生産におけるストレプトマイシンの利用。農耕と園藝38(6)：223—235。

6.中田隆人・1976・無核巨峰に対するジベレリン處理の影響。農業および園藝 51(3)：449—450。

7.光部 博雄・1982・愛知縣豊橋市におけるブドウ巨峰の種なし栽培。農耕と園藝37(12)：201—203。

8.柴寿・1980・ブドウの大粒品種（巨峰・ピオーネ）に対する無核化技術。農業および園藝55(2)：54—58。

9. Christodoulou, A. T., R. J. Weaver, and R. M. Pool. 1968. Relation of gibberellin treatment to fruit-set, berry development, and cluster compactness in *Vitis vinifera* grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 301-310.

10. Clore, W. J. 1965. Response of Delaware grapes to gibberellin. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87 : 259-263.

11. Lavee, S. 1960. Effect of gibberellic acid on seeded grapes. Nature 185 : 395.

12. Leopold, A. C. 1958. Auxin uses in the control of flowering and fruiting. Ann. Rev. Plant Physiol. 9 : 281-310.

13. Pratt, C., and Nelson J. Shaulis. 1957. Gibberellin-induced parthenocarpy in grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77 : 322-330.

14. Stuart, N. W., and Henry M. Cathey. 1961. Applied aspects of the gibberellins. Ann. Rev. Plant Physiol. 12 : 369-393.

15. Swanson, C. P., G. Arthur LaVelle, and Sol H. Goodgal. 1949. Ovule abortion in *Tradescantia* as affected by aqueous solutions of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid. Amer. Jour. Bot. 36 170-175.

16. Weaver, R. J., and Stanley B. McCune. 1960. Further studies with gibberellin on *Vitis vinifera* grapes. Bot. Gaz. 121 : 155-162.

17. Weaver, R. J., and W. O. Williams. 1951 . Response of certain varieties of grapes to plant growth-regulators. Bot. Gaz. 113 : 75-85.

18. Weaver, R. J. 1953. Further studies on effects of 4-chlorophenoxyacetic acid on development of Thompson Seedless and Black Corinth grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61 : 135-143.

19. Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliewer and L. A. Lider 1974. General Viticulture. University of California Press. Berkeley. Los Angeles. London.

Studies on the Induction of Parthenocarpic Kyoho Grape by Gibberellin Acid and 4-chlorophenoxyacetic Acid

Shyi-kuan Ou

Summary

"Kyoho" grape clusters at pre-bloom stage dipped in GA solution concentrated from 12.5-100 ppm could be induced to produce seedless berries at an average rate of 85.3%. The treatment gave a greater effect on increasing berry weight (ca. 6.9g) and pedicel length than any other treatments did. Effect on increasing berry weight was more significant when an additional dip with 25ppm of GA was added at 10days after full bloom.

Application of 4-CPA in a range of 12.5-50ppm also induced seedless berry at a rate of 98.4% however it resulted in a compact clustes, small berries (ca. 3.7g) and shrunken berries (ca. 22.2%).

When clusters were treated with mixed GA and 4-CPA in the mentioned concentrations, seedless berries were induced at the rate of almost 100%. The soluble solid content of these berries was as high as 20.9° Brix and shrunken berries occurred at a rate of 27.9%, however seedless berries tasted much better than normal Kyoho berries.

The optimum time of dipping treatment would be indexed by the developed leaves on a bearing shoot. When cluster was dipped at the stages with 4-10 leaves, it was found that the more leaves on a shoot, the larger berries with higher sugar content obtained. Thinning flower cluster before dipping increased both berry size and sugar content largely than without thinning.

Correlation studies among cluster weight and other fruit characteristics indicated a positive corrleation between the cluster weight and the peduncle, berry size and the number of seeded berries, whereas negative correlation were shown between the cluster weight, and the soluble solids content as well as shrunken berries.

The best treatment for inducing seedless "Kyoho" grape was found to be first thinning out the lower three to four branches in the flower cluster and removing the apex of rachis, then dipping the cluster with GA and 4-CPA mix, both at 18.8ppm, at pre-bloom stage when 9-10 leaves developed on shoot and dipping with 25ppm of GA 10 days after full-bloom again.

---

1. Contribution No. 1198 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.

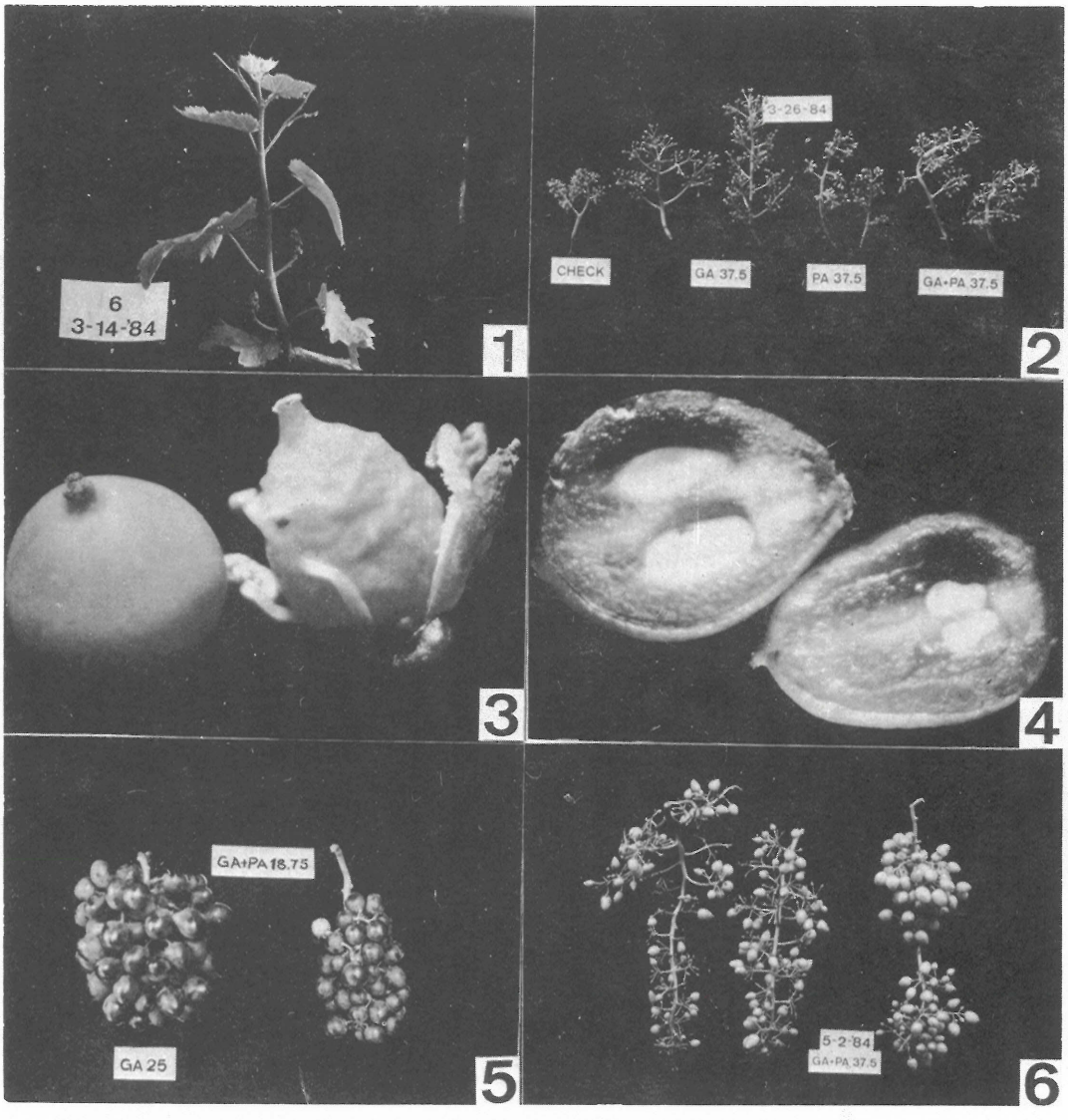


圖 1：浸漬植物生長調節劑時，新梢與葉片數的生育情形。
Fig. 1: The number of leaves and growth condition of bearing shoot when dipped in growth regulators.

圖 2：施用不同植物生長調節劑對巨峯葡萄花穗發育之反應。
Fig. 2: Response of "Kyoho" cluster after dipping in different growth regulators.

圖3～4：浸藥後30天正常與無子漿果形態之改變，正常果外觀（圖 3，左）與無子果內部（圖 4，右）之比較。
Fig. 3～4: Morphological difference between regular and seedless berry 30 days after dip treatment. The surface of regular berry (Fig. 3, left) and the interior of seedless berry. (Fig. 4, right)

圖 5：盛花後10天GA第二次處理（左圖）可促進無子漿果肥大。
Fig. 5: With (left) and, without (right) the second GA treatment 10 days after full bloom.

圖 6：浸藥前花穗不疏花（左圖）果穗則不具商品價值。
Fig. 6: Clusters without commercial value if unthinned (left) prior to chemical treatments.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34(1)：045～063 (1985)

稻田土壤不同形態鉀素供應量及對水稻鉀肥效應之關係[1]

李予純　　吳懷國[2]

摘要：爲明瞭水田中各種不同形態鉀素對水稻之鉀素吸收與鉀肥效應的關係；土壤中非交換性鉀蘊藏量對鉀缺乏臨界濃度影響的程度，並比較新興的電超濾法（EUF 法）測鉀與慣用的有效鉀、交換性鉀測定法之優劣，選取本省中、南部各形態鉀含量相差懸殊的土壤，包括粘板岩、砂頁岩及兩者之混合冲積土，臺灣粘土等共十九種，進行盆栽試驗。鉀肥處理分 0、50及 100ppm K 共三等級，氮、磷肥用量依足量供給，每盆用土三公斤，種植水稻三株，重複四次，共 228盆依逢機區集法排列於溫室，於72年一期作種植水稻一作，所得結果摘要於下：

1.在本試驗條件下，水稻吸收的鉀平均約50%來自土壤交換性（包括水溶性）鉀，50%來自非交換性鉀。

2.無鉀區稻藁產量百分率（NP/NPK×100），稻藁含鉀量及水稻鉀吸收量僅與交換性及有效性鉀關係顯著，與非交換性鉀則否，顯示水稻吸收的鉀確以交換性或有效性鉀爲主。

3.無鉀區稻穀產量百分率則僅與非交換性鉀關係顯著，與其他形態鉀之相關關係均低，顯示水稻生長後期所需的鉀已仰賴土壤中由非交換性形態所釋出的鉀。

4.雖無鉀區稻穀產量百分率與 Mehlich 有效鉀含量間之相關不佳，但由 Cate-Nelson 法之檢討可判斷 Mehlich 法有效性鉀對水田之臨界值約在 70ppm 左右。由同法所得非交換性鉀對水田之臨界值約爲 260ppm。

5.根據以上結果，日後在作稻田土壤鉀素診斷時，除應考慮有效鉀含量外，也應注意其非交換性鉀蘊藏量。

6.以電超濾法（或 EUF 法）抽取的鉀幾全爲有效性鉀，其與稻藁產量百分率，水稻鉀吸收量等的關係也與有效性或交換性鉀相近，但相關係數略遜。

7.收穫期稻藁之缺鉀臨界值（即不施鉀而能穫98%產量的稻藁含鉀量）約1.0%。

水稻在生長期中所需鉀素的量在三要素中居首，有時甚至爲其氮吸收量的兩倍以上[22]，通常稻田所施鉀素量約 60kg K_2O/ha（即 50kg K/ha），如以稻藁含鉀量爲1%計算，僅能供給每公頃五噸稻藁產量所需鉀，而鉀肥利用率約在 30—60%之間[10]，施入土壤中的鉀並未全部被水稻利用，則其不足的量必取自土壤（當然仍有部分來自灌溉水）。

通常礦質土壤中含鉀量約爲 0.05—3.5%[21]，含量雖高，但此種鉀多屬礦物性及非交換性形態，不易被作物吸收，而作物能吸收利用者爲僅佔此量1%左右之交換性及水溶性形態存在之鉀。此四種形態的鉀係以可變動的平衡狀態存在土壤中。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1199 號，本計畫承農發會資助，報告受國科會獎助，謹此誌謝。

2.本所農化系副研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

過去研究對水稻所吸收鉀的形態及其與鉀肥效應間的關係有不同的論點；有人認爲僅與土壤中有效性或交換性鉀有關[1,4]；有人則認爲當同時考慮不同母質土壤時則與非交換性鉀有關[8]。而蔗田土壤鉀素的測定已證明非交換性鉀與甘蔗產量百分率的關係最密切[2]。

水稻吸收的鉀究有若干來自交換性（包括水溶性），若干來自非交換性，又土壤非交換性鉀的蘊藏量對其鉀缺乏臨界值是否也有影響，均爲應予澄清的問題。又電超濾法(Electro-Ultra-Filtration or EUF) 近來爲歐美若干國家熱中研究的土壤測定法，De Datta[28] 等對水稻的研究更發現以此法測得的鉀與水稻對鉀肥效應的關係遠高於交換性鉀者，本研究中鉀的測定也包括 EUF 法，以與其他方法比較。

材料與方法

一、試驗用土壤：

共19種，採自本省中南部稻田（也有少數採自果園）。土類包括砂頁岩、粘板岩及二者之混合冲積土，臺灣粘土等。此等土壤之選取係先依過去分析資料選擇40處含鉀量分佈範圍極廣之地點，先採少量樣本分析其有效鉀含量，再依有效鉀含量之高低等級而選定者。目的爲包括有效鉀各等級含量而非交換性鉀含量差距也大的土壤。其採取地點及所屬土類、土系列於表1。

二、盆栽試驗：

本研究以盆栽試驗進行，各土壤分三種鉀肥等級處理，每盆用土三公斤。即：

K_0 僅施氮 (2.5至3.5g$(NH_4)_2SO_4$) 、磷肥 (1.5g 過磷酸鈣)

K_1 K_0+50ppmK, 即 0.3g KCl/3kg soil (以純 KCl 施用)

K_2 K_0+100ppm K, 即 0.6g KCl/3kg soil.

重複四次，共 19×3×4=228盆依逢機區集法排列於溫室。72年3月12日插秧、每盆3株、品種爲臺農67號，72年7月11日收穫。

三、分析項目：

(一) 土壤分析：

1.一般性質：就試驗前土壤進行分析。

2.鉀含量分析：包括試驗前及收穫後的土壤。

分析項目則分：a. 有效性鉀 (Mehlich 氏法)，b. 交換性鉀 (pH 7.0, 1 N NH_4OAc 法)，c. 電超濾法鉀 (Electro-Ultra-Filtration 或EUF 法)：又分室溫，200 volt 抽取30分鐘；80°C, 400 volt 抽取5分鐘及兩者總和[19]。d. 非交換性鉀 (Hunter & Pratt's No. 1a 法)[13]：此法測得之鉀減去交換性鉀即爲土壤非交換性鉀含量。其中 EUF 法收穫後的土壤未予測定，全鉀因與作物吸收無關，也未測定。

試驗前的土壤19個各項目均重複分析三次，資料中數字係三重複平均值。試驗後的土壤因各處理已有四重複，共有土壤 228 個，故分析時僅重複二次，資料中試驗後土壤各種鉀含量均係八重複平均值。

(一) 植物分析：收穫後的稻穀及藁，經 75-80°C 烘乾後，磨碎，稻藁分析其 N, K 含量（本報告僅列 K 資料）。稻穀則分析其鉀含量。

四、記錄項目及統計分析：

(一) 記錄項目：插秧後三週開始，每兩週記錄其株高及分蘖數一次至抽穗時止，收穫後記錄穀、藁收量、穗數等。

(二) 統計項目：土壤各形態鉀素含量對作物鉀吸收量，鉀濃度及鉀肥效果等之單相關及複迴歸，非交換性鉀蘊藏量對有效鉀缺乏臨界值之影響，其他土壤性質之影響等。

表 1. 土壤採取地點及所屬土類

Table 1. Sampling locations and soil groups of the experimental soils

土壤編號	採取地點	農戶姓名	所屬土類	土系
1	臺南縣後壁鄉	林美麗	砂頁岩冲積土	Ts（座駕系）
2	臺南縣後壁鄉	張平貴	砂頁岩冲積土	Ha（後壁系）
3	臺南縣東山鄉	王慶隆	砂頁岩冲積土	Je-Ts（仁德系）
4	臺南白河鎭關子嶺	龔生原	砂頁岩老冲積土（黃壤）	Tn（臺南系）
5	本所農場25號田	本所	砂頁岩粘板岩混合冲積土	TCt（七塊厝系）借用砂頁岩土系
6	臺南縣白河鎭關子嶺	吳勇作	砂頁岩冲積土	Je-Ts（仁德系）
7	臺南縣東山鄉	潘黃麗珠	砂頁岩老冲積土	Kh（崁子頭系）
8	臺南縣東山鄉	方丁江	砂頁岩冲積土	Hd（後壁系）非石灰性
9	臺南縣東山鄉	章三傑	砂頁岩老冲積土	Kn（崁子頭系）
10	臺南縣東山鄉	朱朝文	砂頁岩老冲積土	Lt（隆田系）
11	臺中縣大甲鎭	洪先生	粘板岩冲積土	TKn（高南里系）（借用）
12	臺中縣外埔鄉	葉春鳳	表土粘板岩，下面紅壤	CTg（大崎腳系）
13	臺南縣白河鎭關子嶺	吳陳美莎	砂質頁岩崩積土、淺壤土、	無土系
14	臺南縣後壁鄉	吳清煌	臺灣粘土	Wu（五甲勢系）
15	臺南縣後壁鄉	李坤和	砂頁岩冲積土	Je-Ts（仁德系）
16	臺南縣白河鎭	施賴	砂頁岩冲積土	Tq（頂山角系）
17	臺中縣外埔鄉	張財	砂頁岩，有板岩混合	TTw（同安厝系）
18	臺南縣後壁鄉	蘇登獻	砂頁岩冲積土	Ts（座駕系）
19	南投縣名間鄉	余清俊	粘板岩冲積土	TKn（高南里系，借用）

結果與討論

一、土壤性質及其與各形態鉀含量的關係：

（一）一般性質：本試驗所用土壤之 pH ，有機質，CEC 及質地均相差很多（表 2）。但有效磷多偏低，在 20ppm 以下者有十個，其中有六個含量在 4ppm 以下，屬極低範圍。

（二）各形態鉀的含量：十九土壤中各形態鉀含量多偏高。但有效鉀含量變異較大，在 47至216 ppm 之間，其中僅有九個含量在 70ppm 以下。交換性鉀在 0.14至 0.58me/100g （即 55-227ppm K）之間，在 0.2me/100g 以下者有六個。按本省及日本所定交換性鉀的臨界濃度分別爲70及 100ppm [22]。而 Boyer [6] 所定熱帶土壤交換性鉀的臨界濃度則爲 0.1 me/100g, 但 Boyer 認爲依土壤及作物的不同，此濃度約在 0.07 至 0.2me/100g 之間。按本省 1960 年資料 [17]，本省土壤交換性鉀的分佈在 50—100ppm 之間，本試驗所用 19土壤中，即有 8 個含量大於 100ppm 者。此乃選取土壤時，希望含量範圍較大，而低鉀土壤又不易找到，故呈偏高現象。非交換性鉀含量在 65 至 543ppm 之間，其中僅17號土壤爲 65ppm，在 100ppm 以下。EUF-K(Total) 則在47至 208ppm 之間，平均爲 89 ppm ， 與有效性鉀的範圍幾相同，平均也極爲接近。但均高於 De Datta 等 [28] 所定

表 2. 土 壤 一 般 性 質

Table 2. Some physical and chemical properties of the soils used

Soil No.	pH	O. M. %	CEC meq./100g	Avail. SiO_2 ppm	% Sand	% Clay	% Silt	Texture	Avail. P -ppm-	Avail. K -ppm-	Exchangeable Ca ——meq/100g——	Exchangeable Mg ——meq/100g——	Exchangeable K ——meq/100g——	Exchangeable Al ——meq/100g——	K Sat. %	Non-ex. K ppm	EUF-K 30 min. —ppm—	EUF-K 5 min. —ppm—	EUF-K Total —ppm—
1	5.0	3.00	11.49	26	20.5	35.2	44.4	CL	4	60	7.56	3.92	0.22	0.11	1.86	454	63	15	78
2	5.2	2.20	9.49	24	17.5	30.2	52.4	SiCL	5	47	6.33	3.20	0.14	0.11	1.43	318	38	9	47
3	7.8	2.05	6.87	125	34.3	23.2	42.4	L	10	125	12.88	4.64	0.31	0	1.74	320	97	19	116
4	4.4	1.85	7.72	14	46.7	21.7	32.2	L	15	153	3.56	1.24	0.42	2.38	5.53	192	115	25	140
5	6.5	1.90	6.92	122	32.5	25.0	42.6	L	3	58	7.63	2.58	0.16	0	1.54	243	41	13	54
6	4.8	3.25	9.40	47	42.9	20.4	36.8	L	4	119	2.60	0.87	0.30	1.83	5.36	234	70	18	88
7	6.2	2.20	8.30	63	16.5	26.6	57.0	SiL	90	94	5.04	2.89	0.25	0.01	3.05	283	61	13	74
8	6.3	2.35	12.17	92	7.3	42.0	50.8	SiL	1	100	8.15	4.01	0.31	0	2.36	543	75	20	95
9	5.8	1.85	6.97	41	23.9	25.0	51.2	SiL	11	69	4.94	2.89	0.20	0.01	2.49	216	57	14	71
10	4.0	1.50	13.45	8	37.5	36.2	26.4	CL	30	128	0.52	0.23	0.45	2.07	13.76	350	92	16	108
11	5.7	3.20	6.48	25	22.5	28.2	49.4	CL	167	76	4.50	1.97	0.24	0.07	3.54	213	65	15	80
12	5.5	3.90	7.77	40	24.5	24.4	51.2	SiL	54	131	4.93	1.65	0.37	0.02	5.31	151	110	18	128
13	5.7	2.35	7.27	138	38.5	20.4	41.2	L	48	64	6.56	1.24	0.21	0.03	2.61	181	46	12	58
14	6.3	3.00	14.45	85	13.5	36.4	50.2	SiCL	27	48	11.94	5.78	0.19	0	1.06	378	36	15	51
15	7.2	2.65	10.29	120	28.5	27.0	44.6	L	45	95	10.94	6.20	0.27	0	1.55	318	71	19	90
16	5.6	0.95	3.89	9	63.9	12.8	23.4	SL	127	216	2.36	0.70	0.58	0.03	15.80	203	167	41	208
17	5.3	3.30	5.18	27	35.1	20.2	44.8	L	68	54	3.56	2.38	0.18	0.01	2.94	65	60	9	69
18	5.6	2.60	12.00	47	14.7	26.6	58.8	SiL	2	49	7.44	4.13	0.19	0.01	1.61	301	54	16	70
19	5.8	3.32	4.18	56	15.5	26.6	58.0	SiL	2	54	3.90	1.68	0.15	0	2.50	117	55	9	64
Range	4.0—7.8	0.95—3.90	3.89—14.45	8—138	7.3—63.9	12.8—42.0	23.4—58.8	SL SiCL	1—167	47—216	0.52—12.88	0.23—6.20	0.14—0.58	0—2.38	1.06—15.80	65—543	36—167	9—41	47—208
Mean	5.72	2.50	8.65	58.4	28.2	26.7	45.1		37.5	91.6	6.11	2.76	0.27	0.35	4.00	267	72	17	89

表 3. 土壤性質與各形態鉀含量的關係

Table 3. Correlation coefficients for the relationships between K content and soil properties

	Ex. K	Non-ex. K	EUF-K 30m.	EUF-K 5m.	Total	K Sat. %	pH	CEC	O. M.	Clay	Silt	Sand
Avail. K	0.966**	− 0.072	0.956**	0.884**	0.960**	0.789**	− 0.138	− 0.234	− 0.453	− 0.408	− 0.717**	0.718**
Ex. K		0.035	0.937**	0.865**	0.941**	0.857**	− 0.256	− 0.061	− 0.471*	− 0.252	− 0.759**	0.670**
Non-ex. K			0.132	0.072	− 0.096	− 0.139	0.170	0.776**	− 0.197	0.784**	0.061	− 0.436
EUF-K 30min.(200V.)				0.887**	0.996**	0.776**	− 0.149	− 0.307	− 0.378	− 0.420	− 0.650**	0.676**
EUF-K 5 min.(400V.)					0.923**	0.685**	− 0.016	− 0.142	− 0.502*	− 0.359	− 0.639**	0.638**
EUF-K Total						0.773**	− 0.127	− 0.282	− 0.408	− 0.417	− 0.660**	0.681**
K Sat. %							− 0.483*	− 0.134	− 0.496*	− 0.281	− 0.770**	0.671**
pH								− 0.126	0.008	− 0.006	0.362	− 0.260
CEC									0.048	0.772**	0.087	− 0.446
O. M.										0.147	0.546*	− 0.464*
Clay											0.334	− 0.737**
Silt												− 0.883**

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

EUF-K (Total) 的臨界濃度 30ppm。鉀的飽和百分率 (K Sat.%) (係Ex. K/Ex. (Ca+Mg+K+Al)×100) 在1.06至15.80之間。據 Graham[11]：鉀的理想飽和度應在 2－5 %之間，本試驗所用土壤中鉀的飽和度在 2 %以下者有七個，5 %以上者有五個，在 2－5 %之間者佔七個。

(三) 土壤性質與各形態鉀含量的關係：土壤性質中與鉀含量關係較密切者應爲土壤 pH，有機物含量，陽離子交換能量，及土壤中粘、砂、坋粒含量等[21]，經將此等性質與各形態鉀含量間作迴歸分析，其結果列於表 3。

由表 3 土壤中有效鉀含量與土壤中坋粒含量成極顯著負相關，與砂粒含量則成極顯著正相關關係。交換性鉀與土壤性質的關係與有效鉀接近。非交換性鉀則與有效性及交換性鉀不同，與土壤 CEC 及 Clay 含量成極顯著正相關關係，而與其他性質關係均不顯著。交換性及非交換性鉀與土壤中 Clay 及 Silt 的含量及 Clay mineral 的性質均有密切關係，Kansal and Sekhon[15] 曾有詳細的研究，認爲 Clay 及 Silt 能控制土壤中交換性及有效性鉀的含量，土壤中 Clay 愈多，其溶液中水溶液性鉀一定愈少。本試驗中交換性及非交換性鉀與土壤中 Clay, Silt 及 Sand 的相關關係似顯示有效性及交換性鉀多屬水溶性者。

以 EUF 方法抽出的鉀與有效性或交換性鉀均極相似，但與非交換性鉀則迥異。由EUF-K(Total) 的含量（表 2）與有效鉀幾相同（與交換性鉀也極接近），其與土壤性質的關係又幾一致，可見以 EUF 法抽取的鉀幾全爲有效性或交換性者。

本研究中無論有效性或交換性鉀，與非交換性鉀間之相關均幾等於零，爲澄清究竟何種形態鉀素對水稻施鉀效應較有關係，可謂試驗條件最爲理想。

二、水稻產量與鉀肥效應：

(一) 鉀肥效應：19土壤無鉀區平均稻穀產量百分率爲94.4，藁產量百分率爲91.6（附表 1）。

經將此19土壤依其有效鉀含量之高低分爲：低（<50ppm K, 共有土壤 3 個）；中（

表 4. 不同等級有效鉀含量土壤之鉀肥效應

Table 4. Potassium response in soil groups of different soil available K levels

Available K level	Grain yield g/pot			Straw yield g/pot		
	K_0	K_1	K_2	K_0	K_1	K_2
LOW (<50 ppm)	26.10	26.10	26.61	28.75	29.51	32.02
LSD 5 %		NS			2.12	
LSD 1 %					2.88	
MEDIUM (51-99 ppm)	25.73	26.92	27.19	28.95	31.33	32.50
LSD 5 %		NS			1.39	
LSD 1 %					1.84	
HIGH (>100 ppm)	28.41	28.73	29.50	34.41	35.45	34.56
LSD 5 %		NS				
LSD 1 %					NS	

51-99ppmK, 共有土壤9個）；及高（>100ppmK, 共有土壤7個）三等級，分別作變方分析，求各等級土壤之鉀肥處理肥效是否顯著。結果穀產量在三等級中均未達顯著平準；但稻藁則不然，在低及中二等級土壤中均達1%顯著平準（表4），僅有效鉀含量屬於高等級之土壤無顯著鉀肥效應。

表 5. 水稻無鉀區產量百分率、含鉀量、鉀吸收量及鉀肥利用率與土壤中不同形態鉀的關係

Table 5. Correlation coefficients for relationships between soil K and % yield of K_0 plot, K content in straw, K uptake and K fertilizer efficiency

	% Yield of Grain	% Yield of Straw	K % In Straw	K Uptake by Straw	K Uptake Total	K Fertilizer efficiency
Available K	0.113	0.475*	0.782**	0.773**	0.753**	— 0.529*
Exchangeable K	0.076	0.489*	0.789**	0.854**	0.838**	— 0.546*
Non-ex. K	0.491*	0.245	0.339	0.348	0.366	— 0.377
EUF-K 30 min.	0.097	0.350	0.730**	0.708**	0.681**	— 0.551 *
EUF-K 5 min.	0.114	0.502*	0.753**	0.672**	0.636**	— 0.634**
EUF-K Total	0.102	0.384	0.747**	0.714**	0.684**	— 0.576**
K Sat. %	— 0.078	0.351	0.552*	0.705**	0.699**	— 0.383

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

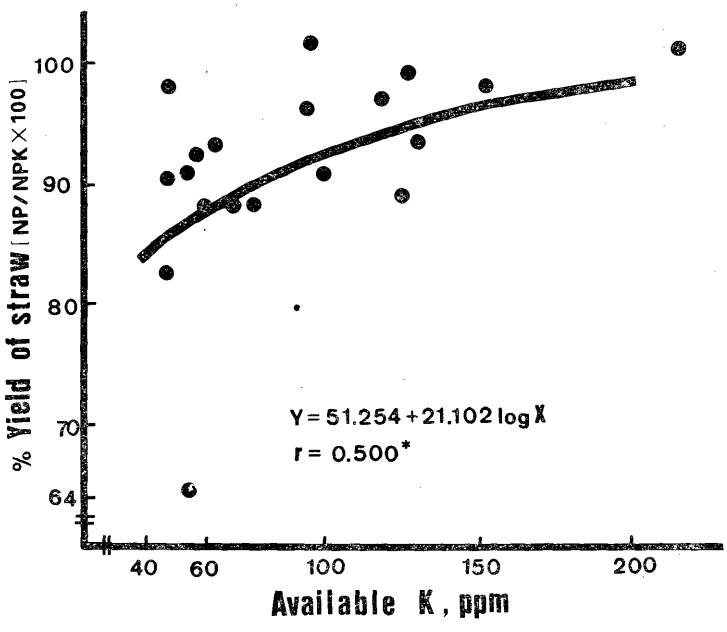


圖 1. 土壤有效鉀與無鉀區稻藁產量百分率之關係

Fig. 1. Relationship between available (Mehlich) K and relative yield of rice straw

水稻較旱作更能有效利用土壤中的養分爲公認的事實[8]。故一般水稻對磷、鉀肥的效應均偏低，無鉀（或磷）區產量多在90—100%範圍內。Tanaka 氏[27]謂亞洲地區冲積土上水稻通常對鉀肥的效應均低，據日本一項對約 1,200個試驗地點所作的調查，其平均 NP/NPK 產量爲 96%。過去本省曾、王氏[1]在進行土壤鉀素測定法與水稻產量的相關研究時，其田間及盆栽試驗均係連續進行兩或三作以降低其無鉀區土壤鉀素含量，始獲得較爲理想的反應曲線。當時所得有效鉀（Mehlich 氏法）的臨界濃度爲 35ppmK。其後在1966—68年間所作的研究中鉀的臨界濃度提高爲 50-80ppm K[22]，此種不同結果原因雖不易解釋，但高產品種的引用應爲重要原因之一。

（二）鉀肥效應與土壤中不同形態鉀含量的關係：

1. 與有效性及交換性鉀的關係：表 5 顯示無鉀區稻藁產量百分率（NP/NPK×100），稻藁鉀含量及水稻鉀吸收量均與有效性（圖 1）及交換性鉀成顯著或極顯著之正相關關係，而與非交換性鉀的關係則不顯著。此等關係顯示有效性或交換性鉀確能代表水稻所吸收的鉀（圖 2），而非交換性鉀則否。但有效性及交換性鉀與稻穀產量百分率的相關係數却很低（圖 3），顯示鉀雖被水稻吸收，但未使水稻增產，其原因應爲：①土壤中有效鉀含量已高，更多的鉀不能再使水稻增產。②稻穀產量受其他因子限制。本試驗中前者的影響應較大。雖然如此，由於仍有一部份土壤之有效鉀在缺乏範圍，故可由圖 3 根據 Cate-Nelson 的 Discontinuous model[7] 法，判斷有效鉀之缺乏臨界值約在 70 ppm（無鉀區產量爲 95 %）。如此劃分後左上角之例外土壤有四個，其中最上方之兩土壤顯係由於非交換性鉀含量甚高（分別爲318及 454ppm），右下角之例外土壤一個，其非交換性鉀含量爲 234ppm。

2. 與非交換性鉀的關係：表 5 第一行中，稻穀產量百分率僅與非交換性鉀呈 5 %顯著相關關係（圖 4 顯示其曲線相關關係更達 1 %顯著程度），與其他形態鉀的相關關係均低。但非交換性鉀與稻藁產量百分率，稻藁鉀含量及水稻鉀吸收量等的關係却均遠遜於其他形態鉀者。此種關係實頗難了解。

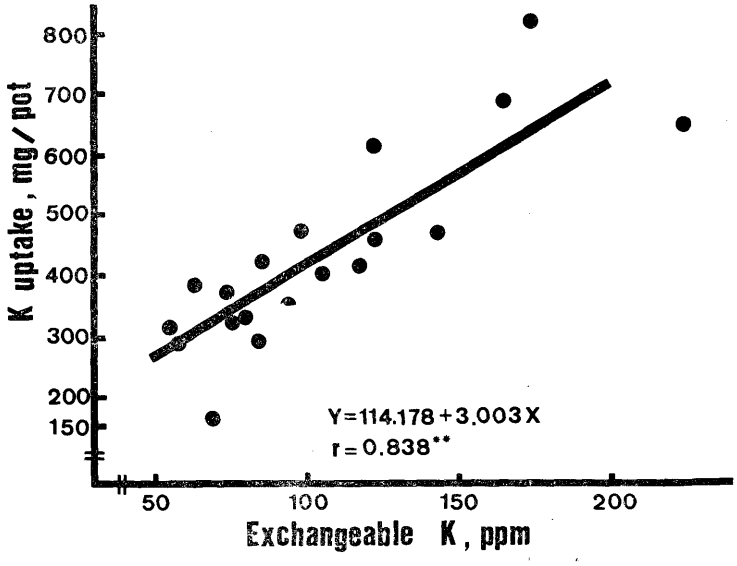


圖 2. 土壤交換性鉀與水稻鉀吸收量的關係

Fig. 2. Relationship between exchangeable K and K uptake by the rice plant

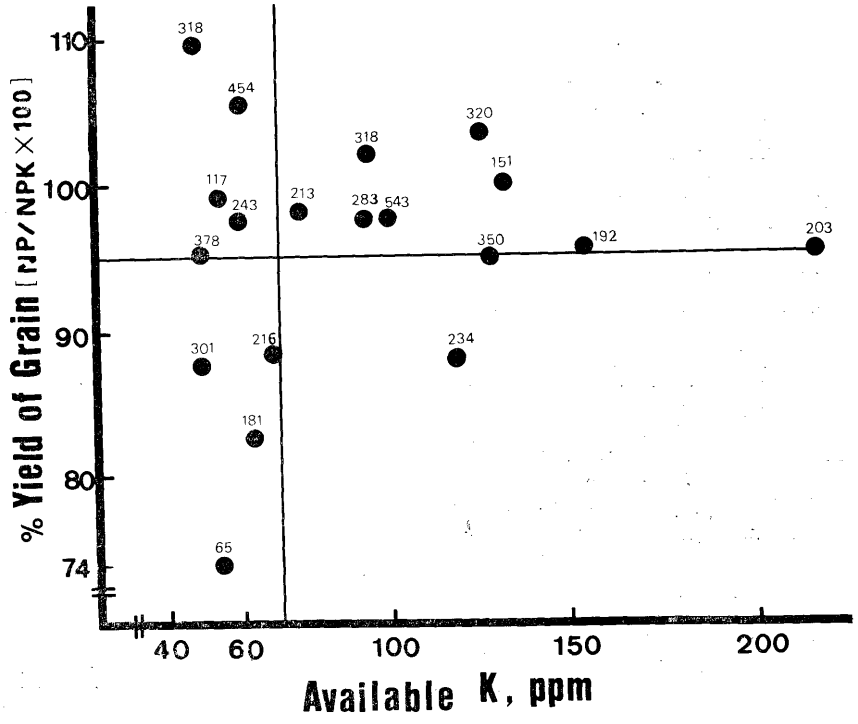


圖 3. 土壤有效鉀與無鉀區稻穀產量百分率的關係（圖中各點上方的數字爲其非交換性鉀含量）

Fig. 3. Relationship between available (Melich) K and relative yield of rice grain (No. above each point indicates soil non-ex. K level)

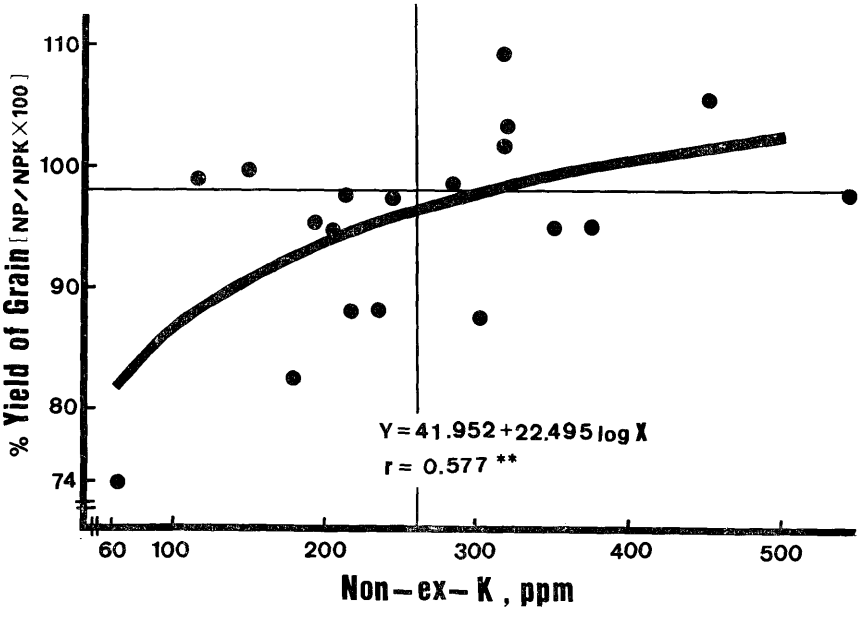


圖 4. 土壤非交換性鉀與無鉀區稻穀產量百分率的關係

Fig. 4. Relationship between non-exchangeable K and relative yield of rice grain

按水稻對鉀的吸收常延續至水稻成熟期[14]，缺鉀常導致水稻稔實率及千粒重的降低[18]。雖然稻穗中所含的鉀僅佔水稻總吸收量的5%[24]，但鉀仍爲水稻後期生長所必需的要素。且水稻高產的要訣爲開花期以後乾物產量的提高，開花期以前過多的乾物產量反而導致減產[25]。

土壤中非交換性鉀有隨作物生長時間長久而漸趨重要的趨向[3,23]，本試驗中每盆用土爲三公斤，此項結果即顯示本試驗中生長後期賴非交換性鉀之供給已漸趨重要。

在圖4土壤非交換性鉀與無鉀區稻穀產量之關係圖中，如也依 Cate-Nelson 氏法判斷，則非交換性鉀之缺乏臨界值約在 260ppm（無鉀區產量爲98%），如此劃分後，右下角之例外土壤有三個，其中兩個的有效鉀含量分別爲48及 49ppm，遠低於前節中訂定的有效鉀臨界濃度 70ppm。

依此，日後在作稻田土壤鉀素施肥推薦時，除應考慮有效鉀含量外，也應注意非交換性鉀蘊藏量。

3.與 EUF-K 的關係：以 EUF 法抽取的鉀無論係以室溫，200V 抽取30分鐘或 80°C, 400V 抽取5分鐘或其總量與無鉀區稻谷，稻藁產量百分率及稻藁鉀含量，鉀吸收量等的關係均與有效性及交換性鉀接近，即除與稻谷產量百分率相關極差外，與其他各項的相關關係均甚密切，但相關係數則略低。按 Wanasuria, De Datta 等[28]在菲律賓五種不同土壤進行的田間試驗結果，其 EUF-K(Total) 與稻谷產量百分率（NP/NPK ×100）的關係遠高於交換性鉀者。彼等所用五土壤的交換性鉀在 19—54ppmK 之間，EUF-K(Total) 在 20—32ppm 間，而其 CEC 則在 20—40me/100g 之間。其有效性鉀含量低，而 CEC 則高，與本省土壤恰相反，彼等土壤中所含 Clay mineral 應多爲2：1型者，對鉀之固定力較强。土壤性質的不同應即爲試驗結果迥異的原因。

三、稻藁含鉀量與鉀肥效應：

圖5爲收穫時稻藁含鉀量與無鉀區稻藁產量百分率的相關關係，其曲線相關已達1%顯著平準。

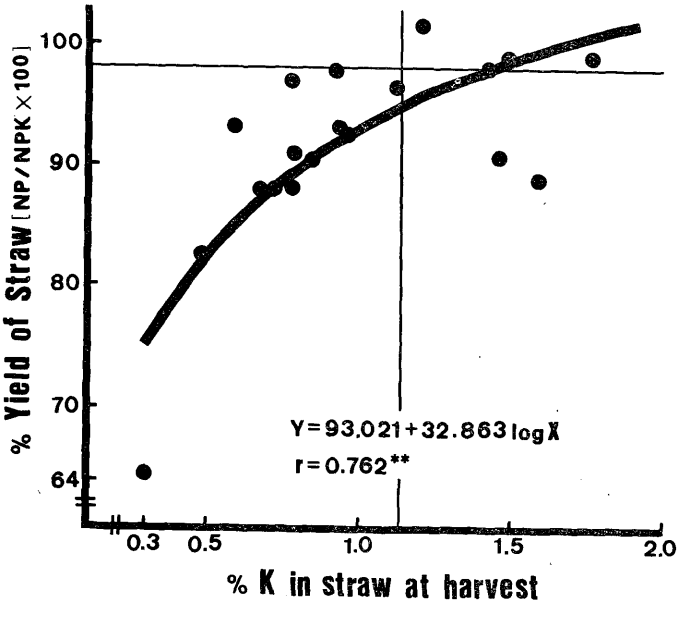


圖 5. 稻藁含鉀量與無鉀區稻藁產量百分率的關係。

Fig. 5. Relationship between K level in straw and relative yield of rice straw

如依 Cate-Nelson 的 Discontinuous model 方法[7] 判定稻藁含鉀量的臨界值，則達98%的產量時，含鉀量應爲1.14%。圖6爲收穫時稻藁含鉀量與無鉀區稻谷產量百分率的關係，其相關未達統計上的顯著平準，如也依 Cate-Nelson 氏法判定，則達98%產量的含鉀量應爲1.0%。

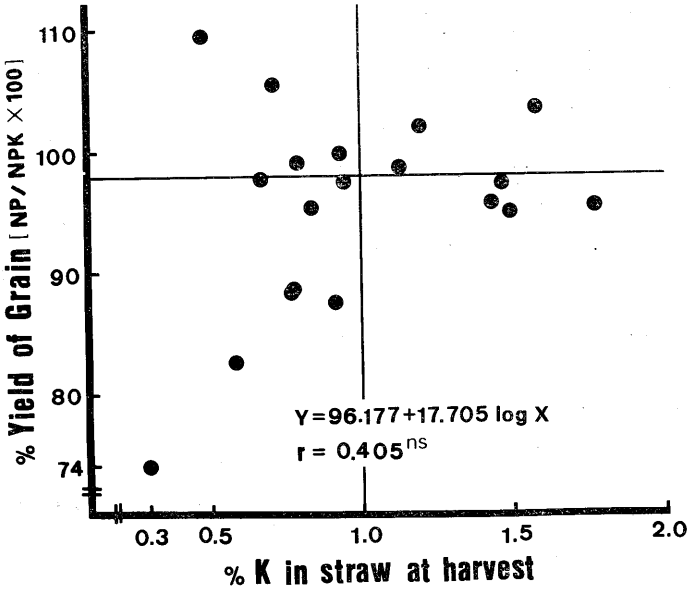


圖 6. 稻藁含鉀量與無鉀區稻穀產量百分率的關係

Fig. 6. Relationship between K level in straw and relative yield of rice grain

過去國內外對稻藁含鉀量臨界值的研究不多，但結果相差很大。據日本研究者依其國內不同地區所作肥料試驗資料所訂定之水稻收穫期稻藁含鉀量的臨界濃度爲 K_2O 1.0%[5]。Tanaka 等在 IRRI 所定成熟時鉀的臨界濃度爲 K 1.0%[26]。而蘇氏等1964年在本省紅壤20處進行田間試驗，結果則稻谷產量達98%的稻藁含鉀濃度爲 K 1.7—1.8%[4]。本次溫室試驗所得臨界濃度與日本及國際稻米研究所所得者接近，而與本省所得之資料反而相差較遠，是否溫室內條件與田間條件不同或1964年品種（新竹56號）與本試驗品種（臺農67號）生理特性不同所引起，無法確定。

四、水稻吸收的鉀與土壤鉀形態的關係：

供試土壤中各形態鉀在試驗前後的含量範圍及其平均值列於表6。各土壤之個別資料則列於附表

表 6. 供試土壤中不同形態鉀在試驗前（括號外）後（括號內）的含量範圍及其平均值。

Table 6. The range and mean values of soil potassium contents of the experimental soils both before (outside parenthesis) and after (inside parenthesis) cropping

Forms of K / Treatment / Item	Available K			Exchangeable K			Non-exchangeable K		
	Kppm								
	K_0	K_1	K_2	K_0	K_1	K_2	K_0	K_1	K_2
Range	47—216 (14—43)	(14—55)	(18—71)	56—225 (20—56)	(19—59)	(23—71)	65—543 (66—416)	(61-423)	(55-433)
Mean	92 (26)	(29)	(31)	106 (34)	(36)	(39)	267 (195)	(200)	(204)

2。由表 6 知：①無鉀區有效鉀含量在試驗前的範圍爲 47-216ppm，平均爲 92ppm；試驗後降低爲 14-43ppm，平均爲 26ppm。②交換性鉀在試驗前的含量範圍爲 56-225ppm，平均爲 106ppm；試驗後則降低爲 20-56ppm，平均爲 34ppm。③非交換性鉀在試驗前後的範圍分別爲：65-543ppm 及 66-416ppm，試驗前後之平均依次爲267及 195ppm。

如水稻吸收的鉀以交換性及非交換性鉀計算，則前者平均降低72ppm，後者平均降低也爲72ppm，兩者降低數值恰相等。本試驗中未曾排水，減低之鉀應均爲水稻所吸收，則水稻吸收的鉀以平均而言，50%來自交換性，另50%來自非交換性鉀。

水稻吸收的鉀有一半來自非交換性形態，而表 5 却顯示稻藁鉀含量及鉀吸收總量均僅與交換性鉀關係顯著，與非交換性鉀關係則不顯著，其原因頗值探索。經將表 6 資料中試驗前後土壤（無鉀處理）各形態鉀含量及其降低量與土壤性質等作迴歸分析，其結果列於表 7。表 7 顯示有效性及交換性鉀降低的量與其原含量間的相關係數幾達 1。即水稻吸收的鉀與土壤中所含交換性鉀的量恰成正比。而非交換性鉀降低的量與其原含量間的關係却遠遜於前二者。此等關係應可解釋水稻吸收的非交換性鉀雖約佔一半，但與水稻鉀吸收量的關係却遠遜於交換性或有效性鉀者之原因。

表 7. 水稻栽培後無鉀處理土壤中各形態鉀降低量與其原含量及土壤性質的關係。

Table 7. Correlation coefficients for relationship between the amount of soil K removed by cropping and its original content as well as soil properties (K_0 treatment)

Form of K removed	Orig. avail. K	Orig. ex. K	Orig. Non-ex. K	K Sat. %	pH	CEC	O. M.	Clay	Silt	Sand
Avail. K	0.983**	0.946**	− 0.192	0.819**	− 0.249	− 0.296	− 0.424	− 0.474*	− 0.736**	0.765**
Ex. K	0.959**	0.974**	− 0.099	0.874**	− 0.339	− 0.177	− 0.481*	− 0.340	− 0.779**	0.729**
Non-ex. K	0.374	0.484*	0.667*	0.369	− 0.180	0.534*	− 0.464*	0.511*	− 0.497*	0.102

表 8 爲試驗中各土壤交換性及非交換性鉀減低的量與水稻吸收鉀量的比較，由此表知十九個土壤中絕大多數土壤其交換性及非交換性鉀降低量的和均與水稻鉀吸收總量接近（稻根鉀吸收量未于計算）。僅土壤 2，18，及19三土壤中水稻吸收的鉀量遠高於土壤中交換性及非交換性鉀減低的總量，其中又以18及19號兩土壤相差最多，顯示在此等土壤中，水稻吸收的鉀除交換性及非交換性者外，仍有部分未被 Hunter & Pratt 法抽出者。Oliveira 等[20] 曾以少量土壤（700克）種植燕麥草，並連續收割七次，使其儘量吸收土壤中的鉀，結果發現植物吸收的鉀數倍於土壤交換性及非交換性鉀（1N HNO_3 抽取者）的和，雖然其理由不十分清楚，但認爲此種植物能吸收但未被抽取之鉀與土壤中的粘土礦物有關（包括 chloritized, expansible, layer silicates），這種鉀，出現在粘土礦物的層間（interlayer），易與土壤中 ex. 及 non-ex. K 平衡，但由於受粘土礦物層間 Fe 及 Al 的阻礙，無法在短時間中被抽出。

又表 8 係依有效鉀含量分高、中、低三等級排列者（與表 4 同），此表也顯示有效鉀含量低之土壤其交換性及非交換性鉀降低的量（即被作物吸收的量）也均較低。

五、土壤中各形態鉀殘存量與其原含量及土壤性質的關係：

土壤中各形態鉀素係以可變動的平衡狀態存於土壤中者，作物吸收的鉀開始時必爲有效性或交換性（包括水溶性）者，至於交換性鉀降低至何種濃度時非交換性鉀即開始釋出，應爲值得探討的問題。

表 8. 試驗中土壤交換性及非交換性鉀降低量與水稻吸收鉀量的比較。

Table 8. Amount of soil exchangeable and non-exchangeable K decreased during the experiment and K uptake by the rice plant

Soil No.	Avail. K level	Ex. K decreased		Non-ex. K decreased		K decreased Total	K Uptake*
		ppm	mg/pot	ppm	mg/pot	mg/pot	mg/pot
2		22	66	59	177	243	315
14	LOW	20	60	82	246	306	319
18		30	90	14	42	132	372
Average		24	72	52	155	227	335
1		39	117	105	315	432	419
5		39	117	85	255	372	392
7		67	201	85	255	456	472
9		59	177	64	192	369	328
11	MEDIUM	58	174	72	216	390	351
13		61	183	51	153	336	290
15		62	186	82	246	432	404
17		41	123	0	0	123	161
19		37	81	8	24	105	289
Average		51	151	61	184	335	345
3		80	240	69	207	447	462
4		142	426	100	300	726	692
6		98	294	78	234	528	416
8	HIGH	84	252	127	381	633	616
10		146	438	162	486	924	820
12		110	330	45	135	465	471
16		185	555	74	222	777	646
Average		121	362	94	281	643	589

*Total uptake by rice grain and straw

Tabatabai 氏等[23]曾以美國 Iowa 州表底土共14個進行研究，發現當植物吸收土壤中的交換性鉀而使其降低至某一「最低濃度」（minimal level）時，土壤中交換性鉀即不再降低，而由非交換性鉀釋出補充，但在達到此最低濃度以前非交換性鉀之釋出量極少或甚至無釋出。此最低濃度之高低與表土中 Clay 含量成極密切之正相關關係。且土壤中 Minimal ex. K 愈高，其被作物吸收的 Non-ex. K 也愈高。

經將本試驗中所得資料（表6）之 K_0 處理各形態鉀殘存量與其原含量及土壤性質作迴歸分析，

表 9. 水稻栽培後無鉀處理土壤中各形態鉀殘存量與其原含量及土壤性質的關係。

Table 9. Correlation coefficients for relationships between the amount of soil K that remained after harvest and its original content as well as soil properties (K_0 treatment)

Form of K remaining	Orig. Avail. K	Orig. Ex. K	Orig. Non-ex. K	K Sat. %	pH	CEC	O. M.	Clay	Silt	Sand
Avail. K	0.030	0.047	0.670**	− 0.214	0.610**	0.354	− 0.131	0.383	0.148	− 0.300
Ex. K	− 0.034	0.049	0.594**	− 0.129	0.383	0.515*	0.075	0.407	0.138	− 0.304
Non-ex. K	− 0.240	− 0.157	0.951**	− 0.323	0.282	0.731**	− 0. 47	0.751**	0.280	− 0.577**

結果列於表 9 。表 9 顯示有效鉀殘存量僅與土壤中非交換性鉀原含量及土壤 pH 成極顯著正相關關係(與 Clay 含量關係未達顯著平準），即土壤 pH 高，非交換性鉀含量高的土壤，有效鉀殘存量也較高。顯示當作物將有效性鉀吸收後，土壤中因機動性平衡而調整的新有效性鉀量確受非交換性鉀蘊藏量多寡的影響，而且土壤 pH 也有正的影響。如以土壤此二性質共同估計有效鉀的殘存量，其準確度可達70%，其複迴歸方程式及複相關係數如下：

Avail. K remaining in soil $= 0.042 \times$ Non-ex. K $+ 4.74 \times$ pH $- 12.296$ $\quad R = 0.838^{**}$

$R^2 = 70.2\%$

茲將本試驗中19土壤依上式估計出的殘存量 (Estimated avail. K(ppm)) 與實際殘存量 (Observed avail. K (ppm) 列表比較如下：

Soil No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Obser. Kppm	34	27	43	18	22	14	28	39	21	20	23	22	15	35	34	30	25	30	15
Estim. Kppm	31	26	38	17	28	20	29	40	24	21	24	20	22	34	35	23	16	27	20

誌謝：本報告承農委會技正蘇楠榮先生，本系前主任林家棻先生及現主任連深先生提供極有價值之修正意見，謹此致最誠摯之謝意。

參考文獻

1. 王捷皇、曾憲鼎・1962・紅壤有效磷酸及鉀素與水稻效應之相關研究、中華農學會報新40：50—62。
2. 方英傑、王傳釗・1979・蔗田土壤非交換性鉀素之測定及其與甘蔗生長之關係、臺糖研究彙報No. 86：21-40.
3. 林家棻・1978・本省中部若干土壤中鉀釋放特性之研究、中華農業研究27（4）：297—308。
4. 盛澄淵、蘇楠榮、林桐鐘、馮明彬・1964・桃園紅壤磷鉀含量與水稻營養及肥料效應之關係、中華農學會報新48：18。
5. Angladette, A. 1967. Nutritional status as indicated by plant analysis In 'The mineral nutrition of the rice plant'. IRRI. Los Banos, Philippines.
6. Boyer, J. 1972. Soil potassium. In 'Soils of the humid tropics'. pp. 102-35. Natl. Acad. Sci., Washington, D. C.
7. Cate, R. B., and L. A. Nelson. 1965. A rapid method for correlation of soil test analyses with plant response data. Inter. Soil Testing Series Tech. Bull. 1. North Carolina State Univ.
8. Chang, S. C. 1967. Phosphorus and potassium tests of rice soils in 'The mineral nutrition of the rice plant'. IRRI, Los Banos, Philippines.
9. Cornell International Agri. Bull. 37. 1979. Potassium fertility in Oxisols and Ultisols of the humid

tropics.

10. Engelstad, O. P., W. L. Parks. 1976. Build up of P and K in soils and effective use of these reserves. TVA Fertilizer Conference Proceedings. 1976. TVA Bull. Y-106. Muscle Shoals, Alabama, U. S. A.
11. Graham, E. R. 1959. An explanation of theory and methods of soil testing. Mo. Agr. Exp. Sta. Bull. 734.
12. Hsi, L. C. and S. C. Chang. 1960. Soils and soil fertility of Taiwan, Report on soils and fertilizer uses in Taiwan, R. O. C. JCRR Plant Industry Series No. 20.
13. Hunter, A. H. and P. E. Pratt. 1957. Extraction of potassium from soils by sulfuric acid. SSSAP 21:595-598.
14. Ishizuka, Y. 1967. Nutrient uptake at different stages of growth In 'The mineral nutrition of the rice plant'. IRRI, Los Banos, Philippines.
15. Kansal, B. D. and G. S. Sekhon. 1976. Influence of amount of clay and nature of clay minerals on potassium availability. Potassium in soils, crops and fertilizers. Bull. Indian Soc. Soil Sci. 10:78-95.
16. Kasai, Z. and K. Asada. 1967. Translocation of mineral nutrients and other substances within the rice plant In 'The mineral nutrition of the rice plant'. IRRI. Los Banos, Philippines.
17. Lin, C. F. 1978. The fertility of paddy soils in Taiwan. Tech. Bull. No. 41. FFTC, Taipei, Taiwan.
18. Murayama, N. 1967. The influence of mineral nutrition on the characteristics of plant organs. In 'The mineral nutrition of the rice plant'
19. Nemeth, K. 1979. The availability of nutrients in the soil as determined by electro-ultra-filtration (EUF). Advances in Agronomy, 31:155-188.
20. Oliveira, V., A. E. Ludwick, and M. T. Beatty. 1971. Potassium removed from some Southern Brazilian soils by exhaustive cropping and chemical extraction methods. SSSA P 35:763-767.
21. Sekhon, G. S. 1978. Potassium in soils and crops. Proceedings of a symposium published by Potash Res. Inst. of India, New Delhi (India).
22. Su, N. R. 1976. Potassium fertilization of rice, In 'The fertility of paddy soils and fertilizer application for rice'. FFTC, ASPAC, Taipei, Taiwan.
23. Tabatabai, M. A., and J. J. Haway. 1969. Potassium supplying power of Iowa soils at their "Minimal" levels of exchangeable potassium. SSSAP 33:105-109.
24. Tanaka, A., S. A. Navasero, C. V. Garcia, F. T. Parao, and E. Ramirez 1964. Growth habit of the rice plant in the tropics and its effect on nitrogen response. Tech. Bull. 3. IRRI, Los Banos, Philippines.
25. Tanaka, A., K. Kawano, and J. Yamaguchi 1966. Photosynthesis, respiration, and plant type of the tropical rice plant. Tech. Bull. 7. IRRI, Los Banos, Philippines.
26. Tanaka, A. and S. Yoshida. 1970. IRRI Tech. Bull. 10.
27. Tanaka, A. 1971. Ecology of rice in the tropics. Yokendo, Tokyo, Japan (In Japanese).
28. Wanasuric, S., S. K. De Datta. 1982. Rice yield in relation to eletro-ultra-filtration extractable soil potassium. Potash review, Subject 9, No. 4.

Potassium Response and Its Relation with Different Forms of Soil Potassium in Paddy

Tze-Shun Lee and Hwai-Gwo Wu[2]

Summary

To clarify the forms of soil potassium absorbed by the rice plant and their relation with the yield response of paddy rice, as well as to estimate the influence of soil non-exchangeable K content on the critical level of the more easily available sources of soil K for rice, a greenhouse experiment was conducted in the 1st crop, 1983. Ninteen soils including different soil groups with a wide range of potassium content were used. Three levels of fertilizer-K were applied, i. e., 0, 50, and 100 ppm, each with 4 replicates. N and K fertilizers were applied in sufficient amount. 3 kgs of soil were used in each pot. A total of 228 pots were arranged in the greenhouse in a randomized complete block design.

The results are summarized below.

1. Under the condition of this experiment, 50% of the potassium absorbed by the rice plant was supplied by the soil exchangeable K, and the other 50% by non-exchangeable K.
2. Percentage yield of straw (NP/NPK×100), potassium content of straw as well as potassium uptake by the rice plant were all signififantly correlated with available and exchangeable K but not with non-exchangeable K.
3. Percentage yield of grain was significantly correlated only with the non-exchangeable K. This fact indicated that potassium absorbed by the rice plant during its later growth stages might be mainly K released from non-exchangeable form.
4. Potassium extracted by EUF method were found to be all in the available form; its relationships with yield response, potassium content of rice straw and potassium uptake by the rice plant were almost the same as those of the exchangeable K or available K with the latters, though slightly inferior.
5. Therefore, potassium test for paddy soils should be based not only on available K, non-exchangeable K should also be considered when its content is low, e. g., lower than 260 ppm.
6. Though the correlation of percentage K_0 yield with the available K was not significant, application of the Cate-Nelson's discontinous model of evaluation on the data revealed the critical level of Mehlich available K to be around 70 ppm.
7. The critical K content of straw, at which the rice yield attained 98% of the maxima was about 1.0%.

1. Contribution No. 1199 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Soil Scientist and Assistant, respectively, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, R. O. C.

附表 1. 水稻種植前土壤有效鉀含量，水稻穀、藁產量及其含鉀量、水稻總吸收鉀量及鉀肥利用率。

Appendix Table 1. Soil available K at planting, rice yield and K content of harvested grain, straw, K uptake as well as K fertilizer efficiency

Soil No. & Treat.	Soil Avail. K		Grain Yield		K% in Grain	Straw Yield		K% in Straw	Total uptake mg K/pot	K fertil. efficiency*
	Level K	ppm	g/pot	$K_0/K_{max.}$ %		g/pot	$K_0/K_{max.}$ %			
2 K_0		47	31.41	109.6	0.52	31.58	82.7	0.48	315	
K_1			28.26		0.52	33.44		0.74	395	50
K_2			28.67		0.48	38.17		1.02	527	68
14 K_0	LOW	48	24.05	95.3	0.45	25.16	90.6	0.84	319	
K_1			25.23		0.46	27.40		1.08	412	59
K_2			25.05		0.44	27.78		1.32	477	50
18 K_0		49	22.84	87.5	0.44	29.51	98.0	0.92	372	
K_1			24.81		0.46	27.69		1.20	446	47
K_2			26.11		0.42	30.10		1.29	498	40
Average		48		97.5	0.47		90.4	0.99	418	52
1 K_0		60	31.49	105.6	0.47	38.19	87.9	0.71	419	
K_1			28.14		0.47	40.73		0.94	515	61
K_2			29.82		0.47	43.45		1.08	609	61
5 K_0		58	27.01	97.6	0.44	28.69	92.4	0.95	392	
K_1			27.48		0.43	31.05		1.22	497	67
K_2			27.67		0.44	29.18		1.49	557	53
7 K_0		94	29.57	98.6	0.46	29.99	96.3	1.12	472	
K_1			30.00		0.46	30.65		1.39	564	59
K_2			29.40		0.44	31.14		1.70	658	59
9 K_0	MEDIUM	69	24.59	88.3	0.45	27.86	88.2	0.78	328	
K_1			27.65		0.45	29.07		1.09	441	72
K_2			27.84		0.44	31.58		1.33	542	68
11 K_0		76	28.26	97.8	0.46	33.07	88.3	0.67	351	
K_1			28.90		0.44	36.66		0.84	435	54
K_2			28.47		0.44	37.46		1.12	545	62
13 K_0		64	24.98	82.6	0.47	29.90	93.3	0.58	290	
K_1			27.37		0.47	30.89		0.92	413	78
K_2			30.23		0.46	32.06		1.21	527	75
15 K_0		95	21.55	101.9	0.43	25.90	101.5	1.20	404	
K_1			21.15		0.40	23.76		1.43	425	13

續附表1.

Soil No. & Treat.	Soil Avail. K Level K	ppm	Grain Yield g/pot	Grain Yield $K_0/K_{max.}$ %	K% in Grain	Straw Yield g/pot	Straw Yield $K_0/K_{max.}$ %	K% in Straw	Total Uptake mg K/pot	K fertil. efficiency*
K_2			20.66		0.41	25.52		1.56	483	25
17 K_0		54	20.67	74.1	0.44	23.35	64.4	0.30	161	
K_1	MEDIUM		27.90		0.43	33.63		0.48	281	76
K_2			27.28		0.43	36.24		0.75	389	73
19 K_0		54	23.45	98.9	0.44	23.59	91.0	0.79	289	
K_1			23.70		0.45	25.55		1.11	391	65
K_2			23.36		0.43	25.91		1.48	483	62
Average		69		93.9	0.45		89.3	1.04	439	60
3 K_0		125	20.08	103.6	0.48	22.99	89.0	1.59	462	
K_1			19.27		0.47	25.83		1.64	515	34
K_2			19.39		0.46	23.74		1.90	540	25
4 K_0		153	30.83	95.7	0.49	37.81	98.2	1.43	692	
K_1			30.61		0.53	38.49		1.66	801	69
K_2			32.22		0.49	33.86		2.04	849	50
6 K_0		119	27.93	88.3	0.48	36.56	97.0	0.77	416	
K_1			30.58		0.48	37.08		1.08	547	83
K_2			31.63		0.49	37.71		1.22	615	63
8 K_0	HIGH	100	29.54	97.6	0.44	33.07	90.7	1.47	616	
K_1			29.07		0.47	36.47		1.53	695	50
K_2			30.27		0.45	33.74		1.78	737	39
10 K_0		156	33.78	95.1	0.45	44.82	99.2	1.49	820	
K_1			33.50		0.46	45.18		1.55	854	22
K_2			35.53		0.48	44.38		1.86	1,005	59
12 K_0		131	31.04	99.7	0.45	35.55	93.4	0.93	471	
K_1			31.14		0.44	37.17		1.17	572	64
K_2			30.89		0.44	38.08		1.35	650	57
16 K_0		216	25.70	95.4	0.44	30.09	99.0	1.77	646	
K_1			26.93		0.46	27.91		1.91	657	7
K_2			26.58		0.49	30.39		1.99	735	28
Average		143		96.5	0.47		95.2	1.53	662	46
Meam (Total)		91.6	27.43	95.4	0.46	32.23	91.6	1.22	517.8	53.9

*以 K_1 施入 157 mg K/pot; K_2 施入 314 mg K/pot 計算。

附表 2. 試驗前（括號外）後（括號內）土壤中不同形態鉀含量（Kppm）

Appendix Table 2. Soil potassium contents before (outside parenthesis) and after (inside parenthesis) cropping

Soil No.	Avail. K level	Available K			Exchangeable K			Non-exchangeable K		
		K_0	K_1	K_2	K_0	K_1	K_2	K_0	K_1	K_2
2		47(27)	(28)	(28)	56(34)	(32)	(35)	318(259)	(253)	(259)
14	LOW	48(35)	(34)	(37)	76(56)	(57)	(61)	378(296)	(304)	(300)
18		49(30)	(30)	(32)	74(44)	(46)	(47)	301(287)	(301)	(308)
Average		48(31)	(31)	(32)	69(45)	(45)	(48)	332(231)	(286)	(289)
1		60(34)	(43)	(34)	86(47)	(52)	(47)	454(349)	(352)	(377)
5		58(22)	(22)	(23)	63(24)	(24)	(28)	234(149)	(156)	(150)
7		94(28)	(29)	(33)	99(32)	(37)	(33)	283(198)	(201)	(202)
9		69(21)	(23)	(24)	80(21)	(31)	(33)	216(152)	(169)	(163)
11	MEDIUM	76(23)	(24)	(25)	94(36)	(39)	(37)	213(141)	(138)	(148)
13		64(15)	(15)	(18)	84(23)	(24)	(26)	181(130)	(127)	(129)
15		95(34)	(37)	(41)	106(44)	(49)	(51)	318(236)	(240)	(249)
17		54(25)	(22)	(20)	70(29)	(29)	(28)	65(66)	(61)	(55)
19		54(15)	(19)	(18)	58(21)	(22)	(23)	117(109)	(120)	(111)
Average		69(24)	(26)	(27)	82(31)	(34)	(34)	231(170)	(174)	(176)
3		125(43)	(45)	(58)	123(43)	(47)	(62)	320(251)	(246)	(276)
4		153(18)	(19)	(23)	166(24)	(19)	(24)	192(92)	(104)	(112)
6		119(14)	(14)	(18)	118(20)	(23)	(28)	234(156)	(166)	(166)
8	HIGH	100(39)	(38)	(34)	123(39)	(38)	(44)	543(416)	(423)	(433)
10		128(20)	(22)	(22)	175(29)	(28)	(32)	350(188)	(196)	(190)
12		131(22)	(24)	(23)	144(34)	(35)	(36)	151(106)	(106)	(103)
16		216(30)	(55)	(71)	225(40)	(59)	(71)	203(129)	(130)	(148)
Average		282(27)	(31)	(36)	153(33)	(36)	(42)	285(191)	(196)	(204)

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）34(1)：064～070 (1985)

稻草分解促進土壤固氮活性及稻草分解菌與固氮菌共生之研究[1]

簡宣裕　林錫錦[2]

摘要：本試驗在探討固氮菌及纖維分解菌於稻草分解過程中是否有共生現象及稻草施入土中對固氮微生物固氮能力之影響。由試驗分離出3種固氮菌，9種纖維分解菌。試驗結果得知9種纖維分解菌不具固氮能力，但能產生甲烷。固氮菌中有一株於無氮培養基中之固氮活性可達 670 n mole N_2 fixed/hr/20 cc. liquid culture medium，其餘二株固氮能力微弱。固氮菌接種於纖維素中，不具固氮能力，但是接種於稻草中則有少量固氮現象，若將纖維分解菌與固氮菌同時接種於稻草及纖維素中，則固氮菌之固氮活性，纖維分解菌之甲烷生成量皆有顯著增加的趨勢，顯示纖維分解菌與固氮菌於稻草分解過程中營共生互利的現象。旱田及水田中稻草的固氮活性分別爲稻草附近土壤的10倍及 100倍以上，顯示稻草埋入土中經纖維分解菌分解後產生可供固氮微生物利用的養分擴散範圍不大，而集中於分解中稻草上。土壤水分含量20%及溫度 10°C 可視爲固氮菌繁殖之臨界條件，低於此則田間土壤固氮活性很小。

水稻爲本省主要作物，每年稻草產量接近三百萬噸，少數提供造紙及洋菇堆肥材料，多數焚燒於田中。焚燒造成環境染汚，而且道路兩旁焚燒稻草易因煙霧造成車輛肇事，若能儘量埋入田間，可由纖維分解菌分解稻草釋放出養分，一方面可供給作物生長（1），另一方面供應固氮菌活動能源進行固氮，累積氮肥於土壤中，以供作物利用。針對此目的乃進行下列試驗：1.稻草施於土中，對固氮微生物固氮能力之影響。2.稻草纖維分解菌及固氮菌之分離培養，探討稻草纖維分解菌與固氮菌是否有共生現象。

材料與方法

一、稻草掩埋於土中，對於微生物固氮能力之影響：

1.水田與旱田之固氮活性比較：

分別在本所21號水田及16號旱田（土壤性質相似）進行，將11kg之稻草條埋入 30m² 範圍內（埋入土中5cm），於不同時間後採取稻草，稻草附近2cm內之土壤及遠離稻草處之土壤樣本，各採二重複，以乙炔還原法測定固氮活性。

2.溫度及水分對固氮活性的影響：

將風乾過篩30g之水田土或旱田土及0.5g乾稻草放入50ml之三角瓶中，於不同水分含量及溫度下孵育，水分分4級：10%、20%、30%（接近飽和）、40%（浸水）。溫度亦分 4 級：10°C、20°C、30°C、40°C，共16處理，每處理採二重複。定期取樣測定固氮活性。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1200 號。

2.本所農化系助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

二、探討固氮菌與纖維分解菌是否有共生現象：

1.稻草纖維分解菌及固氮菌之分離培養：

分解中之稻草採樣在實驗室中，利用乙炔還原法先測定是否有固氮能力，將有固氮能力之稻草留下進行菌之分離純化。

（1）稻草纖維分解菌之分離純化：將分解中稻草置於 Dubo's salt 液體培養基中加强培養，經幾次繁殖後，纖維分解菌加入無菌水稀釋，於 PDA 固體培養基上劃線分離純化單一菌種。

（2）固氮菌之分離純化：將分解中具有固氮活性之稻草加入無菌水稀釋成懸浮液，然後將此懸浮液於無氮固體培養基劃線分離出純菌。

2.固氮菌與纖維分解菌共生現象之探討：

（1）固菌氮、纖維分解菌於無氮培養基中之固氮活性及甲烷生成量之測定：純化的固氮菌、纖維分解菌接種於 50ml 之三角瓶，內含 20cc. 無氮液體培養基，採二重複，經 24小時 30°C培養後用乙炔還原法測定固氮活性及利用氣體色層分析儀（Gas Chromatography）測定甲烷生成量。

（2）固氮菌、纖維分解菌於纖維素、稻草中固氮活性及甲烷生成量之測定：
將純化之固氮菌、纖維分解菌分別接種於內含 1g 纖維素、稻草之 50ml 三角瓶中，用液體基本培養基調水分至60%，經 6 星期後，測定固氮活性及甲烷生成量。

（3）固氮菌、纖維分解菌同時於纖維素、稻草中固氮活性及甲烷生成量之測定：
純化之纖維分解菌、固氮菌，一一混合後分別接種於含纖維素、稻草（1g）之 50ml 三角瓶中，經 6 星期後測定其固氮活性及甲烷生成量。

結果與討論

一、水田旱田之固氮活性：

試驗期間之田間土壤溫度，上午08：30—09：00爲 27—32°C下午04：30—05：00爲29—38°C。土壤水分含量旱田土爲15—20%，水田土爲30—35%。埋於旱田土之稻草水分含量爲30—54%，水田土中之稻草水分含量爲49—59%。試驗結果由表 1 可得知旱田土無固氮活性。稻草附近之旱田土除了在第五星期取樣時有 0.13 n mole N_2 fixed/g dried soil/hr 外，其餘時間取樣沒有固

表1. 稻草埋入土中（5cm）對土壤固氮活性之影響

（n mole N_2 fixed/g dried soil or straw/hr）

稻草埋入後之星期	旱田土	稻草附近之旱田土	旱田中之稻草	水田土	稻草附近之水田土	水田中之稻草
2	0	0	2.30	0	0	53
3	0	0	0	0	0	320
4	0	0	0	0	0	84
5	0	0.13	2.00	0.18	0.16	250
6	0	0	15	0.13	0.45	200
7	0	0	0	0.14	0.21	310
8	0	0	0	0.10	0.46	360

氮活性。水田土及稻草附近之水田土從第 2 星期至第 4 星期亦無固氮活性，從第 5 星期起其固氮活性大小分別爲0.10—0.18 n mole N_2 fixed/g dried soil/hr 及 0.16—0.46 n mole N_2 fixed/g dried soil/hr。旱田中稻草於第 2 、 5 星期及第 6 星期取樣時有 2.00—15 n mole N_2 fixed/g dried straw/hr 之固氮活性，當時稻草水分含量爲 49—54%，而其他時間稻草水分含量介於 30—50 %，水田中稻草於第 2 星期至第 8 星期取樣時有 53—360 n mole N_2 fixed/g dried straw/hr 之固氮活性，由此可知稻草之水分含量對於固氮細菌之繁殖及固氮活性影響很大。由本試驗結果可估算出田間每公頃埋入 1 噸稻草可促進土壤固定空中氮素量，每日最高量於水田可達0.24公斤旱田爲0.01公斤。又由表 1 可發現旱田中稻草及水田中稻草的固氮活性可分別爲稻草附近土壤的10倍及 100倍以上，此表示稻草埋入土中經纖維分解菌分解後產生可供微生物利用之養分（1 、 3 、 5 、 6）擴散範圍不大，而集中於分解中之稻草上，供固氮菌及其他微生物利用。由旱田中稻草及水田中稻草之固氮活性差異可顯示出分解中之稻草固氮活性受到附近土壤通氣影響甚大（5 、 6 、 7），稻草分解後之固氮活性在水田厭氣情況下高於通氣較好的旱田，厭氣性固氮菌之族羣及其固氮活性大於好氣性固氮菌者。

二、溫度與土壤水分含量對固氮活性的影響：

由表 2 、表 3 可知溫度於 30°C 最適宜固氮菌之繁衍及固氮（2 、 4），其次爲 40°C，再次爲 20°C 而 10°C時固氮活性幾乎停止，而只有在厭氣性環境（土壤接近飽和及浸水）下有微弱固氮活性，土壤水分低於20%，整個瓶內之固氮活性受到很大限制，此與田間試驗結果相似，顯示出土壤水分含量少於20%，溫度低於10°C時有抑制固氮菌繁殖及固氮活性的現象。又由表 2 表 3 發現稻草埋入水田土，在瓶內之固氮活性優於稻草埋入旱田土，此與田間試驗結果相同。

表2. 稻草埋入土中於不同溫度、水分經 2 星期後之固氮活性

(n mole N_2 fixed/flask/hr)

溫度		無稻草土壤水含分量				埋入稻草土壤水分含量			
		10%	20%	30%	40%	10%	20%	30%	40%
水田土	10°C	0	0	0	0	0	0	0.09	0.06
	20°C	0	0	0	0.11	0	0.15	0.44	1.00
	30°C	0	0	0.07	0.18	0.81	9.10	160	150
	40°C	0.16	0.19	0.24	0.35	0.16	2.20	8.00	4.80
旱田土	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0.26
	20°C	0	0	0.08	0.07	0	0	0.40	0.63
	30°C	0	0	0.16	0.61	0	0.39	14	10
	40°C	0	0	0.37	0.56	0.32	0.49	0.49	0.53

表3. 稻草埋入土中於不同溫度、水分經4星期後之固氮活性
(n mole N_2 fixed/flask/hr)

溫度		無稻草土壤水分含量				埋入稻草土壤水分含量			
		10%	20%	30%	40%	10%	20%	30%	40%
水田土	10°C	0	0	0	0	0	0	0.10	0.07
	20°C	0	0	0	0	0	0	0	0.28
	30°C	0	0	0.74	0.75	0.65	1.70	15	23
	40°C	0	0.21	0.11	0.66	0	0	0.94	8.80
旱田土	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0.09
	20°C	0	0	0	0.02	0	0	0	1.50
	30°C	0	0	0.18	0.76	0	1.20	4.50	4.00
	40°C	0	0	0	0.29	0	0	0.88	2.50

三、固氮菌與纖維分解菌於無氮培養基中之固氮活性及甲烷生成量：

本試驗中由分解中之稻草分離純化出3種固氮菌9種纖維分解菌，由表4得知9種纖維分解菌不具有固氮活性，3種固氮菌於液體無氮培養基中有一株固氮活性可達670 n mole N_2 fixed/flask/hr，其餘二株固氮分別只有3.1、7.2 n mole N_2 fixed/flask/hr 微弱的固氮現象。9種纖維分解菌與3種固氮菌於無氮培養基中皆不生成甲烷，此表示3種固氮菌於生長代謝過程中不產生出甲烷，9種纖維分解菌雖可由培養基取得碳源，但因本身不具固氮活性，又沒有氮源供給新陳代謝

表4. 固氮菌及纖維分解菌於無氮培養基中之固氮活性及甲烷生成量

菌種	固氮活性 n mole N_2 fixed/flask/hr	甲烷生成量 n mole CH_4 produced/flask/hr
C_1	0	0
C_2	0	0
C_3	0	0
C_4	0	0
C_5	0	0
C_6	0	0
C_7	0	0
C_8	0	0
C_9	0	0
N_1	3.1	0
N_2	670	0
N_3	7.2	0

每50ml三角瓶含20ml無氮培養基，C_1—C_9, N_1—N_3分別代表分離純化之9種纖維分解菌及3種固氮菌。

所需，故無法生長，釋放出其他氣體出來。

四、固氮菌與纖維分解菌於纖維素、稻草中之固氮活性及甲烷生成量：

由表 5 得知純化所得固氮菌於稻草中有微弱固氮活性，由0.02至0.12 n mole N_2 fixed/g dried straw/hr，而於纖維素基質中則沒有固氮現象，此表示稻草本身即含有少量能被固氮菌利用之物質，而纖維素不能直接當做碳源供給固氮菌生長利用，纖維分解菌於稻草或纖維素基質分別有 0.55 n mole CH_4 produced/g dried straw/hr及 0.30 n mole CH_4 produced/g dried cellulose/hr 之甲烷生成。

表5. 固氮菌、纖維分解菌於稻草、纖維素中之固氮活性及甲烷生成量

菌種	稻草基質					纖維素基質				
	9C	3N	N_1	N_2	N_3	9C	3N	N_1	N_2	N_3
固氮活性	0	0.10	0.03	0.12	0.02	0	0	0	0	0
甲烷生成量	0.55	0	0	0	0	0.30	0	0	0	0

9C, 3N 分別代表分離出之 9 種纖維分解菌混合及 3 種固氮菌混合。固氮活性單位：n mole N_2 fixed/g dried straw/hr。甲烷生成量單位：n mole CH_4 produced/g dried straw or cellulose/hr。

由表 5 表 6 表 7 可發現固氮菌之固氮活性及纖維分解菌之甲烷產生量，接種於稻草基質時優於纖維素中。將表 5 表 6 表 7 相互比較結果時又可發現當固氮菌與纖維分解菌單獨接種於稻草或纖維素時固氮菌之固氮活性很微弱或不存在 (0—0.12 n mole N_2 fixed/g dried straw/hr)，纖維分解菌之甲烷生成量較少 (0.30—0.55 n mole CH_4 produced/g dried straw or cellulose/hr)，當固氮菌及纖維分解菌同時接種於稻草或纖維素中，則固氮活性、甲烷生成量有增加的現象(固氮活性爲2.3—86 n mole N_2fixed/g dried straw/hr，甲烷生成量可達5.50 n mole CH_4 produced/g dried straw/hr) 此表示於稻草分解過程中固氮菌與纖維分解菌有互利共生時期存在。若將表 1 和表 6 比較，可發覺將純化之菌相互混合接種於單位乾重之稻草中，其固氮活性遠小於將單位乾重稻草埋入土壤中時，其原因可能是稻草分解過程中牽涉許多種纖維分解菌及固氮菌，土壤中含有各類微生物可以來完成此項工作，而人工純化所得之菌只有土壤中之一部份而已。

表6. 固氮菌、纖維分解菌共同接種於稻草基質之固氮活性及甲烷生成量

固氮菌 \ 纖維分解菌	固氮活性 n mole N_2 fixed/g dried straw/hr									甲烷生成量 n mole CH_4 produced/g dried straw/hr								
	C^1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
N_1	6.9	4.3	3.3	7.6	4.8	7.5	3.8	7.5	5.4	470	110	145	255	180	195	125	120	130
N_2	30	15	15	15	7.6	57	15	23	86	170	140	65	50	60	20	37	0	4.5
N_3	2.3	3.4	8.5	13	3.4	5.7	13	4.5	19	160	155	185	140	165	550	290	6.5	145

表7. 固氮菌、纖維分解菌共同接種於纖維素基質之固氮活性及甲烷生成量

固氮菌 \ 纖維分解菌	固氮活性 n mole N_2 fixed/g dried cellulose/hr									甲烷生成量 n mole CH_4 produced/g dried cellulose/hr								
	C^1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C^1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
N_1	3.7	0	0	3.1	0	0	4.5	0	0	0	0	0	210	0	245	205	0	215
N_2	5.0	0	8.5	9.2	0	12	0	0	0	0	0	220	155	0	0	95	0	0
N_3	2.3	3.4	8.5	13	3.4	5.7	13	4.5	19	160	155	185	140	165	550	290	6.5	145

參考文獻

1. Castellanos J. Z., P. F. Pratt. 1981. Mineralization of mannure nitrogen correlation with laboratory index. S. S. S. A. J. 45 : 354-357.
2. Ezedinma, F. C. C., N. N. Agbin and S. S. C. Dnyekwel. 1979. The contribution of symbiotic nitrogen-fixation to the nitrogen economy of natural ecosystems. Plant and Soil 51 : 503-513.
3. Giallo J., Gandin C., J. P. Belaich. 1983. Metabolism of glucose and cellobiose by cellulolytic mesophilic clostridium sp. Appl. Environ. Microbiol. 45(3) : 843-849.
4. Lee, K. K. T. Castro, and T. Yoshida. 1977. N_2-fixation throughout growth and varietal differences in N_2-fixation by the rhizosphere of rice planted in pots. Plant and Soil. 48 : 613-619.
5. Norris J. R.. D. W. Ribbons. 1970. Methods in Microbiology. Vol 3A : 93-133.
6. Smith J. H., C. L. Douglas. 1971. Wheat decomposition in the field. S. S. S. A. P. 35 : 269-272.
7. Tisdale, S. L., W. L. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizers. Third edition. Page : 129-131.
8. Watanabe I., K. K. Lee, B. V. Alrinagno . 1977. Biological N_2-fixation in paddy field by in situ acetylene-reduction assays. IRRI . Research Papers Seires.
9. William D. P. Stewart. 1966. Nitrogen fixation in plants. Lecturer in botany at Westfield College, University of London. Page : 1-137.
10. Yoshida, T. and R. R. Ancajas. 1971. N_2-fixation by bacteria in the root zone of rice. Soil. Sci Soc. Am. Proc. 35 : 156-157.

Study on the Symbiotic Relationship between Cellulolytic and Nitrogen-Fixing Microorganisms[1]

S. Y. Jean and C. J. Lin[2]

Summary

The purposes of these experiments were to investigate if there is any symbiotic relationship between cellulolytic and nitrogen-fixing microorganisms and the effect of rice straw buried in soil on the nitrogen-fixing activity of soil systems. Three strains of nitrogen-fixing microorganism which could not produce methane gas and nine strains of cellulose-decomposing microorganism which could not fix nitrogen, but could produce methane gas were isolated and purified from the decaying rice straw.

The results indicated that symbiotic relationship existed between the isolated cellulolytic and nitrogen-fixing microorganisms. The nitrogenase activity of soil systems and the activity of cellulolytic microorganisms were increased when rice straw buried in soils. The nitrogenase activity of decaying rice straw was 10 folds and 100 folds of the soil next to and far from the decaying rice straw, respectively. This indicated that the nitrogenase activity of soil systems were concentrated on the decaying rice straw. When the soil water content lower than 20% and soil temperature below 10°C inhibited the propagation of nitrogen-fixing microorganisms and their nitrogenase activity. The nitrogenase activity of paddy soil was greater than that of the upland soil.

1. Contribution No. 1200 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agricultural Chemist and Senior Soil Microbiologist of the Dept. of Agri. Chem., respectively. Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-Feng, Taichung 431, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34 (1)：071～078 (1985)

水稻葉稻熱病預測 Ⅱ.氣象變數、分生胞子數與病斑數進展之關係[1]

蔡 武 雄[2] 蘇 鴻 基[3]

摘要：利用逐步迴歸分析氣象變數、分生胞子數與水稻臺南5號及臺農67號葉稻熱病之關係，建立十個預測方程式，以預測葉稻熱病S型病斑數之進展。這些預測方程式係將不同年度之氣象變數、分生胞子數及發病資料綜合分析而得到的，若將不同年度之資料個別分析時則未能得到較佳之預測方程式。綜合分析第一組氣象變數所得之預測方程式所包含之變數有最低氣溫、平均氣溫、最低相對濕度、相對濕度大於90%以上之小時數，雨量及分生胞子數等六個變數。由第二組氣象變數所得之預測方程式所包含之變數有氣溫 15.1—18.0°C, 18.1—21.0°C, 21.1—24.0°C, 24.1—27.0°C 之小時數，相對濕度75.1—85.0%，85.1—90.0%之小時數，雨量及分生胞子數等八個變數。在十個預測方程式有五個方程式包含3個變數，四個方程式包含4個變數，僅一個方程式包含5個變數。預測方程式之決定係數均達極顯著，同時不同之預測方程式預測不同年度之預測值時，均與實測值甚爲接近，故預測方程式具有可靠性。

利用相關和複迴歸分析，探討本省中部的氣象條件，分生胞子數與田間稻熱病病勢進展的關係，顯示水稻葉片病斑面積率與病斑出現後日期及累積胞子數之間有極高的相關[4]。另外 Kiyosawa[8] 亦利用分生胞子數來預測稻熱病之病斑數；$y=y_0e^{rt}$（y爲病斑數，y_0 爲感染初期之胞子數，r爲增加率，t爲時間）。在小麥銹病方面，Eversmeyer等[5]分析24個冬小麥及16個春小斑地區之氣象及生物因子，以預測小麥赤銹病（*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*）之被害度，其生物因子即是胞子數，同時，其分析結果顯示不同地點之資料綜合分析比個別分析時，自變數在預測方程式中更能解釋變異的程度。而後 Eversmeyer等（1973）[6]再利用逐步迴歸分析氣象因子及生物因子與小麥桿銹病（*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*）之關係，以預測7、14、21及30天後之被害度。故可利用胞子數於不同病害之預測。

在本省有關稻熱病之預測有利用逐步迴歸分析二、三、四月各旬之平均氣溫、最高氣溫平均、最低氣溫平均、氣溫較差、濕度、降雨量、蒸發量、日照時數、降雨日數、平均氣溫在 22—25°C 之累計日數、離效溫差累計值與五月發病程度之關係，建立迴歸方程式（黃等，1979）[2]。而有關本報告之相關資料水稻葉稻熱病預測已發表[3]，不過前篇報告僅討論氣象變數與病斑數進展之關係，而本報告再討論氣象變數、胞子數與病斑數進展之關係，建立預測方程式，以預測葉稻熱病之發生。

材料與方法

試驗田設在臺南縣白河鎮。試驗田分爲四小區，成田字形，每小區長8公尺，寬6公尺。供試水

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1201 號。本文爲第一作者博士論文之一部分。承行政院農業重點研究計畫補助，並承農發會技正邱人璋博士指導。試驗資料利用中央研究院資訊研究所之電腦分析，並承植物研究所鄔宏潘博士指導，特此誌謝。

2.本所嘉義分所副研究員。臺灣省 嘉義市。

3.國立臺灣大學植物病蟲害學研究所教授。臺北市。

稻品種從1976年到1978年種植臺南5號及嘉農秈8號，同一品種分別種在對角之小區。1979年以後又增加臺農67號及臺中秈3號，四個品種中臺南5號及臺農67號分別種在對角之小區，而嘉農秈8號及臺中秈3號亦分別種在其餘兩對角之小區。水稻行株距爲22.5公分×22.5公分。施肥量每期作氮肥每公頃120公斤，分爲基肥，兩次追肥及穗肥分施之。磷肥每公頃 60公斤，基肥使用。鉀肥每公頃90公斤，分基肥及兩次追肥分施之。在試驗田中央設置 Kramer-collins 胞子採集器，每天採集24小時，每15分鐘採集一次，故每小時共採集四次，每次90秒鐘，其吸氣量每分鐘爲20公升，胞子採集器吸氣口離地面80公分高。除外，並設置自記溫濕度計、露水計及雨量計等氣象儀器以記載氣象資料[3]。

葉稻熱病發生以後，每小區隨機固定調查20叢水稻每一叢水稻一主分蘖上之R、M及 S型病斑數[3]。R型病斑爲小病斑，褐色至黑褐色。M 型病斑爲圓形或橢圓形，中央灰綠色，邊緣褐色。S 型病斑爲典型病斑，紡錘形或長條形，中間爲灰白色。發病調查從稻熱病發生時開始調查，每三天調查一次，每期作以調查十三次（N＝13）之資料供迴歸分析之用。迴歸分析時以每次調查日期前七天、六天、五天、四天、三天及二天前之氣象累積及分生胞子累積數爲自變數（Independent variables），而以所調查20叢之R、M及S型平均病斑數爲依變數（Dependent variables）。自變數分爲兩組，第一組爲最高氣溫（X_5），最低氣溫（X_6），平均氣溫（X_7），氣溫在21—24°C之小時數（X_8），最高相對濕度（X_9），最低相對濕度（X_{10}），平均相對濕度（X_{11}），相對濕度在 90%以上之小時數（X_{12}），露水時間（X_{13}），雨量（X_{14}）及分生胞子數（X_{15}）等十一個變數。第二組變數爲氣溫在 15.1—18.0°C之小時數（X_5），18.1—21.0°C之小時數（X_6），21.1—24.0°C 之小時數（X_7），24.1—27.0°C之小時數（X_8），相對濕度 75.1—85.0%之小時數(X_9)，85.1—90.0%%之小時數（X_{10}），90.1—95.0%之小時數（X_{11}），95.0%以上之小時數（X_{12}），露水時間(X_{13})，雨量（X_{14}）及分生胞子數（X_{15}）等十一個變數。

資料分析所用之電腦爲中央研究院資訊研究所之PDP-11型電腦。分析所使用之電腦程式爲BMD P2R[1]，供迴歸分析用之資料爲臺南5號從1976年到1982年等七年之發病資料及臺農67號從1979年到1982年等四年之發病資料。資料分析時先將不同年度之資料個別分析，然後再將不同年度之資料綜合分析。供迴歸分析之分生胞子數及氣象資料則從1976年到1982年等七年之資料。分生胞子數先經平方根轉換以後再進行迴歸分析。

分析後所得到之迴歸方程式，先選出R^2（決定係數）達顯著水準之方程式，然後再將不同年度之不同累積日數之氣象資料及分生胞子數之年平均值代入迴歸方程式而得到預測值，並比較預測值與實測值，當預測值與實測值甚爲接近時，則認爲是可適用之方程式。

結　　果

利用第一組氣象變數爲自變數所得到預測S型病斑數之方程式(表1)有5個，其中預測臺農67號者有3個，臺南5號者有2個。預測臺農67號之方程式中之自變數分別爲7天、4天及3天之累積，預測臺南5號之方程式中之自變數分別爲4天及3天之累積。預測臺農67號之方程式所包含之自變數爲最低氣溫、平均氣溫、最低相對濕度、相對濕度90%以上之小時數以及分生胞子數。預測臺南5號之方程式所包含之自變數爲最低氣溫、相對濕度90%以上之小時數、雨量及分生胞子數。臺農67號預測方程式之決定係數分別爲0.3019，0.4172及0.3748，均達極顯著。臺南5號預測方程式之決定係數分別爲0.3426及0.4423，亦均達極顯著。利用第二組氣象變數爲自變數所得之預測方程式亦爲5個，其中預測臺農67號者有3個，分別爲5天，4天及3天之氣象變數及分生胞子數之累積。而預測臺南5號之方程式有2個，分別爲5天及2天之氣象變數及分生胞子數之累積。預測臺農67號之方程式其自變數包括氣溫 15.1—18.0°C, 18.1—21.0°C及21.1—24.0°C之小時數，相對濕度 75.1—85.0%及85.1—90.0%之小時數，雨量及分生胞子數。預測臺南5號之方程式其自變數包括氣溫 18.1—21.0°C及24.1—27.0°C之小時數，相對濕度75.1—85.0%之小時數，雨量及分生胞子數。臺農 67 號之預測方

表1. 利用逐步迴歸法綜合分析第一組氣象變數所得之預測方程式

Table 1. Predicting equations obtained from the first group of meteorological variables combined by stepwise regression

代號 No.	氣象變數累積日數 Days of meteorological variables accumulated	預測方程式[1] Predicting equation[1]	水稻品種 Rice cultivar	決定係數 (R^2) Coefficient of determination
1	7	$Y=-22.299+0.067X_7+0.035X_{10}+0.088X_{15}$	臺農67號	0.3019**
2	4	$Y=-6.136+0.126X_6+0.136X_{14}+0.179X_{15}$	臺南5號	0.3426**
3	4	$Y=-10.053+0.141X_6+0.092X_{12}+0.131X_{15}$	臺農67號	0.4172**
4	3	$Y=-10.538+0.179X_6+0.124X_{12}+0.254X_{15}$	臺南5號	0.4423**
5	3	$Y=-7.992+0.163X_6+0.096X_{12}+0.148X_{15}$	臺農67號	0.3748**

[1] Y=S lesion number
X_6=Minimum temperature
X_7=Average temperature
X_{10}=Minimum RH
X_{12}=Hours of RH over 90%
X_{14}=Quantity of rainfall
X_{15}=Conidial number
**Significant at 1% level

程式其決定係數各爲0.4119，0.6014及0.4988，均達極顯著。臺南5號之預測方程式其決定係數各爲0.3479及0.4606（表2）。當氣象變數及分生胞子數個別分析時未能得到較佳之預測方程式。將第一

表2. 利用逐步迴歸法綜合分析第二組氣象變數所得之預測方程式

Table 2. Predicting equations obtained from the second group of meteorological variables combined by stepwise regression

代號 No.	氣象變數累積日數 Days of meteorological variables accumulated	預測方程式[1] Predicting equation[1]	水稻品種 Rice cultivar	決定係數 (R^2) Coefficient of determination
6	5	$Y=9.255-0.092X_6-0.212X_9+0.133X_{14}+0.150X_{15}$	臺南5號	0.3479**
7	5	$Y=10.352-0.042X_5-0.107X_6-0.140X_9+0.096X_{15}$	臺農67號	0.4119**
8	4	$Y=8.024-0.168X_6+0.084X_7-0.131X_9-0.085X_{14}+0.0117X_{15}$	臺農67號	0.6014**
9	3	$Y=8.550-0.185X_6-0.193X_{10}-0.101X_{14}+0.151X_{15}$	臺農67號	0.4988**
10	2	$Y=1.344+0.368X_8-0.370X_9+0.267X_{14}+0.375X_{15}$	臺南5號	0.4606**

[1] Y=S lesion number
X_5=Hours of temperature 15.1—18.°C
X_6=Hours of temperature 18.1—21.0°C
X_7=Hours of temperature 21.1—24.0°C
X_8=Hours of temperature 24.1—227.0°C
X_9=Hours of RH 75.1—85.0%
X_{10}=Hours of RH 85.1—90.0%
X_{14}=Quantity of rainfall
X_{15}=Conidial number
**Significant at 1% level

組氣象變數及分生胞子數在不同累積日數下之年平均值（表 3）及第二組氣象變數與分生胞子數在不同累積日數下之年平均值（表 4）代入各預測方程式時得到不同年度 S 形病斑數之預測值，並與實測

表3. 第一組氣象變數及分生胞子數之年平均值

Table 3. Year average of the first group of meteorological variables and conidial numbers

變數累積日數 Days of variables accumulated	變數 Variable	年代 Year					
		1977	1978	1979	1980	1981	1982
7天	X_6[1)]	134.0	118.0	110.7	128.8	137.7	110.4
	X_7	164.9	148.7	139.9	161.9	168.8	143.8
	X_{10}	430.9	557.6	427.9	419.5	461.1	474.6
	X_{12}	85.1	129.0	60.1	46.4	66.9	105.1
	X_{14}	27.5	30.8	3.2	7.7	0.5	4.0
	X_{15}	7.9	30.4	24.1	4.0	10.1	3.8
4天	X_6	78.4	70.8	62.4	72.5	81.2	64.3
	X_7	96.0	86.4	79.4	91.6	81.2	82.6
	X_{10}	253.4	326.2	249.9	240.5	266.5	269.6
	X_{12}	48.2	74.7	34.3	29.0	39.9	57.9
	X_{14}	17.2	18.9	3.5	7.6	0.3	2.0
	X_{15}	6.7	25.7	20.0	3.0	7.8	3.6
3天	X_6	59.6	53.7	47.5	54.4	61.5	47.6
	X_7	72.9	65.5	60.5	69.0	74.7	62.2
	X_{10}	188.7	242.2	188.7	180.6	201.7	199.1
	X_{12}	35.1	55.2	26.0	22.6	30.0	41.4
	X_{14}	12.0	11.9	2.3	4.7	0.2	1.9
	X_{15}	5.9	22.3	17.7	2.6	6.8	3.2

[1)] X_6=Minimum temperature
X_7=Average temperature
X_{10}=Minimum RH
X_{12}=Hours of RH over 90%
X_{14}=Quantity of rainfall
X_{15}=Conidial number

表4.第二組氣象變數及分生胞子數之年平均值

Table 4. Year average of the second group of meteorogical variables and conidial numbers

變數累積日數 Days of variables accumulated	變數 Variable	年代 Year					
		1977	1978	1979	1980	1981	1982
5天	X_5[1]	13.2	20.5	42.8	20.4	7.4	28.9
	X_6	17.5	34.5	28.4	31.8	19.9	31.5
	X_7	27.1	27.6	16.2	27.9	37.0	19.5
	X_8	36.0	16.0	12.4	21.5	26.3	17.0
	X_9	18.1	11.7	24.6	17.5	16.6	16.2
	X_{10}	10.9	14.2	20.7	19.4	11.8	9.5
	X_{14}	17.0	20.9	3.4	6.6	0.3	3.7
	X_{15}	7.0	26.1	22.0	3.8	8.5	3.9
4天	X_5	10.9	15.4	33.1	16.3	4.1	24.8
	X_6	15.2	29.4	24.2	26.3	15.5	22.6
	X_7	22.3	22.8	11.7	22.1	30.6	15.9
	X_8	26.7	11.7	9.6	17.1	21.7	13.8
	X_9	14.0	9.0	21.0	14.7	13.9	13.5
	X_{10}	10.5	11.9	20.0	16.3	8.5	8.2
	X_{14}	17.2	18.9	3.5	8.4	0.3	2.0
	X_{15}	6.7	25.7	20.0	3.0	7.8	3.6
3天	X_5	7.9	10.5	23.8	11.6	2.0	18.1
	X_6	9.6	19.5	18.0	18.2	11.1	17.5
	X_7	15.5	16.9	10.1	17.5	24.3	12.3
	X_8	20.6	9.5	8.7	13.7	15.5	10.1
	X_9	10.8	7.2	13.2	10.6	10.4	9.4
	X_{10}	7.8	7.6	13.7	11.8	6.2	5.9
	X_{14}	12.0	11.2	2.3	4.7	0.2	2.3
	X_{15}	5.9	22.3	17.7	2.6	6.8	3.2
2天	X_5	4.9	6.0	15.4	7.3	1.2	11.9
	X_6	5.0	15.0	12.2	10.9	7.1	12.9
	X_7	9.1	11.4	7.7	11.3	15.8	8.6
	X_8	14.8	7.3	6.8	9.7	11.2	6.5
	X_9	7.4	4.6	8.2	7.1	7.0	6.5
	X_{10}	5.4	5.4	9.1	7.3	4.5	4.1
	X_{14}	5.6	6.6	0.9	1.9	0.1	2.3
	X_{15}	4.8	15.8	15.4	2.6	5.3	2.9

[1] X_5=Hours of temperature 15.1—18.0°C　　X_9=Hours of RH 75.1—85.0%

X_6=Hours of temperature 18.1—21.0°C　　X_{10}=Hours of RH 85.1—90.0%

X_7=Hours of temperature 21.1—24.0°C　　X_{14}=Quantity of rainfall

X_8=Hours of temperature 24.1—27.0°C　　X_{15}=Conidial number

值比較（表5）。由表5知預測不同年度之預測值與實測值甚爲接近，而臺農67號之預測值與實測值比臺南5號更爲接近。

表5. 各預測方程式不同年度S形病斑數之預測值與實測值之比較

Table 5. Comparison of predicted and observed values of S lesion number for various years from different predicting equations

代號 No.	品種 Cultivar	年代 Year											
		1977		1978		1979		1980		1981		1982	
		預測值 P.V.[1]	實測值 O.V.[2]	預測值 P. V.	實測值 O. V.	預測值 P. V.	實測值 O. V.	預測值 P. V.	實測值 O. V.	預測值 P. V.	實測值 O. V.	預測值 P. V.	實測值 O. V.
1	臺農67號					4.17	4.45	3.58	2.08	6.04	7.93	4.28	4.07
3	臺農67號					4.52	4.45	3.23	2.08	6.09	7.93	4.18	4.07
5	臺農67號					4.87	4.45	3.43	2.08	5.92	7.93	4.21	4.07
7	臺農67號					4.18	4.45	4.01	2.08	6.40	7.93	3.87	4.07
8	臺農67號					2.13	4.45	2.86	2.08	6.24	7.93	3.67	4.07
9	臺農67號					5.02	4.45	2.82	2.08	6.31	7.93	4.43	4.07
2	臺南5號	7.28	10.74	9.96	12.14	5.78	5.66	4.57	1.44	5.53	4.50	2.88	1.24
4	臺南5號	5.98	10.74	11.58	12.14	5.68	5.66	2.66	1.44	5.92	4.50	3.93	1.24
6	臺南5號	7.12	10.74	10.30	12.14	5.18	5.66	4.07	1.44	5.22	4.50	4.00	1.24
10	臺南5號	7.35	10.74	10.02	12.14	6.83	5.66	3.77	1.44	4.89	4.50	3.03	1.24

[1] P. V.=Predicted value

[2] O. V.=Observed value

討 論

由於胞子數被利用於病害的預測[5,6,7,8]，所以本報告除了利用氣象變數以外，再加上分生胞子數，以逐步迴歸分析，建立預測方程式。利用第一組氣象變數所得到預測臺農67號之方程式所包含之變數和前報告[3]相同者有最低氣溫，平均氣溫及相對濕度90%以上之小時數，而且對病斑數之影響成正相關。預測臺南5號之方程式所包含之變數和前報告[3]相同者有最低氣溫、相對濕度 90%以上之小時數及雨量，對病斑數之影響亦成正相關。利用第二組氣象變數所得到預測臺農67號之方程式所包含之變數和前報告[3]相同者有氣溫18.1—21.0°C 之小時數，相對濕度75.1—85.0%之小時數以及雨量，此等變數和病斑數成負相關關係。預測臺南5號之方程式所包含之變數和前報告[3]相同者有氣溫24.1—27.0°C之小時數及雨量，而和病斑數成正相關關係。故綜合觀之，影響臺農67號及臺南5號之病斑數最有關之氣象變數有最低氣溫、平均氣溫、氣溫18.1—21.0°C及24.1—27.0°C 之小時數，相對濕度75.1—85.0%及90%以上之小時數及雨量。當氣象變數、分生胞子數及發病資料個別分析時未能得到較佳之預測方程式。若收集資料之年代越多，則資料綜合分析以後，所得之預測方程式應包括所有年代之變異在內，則利用此法所得之方程式其實用性及準確性高，但資料個別分析時，因爲分生胞子數之變化甚大而影響方程式之準確性。分生胞子數變化大是因爲分生胞子之產胞及釋放已經先受氣象因子所影響。由第一組氣象變數所得到之預測方程式均含有3個變數，而由第二組氣象變數所得到之方程式除代號8含有5個變數以外，其餘均含有4個變數，所以仍符合 Kranz (1974)[9] 所謂多變值分析時2—4個變數即足於產生一個流行病的說法。例如在茶餅病利用 $r=33+0.3145x_1-0.03725x_1x_2$ 以預測3週後茶餅病之病斑數（r=100 枝條茶餅病之病斑數，x_1=單位體積之空氣中所含胞子數，x_2=平均每天日照）[7]，方程式只含有2個變數。預測方程式包含有分生胞子數時，

其決定係數（R^2）一般比不含分生胞子數[3]之方程式要大。由實測值與預測值之比較（表5），所有之預測方程式在不同年度其預測值與實測值均甚爲接近，故方程式在預測葉稻熱病S形病斑數應具有實用性。由於臺南5號在1980年及1982年發病輕，病斑數少，故預測臺南5號之方程式在1980年及1982年，其預測值均稍高於實測值。

參考文獻

1.王敏男。1979.BMDP～77. 應用程式手册。東華書局。317頁。

2.黃益田、游俊明、詹雲峰、黃提源。1979. 稻熱病流行學之研究Ⅱ.葉稻熱病發生預測程式之探索。新竹區農業改良場研究報告第37號。臺灣省新竹區農業改良場編印。31頁。

3.蔡武雄、蘇鴻基。1984.水稻葉稻熱病預測Ⅰ.氣象變數與病斑數進展。植保會刊26：171—180。

4.簡錦忠、蔡武雄、楊涌祚、劉清。1984.臺灣中部地區稻熱病流行學之研究。中華農業研究33：169—180。

6. Eversmeyer, M. G., and J. R. Burleigh. 1970. A method of predicting epidemic development of wheat leaf rust. Phytopathology 60 : 805-811.

6. Eversmeyer, M. G., J. R. Burleigh, and A. P. Roelfs. 1973. Equations for predicting wheat stem rust development. Phytopathology 63 : 348-351.

7. Kerr, A., and W. R. F. Rodrigo. 1967. Epidemiology of tea blister blight (*Exobasidium vexans*). III. Spore deposition and disease prediction. Trans. Brit. Mycol. Soc. 50 : 49-55.

8. Kiyosawa, S. 1972. Mathematical studies on the curve of disease increase-A technique for forecasting epidemic development. Ann. Phytopath. Soc. Japan 38 : 30-40.

9. Kranz, J. 1974. The role and scope of mathematical analysis and modeling in epidemiology. *In* Epidemic of Plant Diseases, ed. by J. Kranz, Springer-Verlag, Berlin, Heideberg, New York. 170p.

Prediction of Rice Leaf Blast II. The Relationships of Meteorological Variables, Conidial Numbers and the Development of the Number of Lesions[1]

W. H. Tsai[2] and H. J. Su[3]

Summary

The purpose of this study was to analyze the relationships among meteorological variables, conidial numbers, and leaf blast incidence of rice cultivars, Tainan 5 and Tainung 67. The data were analyzed by stepwise regression.

The results showed that ten predicting equations for predicting the development of the number of "S" lesions were derived when data from various years were combined for analysis. However, when data from various years were analzyed seperately, no agreeable equations could be obtained.

The independent variables included in the predicting equations obtained from the first group of meteorological variables combined together for analysis , were minimum temperature, average temperature, minimum RH, hours of RH over 90%, quantity of rainfall and conidial numbers. On the other hand, the independent variables in the equations derived from the second group of meteorological variables, were hours of temperature 15.1—18.0°C, 18.1—21.0°C, 21.1—24.0°C and 24.1—27.0°C, hours of RH 75.1—85.0 % and 85.1—90.0%, quantity of rainfall and conidial numbers. Among the total ten equations obtained; 5 equations included 3 variables, 4 equations included 4 variables and only one equation included 5 variables.

The coefficients of determination in the predicting equations showed significant at 1% level, and the predicted "S" lesion numbers closed to the observed "S" lesion numbers for various years from different predicting equations. Therefore, it indicated that the equations were reliable for predicting the development of "S" lesions of rice leaf blast.

1. Contribution No. 1201 from Taiwan Agricultural Research Institute. Portion of the Ph. D. thesis of the senior author at the National Taiwan University, Taipei , Taiwan, ROC.

2. Plant Pathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chia-yi, Taiwan, ROC.

3. Professor, Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei , Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）34(1)：079～086 (1985)

落花生黃麴毒素汚染與抗病篩選之研究[1]

蔡阿輝　葉忠川[2]

摘要：本試驗之目的，（一）瞭解病蟲危害與黃麴毒素汚染之關係，（二）探討利用紫外光快速檢定落花生受黃麴毒素汚染之可行性，（三）檢定本所現有的育種材料對黃麴菌之抵抗性。選定澎湖及崙背兩試區種植落花生，然後調查病蟲危害及黃麴菌汚染的情形，結果顯示澎湖試區黃麴菌汚染情形比崙背試區嚴重，大粒種比小粒種容易遭受病蟲危害，被害樣品比健全樣品容易遭受黃麴菌汚染。落花生及玉米種子人工接種 *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 及 *A. flavus* 菌株，培養7～21天後以波長 365nm 紫外光檢查，結果所有罹病玉米種子皆有黃綠色螢光，但所有落花生種子都沒有黃綠色螢光，因此紫外光檢定法不適於檢查落花生是否遭到黃麴毒素汚染。於實驗室內以落花生種子測定對黃麴菌抵抗性，將黃麴菌之胞子懸浮液(4.0×10^6個胞子／ml)接種於落花生種子表面，在 28°C 培養7天後計算發病百分率，小於或等於15%者爲抗病型，16～30%者爲中抗型，31～50%者爲感病型，大於50%者爲極感病型，共測定350個品種（系），結果顯示對*A. flavus* TARI 2903 菌株表現抗病型者有 GE 652 等16個，目前的栽培品種臺南選9號、臺南10號、臺農4號、澎湖2號均爲極感病型。

自1960年英國發生火鷄不明原因死亡疾病（Turkey "X" disease）後，黃麴毒素（aflatoxin 始被廣泛的研究，目前已經證實是一種極强的致癌物質[5,13]，許多研究報告顯示落花生極易遭受黃麴毒素汚染[2,3,4,9,11,16,21,22,24]，從收穫、運送、貯藏到加工製成商品的過程，落花生若沒有維持在安全含水量（10～13%）以下，一旦遇上高溫多濕及通風不良的環境，則很容易被黃麴菌感染，而產生黃麴毒素[1,11]。落花生收穫前（preharvest），外殼因病蟲危害所造成的傷口，是黃麴菌侵入的重要途徑，而成爲最初的汚染源[6,9,24]，栽培期間如缺乏灌溉、乾旱、連作及延遲收穫等都會加劇落花生被黃麴菌及黃麴毒素汚染[16,21,22]，據了解本省澎湖地區地下害蟲猖獗，所產的落花生被黃麴毒素汚染的情形也較爲嚴重，但嚴重到何種程度以及病蟲危害和黃麴毒素的汚染是否有關，則沒有明確的試驗報告。

由於落花生容易被黃麴毒素所汚染，而文獻中所列之防治方法如將落花生儘早收穫並儘速晒乾，保存在安全含水量以下並在低溫貯藏，塑膠袋裝密封並添加氮氣或二氧化碳等均有增加成本及技術上之困難，因此黃麴毒素的汚染仍無法避免[1]。被黃麴菌汚染的穀粒，在整批穀物中分佈並不均勻[26]，貯藏或加工前若能將這些已含有黃麴毒素的樣品剔除，則可以有效地減低汚染的程度，否則一經混合即會擴大汚染的範圍，但以往所使用的剔除方法頗費人力而且不能十分徹底，因此 Marsh 氏[15]等報告在棉花種子以及Shotwell 氏[25,26]等報告在玉米種子被黃麴毒素汚染後，以波長 365nm 紫外光照射可以觀察到黃綠色螢光若再配合人力或電腦的方法將有螢光之穀粒去除，則可除去大量的汚染。此方法能否應用於落花生種子上尚無定論。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1202 號。本試驗承農發會補助（72農建—4.1——產—212），高雄區農業改良場澎湖分場鄭介山先生等協助田間試驗及中央研究院曾聰徹博士提供對照菌株，謹此誌謝。

2.本所植病系助理及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

落花生不同的基因型（genotype）對黃麴菌抵抗性之差異國外已有報告，美國報告 P. I. 337409 及 P. I. 337394F 對黃麴菌 *A. flavus* 具有抵抗性[10,14,17,18]，印度也報告落花生品種 Junagadh 11可抵抗黃麴毒素之產生[1,20]。本省則尚無有關這方面之研究資料。

本試驗之目的，（一）瞭解病蟲危害與黃麴毒素汚染之關係，（二）探討以紫外光快速檢定落花生受黃麴毒素汚染之可行性，（三）檢定本所現有之種源（germplasm collection）或品系及本地種間對黃麴菌抵抗性之差異。

材料與方法

一、病原菌之分離及產毒能力之鑑定：

自落花生樣品上以黃麴菌鑑別培養基[7]（*Aspergillus* differential medium, ADM, 含 1.5% trypton；1.0 yeast extract；0.05% ferric citrate 及 1.5% agar）分離黃麴菌（*Asptergillus flavus* group fungi）。將各地收集所得的老舊落花生種子，以0.5%次氯酸鈉溶液表面消毒 1 分鐘，再以無菌蒸餾水漂洗 2 次，然後在無菌箱內將種子排列於鑑別性培養基(ADM) 平板上，經過 28°C 培養 3～4 天後挑取典型的黃麴菌菌落並在顯微鏡下檢查確定，最後移入 Czapek's agar medium 作純粹培養及保存備用。

產毒能力之鑑定係模仿 Mixon[19] 氏之方法，但稍經改良，將分離所得之黃麴菌菌株及對照菌株 *A. parasiticus* NRRL 2999 分別接種在玉米種子上，其接種方法爲取100粒健全之玉米種子（臺農351號）放入 300ml 之三角燒瓶中，先加入 150ml 含有 0.005%（V/V）展著劑（Tween-80）之無菌蒸餾水浸泡12分鐘使玉米種子濕潤後將水倒掉，再加入 100 ml之供試菌株的胞子懸浮液（濃度 4×10^6 胞子／ml，胞子取自 28°C 培養21天的 Czapek's agar斜面）並充分攪拌，然後將玉米種子取出平均放入 3 個直徑 9 公分之培養皿內，培養皿內預先放置一層濾紙（Whatman No. 1）並加入適量之無菌蒸餾水以保持濕潤狀態，最後將培養皿置於 28°C 黑暗培養，每隔 7 天取出一皿，將種子切成兩半在暗室以 365nm 波長之紫外光（UVGL-58, ULTRA-VIOLET PRODUCTS, INC.）檢查，若有黃綠色螢光即表示該菌株有產生黃麴毒素。

二、病蟲危害與黃麴毒素汚染之關係：

選擇澎湖及崙背兩個試區種植小粒種落花生臺南選 9 號、臺南10號、臺農 4 號、西班牙白及大粒種落花生澎湖 2 號，千葉中粒，Holland Sta. Runner, Virginia Runner 等 8 個品種(系)，試驗田採完全逢機設計三重複，並按照一般栽培方法管理，收穫乾燥後，在水龍頭下以流水將外殼所附帶之泥沙沖洗乾淨隨即風乾，然後以肉眼判別，將外殼有破損、傷口、褐變、變色、壞疽或病斑者撿出並視爲被害樣品，其餘視爲健全樣品。將這兩種樣品分別以尼龍網袋裝盛置於實驗室（室溫22～32°C）內，半年後以鑑別性培養基（ADM）分離種子上所汚染之黃麴菌。帶殼落花生先以0.5%次氯酸鈉溶液表面消毒 5 分鐘，然後在無菌箱內去掉外殼將種子排列於 ADM 平板上，經過 28°C 培養 3 天後記錄黃麴菌出現百分率，被害樣品因外殼已有病變並且種子表面已長有其他雜菌之菌絲構造，爲了避免該雜菌影響分離結果及操作方便起見，被害樣品先去殼後種子以 0.5%次氯酸鈉溶液表面消 1 分鐘，再以無菌蒸餾水漂洗 2 次，然後以無菌濾紙將種子表面水分吸乾後排列於 ADM 平板上，經過 28°C 培養 3 天後記錄黃麴菌出現百分率。健全樣品數量多，採完全逢機取樣，每次取樣 200 莢，試驗重複三次，被害樣品全數供作分離之用。

三、紫外光快速檢定方法可行性之探討：

以外觀完好的落花生種子（臺南選 9 號、臺南10號、臺農 4 號、澎湖 2 號）爲試驗材料並以玉米種子（臺南 5 號及臺農 351號）做爲對照，因爲已知玉米種子被黃麴毒素汚染後會產生螢光，將本試驗分離所得之菌株（*A. flavus*）及對照菌株 *A. parasiticus* NRRL 2999 分別接種在落花生及玉米種子上，依上述產毒能力鑑定法在 28°C 培養 1 至 3 週後，將種子切成兩半在暗室以 365nm 紫外光檢查，若種子內有黃綠色螢光即表示有黃麴毒素存在。

四、抗病篩選：

因爲本試驗分離所得之黃麴菌菌株均來自本地落花生種子而且經玉米種子測定結果均具產毒能力，所以只挑取一具代表性之菌株 *A. flavus* TARI 2903 做抗病測定之用。供試落花生品種（系）爲本所農藝系所提供，按一般栽培及管理方法採收乾燥後帶殼保存在冷藏庫(4°C)內備用。測定方法亦如前述仿 Mixon[19] 氏之種子篩選法，經過 28°C 培養7天後檢查種子被黃麴菌感染之百分率。並依 Patancheru 氏[20]所引用 Mehan 氏之方法判定其抵抗性，發病率小於或等於15%者爲 R—抵抗型（resistant）；16～30%者爲 MR— 中抗型（moderately resistant）；31～50%者爲 S—感病型（susceptible）；大於50%者爲 HS— 極感病型（highly susceptible）。

結果與討論

一、病原菌之分離及產毒能力：

分類學上之特徵，*Aspergillus parasiticus* 之分生胞子柄頂端膨大的囊胞（vesicle）上面僅著生瓶狀枝（phialide），然後在瓶狀枝上面著生分生胞子，但 *A. flavus* 之同一個囊胞（vesicle）上面有僅生有瓶狀枝者，同時也有先生小柄（sterigma），然後在小柄上再生瓶狀枝，於瓶狀枝上產生分生胞子者[23,27]。本試驗共分離得到20個黃麴菌菌株，在顯微鏡下檢查結果都屬於 *A. flavus*，其菌株代號分別爲 *A. flavus* TARI 506, 2602, 2604, 2605, 2608, 2610, 2702, 2703, 2704, 2705, 2711, 2712, 2801, 2805, 2812, 2901, 2903, 2904, 2906, 2909 等，而對照菌株 NRRL 2999 經檢查結果確定爲 *A. parasiticus*。

經以玉米種子做產毒能力鑑定結果，分離所得之 *A. flavus* 菌株及 *A. parasiticus* NRRL 2999 均產生黃綠色螢光，顯示它們都具有產生黃麴毒素之能力。

Davis 及 Diener 氏[8]指出過去在落花生上分離到者大部份爲 *A. parasiticus* 而玉米上者大部份爲 *A. flavus*，本試驗自落花生上分離所得到的菌株均爲 *A. flavus*，是否和本省氣候條件或微生物相有關有待研究。

除本文所利用之玉米種子測定法外，Hara 氏等[12]利用一種 aflatoxin-producing ability medium，會在該培養基產生藍色螢光者即表示該菌株具有產毒能力，但不在該培養基產生螢光者並不一定不會產生黃麴毒素而且培養基內某些成份之濃度及 pH 值改變也會影響螢光度之强弱，故本試驗未利用該方法加以測定。

二、病蟲危害與黃麴毒素汚染之關係：

表一爲澎湖及崙背試區所收穫之落花生被病蟲危害調查之結果，大粒種在澎湖及崙背之被害率分別爲24.9及21.8%，而小粒種分別爲16.4及15.9%，顯示大粒種比小粒種易受病蟲危害，而且無論是大粒種或小粒種，澎湖試區均比崙背試區之危害率爲高，唯大粒種差異較大，小粒種差異較小而已，而且發現澎湖試區被害樣品的種子受害程度較爲嚴重，普遍呈變色或壞死現象，而崙背試區者主要爲皺縮，發育不良。

表二爲被害及健全樣品在實驗室室溫存放半年後，再分離種子上汚染黃麴菌之百分率，結果顯示無論在澎湖試區或崙背試區被害樣品均比健全樣品容易受汚染，而且澎湖試區之樣品無論是被害或健全均比崙背試區樣品受汚染的百分率爲高，而且也顯示大粒種比小粒種易受汚染。

本試驗結果證實澎湖地區之落花生受病蟲危害之百分率較高，而且病蟲危害可增加貯藏期間受黃麴菌汚染之百分率，由於本試驗之結果顯示，大粒種比小粒種易受病蟲危害，也較爲感病，所以澎湖地區之落花生受黃麴毒素汚染之程度較高，可能與當地農民只種大粒種有關，另外由於澎湖地區缺乏灌溉，土地貧瘠，連作等很可能造成土壤中微生物相與本省者迥異，而且澎湖農民大都等到地上部完全枯乾時，才以挖掘法採收落花生，而本島農民一般都採用手拔法採收落花生，一些受害樣品很可能留在田間，無形中也減低了汚染源（source of inoculum）或最初感染源（primary inoculum）

表一：澎湖及崙背試區落花生病蟲危害百分率[a]

Table 1. Percentage of peanut pod damage by microorganisms and/or insects in Penghu and Luenpei plots

供試品種 (Variety tested)	危害百分率 (% of damage at)	
	澎湖 (Penghu)	崙背 (Luenpei)
大粒種 (Virginia-types)[b]	24.9	21.8
小粒種 (Spanish-types)[c]	16.4	15.9

[a] 澎湖試區：播種—72.4.21；收穫—72.8.2
(Penghu plot : sown-4.21, 1983, harvest-8.2, 1983)
崙背試區：播種—72.4.24；收穫—72.7.14 (大粒種)
72.7.5 (小粒種)
(Luenpei plot : sown-4.24, 1983, harvest-7.14, 1983 for virginia types, 7.5, 1983 for spanish types)

[b] 大粒種：澎湖2號，千葉中粒，Holland Sta. Runner, Virginia Runner (Virginia types : Penghu 2, Chien-yeh-chung-li, Holland Sta. Runner, Virginia Runner)

[c] 小粒種：臺南選9號，臺南10號，臺農4號，西班牙白
(Spanish-types : Tainan Selection 9, Tainan 10, Tainung 4, Spanish white).

表二：澎湖及崙背試區落花生在室溫貯藏半年後被麴菌感染之百分率[a]

Table 2. Percentage of contamination by *Aspergillus flavus* group fungi on damaged and healthy peanut seeds which were harvested from Penghu and Luenpei plots and then stored for 6 months in the lab. at room temperatures (22~32°C)

供試品種[b] (Variety tested)	污染百分率 (% of contamination)			
	澎湖 (Penghu)		崙背 (Luenpei)	
	被害樣品 (Diseased samples)	健全樣品 (Healthy samples)	被害樣品 (Diseased samples)	健全樣品 (Healthy samples)
大粒種 (Virginia types)	23.9	10.5	2.1	0.2
小粒種 (Spanish types)	21.9	2.4	2.2	0

[a] 試驗在選擇性培養基上進行，在 28°C 培養3天後記錄黃麴菌感染百分率，重復三次求其平均值
(Experiments were conducted, with 3 replicates, on *Aspergillus* differential medium in the lab. Percentage of *Aspergillus flavus* group fungi colonies were recorded 3 days after incubation at 28°C)

[b] 大粒種及小粒種名稱與播種及採收日期如表一
(Variety names, dates of planting, and harvest were the same as shown in Table 1)

三、紫外光檢定法之可行性：

落花生臺南選9號等4個品種及玉米臺農351號等2個品種之種子以本試驗分離所得之 *A. flavus* TARI 506 等20個菌株及 *A. parasiticus* NRRL 2999 接種後，在暗室以 365nm 紫外光檢查，表三結果顯示從接種後第7天開始所有之玉米種子無論是接種 *A. flavus* 或 *A. parasiticus* NRRL 2999 者均有黃綠色螢光，而落花生種子都沒有黃綠色螢光，因此 365nm 紫外光不適用於檢查落花生是否受黃麴毒素污染。

Shotwell 氏等[26,26]報告，被黃麴菌污染的玉米穀粒，在 365nm 紫外光照射下可觀察到不尋常的黃綠色螢光，從具有該螢光的玉米穀粒可以粹取到高量的黃麴毒素，顯示此黃綠色螢光和黃麴毒素有關。Marsh 氏等[15]於1969年報告證實黃綠色螢光是由於黃麴菌在基質 (substrate) 上生長所

產生的代謝物——麴酸（kojic acid），經基質內所含的過氧化酵素（peroxidase）作用後，轉變成螢光物質所致。Marsh 等[15]以產毒的 *A. flavus* 菌株接種於落花生，經過培養後以 365nm 紫外光檢查，結果僅在未成熟的種子（young seeds）內可觀察到黃綠色螢光，在成熟的種子（mature seeds）內觀察不到螢光，後來發現是因爲未成熟種子之胚內（embryo）含有高活性（high activity）的過氧化酵素，能將麴酸轉換成螢光物質，但在成熟的種子，因爲過氧化酵素已失去活性，所以沒有螢光物質產生。本試驗證實不能以紫外光檢查落花生是否遭受黃麴毒素汚染，此是否與過氧化酵素或麴酸有關仍有待研究。

表三：黃麴菌感染之落花生及玉米種子以 365nm 紫外光檢查螢光反應之結果

Table 3. Detection of fluorescence under 365nm of UV light in peanut and corn seeds infected by *A. flavus* or *A. parasiticus*.

接種後天數 (Days after inoculation)	供試菌株 (Isloates tested)			
	A. flavus TARI isolates[a]		*A. parasiticus* NRRL 2999	
	落花生[b] (Peanut)	玉米[c] (Corn)	落花生 (Peanut)	玉米 (Corn)
7	−[d]	+	−	+
14	−	+	−	+
21	−	+	−	+

[a] *A. flavus* TARI 506. 2602, 2604, 2605, 2608, 2610, 2702, 2703, 2704, 2705, 2711, 2712, 2801, 2805, 2812, 2901, 2903, 3904, 2906, 2909.

[b] 落花生品種：臺南選9號，臺南10號，臺農4號，澎湖2號
(Peanut varieties··Tainan Selection 9, Tainan 10, Tainung 4, Penghu 2)

[c] 玉米品種：臺南5號，臺農351號
(Corn varieties : Tainan 5, Tainung 351)

[d] −：表示無螢光；+：表示有黃綠色螢光
(− : no fluorescence ; + : with greenish-yellow fluorescence)

四、抗病篩選：

以本試驗分離所得之 *A. flavus* TARI 2903 菌株測定本所現有種源之抵抗性，結果如表四，在350個供試品種(系)中，有 GE652, NC. 449, NC. 482, ICG. 3104, P. I. 196621, P. I. 196626,

表四：落花生品種（系）抗黃麴菌（*A. flavus* TARI 2903）篩選

Table 4. Screening of peanut varieties/lines for resistance to the colonization by *Aspergillus flavus* TARI 2903

篩選數目 (Var./lines screened)	抗病等級 (Disease reaction)[a]			
	R	MR	S	HS
350	16[b]	58	95	181

[a] R—抵抗型（resistant）；MR—中抗型（moderately resistant）S—感病型（susceptible）；HS—極感型（highly susceptible）

[b] GE 652, NC. 449, NC. 482, ICG. 3104, P. I. 196621, P. I. 196626, Basse (W. Alrica), Maria-B, C. 116(R), F-7, M395, RMP-12, C184, SP. 218, SP. 424, Roxo (Sal.).

Basse (W. Africa), Maria-B, C116(R), F-7, M395, RMP-12, C184, SP. 218, SP. 424 及 Roxo (Sal.) 等16個品種（系）爲抵抗型，58個爲中抗型，其餘爲感病型及極感病型，包括目前之栽培種臺南選9號，臺南10號，臺農4號及澎湖2號等。抵抗型之材料已由育種人員進行雜交育種，其後代之抵抗性之評估與篩選工作仍繼續配合進行中。

國外報告之抗病品系 P. I. 337409 及 P. I. 337394F 本試驗測定結果爲中抗型，可能與不同菌株之病原性有關，又本病之抵抗性遺傳尙未有深入之研究，所以同一品系在不同試驗中，所得結果不盡相同，是否與供試材料之生理或遺傳性質有關仍有待探討。

引 用 文 獻

1. 農發會第三處譯。預防黴菌毒素汚染食物、飼料及其製成品的措施。FAO Food and Nutrition Paper No. 10, 1979。
2. 呂鋒洲。1976，東南亞地區食物之黴菌毒素汚染。食品工業，17 (11) : 8—13。
3. 林國煌、董其昌、謝憶芳、王家彰、董大成。1968，花生油及其他花生製品中 Aflatoxin 之調查。臺灣醫學會雜誌，67 (7) : 309—314。
4. 曾聰徹。1977，臺灣花生汚染黃麴毒素之調查。科學發展，5 (7) : 772—778。
5. 湯淑英。1978，食物中的黃麴毒素與肝癌。食品工業，10 (4) : 18—30。
6. Ashworth, L. J. Jr., and B. C. Langley . 1964. The relationship of pod damage to kernel damage by molds in spanish peanuts. Pl. Dis. Reptr. 43 : 875-878.
7. Bothast, R. J., and D. I. Fennell. 1974. A medium for rapid identification and enumeration of *Aspergillus flavus* and related organisms. Mycologia 66 : 365-369.
8. Davis, N. D., and U. L. Diener. 1983. Biology of *A. flavus* and *A. parasiticus*. Pages 1-5 *in* Diener, U. L., R. L. Asquith, and J. W. Dickens (ed.). 1983. Aflatoxin and *Aspergillus flavus* in corn. Southern Cooperative Series Bulletin 279, Auburn University, Alabama.
9. Diener, U. L., C. R. Jackson, W. E. Cooper, R. J. Stipes, and N. D. Davis. 1965. Invasion of peanut pods in the soil by *Aspergillus flavus*. Pl. Dis. Repter. 49 : 931-935.
10. Doupnik, B. Jr.. 1969. Aflatoxin production on peanut varieties previously reported to inhibit production. Phytopathology 59 : 1554.
11. Goldblatt, L. A. 1967. Aflatoxin and its control. Econ. Bot. 21 : 51-62.
12. Hara, S., D. I. Fennell, and C. W. Hesseltine. 1974. Aflatoxin-producing strains of *Aspergillus flavus* detected by fluorescence of agar medium under ultraviolet light. Appl. Microbiol. 27 : 1118-1123.
13. Lancaster, M. C., P. F. Jenkins, J. McL. Philip, K. Sargeant, A. Sheridan, and J. OKelly. 1961. Toxicity associated with certain samples of groundnuts. Nature 192 : 1096-1097.
14. LaPrade, J. C., and J. A. Bartz. 1972. Mechanical resistance of selected genotypes of dried peanuts to colonization by strains of aflatoxin-producing *Aspergillus* spp.. Phytopathology 62 : 771 (abstr.)
15. Marsh, P. B., M. E. Simpson, and R. J. Ferretti. 1969. Mechanism of formation of a fluorescence in cotton fiber associated with aflatoxins in the seeds at harvest. J. Agri. Food Chem. 17 : 468-472.
16. McDonald, D., and C. Harkeness. 1963. Alfatoxin in the groundnut crop at harvest in northern Nigeria. Trop. Sci. Part II, 5 : 148-154.
17. Mixon, A. C., and K, M, Rogers. 1975. Factors affecting *Aspergillus flavus* Link. ex. Fr. colonization of resistant and susceptible genotypes of *Arachis hypogaea* L. Peanut Science 2 : 18-122.

18. Mixon, A. C., and K. M. Rogers. 1973. Peanut accessions resistant to seed infection by *Aspergillus flavus*. Agron. J. 65 : 560-562.

19. Mixon, A. C. 1980. Comparison of pod and screening methods on *Aspergillus* spp. infection of peanut genotypes. Peanut Science 7 : 1-3.

20. Patancheru, A. P. 1981. Groundnut Pathology. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. ICRISAT Annual Report 1979/1980:155-156.

21. Pettic, R. E., an R. A. Taber. 1963. Factors influencing aflatoxin accumulation in peanut kernels and the associated mycoflora. Appl. Microbiol. 16 : 1230-1234.

22. Pettit, R. E., R. A. Taber, H. W. Schroeder, and, A. L. Harrison. 1971. Influence of fungicides and irrigation practices of aflatoxin in peanuts before digging. Appl. Microbiol. 22 : 629-634.

23. Raper, K. B., and D. I. Fennell. 1965. The Genus *Aspergillus*. Williams & Wilkins, Baltimore.

24. Schroeder, H. W. and J. Ashworth, Jr. 1965. Aflatoxin in spanish peanuts in relation to pod and kernel conduction. Phytopathology 55 : 464-465.

25. Shotwell, O. L., M. L. Goulden, and C. W. Hesseltine. 1972. Aflatoxin contamination: association with foreign material and characteristic fluorescence in damaged corn kernels. Cereal Chem. : 49 : 458-465.

26. Shotwell, O. L., M. L. Goulden, and C. W. Hesseltine. 1974. Aflatoxin distribution in contaminated corn. Cereal Chem. 51 : 492-499.

27. Wicklow, D. T. 1983. Taxonomic feature and ecological significance of sclerotia. Pages 6—12 *in* U. L. Diener, R. L. Asquith, and J. W. Dickens (ed). Aflatoxin and *Aspergillus flavus* in corn. Craftmaster Printers Inc. , Opelika, Alabama.

Studies on Aflatoxin Contamination and Screening for Its Resistance in Peanuts[1]

Ar-huei Tsai and Chung-chuan Yeh[2]

Summary

Eight varieties of peanut (*Arachis hypogaea* L.), 4 virginia and 4 spanish types, were planted in Penghu and Luenpei in 1983 to evaluate the relationships between damage of pod by microorganisms and/or insects and aflatoxin contamination. A higher percentage of contamination was observed in the samples from Penghu. Virginia types were more easily damaged than spanish types in both locations. Damage of pods enhenced aflatoxin contamination during storage. A bright greenish-yellow fluorescence was observed under 365 nm of UV light in a dark room in corn kernels colonized by aflatoxin-producing fungi *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 and isolates of *A. flavus* obtained from peanut seeds. However, we failed to detect the presence of fluorescence in peanut seeds under same conditions. Depending upon the percentage of seeds colonized by *A. flavus* TARI 2903, 350 varieties and/or lines of peanuts were screened for its resistance. The grading system consisted of four categories, i. e. resistant(R), 15% or less; moderately resistant (MR), 16—30%; susceptible (S), 31—50%; and highly susceptible (HS), more than 50 % of seeds were infected. Sixteen out of the 350 varieties/lines were recorded resistant. They were GE 652, NC. 449, NC. 482, ICG. 3104, P. I. 196621, P. I. 196626, Basse (W. Africa), Maria-B, C. 116(R), F-7, M395, RMP-12, C184, Sp. 218, Sp. 424 and Roxo (Sal.). The commercial cultivars Tainan Selection 9, Tainan 10, Tainung 4, and Penghu 2 were all highly susceptible.

1. Contribution No. 1202 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI).

2. Assistant, and Associate Plant Pathologist, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung 431, Taiwan, Republic of China.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34(1)：087～095（1985）

矮南瓜（Zucchini）黃化嵌紋病毒之分離與鑑定[1]

許秀惠[2]、王惠亮[3]、黃秋雄[2]

摘要：一種在胡瓜葉片上引起嚴重嵌紋、萎黃、皺縮或杯狀形病徵之病毒，經單一局部病斑分離後，測定其寄主反應，發現該病毒之寄主範圍很廣，可在葫蘆科植物上造成系統性感染，亦可在藜科之 *Chenopodium amaranticolor* 和 *C. quinoa*，部分豆科植物及茄科中之 *Nicotiana benthamiana* 及莧科之千日紅(*Gomphrena globosa*)造成局部性感染。病毒粗汁液之耐稀釋度爲10^{-4}～10^{-5}，耐保存度爲9～11天，耐熱度則視不同病毒分離株而爲 55～60°C 或 60～65°C。經電子顯微鏡觀察該病毒之粒子平均長度爲 740nm，屬於 potyvirus 羣病毒。由美國康乃爾大學獲得之矮南瓜黃化嵌紋病毒（zucchini yellow mosaic virus, ZYMV）抗血清，利用 ELISA 法測得9個病毒分離株病組織粗汁液反應吸收值（Absorbance A_{405}）最低爲 0.743，而健全者僅 0.170。再以 SDS-Immunodiffusion test，發現本省病毒與義大利之 ZYMV 抗血清形成明顯沈澱帶，且與 ZYMV-Florida 抗原所形成沈澱帶互爲融合，證明本病毒與美國及義大利之 ZYMV 有相同血清學類緣關係。ZYMV 之抗血清與 WMV-1 及 PRV 抗原則無反應。綜合上述各項結果，本病毒與國外報告之 ZYMV 可能爲相同之病毒。

有關臺灣瓜類病毒之研究，有吳氏[3]於1969年鑑定感染西瓜之病毒爲西瓜嵌紋病毒（watermelon mosaic virus, WMV）。1981年李氏[2]依血清反應特性推測本省西瓜嵌紋病毒可能屬於WMV-1。此外，胡瓜嵌紋病毒（cucumber mosaic virus, CMV）亦可在數種不同作物上發現[4,6]。最近王與陳兩氏[1]從扁蒲病株分離到胡瓜綠斑嵌紋病毒（cucumber green mottle mosaic virus, CGMMV）。張氏等[5]從絲瓜上所得到的病毒，依其寄主反應及血清試驗，認爲它異於WMV-1或WMV-2，因而將之訂名爲絲瓜嵌紋病毒（loofah mosaic virus, LoMV）。綜合以上諸學者之研究，可知本省瓜類上病毒種類繁雜。

矮南瓜（或稱夏南瓜）黃化嵌紋病毒（zucchini yellow mosaic virus, ZYMV）爲近年來在瓜類上所發現之新病毒[10]。根據 Lisa 等[10]報告，ZYMV 之寄主反應及血清特性，異於 WMV-1及WMV-2。目前法國[8]，黎巴嫩[9]及美國[13,15]均有發現。本文就一年來自胡瓜上所分離得到之病毒與 ZYMV 作比較研究，茲將研究結果報告於後。

材料與方法

一、病毒之來源、分離及保存

供試之病毒分離株（virus isolates）之來源，包括72年7月及9月兩次採自臺灣省農試所農場自然感染之胡瓜病株，同年9月採自屏東里港之發病胡瓜。病葉均以 10 倍量磷酸緩衝液 (0.1M,

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第1203號。本研究承行政院農委會74農建—4.1—產植—77計畫經費補助，謹此致謝。

2.本所植物病理系助理、副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

3.鳳山園藝試驗分所助理研究員。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

pH 7.0)磨碎過濾，人工接種於矮南瓜（zucchini squash，種子購自高雄富農種苗公司），出現病徵後，選取 9 個不同來源之病毒接種於藜科之 *Chenopodium amaranticolor* 或 *C. quinoa* 上，挑取單局部病斑，經三次單一病斑分離後，繁殖於矮南瓜上，以供鑑定。分離株編號 No. 1 至 No. 4 及 No. 5 至 No. 8，分別爲 7 月及 9 月採自農試所農場，No. 9 則爲採自屏東里港。

二、病毒之鑑定

1.寄主範圍測定：繁殖於矮南瓜上 9 個病毒分離株分別接種於 6 科23種植物上（見表一）。接種後移放網室觀察並記載其反應。經一段時間後，接種植物若無顯著病徵或呈現可疑之病徵，則採取接種葉及新生葉回接至藜上，以確定是否爲潛伏性感染。

2.物理性質測定：取接種後二週之矮南瓜病葉（病毒分離株爲 No. 4 及 No. 9），加入 10倍量 (W/V) 磷酸緩衝液(0.1M, pH 7.0)研磨過濾，此粗汁液裝於直徑0.6公分、長 8 公分、管壁厚0.05 公分之小玻璃管內，置於 50°C, 55°C, 60°C, 65°C 或 70°C 之定溫水浴中 10分鐘，取出冷却後，測其耐熱度。將粗汁液以相同緩衝液稀釋爲10^{-2}，10^{-3}，10^{-4}，10^{-5} 或 10^{-6}等濃度，測其耐稀釋度。將粗汁液裝於小燒杯中置於20°C定溫箱中，每天定時取出2ml，測其耐保存度。以上測定均以藜爲生物檢定用之局部病斑性植物。

3.電子顯微鏡觀察：將罹病矮南瓜病葉置於玻片上，以利刀切碎，加 1～2 滴 2% 磷鎢酸 (phosphotungstic acid, pH 7.0)染色，再以小管吸取少量滴到覆有 Formvar膜之銅網(grid)上，將多餘液體用濾紙吸取後，以 JEM-100S 型電子顯微鏡觀察病毒形狀。以分離株 No. 4 爲材料，逢機測量108個病毒粒子長度，求其平均值。

4.血清反應：酵素結合抗體檢定 (Enzyme-linked Immunosorbent Assay, ELISA) 所使用 ZYMV 抗血清係由美國康乃爾大學 D. Gonsalves 博士所提供[13]。免疫球蛋白的抽取及酵素結合抗體檢定法仍照 Huang[7] 所述進行。ELISA 值係用 Biotek Co. EL 307 型光譜測讀儀直接測定。微量盤 (Microplate) 爲平底型共有96個穴，爲 Cook/Dynatech 公司出品。雙重免疫擴散試驗 (Agar-gel Immunodiffusion test) 參照 Purcifull 等[14,15]方法，將約 15ml 瓊脂溶液（含0.8 % Noble agar, 0.5% sodium dodecyl sulfate (SDS), 1% NaN_3 及 2% Bovine serum）倒入直徑約 9 公分之塑膠皿中，凝固後以挖孔器在中央挖一穴，周圍等距離挖 6 穴，每穴直徑 0.7公分，穴間距離0.5公分。抗原以新鮮矮南瓜病葉用 1ml/g 蒸餾水磨碎後再加入 1ml/g 之 3 % SDS 混合後過濾，加入周圍各穴內。供試 ZYMV 之抗血清係由義大利 V. Lisa 博士提供，其血清力價爲 4096。

結　　果

一、寄主範圍測定

供試 9 個病毒分離株之寄主反應性並無顯著差異。爲便於瞭解，表一列出 4 個代表分離株 (No. 2, No. 4, No. 7 及 No. 9) 在供試植物上之反應性。一般言之，所有分離株都能感染藜科中之 *C. amaranticolor* 和 *C. quinoa*，接種葉經過 5～10天（視溫度不同而異）即產生局部壞疽病斑（圖 1 ：F）；莧科之千日紅 (*Gomphrena globosa*) 上同樣形成局部壞疽病斑；在葫蘆科 (Cucurbitaceae) 中，香瓜 (*Cucumis melo* 'Honey Dew') 與胡瓜 (*Cucumis sativus*) 之新生葉均產生嵌紋、脈綠或凸起等病徵(圖 1 ：A,B)，而香瓜之接種葉則形成壞疽斑；在矮南瓜(*Cucurbita pepo* 'Zucchini') 上之病徵最爲嚴重，接種後約一週，其新生葉片常呈現網狀之葉脈黃化（vein-chlorosis）（圖 1 ：C），隨後葉片產生嚴重嵌紋、皺縮、葉片變形或成絲狀葉（圖 1 ：D）；在稜角絲瓜 (*Luffa acutangula*) 上爲系統性潛伏感染，但部分分離株 (No. 2 及 No. 7) 在該品種上偶爾使生長後期之葉片出現不規則黃斑（圖 1 ：E）；可是在圓筒絲瓜 (*Luffa cylindrica*) 上爲皺縮嵌紋。豆科植物一般不感染或局部感染，然 No. 4 分離株在 *Pisum sativum* 'Taichung No. 11' 則爲系統性之

表一：矮南瓜黃化嵌紋病毒之寄主反應

Table 1. Host reactions of zucchini yellow mosaic virus

Test plants	Symptoms of ZYMV isolates[a]							
	No. 2		No. 4		No. 7		No. 9	
	IL	SL	IL	SL	IL	SL	IL	SL
Amaranthaceae								
Gomphrena globosa	nll	0	nll	0	nll	0	nll	0
Celosia cristata	0	0	0	0	0	0	0	0
Caricaceae								
Carica papaya	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodiaceae								
Chenopodium amaranticolor	nll	0	nll	0	nll	0	nll	0
Chenopodium quinoa	cll	0	cll	0	cll	0	cll	0
Cucurbitaceae								
Citrullus vulgaris	sl	mo	sl	mo	sl	mo	sl	mo
Cucumis melo 'Honey Dew'	nll	sm	nll	sm	nll	sm	nll	sm
Cucumis sativus	sl	sm	sl	sm	sl	sm	sl	m
Cucurbita pepo 'Zucchini'	sl	n-v-c sm, d	sl	sm d	sl	sm d	sl	n-v-c sm, d
Luffa acutangula	ics	ics	ics	sl	ics	ics	ics	sl
Luffa cylindrica	sl	sm, r	sl	sm, r	sl	sm, r	sl	sm, r
Leguminosae								
Glycine max	0	0	0	0	0	0	0	0
Phaseolus vulgaris 'Black Turtle'	0	0	0	0	0	0	0	0
'Black Turtle Soup'	0	0	0	0	0	0	0	0
'Bountiful'	sl	0	sl	0	sl	0	sl	0
'Sanilac'	sl	0	sl	0	sl	0	sl	0
Pisum sativum								
'Alaska'	sl	0	sl	0	sl	sl	sl	0
'Taichung No. 11'	0	0	sl	sl	0	0	sl	0
Vigna angularis	0	0	0	0	0	0	0	0
Vigna unguiculata	0	0	0	0	sl	0	sl	0
Solanaceae								
Datura stramonium	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopersicum esculentum	0	0	0	0	0	0	0	0
Nicotiana benthamiana	sl	0	sl	0	sl	0	sl	0

a : Expanation of symbols :

IL : inoculated leaves
SL : systemic leaves
0 : no infection
c/nll : chlorotic/necrotic local lesion
d : deformation
ics : irregular chlorotic spot
m : mosaic
mo : mottle
n-v-c : net-vein-chlorosis
r : rugose
sl : symptomless
sm : severe mosaic

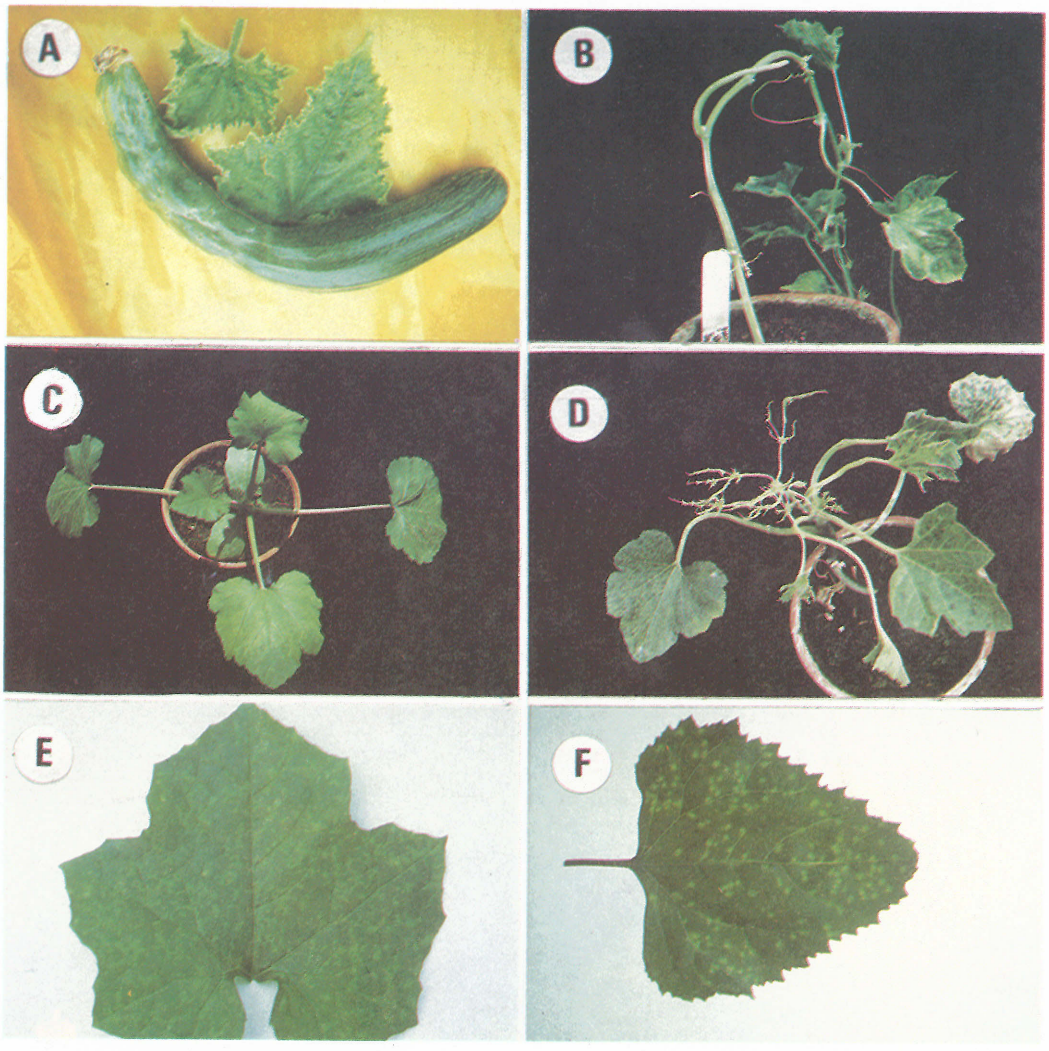


圖 1：矮南瓜黃化嵌紋病毒之病徵

（A）田間自然感染之胡瓜病葉及病果

（B）室內接種之胡瓜病苗

（C）接種初期之矮南瓜

（D）接種後期之矮南瓜

（E）稜角絲瓜

（F）紅藜

Fig. 1. Symptoms of zucchini yellow mosaic virus on

(A) leaves and fruit of *Cucumis sativus* collected from field.

(B) inoculated seedling of C. *sativus*

(C) inoculated zucchini squash seedling at early stage

(D) inoculated zucchini squash seedling at late stage

(E) irregular chlorotic spots on *Luffa acutangula*

(F) local lesions on *Chenopodium amaranticolor*

潛伏感染。茄科中之 *Nicotiana benthamiana* 亦爲局部性潛伏感染。其他供試植物則不被感染。

二、病毒在粗汁液中之物理性質

兩個病毒分離株 (No. 4 及 No. 9) 之物理性質曾予測定，其耐釋度約爲10^{-4}～10^{-5}；耐保存度爲9～11天；然在耐高溫致死度則微有差異，No. 4 約爲 55-60°C，而 No. 9 則爲 60-65°C。

三、電子顯微鏡觀察

以陰染法觀察9個病毒分離株，在電子顯微鏡下觀察結果均爲長絲狀 (圖3)，長度大部分在700-800nm 之間。以分離株 No. 4 爲材料，測定108個病毒粒子長度，平均爲 740nm。

四、血清反應

由表二結果顯示，利用 ELISA，供試之本省9個病毒分離株之抗原與康乃爾大學 D. Gonsalves 博士所提供矮南瓜黃化嵌紋病毒之抗血清有顯著呈色反應。當 Coating IgG ($E^{0.1\%}_{280}$=1.4, IgG=1 mg/ml)稀釋爲 2.5μg/ml, Conjugated IgG 爲400倍時，除 No. 2 之 ELISA值(Absorbance A_{405})爲 0.743外，其餘之分離株吸收值均大於1。若將 Coating IgG 稀釋爲 1.67μg/ml, Conjugated IgG 爲600倍，則 No. 2 之吸收值爲 0.562，健全汁液之吸收值爲 0.179，比較兩者得知供試之病毒分離株與 ZYMV 有血清學類緣關係，但與 WMV-1 及木瓜輪點病毒 (Papaya ring-spot virus, PRV) 則無。

表二：酵素結合抗體反應測定矮南瓜黃化嵌紋病毒、木瓜輪點病毒及西瓜嵌紋病毒一1之結果

Table 2. Detection of zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), papaya ring-spot virus (PRV) and watermelon mosaic virus (WMV-1) by ELISA[a]

Antigens[b]	Absorbance A_{405}	
	Coating IgG at 2.5ug/ml and conjugated IgG at 1/400	Coating IgG at 1.67ug/ml and conjugated IgG at 1/600
ZYMV isolates		
1	1.244	1.132
2	0.743	0.562
3	1.451	0.987
4	1.609	1.239
5	> 2.0	1.819
6	1.080	0.806
7	> 2.0	1.839
8	1.448	1.060
9	1.737	1.271
PRV	0.160	0.156
WMV-1	0.174	0.179
Healthy control	0.170	0.179

a : ZYMV antiserum obtained from Dr. D. Gonsalves, Cornell University.

b : Antigens were prepared from fresh infected zucchini leaves in 0.1M phospate buffer, pH 7.0, at 1 : 40 ratio (w/v). Healthy control from healthy zucchini leaves.

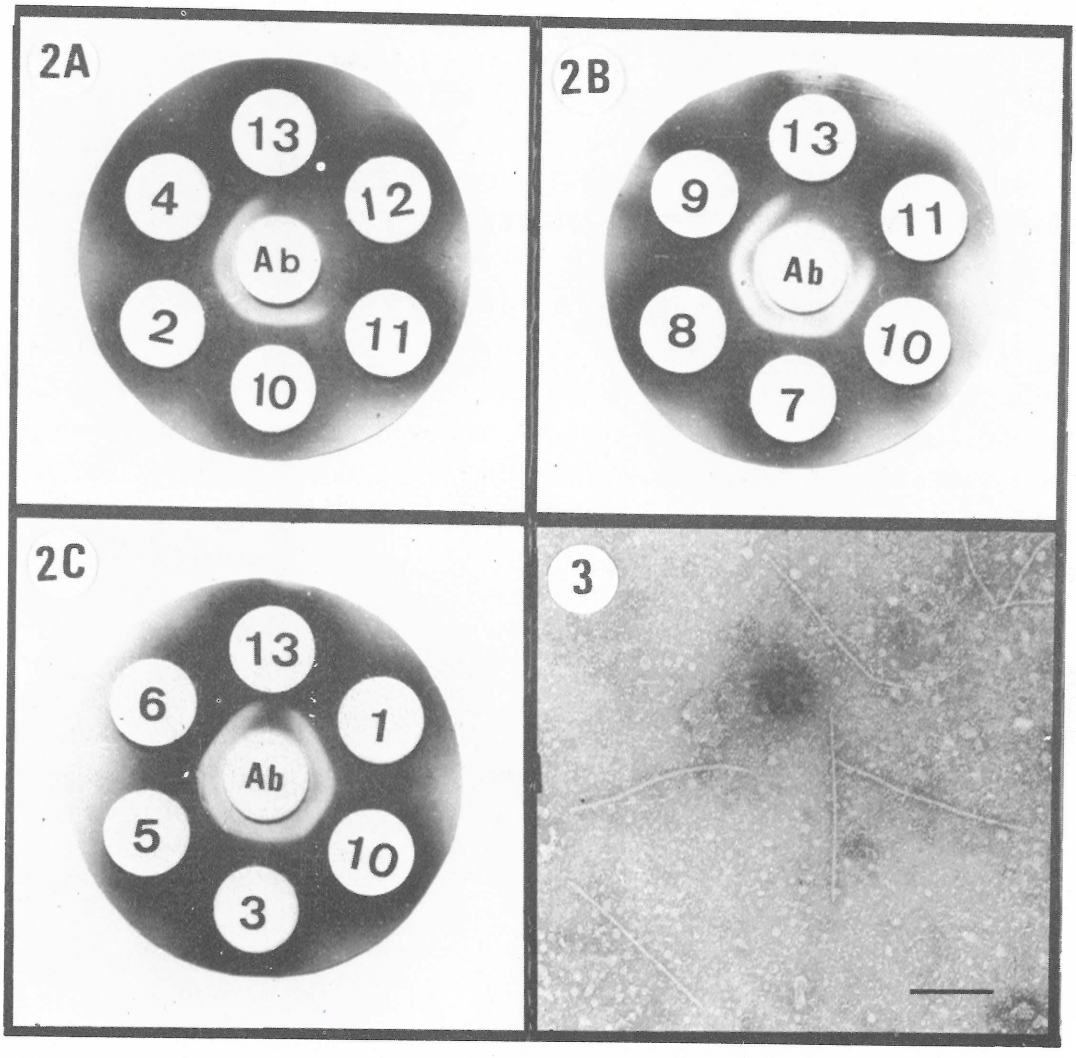


圖2、不同 ZYMV 分離株之血清反應試驗（2A, 2B, 2C），中間穴爲ZYMV抗血清，外圍反應穴：1～9爲自本省所獲得之9個ZYMV分離株，10爲佛州ZYMV分離株（由張清安先生所提供），11爲WMV—1, 12爲PRV, 13爲健全汁液。

圖3、陰染法電顯觀察所得病毒粒子（分離株No. 4），線長300nm.

Fig. 2. Serological reactions of ZYMV isolates (2A, 2B and 2C). The center wells contain antiserum to ZYMV-Italy (kindly supplied by Dr. V. Lisa). The peripheral wells contain SDS-treated extracts from zucchini leaves infected with: ZYMV isolates Nos. 1-9 from Taiwan; 10=ZYMV-Florida isolate; 11=WMV-1; 12=PRV; 13=healthy zucchini squash leaves.

Fig. 3. Virus particles of a Taiwan isolate (No. 4) of ZYMV. Bar indicates 300nm.

利用瓊脂擴散法 (SDS-Immunodiffusion test)，將9個病毒分離株經 SDS 處理之粗汁液與 V. Lisa 氏所提供 ZYMV 之抗血清反應，結果均產生明顯沈澱帶 (precipitin bands) (圖2：A, B, C)。ZYMV 之抗血清與 ZYMV-Florida 抗原亦呈現沈澱帶，且與本省者呈完全接連之現象。此結果說明本省病毒與 ZYMV-Italy, ZYMV-Florida 有相同血清學關係。WMV-1 及 PRV 之抗原與 ZYMV 抗體則無沈澱帶產生 (圖2：A, B)。

討　論

本省過去有關瓜類病毒之研究報告不多。已記載之病毒種類包括西瓜嵌紋病毒[2,3]，胡瓜嵌紋病毒[4,6]，絲瓜嵌紋病毒[5]及扁蒲綠斑嵌紋病毒[1]等。根據 Lovisolo 報告[11]，在自然情況下感染瓜類之病毒至少有25種。從過去本省對瓜類病毒之研究[1,2,3,5]與國外報告[11]可推知本省瓜類尚有其他病毒存在。胡瓜爲瓜類中較易受病毒感染者[11]。探討胡瓜受病毒爲害情形，有助於瞭解本省瓜類病毒之種類。

本研究所獲得分離株均來自胡瓜田，供試9個分離株陰染後在電子顯微鏡下病毒粒子均爲長絲狀，平均長度爲 740nm，據此推知該病毒應屬 Potato virus Y 羣。

從寄主反應性之測定，本研究供試病毒似與國內諸學者前所報告者不盡相同[1,2,3,5]。吳氏[3]及李氏[2]之報告，西瓜嵌紋病毒可感染葫蘆科及藜科植物，但未能感染豆科及茄科植物。張氏等[5]所鑑定之絲瓜嵌紋病毒同樣可以感染葫蘆科，但不感染其他供試之茄科、豆科及藜科。至於本試驗所獲得之病毒，不但可感染葫蘆科植物，亦可使藜科植物中之 *Chenopodium amaranticolor* 及 *C. quinoa*，及莧科中之千日紅(*Gomphrena globosa*) 產生局部性病斑；豆科中之某些植物及茄科中之 *Nicotiana benthamiana* 接種葉則呈潛伏性感染；其寄主範圍比上述所報告諸病毒廣。Webb 與 Scott[17]報告，由寄主及血清反應可將西瓜嵌紋病毒分爲 WMV-1 及 WMV-2；前者寄主範圍較窄，僅限於葫蘆科，而後者除可感染葫蘆科外，尚可感染豆科、藜科及大戟科之銀邊翠。比較本文供試病毒寄主範圍，似與 WMV-2 相近。然 Webb[16]在另一篇報告中指出，稜角絲瓜 (*Luffa acutangula*)可作爲 WMV-1與 WMV-2 之判別植物。雖然 Milne 等[12]認爲稜角絲瓜分別 WMV-1 與 WMV-2 有待商榷，但 Purcifull 等[14]仍以稜角絲瓜及其他三種判別植物將所收集之 WMV 分爲 WMV-1, WMV-2 及 WMV-M 等三羣。依據 Webb 等[17]及 Purcifull 等[14]提出之判別基礎，則本病毒仍與 WMV-2 有些差異。因爲 WMV-2 不感染稜角絲瓜，而本病毒在該植物上則爲潛伏性之系統感染，且部份病毒分離株可使稜角絲瓜葉片在生育後期呈現不規則黃斑。相對的，此種反應與晚近報告之矮南瓜黃化嵌紋病毒 (zucchini yellow mosaic virus) 較相同[8,10,13,15]。*Nicotiana benthamiana* 爲另一種判別植物，WMV-2 可使該植物形成系統性嵌紋或斑紋 (mottle)，然 Provvidenti 與 Gonsalves[13]謂 ZYMV-CT 及 ZYMV-FL 不感染此植物。本試驗之病毒則在 *N. benthamiana* 接種葉造成潛伏感染，似與 Provvidenti 等[13]報告略有不同，但與 Lesemann 等[9]報告相同。

Purcifull 等[15]測得感染 ZYMV 病組織之粗汁液經 SDS 處理後與 ZYMV 之抗體反應之 ELISA 吸收值，在1.23及0.62間，而健全者爲0.01。此說明 ELISA 法可用於 ZYMV 之鑑定。應用 D. Gonsalves 博士提供 ZYMV 之抗血清，測得本省9個病毒分離株，其最低 ELISA 吸收值爲0.743，健全者爲0.170。證明本病毒與 Provvidenti 及 Gonsalves[13]報告之 ZYMV 有類緣關係。

爲進一步探討本省病毒與 ZYMV-Italy 之關係，乃將義大利 V. Lisa 博士提供 ZYMV 之抗血清，在瓊脂擴散試驗中，使與本省病毒分離株反應。結果證明本省所採集之病毒與 ZYMV-Italy 有相同之血清類緣。ZYMV-Florida 及本省病毒抗原與 ZYMV-Italy 抗血清所形成之沈澱帶 (precipitin bands)互爲融合連接之現象，亦證明本省病毒與 ZYMV-Florida 有相同血緣之處。然

而根據 Lisa 等[10]報告，ZYMV-Italy 抗體與部份 WMV-2 有某種程度反應。Purcifull 等[15]謂初期採血所得WMV-2抗體與 ZYMV-Florida 抗原在擴散反應不形成沈澱帶，但後期之WMV-2抗血清與 ZYMV 抗原則可，惟有 spur reactions。有關 WMV-2 在本省存在情形有待進一步澄清，而本病毒與 WMV-2 有何種程度之血清學關係亦需作進一步探討。

綜合本試驗之寄主反應，電子顯微鏡觀察，物理性質，ELISA 及 SDS-Immunodiffusion 測定，本病毒應較接近於國外報告之矮南瓜黃化嵌紋病毒（zucchini yellow mosaic virus）。

致 謝

本文承行政院農委會邱人璋博士指正，經濟部商品檢驗局周廷光科長及楊秀吉技正提供電子顯微鏡檢查，本所園藝系蕭吉雄博士、楊偉正及張有明先生協助及本系張清安先生(目前於美國佛州大學)提供抗原，一併致謝。

引用文獻

1. 王雙明、陳脈紀・1932・從扁蒲分離之胡瓜綠斑嵌紋病毒・植保會刊24（4）：279（論文摘要）。
2. 李達人・1981・臺灣西瓜嵌紋病病原分離，純化與血清反應之研究・國立中興大學植病研究所第十一屆碩士論文、56pp.。
3. 吳文希・1969・臺灣西瓜嵌紋病的檢定及生態研究・國立臺灣大學植物病蟲害研究所、碩士論文、59pp.。
4. 吳瑞鈺・1982・引起香蕉嵌紋病之胡瓜嵌紋病毒系統・國立臺灣大學植物病蟲害研究所、碩士論文、82pp.。
5. 張清安、柯南靖・1982・感染絲瓜之新病毒—絲瓜嵌紋病毒之鑑定・植保會刊24（4）：281・（論文摘要）。
6. 葉錫東・1979・臺灣番茄毒素病病原之鑑定與純化・國立中興大學植病研究所第九屆碩士論文、48pp.。
7. Huang, C. H. 1981. Application of ELISA to the study of resistance to soybean mosaic virus in soybean cultivars. M. S. thesis, Purdue University.
8. Lecoq, H., Lisa, V. and Dellavalle, G. 1983. Serological identity of muskmelon yellow stunt and zucchini yellow mosaic viruses. Plant Disease 67: 824-825.
9. Lesemann, D. E., Makkouk, K. M., Koenig, R., and E. Natafji Samman. 1983. Natural infection of cucumbers by zucchini yellow mosaic virus in Lebanon. Phytopath. Z., 108: 304-313.
10. Lisa, V., Boccardo, G., D'Agostino, G., G. Dellavalle and M. d'Aquilio. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology 71: 667-672.
11. Lovisolo, 0. 1981. Virus and viroid diseases of cucurbits. Acta Horticulturae 88: 33-71.
12. Milne, K. S. and Grogan. R. G. 1969. Characterization of watermelon mosaic virus strains by serology and other properties. Phytopathology 59: 809-818.
13. Provvidenti, R. and Gonsalves. D. 1984. Occurrence of zucchini yellow mosaic virus in cucurbits from Connecticut, New York, Florida and California. Plant Disease 68: 443-446.
14. Purcifull, D. E. and Hiebert. E. 1979. Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. Phytopathology 69:112-116.
15. Purcifull, D. E., Adlerz, W. C., Simone, G. W., Hiebert, E. and Christie. S. R. 1984. Serological relationships and partial characterization of zucchini yellow mosaic virus isolates from squash in Florida. Plant Disease 68: 230-233.
16. Webb, R. E. 1965. *Luffa acutangula* for separation and maintenance of watermelon mosaic virus-1 free of watermelon mosaic virus-2. Phytopathology 55: 1379-1380.
17. Webb, R. E. and Scott. H. A. 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic virus 1 and 2. Phytopathology 55:895-900.

Identification of a Zucchini Yellow Mosaic Virus from *Cucumis sativus*[1]

by

S. H. Hseu[2], H. L. Wang[3] and C. H. Huang[2]

Summary

A virus causing severe mosaic, chlorotic, rugose or leaf cupping symptoms on leaves of *Cucumis sativus* was obtained. Nine isolates of this virus showed no differences in host reactions and serological tests. The virus induced chlorotic local lesions in *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa* and *Gomphrena globosa*. It produced mosaic symptoms in *Cucumis melo* 'Honey Dew', *C. sativus* and *Luffa cylindrica*. Zucchini squash infected with this virus showed prominent vein-chlorosis followed by severe mosaic, vein-banding, leaf-distortion and shoe-string symptoms. *L. acutangula* was also infected systemically. The virus could be recovered by back-inoculation from symptomless leaves of *Phaseolus vulgaris* 'Bountiful', *P. vulgaris* 'Sanilac', *Pisum sativum* 'Taichung No. 11', *P. sativum* 'Alaska', and *Nicotiana benthamiana*. Tests for physical properties showed a DEP of $10^{-4}-10^{-5}$, LIV of 9-11 days and TIP of 55-65°C for the virus. In leaf-dip preparations of infected zucchini leaves the virus particles were seen to be filamentous with modal length of ca. 740 nm. All 9 virus isolates in infected leaf extracts were tested against an antiserum to ZYMV obtained from New York (kindly provided to us by Dr. D. Gonsalves, Cornell University), the ELISA values A_{405} ranged from 0.743 to 2 or more as compared to 0.170 for the healthy control. In SDS-Immunodiffusion tests, the virus formed strong precipitin bands against antiserum to ZYMV-Italy (kindly provided by Dr. V. Lisa, Italy). In addition, antigens of our virus and ZYMV-Florida reacted with this antiserum by forming a fused precipitin band without spur formation. There were no reaction bands between ZYMV antiserum and WMV-1 or PRV. Based on host reactions, particle morphology, physical properties and serological relationships, we conclude that the virus is identical or closely related to zucchini yellow mosaic virus (ZYMV).

---

1. Contribution No. 1203 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant and Plant Pathologist, respectively, Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Assistant Plant Pathologist, Fengshan Horticultural Experiment Station, Fengshan, Taiwan, ROC.

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 34(1)096~104 (1985)

Insecticide Resistance Study in *Plutella xylostella* (L.)

VI. An Experimental Analysis of Organophosphorus and Synthetic Pyrethroid Resistances[1]

Edward Y. Cheng, Tou-mei Chou and Ching-hua Kao[2]

Abstract

The organophosphorus and synthetic pyrethroid resistances in diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), were compared in two groups of resistant strains. The first group consisted of seven field strains which carried mixed origins of resistance; the second group were six laboratory-bred strains specially selected by designated insecticides so that the insects with known origins of resistance. The resistance and cross resistance characters of laboratory-bred strains are used in analyzing and explaining the test results of field strains.

The resistance inducing ability and the cross resistance relationship of organophosphorus and synthetic pyrethroids were the main target of this investigation. Variable responses in diamondback moth were obtained for different insecticides. There are fast inducers for resistance as profenofos and fenvalerate; compounds induced resistance slowly as mevinphos, prothiofos, permethrin and cypermethrin. Stability of the resistance was also noticed as both mevinphos and prothiofos induced unstable resistance. Generally, the results of laboratory simulation in regard of organophosphorus were similar to what were actually happened in field strains; on the other hand, the laboratory-bred synthetic pyrethroid resistant strains failed to attain the high resistant level of those field strains.

In cross resistance tests, the organophosphorus insecticides caused significant cross effect on many other organophosphorus compounds with few exceptions. The cross resistance among synthetic pyrethroids were rather common except the diamondback moth responded much stronger to fenvalerate and decamethrin than permethrin and cypermethrin. The resistance crossed over from organophosphorus to synthetic pyrethroids was evident in our laboratory-bred strains while the synthetic pyrethroid resistance crossed to organophosphorus was rather minor and selective. From the evidence of cross resistance, the high synthetic pyrethroid resistance of field diamondback moth may result from the combined effects of many insecticides.

In a cross examination of permethrin- and cypermethrin-resistant strains for the

1. Contribution No. 1204 from Taiwan Agricultural Research Institute. The study is supported by NSC research grant 73-0409-B055-05.

2. Senior entomologist, project assistant and research assistant respectively, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 431, Republic of China.

possible role of extra alpha-cyano group on some synthetic pyrethroids, the result indicated the diamondback moth responded similarly to both compounds in resistance as the presence of cyano group will not discriminate the resistance mechanism.

Introduction

In Taiwan, the organophosphorus and synthetic pyrethroids are the most-used insecticides for the control of diamondback moth, *Plutella xylostella* [7], and most of the field populations of this pest have developed resistance [1,5,6]. The resistance problem not only intensified the spraying schedule but also rendered vegetable farmers constantly searching for a better insecticide. Taiwan Agricultural Research Institute had initiated a program in this matter which included both the survey and the research in hope to understand the causes and work out proper solutions.

The survey conducted in 1980 indicated that the west coast DBM populations on this island were proned to resistance [2]. Only in I-lan area, a northeastern county, still harbored a susceptible strain. The I-lan strain was subsequently cultured in TARI as the native susceptible strain for the resistance investigation.

By using the I-lan strain as the parents, strains resistant to different insecticides were obtained. This laboratory simulation study would reveal the resistance induction ability of a tested insecticide and allowed the researchers to examine cross resistance characters of different strains. The test results on organophosphorus compounds and synthetic pyrethroids are reported here.

Materials and methods

Insecticides :

All insecticides used were commercially formulated products. Insecticides used for the resistance induction were profenofos, prothiofos, mevinphos, permethrin, cypermethrin and fenvalerate. Other insecticides included in both the susceptibility and cross resistance tests were prophos, cyanophenphos, methidathion, mephosfolan, phenthoate, diethquinalphion, decamethrin, flucythrinate, cartap and carbofuran. Insecticides were diluted in distilled water to proper concentrations and sprayed through the Burkard Potter spray tower.

Insect materials :

Susceptible strains : Two DBM samples were collected from the same I-lan area, where harbors a susceptible population, except the collecting dates were three years apart.

Field resistant strains : Seven DBM samples were collected in 1984 from Chia-li, Feng-shan, Hua-lien, Lu-chu, Ma-tou, Ping-tung and Ta-hu. Those were the areas with known resistance problems.

Laboratory-bred resistant strains : Six resistant strains were separately selected by profenofos, prothiofos, mevinphos, permethrin, cypermethrin and fenvalerate for more than 10 generations. Usually, one thousand third instar larvae were treated with the selected insecticide at the dosage of LC_{75} and the survivors were subsequently

collected for propagating the next generation. A new LC_{75} was re-determined for each generation on 100-200 early emerged larvae before the actual press.

Testing procedures :

The susceptibility test for resistance and cross resistance was carried out on every DBM strains. Seven dosages of an insecticide within the range of LC_{10} and LC_{95} were made in distilled water and each dosage was tested on forty to sixty third instar larvae. Results of all tests were analyzed in probits.

Newly obtained LC_{50} of various insecticides of a resistant strain were compared to that of the susceptible I-lan ('80) strain to detect the occurrence and extent of resistance and cross resistance.

The testing method is the same as the usual spraying method adapted in this laboratory [4]. The mortality of treated insects was counted 24 hours after the spray; the post treatment holding temperature and relative humidity were controlled at 25±1°C and 85±10% respectively.

Results

The ability of diamondback moth in developing resistance toward insecticides has been reported before [3,4] and is demonstrated again in this study. The results of resistance induction study were summarized in Table 1. A minimum of ten or more generations

Table 1. The characters of strains specially selected by different insecticides from a native susceptible DBM strain*

Insecticides	No. of generations	Resulted resistance	LC_{75} (PPM)	
			original	after press
Profenofos (OP)	12	31.60x	230	7,290
Prothiofos (OP)	14	4.56x	560	2,555
Mevinphos (OP)	20	8.00x	180	1,440
Permethrin (Syn. pyr.)	11	6.30x	28	176
Cypermethrin (Syn. pyr.)	11	4.70x	53	249
Fenvalerate (Syn. pyr.)	12	14.34x	23	330

*The susceptible I-lan ('80) strain

of selection by insecticides was proceeded before we determining the final characters of resulted resistant strains. The DBM responded to insecticides differently as the magnitude of resistance varied. Profenofos and fenvalerate received the strongest response in organophosphorus and synthetic pyrethroids respectively. More gentle responses were observed for prothiofos, mevinphos, permethrin and cypermethrin, and the resistance ratios ranged from five to ten. During the selecting processes, we also noticed that both prothiofos and mevinphos induced unstable resistances which fluctuated constantly and made the selection difficult. In Table 2, susceptibilities of both field resistant and susceptible

Table 2. Regional variation of DBM susceptibilities to various insecticides in Taiwan (LC_{50}, in ppm).

Insecticides* (ppm)	IL ('80)	IL ('83)	HL	PT	MT	CL	TH	LC	FS**
Mevinphos	70	100	500	320	360	280	300	270	420
Profenofos	100	120	1,010	580	960	860	1,200	1,450	680
Prophos	170	320	810	1,130	1,300	420	830	850	3,040
Cyanophenphos	190	100	770	1,320	1,160	1,430	2,600	1,670	3,360
Methidathion	270	560	1,030	1,010	1,380	790	990	1,300	640
Prothiofos	310	420	2,010	2,830	2,530	1,500	2,530	3,120	1,250
Mephosfolan	360	370	790	1,070	1,920	940	1,310	1,270	1,570
Phenthoate	670	280	630	770	1,920	890	960	4,200	1,520
Diethquinalphion	230	440	—	—	—	—	8,140	9,010	—
Decamethrin	4	12	130	50	290	160	270	340	600
Fenvalerate	9	41	430	90	820	510	1,260	830	780
Permethrin	14	16	220	50	220	140	440	530	740
Cypermethrin	19	41	220	100	260	150	270	250	370
Cartap	290	660	860	900	920	830	1,150	510	480
Carbofuran	120	150	680	820	640	690	720	1,410	1,020

*profenofos: selecron; prophos: mocap; cyanophenphos: surecide; methidathion: supracide; prothiofos:tokuthion; mephosfolan: cytrolane; phenthoate:elsan; diethquinalphion:bayrusil.

**IL : I-lan, HL : Hua-lian, PT : Ping-tung, MT : Ma-tou, CL : Chia-li, TH : Ta-hu, LC : Lu-chu, FS : Feng-shan. The resistant population were sampled in 1983-84.

DBM in regard to fifteen commonly used insecticides were reported. The results confirmed that I-lan area still harbored the same susceptible population after a period of three years from 1980, although signs of synthetic pyrethroid resistance appeared. In contrast, all seven samples from west coast showed distinct resistances as their insensitivities to almost all tested insecticides. The information was further converted into resistant ratios in Table 3. On the aspect of magnitude, the resistance problem of synthetic pyrethroid is definitely greater than that of organophosphorus insecticide.

The cross resistance of both laboratory-bred and field-collected resistant DBM strains were compared in Table 4 and 5. Profenofos and prothiofos were succeeded in transforming the susceptible strain into the resistant strains, which were strongly resemble to the organophosphorus resistance of west coast strains. On the contrary, mevinphos failed of doing the same and demonstrated that it is not a strong resistance inducer.

Table 3. Regional variation of DBM resistances* to various insecticides in Taiwan (in resistance ratios)

Insecticides	IL ('80)	IL ('83)	HL	PT	MT	CL	TH	LC	FS**
Mevinphos	1.0	1.4	6.9	4.4	4.9	3.8	4.1	3.7	5.7
Profenofos	1.0	1.2	10.1	5.8	9.6	8.6	12.0	14.5	6.8
Prophos	1.0	1.9	4.7	6.7	7.6	2.4	4.9	5.0	17.9
Cyanophenphos	1.0	0.5	4.1	6.9	6.1	7.5	13.7	8.8	17.7
Methidathion	1.0	2.1	6.9	4.3	4.9	3.8	4.1	3.7	2.4
Prothiofos	1.0	1.3	6.5	9.1	8.2	4.8	8.2	10.1	4.0
Mephosfolan	1.0	1.0	2.2	3.0	5.3	2.6	3.6	3.5	4.3
Phenthoate	1.0	0.4	0.9	1.1	2.9	1.3	1.4	6.1	2.3
Diethquinalphion	1.0	1.9	—	—	—	—	35.4	39.2	—
Decamethrin	1.0	3.2	35.5	14.5	80.1	45.6	73.8	93.5	165.6
Fenvalerate	1.0	4.9	52.1	10.9	99.2	61.5	152.0	99.6	93.9
Permethrin	1.0	1.1	15.9	3.8	15.5	10.1	31.1	37.8	52.8
Cypermethrin	1.0	2.2	11.8	5.0	13.9	8.1	14.4	13.3	19.4
Cartap	1.0	2.3	3.0	3.1	3.2	2.9	4.0	1.8	1.7
Carbofuran	1.0	0.6	5.6	6.9	5.3	5.7	5.9	11.7	8.5

*relative to susceptible strain-IL ('80)

**IL : I-lan, HL : Hua-lien, PT : Ping-tung, MT : Ma-tou, CL : Chia-li TH : Ta-hu, LC : Lu-chu, FS : Feng-shan.

Table 4. The susceptibilities of different diamondback moth strains to various organophosphorus compounds (LC_{50}, in ppm)

Insecticides	Susceptible strains	7 wild strains	OP-pressed strains			Syn. Pyr.-pressed strains		
			Prof.	Prot.	Mev.	Fev.	Per.	Cyp.
Mevinphos	70–100	270– 500	334	326	409	459	276	253
Diethquinalphion	230–440	8,140–9,010	8,021	11,366	1,290	254	694	—
Cyanophenphos	100–190	770–3,360	3,825	2,200	686	551	1,881	—
Phenthoate	280–670	630–4,200	2,140	337	590	1,574	416	—
Prophos	170–320	420–3,040	1,182	763	826	537	354	—
Methidathion	270–560	640–1,380	600	425	—	689	1,044	980
Mephosfolan	360–370	790–1,920	1,313	1,560	608	395	432	—
Profenofos	100–120	580–1,450	3,330	1,938	444	225	753	957
Prothiofos	310–420	1,250–3,120	1,124	1,130	643	745	1,387	—

Although the cross resistance among organophosphorus insecticides are common and closely related, there are some exceptions. For examples, the prothiofos-resistance was crossed to phenthoate and methidathion; the profenofos-resistance was not crossed to methidathion.

Three synthetic pyrethroid selected strains also became less sensitive to organophosphorus compounds. The presence of cross resistance is evident except the extent is not comparable to that of profenofos and prothiofos.

For similar numbers of pressed generations, the selection failed to raise the synthetic pyrethroid resistance to the degree that was observed in the field strains and louger selection may be necessary to attain higher resistance. We did not ignore the possibility of cross resistance from certain organophosphorus insecticides, since high synthetic pyrethroid resistance has been confirmed in both prothiofos- and profenofos-resistant DBM in this study (Table 5).

Table 5. The susceptibilities of different diamondback moth strains to five synthetic pyrethroids (LC_{50}, in ppm)

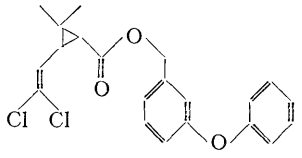
Strains	Permethrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Decamethrin	Flucythrinate
Susceptible strains	14-16	19-41	9-41	4-12	29-41
7 wild strains	50-740	100-370	90-1,260	50-600	100-800
Permethrin-resistant strain	101	138	240	52	104
Cypermethrin-resistant strain	77	160	340	81	115
Fenvalerate-resistant strain	60	115	136	49	—
Profenofos-resistant strain	71	89	90	51	—
Prothiofos-resistant strain	327	156	67	88	—
Mevinphos-resistant strain	38	31	15	13	—

The cross examination between permethrin and cypermethrin in resistant strains was aimed to explore the possible action of alpha-cyano group of some synthetic pyrethroids. The test result in Table 6 indicated that this functional group makes no difference in the DBM resistance.

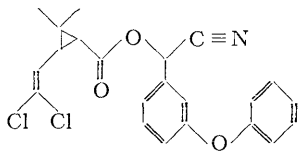
Table 6. The cross test of two synthetic pyrethroid-resistant DBM strains to permethrin and cypermethrin*

Strains	Permethrin-LC_{50} (R. R. **)	Cypermethrin-LC_{50} (R. R.)
I-lan	14 ppm (1.0x)	19 ppm (1.0x)
Permethrin-selected	101 ppm (7.2x)	138 ppm (7.3x)
Cypermethrin-selected	77 ppm (5.5x)	160 ppm (8.4x)

*Permethrin



Cypermethrin



**R. R. : resistance ratio

Discussion

The resistance responses of DBM in the organophosphorus insecticides selection study matched closely with what were observed in the field resistant strains. The laboratory-selected organophosphorus resistant DBM also developed cross resistance to most of other organophosphorus compounds. For instance, profenofos-selected strain became resistant to diethquinalphion, cyanophenphos and phenthoate; prothiofos-selected strain was cross resistant to diethquinalphion, cyanophenphos and mephosfolan.

Comparatively, the most-used mevinphos was a compound with the least effect in inducing both resistance and cross resistance as had been reported earlier [4]. In general, DBM was not able to generate high resistance toward mevinphos either in field or in laboratory. The fact was further confirmed in profenofos- and prothiofos-selected strains, which were not seriously cross resistant to mevinphos despite their high cross resistance to several other organophosphorus insecticides.

After selected by organophosphorus insecticides, the I-lan strain behaved exactly the same as the west coast strains in its resistance characteristics, which points out that the I-lan strain is not' physiologically different from the DBM of west coast. It also becomes clear that some organophosphorus compounds will not induce cross resistance to other organophosphorus compounds and this kind of information is very useful in planning the insecticide alternation for the control of DBM.

In the aspect of synthetic pyrethroid resistance, we have found that the result of laboratory simulation was not quite similar to what was happened in the field. The resistance of three laboratory-bred strains could not attain the high resistance level of field strains. Since some organophosphorus insecticides could result cross resistance in synthetic pyrethroids, it is possible that the high resistance found in field was a combined effect of many insecticides.

In field survey, the DBM were frequently more resistant to fenvalerate and decamethrin than to permethrin and cypermethrin [4,6]. Similar tendency was confirmed in the laboratory as fenvalerate had a very high resistance induction effect, while permethrin and cypermethrin only had moderate resistance induction rates. This fact makes the positive identification of a synthetic pyrethroid resistant strain easier, since the susceptible DBM is more sensitive to decamethrin and fenvalerate than permethrin and cypermethrin. Whenever this relation is reversed in a particular DBM strain will be a good indi-

cation of the presence of synthetic pyrethroid resistance. In the cross examination of permethrin- and cypermethrin-selected strains by permethrin and cypermethrin, the results showed that the responses of both strains were similar and the extra alpha-cyano group on cypermethrin molecule did not cause different resistance. Hence, we believe that this side group is not involved in the resistance mechanism of DBM.

References

1. Chang, liang-chuan. 1975. A study of resistance of *Plutella xylostella* to several organophosphorus insecticides. Plant Protection Bulletin 17 : 431-432.
2. Cheng, Edward Y. 1981. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) II. A general survey (1980—81). J. Agric. Res. China 30 : 285-293.
3. Cheng, E. Y., T. M. Chou and C. H. Kao. 1984. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) V. The induction, cross resistance and glutathione-S-transferase in relation to mevinphos-resistance. J. Agric. Res. China 33 : 73-80.
4. Chou, T. M. and E. Y. Cheng. 1983. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) III. The insecticide susceptibilities and resistance response of a native susceptible strain. J. Agric. Res. China 32 : 146-154.
5. Lee, Sung-lien and Wen-tai Lee. 1979. Studies on the resistance of diamondback moth, *Plutella xylostella* to commonly used insecticides. J. Agric. Res. China 28 : 225-236.
6. Liu, Ming-yie, Ying-jeh Tzeng and Chih-ning Sun. 1982. Insecticide resistance in the diamondback moth. J. Econ. Entomol. 75 : 153-155.
7. Plant Protection Manual. 1983. pp. 132 by Dept. of Agriculture and Forestry, Prov. Gorn. of Taiwan, Rep. of China.

小菜蛾抗藥性之研究

Ⅵ.有機磷及合成除蟲菊精抗性試驗及綜合分析[1]

鄭 允 周桃美 高靜華[2]

摘 要

有機磷及合成除蟲菊精類殺蟲劑爲本省蔬菜常用藥劑，亦爲小菜蛾之主要防治藥劑。由於小菜蛾已對此二類化合物產生高度抗藥能力，常導致防治困難及用藥過量之殘毒問題，此研究係對此二類主要防治用藥之效能加以澄清，並對小菜蛾抗藥反應之特質進行深入瞭解，期能在化學防治之策略上運用所得資料，提供有效的改進措施。爲求愼重起見，在試驗材料上選取兩類抗性起源不同的小菜蛾，測定其對不同藥劑之抗藥性及交互抗性，以爲分析及解釋之基礎。第一類係田間材料，七個樣品均採自抗藥地區；第二類材料係室內培養之抗性品系，以宜蘭的感性小菜蛾爲蟲源，分別利用佈飛松、普硫松、美文松三種有機磷劑，及芬化利、百滅寧及賽滅寧三種合成除蟲菊精劑，進行汰選，汰選標準爲 LC_{75}，經 10～20 代，汰選出具已知抗性起源之品系。以此二類試驗材料，一爲混合抗藥起源之族羣，另一爲已知其抗藥起源之族羣，共同進行對有機磷及合成除蟲菊精類殺蟲劑之抗性測定，並檢討其間之交互抗性關係，後一類材料所得結果有助於解釋具多重抗藥起源的田間族羣所表現之特性。測定結果發現：（1）本省小菜蛾就抗藥性而言，各地蟲系的原始起源可能均相同。因爲目前仍屬感性的宜蘭品系，在室內經過有機磷汰選後，所表現抗藥程度及特質即與西岸各地之抗藥品系小菜蛾相似。（2）有機磷劑間之交互抗性一般甚爲明顯，但亦有某些藥劑之間，並無交互抗性關係存在。（3）有機磷之抗性亦能對合成除蟲菊精劑產生交互抗性。（4）合成除蟲菊精類藥劑間之交互抗性具共通性，且小菜蛾對芬化利和第滅寧之反應較對百滅寧及賽滅寧爲迅速，所得抗藥性亦較高。此類藥劑亦能引起小菜蛾對少數有機磷產生交互抗性。（5）就抗藥性之誘發而言，無論有機磷或合成除蟲菊精類殺蟲劑，均有强弱之分。如佈飛松，芬化利即有强烈誘發抗藥性之能力；而普硫松、美文松、百滅寧及賽滅寧誘發抗性的能力明顯地較弱。此外，美文松及普硫松誘發之抗藥性較不穩定。（6）合成除蟲菊精劑中，有的分子結構中含 α-cyano 基，有的則無，以百滅寧及賽滅寧進行此一問題之交互檢定，（因二藥劑分子構造類似，僅賽滅寧多含 α-cyano 基）所測結果幾乎完全相同，顯然此一分子構造上的差別與小菜蛾的抗藥機制無關。

由以上結果，我們已可逐漸選擇誘發抗性速度較緩，且交互抗性較單純的殺蟲劑作爲防治藥劑；並可在抗藥性產生後，選擇無交互抗性關係的藥劑取代之。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1204 號。本計畫承國科會補助（編號73-0409-B055--05），簡淑貝、盧燕鈴、林美玲協助工作，謹此一併致謝。

2.本所應用動物系研究員、計畫助理及助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34(1)：105～109（1985）

番石榴嫩梢害蟲發生消長及其防治[1]

溫宏治　李錫山[2]

摘要：番石榴之嫩梢害蟲，民國72—73年經於本省南部調查，主要有下列四種：（一）棉蚜（*Aphis gossypii* Glover）於番石榴園內全年發生，其棲羣高峰期在 12 月—3月間，低峰期在 7—10月間。（二）番石榴白粉蝨（*Aleurotuberculatus psidii* Singh）於年中有二次高峰期，即 8—9月及 11—12月間，低峰期在1—6月間。（三）小綠葉蟬（*Empoasca boninensis* Matsumura）發生高峰期在 7—10月間，低峰期在12月—4月間。（四）節角捲葉蛾（*Spilomota rhothia* Meyrich）發生高峰期在 3—5月間，低峰期在7—10月間。修剪防治小綠葉蟬及節角捲葉蛾有效，對棉蚜及番石榴白粉蝨於修剪後再噴施90%納乃得 W. P. 防治效果優異。

番石榴又名拔那或扒仔，原產熱帶美洲，引入臺灣約有200餘年，爲桃金孃科常綠小喬木灌木[1]，本省 1,000 m 以下地區都可生長，爲本省重要水果之一[6]，全省種植面積達 5,648 ha 其中以彰化縣 2,012 ha 最多，高雄縣 1,668 ha 次多，其他各縣市均有零星栽培[7]。

近年來政府在高屏區舉辦的農業技術諮詢座談會中[8]，果農紛紛提到番石榴嫩梢害蟲引起萎凋，招致防治之困難，影響產量至鉅。有關番石榴嫩梢害蟲，陳氏等報告及著作中[2,3,4,8,9]，略有敍述，唯可供防治之參考資料，尚嫌不足，故爲確實明瞭該蟲種類在南部發生情形，先作田間棲羣調查。由於番石榴果樹之衰老，果實逐年減少，爲使樹型矮化，並促進旺盛結果枝之萌發與結果較大果實，須配合修剪來達成，修剪時無意中消除了許多害蟲，爲了解其防治效果，並配合殺蟲劑之應用，觀察其抑制害蟲之效果，藉供防治之依據。

材料及方法

一、週年發生消長調查：

本調查在高雄縣大社鄉番石榴產地舉行，分別設立三處觀察園，從72年7月至73年6月，每15天調查一次，每次每一觀察園調查25株，每株調查嫩梢，分別記錄嫩梢及嫩梢下10枚幼葉之害蟲種類及數量。蚜蟲則以爲害葉率計算之。

二、防治試驗：

於高雄縣大社鄉設一觀察園，待害蟲發生時，按下列各處理後進行調查。

1.納乃得（Lannate）90%可濕性粉劑加水3,000倍。

2.枝梢修剪。（修剪之枝梢，搬離現場燒燬）。

3.修剪後再噴施納乃得90%可濕性粉劑加水3,000倍。

4.無處理（對照組）

上述四處理之每小區用番石榴5株，重複4次，按逢機完全區組排列，於72年12月20—21日進行試驗，調查時僅取中間3株，前後二株作爲間隔保護株，處理後每半個月調查一次，連續4次。每株

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1205 號。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員、副研究員兼系主任。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

調查 5 個嫩梢，分別記錄嫩梢及嫩梢下10枚幼葉之害蟲種類及數量。蚜蟲則以爲害葉率計算之。

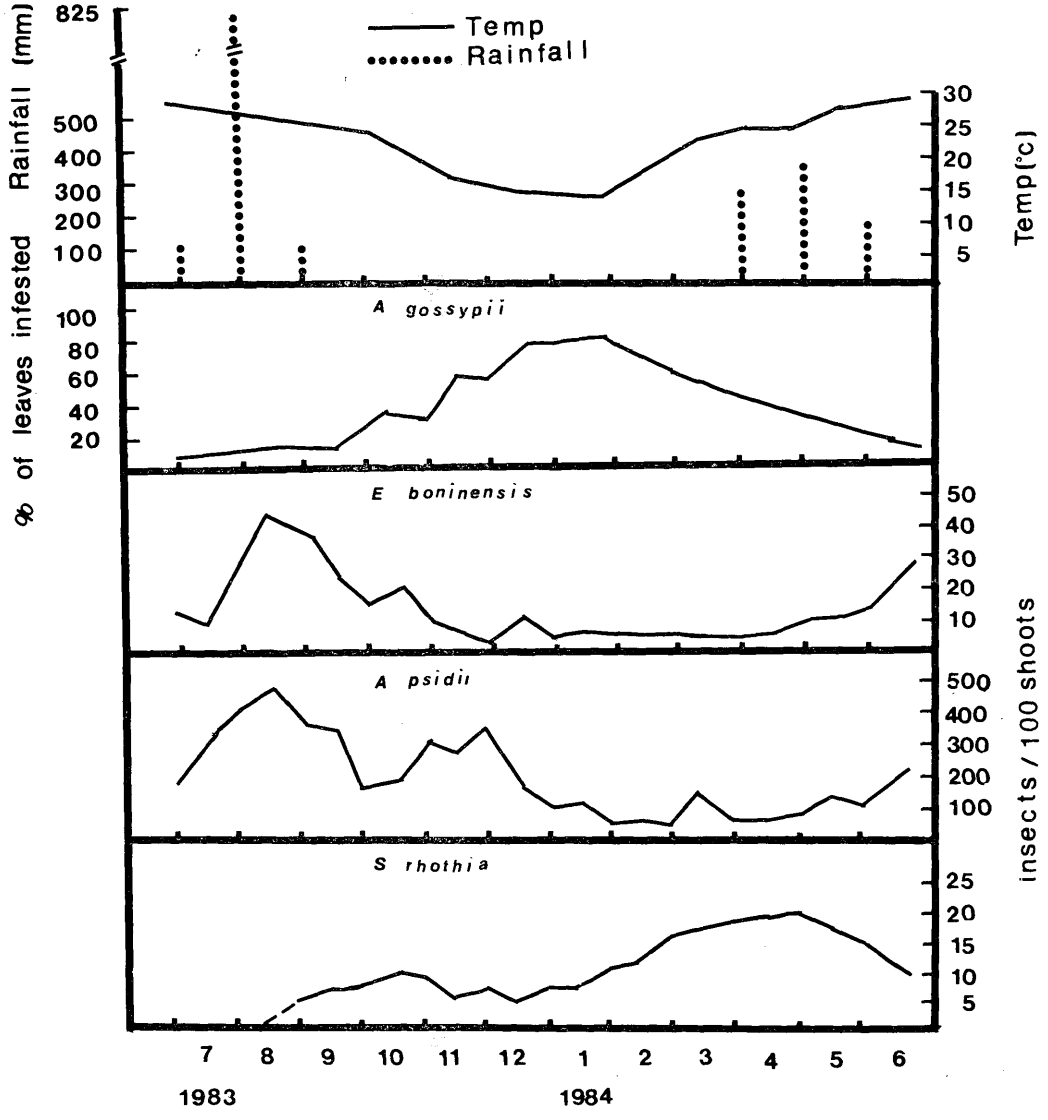
氣象資料由本分所水土保持組提供。

結果及討論

一、週年發發生消長調查：

經過一年之調查，發現本省南部番石榴嫩梢害蟲有 11種，其中以棉蚜（*Aphis gossypii* Glover）、番石榴白粉蝨（*Aleurotuberculatus psidii* Singh）、小綠葉蟬（*Empoarsa boninensis* Matsumura）及節角捲葉蛾（*Spilomota rhothia* Meyrich）等四種普遍發生，其週年消長（圖一）及爲害情形簡述如下：

1. 棉蚜：無翅棉蚜在番石榴上終年可見其踪跡，其棲羣密度在乾旱低溫季節發生最多，12月至次年 3 月爲其高峰期，雨量及溫度增加，其密度降低，7 至10月爲低峰期。該蟲主要在嫩葉上刺吸食害



圖一 番石榴嫩梢害蟲發生消長

Fig 1. Seasonal occurrence of the shoot insects on Guava

，嚴重時可致葉片捲縮，影響發育，並分泌蜜露，誘發煤病。調查時常見多種天敵瓢蟲捕食本蟲，唯本蟲行孤雌生殖，一旦發生，繁殖迅速，天敵難以抑制。

2.番石榴白粉蝨：本蟲於番石榴上終年可見，新芽抽出時發生最盛，年中有二次高峰期即8—9月及11—12月間，低峰期在1—6月間。幼蟲寄生於葉背，吸食葉養液，並分泌蜜露，引起煤病，發生劇烈時葉部捲縮變色。

3.小綠葉蟬：本蟲整年發生，其棲羣密度在高溫季節發生較多，7—10月爲高峰期，溫度降低，其密度亦降，12月至次年4月爲低峰期。植株繁茂陰涼有利其發生，一般棲息於葉背，少數移至葉面，以刺吸口器吸食汁液，並分泌蜜露誘發煤病，嚴重發生時可致葉片捲縮。

4.節角捲葉蛾：除7、8月雨季外，其他月份均可發現其爲害，其棲羣密度高峰期在3—5月，低峰期在9—10月。其幼蟲吐絲捲心葉或結綴數葉於一處，並作疏鬆薄繭化蛹其中，管理疏忽之番石榴園發生較多。

二、防治試驗：

1.棉蚜防治效果：本試驗於12月下旬進行，適爲棉蚜發生盛期，各處理對棉蚜之防治，如表一所示，於第30日調查時均仍保持良好效果，其中以修剪後再噴施 Lannate 90% WP 最佳，且至 60日調查時仍與對照組保持顯著性之差異。

表一 番石榴棉蚜防治試驗（72年12月—73年2月）

Table 1. Experiment for the control of cotton aphid on Guava (Dec. 1983—Feb. 1984)

Treatment	% of leaves infested[a]			
	15 DAT[b]	30 DAT	45 DAT	60 DAT
1. Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	2.3 b	7.4 a	16.3 b	55.3 b
2. Pruning	7.4 b	12.3 a	26.5 b	50.8 b
3. Pruning+Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	0.2 a	3.1 a	6.5 a	20.2 a
4. Check	35.2 c	42.8 b	50 c	60.7 b

a) Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan's multiple range test.

b) DAT : Days after treatment

2.番石榴白粉蝨防治效果：本試驗各處理對番石榴白粉蝨之防治效果，如表二所示，至45日調查時，仍與對照組保持顯著性之差異，至60日調查時，除修剪後噴施 Lannate 90% WP 處理外，其他處理蟲數均接近對照組。

表二 番石榴白粉蝨防治試驗（72年12月—73年2月）

Table 2. Experiment for the control of white fly on Guava (Dec. 1983—Feb. 1984)

Treatment	No of white flies/60 shoots			
	15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT
1. Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	22.1 a	52.8 a	79.2 b	63.4 b
2. Pruning	32.4 a	64.3 a	78.8 b	80.2 c
3. Pruning+Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	14.6 a	27.2 a	38.5 a	43.4 a
4. Check	178.4 b	215.7 b	128 c	92.2 c

3.小綠葉蟬防治效果：小綠葉蟬活動力强，各種處理效果，如表三所示，第30日調查時，雖與對照組有顯著性差異，但蟲數已迅速恢復中。第45日調查時，修剪處理者與對照組，已無顯著性差異，係因修剪後部分枝條抽出新芽、葉，有利葉蟬之孳息滋長。

4.節角捲葉蛾之防治效果：由於試區附近農民普遍防治番石榴害蟲，致使節角捲葉蛾之發生並不多。由表四顯示修剪處理比施藥防治良好，至第45日調查時，各處理均無顯著性差異，是故防治本蟲僅靠修剪便可達防除目的。

表三 番石榴小綠葉蟬防治試驗（72年12月—73年2月）

Table 3. Experiment for the control of green leaf-hopper on Guava (Dec. 1983—Feb. 1984)

Treatment	No of leaf-hoppers/60 shoots			
	15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT
1. Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	1.2 a	3.8 a	9.2 a	13.7
2. Pruning	0.8 a	4.3 a	13.4 b	14.5
3. Pruning+Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	0.4 a	5.1 a	14.8 b	16.8
4. Check	24.2 b	18.9 b	15.3 b	14.5

表四 番石榴節角捲葉蛾防治試驗（72年12月—73年2月）

Table 4. Experiment for the control of leaf-roller on Guava (Dec. 1983—Feb. 1984)

Treatment	No of leaf-rollers/60 shoots			
	15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DA
1. Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	3.24 b	6.25 b	6.46	3.06
2. Pruning	0.71 a	2.12 a	4.32	4.12
3. Pruning+Lannate 90% W. P. 1 : 3,000	0.18 a	1.06 a	5.73	5.15
4. Check	7.42 c	8.33 c	5.20	4.45

綜觀上述番石榴嫩梢害蟲試驗，得悉對於棉蚜及番石榴白粉蝨之防治，以修剪後再施藥效果最好，而對小綠葉蟬及節角捲葉蛾而言，修剪後施藥與否效果相接近，故修剪後無需另行施藥。是故對於番石榴嫩梢害蟲防治，大致可於番石榴生長年中，分數次修剪，再視害蟲種類決定是否要施藥防治，如此不但可以減輕農藥之應用，而達到經濟防治目的，尚且可保護天敵，發揮生物防治功能，達到綜合防治目的。

引 用 文 獻

1.王武彰・1984・番石榴栽培手册。臺灣省政府農林廳編印。p：1～2。

2.陳仁昭・1981・臺灣蓮霧害蟲調查報告。中華昆蟲 2：40—57。

3.陶家駒・1980・果菜害蟲。中國文化大學出版。 p：93-94。

4.蔡雲鵬・1965・臺灣害蟲名彙。臺灣省經濟部商品檢驗局。植物檢疫資料第5號。

5.——・1984・臺灣農業年報，臺灣省政府農林廳編印 p：1117頁。

6.——・1980・臺灣農業要覽。豐年社。 p：705。

7.——・1982・高雄區農業技術諮詢問答彙編。高雄區農業改良場編印 p：42。

8. B. H. WILSON. 1973. Species and Seasonal occurrence of leafhoppers and planthoppers in a coastal

bermudagrass pasture in the macon ridge area of Lacisiana. Jour. Econ. Ent. 66 (6): 1346-1347.

9. H. F. MADSEN. 1969. Integrated control of the fruit-tree leaf roller and the white apple leafhopper in British Columbia. Jour. Econ. Ent. 62(6): 1351-1353.

Seasonal Occurrence of the Shoot Insects and Their Control on Guava [1]

Hung-chich Wen and Hsi-shan Lee[2]

Summary

Four major shoots insects on guava were investigated from 1983 to 1984 in southern Taiwan. (1) cotton aphid, *Aphis gosssypii* Glover, occurred all year round on guava orchard and its population density peaked between DEC. and next MAR., lowered from JUL. to OCT.. (2) white fly, *Aleurotuberculatus psidii* Singh, had two peaks one year, one was from AUG. to SEP., another from NOV. to DEC. and lowered from JAN. to JUN. (3) green leaf hopper, *Empoascab oninensis* Matsumura, peaked from JUL. to OCT. and lowered from DEC. to next ARP. and (4) leaf roller, *Spilomota rhothia* Meyrich) peaked from MAR. to MAY. and lowered from JUL. to OCT.

Both pruning and spraying 90% Lannate WP showed the most effective in checking the shoot insects on guava.

1. Contribution No. 1205 from the Taiwan Agricultural Research Institue.

2. Assistant Entomologist, Entomologist and Head, respectively, Division of the plant Protection, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station. TARI, Fengshan City, Kaohsiung Hsein, Taiwan 830. ROC

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）34(1)：110～123（1985）

水稻聯合收穫機用於收穫亞麻之改良研究[1]

顏欽崇　　鄭榮瑞[2]

摘要：本研究計畫以國產野興牌 YS1300 型水稻聯合收穫機爲改良用母機，以盡量不變更和修改原機構原則下，拆換部份機件或附加裝置等方式完成，使它能兼用於收穫亞麻之目的。以提高水稻機械之利用率及農民冬季裡作種植亞麻興趣，間接降低生產成本。

本試驗機共改良完成七個部份：1.機頭分撥及分草扶起機構。2.部份輸送導桿。3.脫粒室及承網。4.搖振篩選及風選機構。5.種粒擲出裝置。6.盛槽粗篩選網鏈與輸出裝袋裝置。7.麻莖集束機構。

本試驗機收穫亞麻之工作能量爲：0.5～1.0ha/day（每天工作10小時計），每公頃約需4人工次（Man-day）。收穫之混合物中，種子含量60%，其餘爲蒴果、斷莖、碎殼、殘葉等，尚須晒乾後再作選別處理。

亞麻爲織布、造紙、油漆之原料，具工業價值。過去本省種植面積曾達 4,000公頃以上。近年來，由於農村勞力不足，農民種植興趣銳減，目前種植面積在 200公頃以下，爲使此已末落之經濟作物栽培能够復甦，降低生產成本，本所前臺南棉麻試驗分所於民國60年自比利時引進 "/11 型亞麻拔莖捆紮機開始，仿造試驗改良，雖歷八年，初具亞麻聯合收穫專用機之型態，惟離實用階段乃甚遠。民國68年該分所奉命裁銷，逐由本所繼持研究，配合行政院農業重點研究計畫「稻作生產主要機械改良」，提出研究改良國產水稻聯合收穫機多用途計畫，包括收穫亞麻在內之研究試驗，以提高水稻聯合收穫機之用途，間接減少稻作生產成本，節省勞力，增加農民所得。

材料與方法

一、試驗機具與材料：

1.國產野興 YS1300 型水稻聯合收穫機一台。

2.機械改良必需之材料：鐵板、角鐵、圓鐵條、扁鐵、焊條螺絲、螺母、水稻聯合收穫機所需零件、附屬設備等。

3.亞麻。

4.測定儀器：馬表、轉速計、捲皮尺、拉力計、土壤硬度計、角度規、水分計等。

5.製造改良用機器及工具：裝卸機器用工具一套，車床、剪床、帶鋸床、成型壓床、點焊機、電焊機等。

二、試驗方法：

1.於亞麻收穫期間，以國產野興牌 YS 1300 型水稻聯合收穫機爲試驗機進行收穫亞麻試驗，觀

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1206 號。本研究爲行政院農發會重點研究計畫〔71農建—4.1—產—67(2.1)〕計畫結束總試驗報告。

2.本所研究員兼農機系主任、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

察其作業流程中各部分機構作業情形，記錄其分草、扶起、剪割、集束、輸送、脫粒、篩選、輸出裝袋及排草等各段作業性能及缺失，以作爲機器改良之依據。（本試驗已於69年度完成試驗，如圖1）。

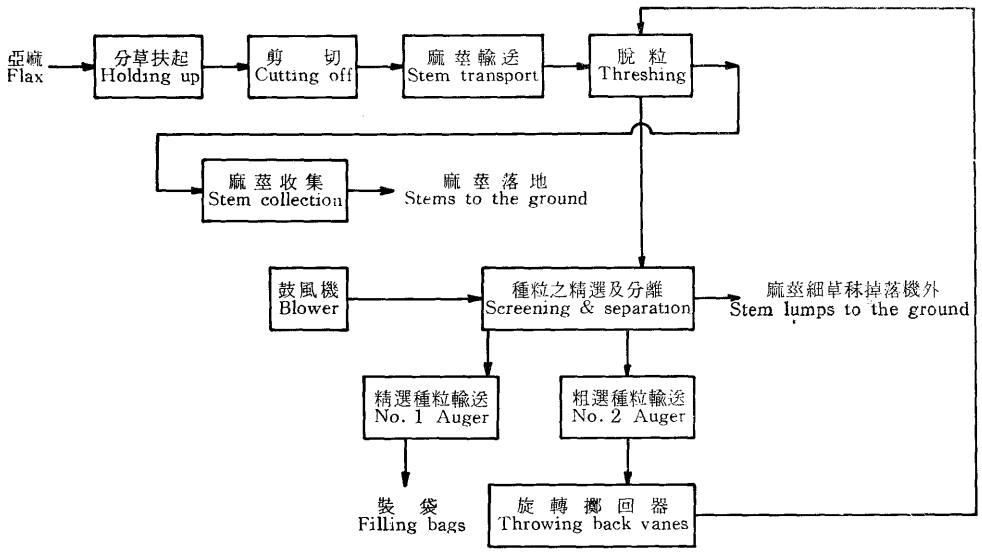


圖1. 水稻聯合收穫機用於收穫亞麻之程序圖（改良前）

Fig. 1. Flow diagram of harvesting flax with YS 1300 rice combine (Unmodified)

2.試驗結果各部分機構不適於收穫亞麻者簡述如下：

（1）亞麻分草扶起：無法把種粒互纏部分分開，輕微倒伏之亞麻在於扶起時，因扶起過高，容易把麻莖連根拔起。（2）麻莖輸送；輸送轉接不良。（3）脫粒：①脫粒筒易爲自夾鏈鬆落之麻莖纏住。②承網甚易爲碎莖草秣堵塞。（4）麻莖收集：麻莖難以成束落地。（5）種粒之精選及分離；篩選及分離不佳。（6）鼓風機：種粒甚易爲鼓風機所吹失。（7）精選種粒輸出：因亞麻種子稍有水分，很容易成黏結狀，而堵塞篩網及垂直螺旋輸送器，失却篩網及輸送作用。（8）粗選種粒

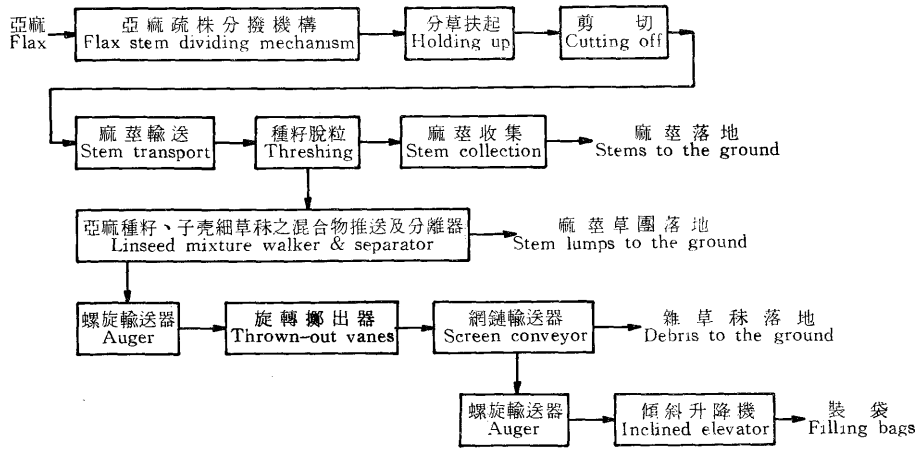


圖2. 水稻聯合收穫機用於收穫亞麻之程序圖（改良後）

Fig. 2. Flow diagram of harvesting flax with rice combine (modified)

螺旋輸送機：掉落之斷莖，細纖易纏繞螺旋輸送器而失去運轉作用。（9）回送管亦過小容易被斷莖細纖塞住，而使旋轉擲回葉片停轉失去回送作用。

3.依據各段試驗所記錄之缺點，對不適應亞麻收穫之部分重新加以設計改良，使適合亞麻收穫特性之機件，並經多次試驗完成，並做機械性能之測定，藉以瞭解缺失改良情形，直到實用爲止。（如圖2）。

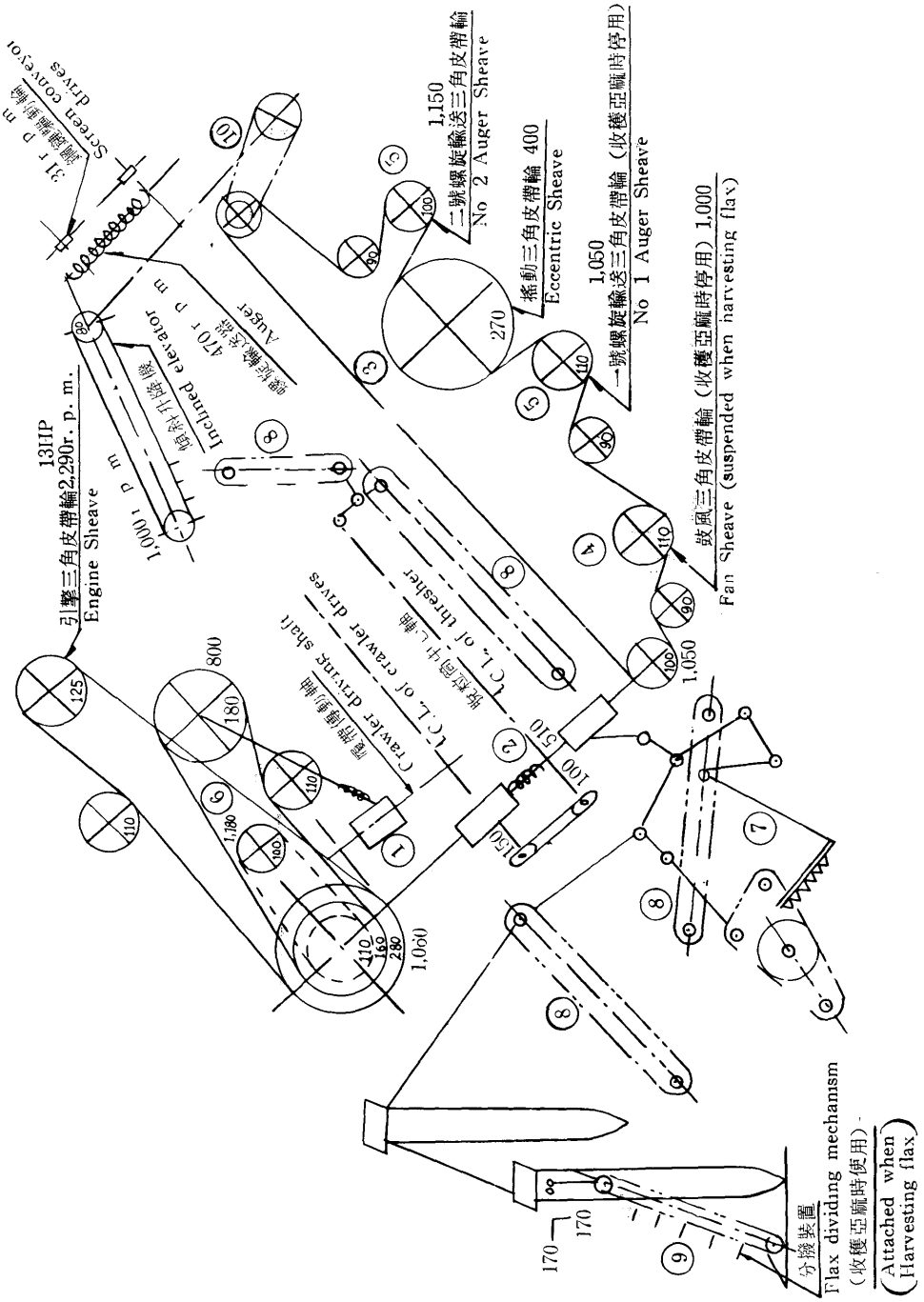


圖 3 YS1300水稻聯合收穫機兼收亞麻動力傳遞系統模擬展示圖

Fig. 3. Power transmitting schematic diagram of flax harvest with YS 1300 rice combine

4.經改良完成之試驗機，在本所亞麻田試收，總面積達2公頃以上，試驗結果良好，可供推廣示範之用。

三、收穫機構造改良及其作業分析。

(一) 以水稻聯合收穫機收穫水稻與收穫亞麻，兩者之作業程序上有部分之差異處，如圖1及圖2之作業程序圖 (Performance Flow Diagram) 及圖3聯合收穫機動力傳遞系統模擬展示圖。水稻聯合收穫機用於亞麻收穫時，需加裝分撥裝置，換置橫條承網，停止鼓風機及精選螺旋輸送機，換裝置改良之搖振推進器，換裝旋轉葉片擲出器導管，附裝篩選輸送和升降包裝機等，其他部分則照舊不變。分撥裝置之動力引自該收穫機頭扶起鏈動力傳動橫軸上，用傘形齒輪及正齒輪組合而成。因其所需動力不大，故直接由扶起裝置傳動橫軸上引出不致影響整體動力之平衡。本聯合收穫機以柴油引擎驅動，其最大馬力爲 13HP, 2,400r. p. m. 正常輸出馬力爲 11HP, 2,200r. p. m. ，動力可分10部分：①行走動力，②脫穀動力，③篩選動力，④鼓風動力，⑤穀粒輸送動力，⑥油壓動力，⑦剪切動力，⑧夾送鏈條，扶起鏈條等動力。⑨分撥動力，⑩種粒初篩選及輸送裝袋用動力等。動力分布之情形如圖3，收穫亞麻時鼓風機及一號精選穀粒螺旋輸送機停止作業，其所需動力轉用於種粒初篩及輸送裝袋上之動力。

(二) 本水稻聯合收穫機於進行亞麻收穫時，應修改及更換之部分機件述之如下：

1.加裝分撥機構及新配裝之分草板如圖4及照片1：原分草板只能分開底部麻莖，不適合分撥亞麻蒴果互纏部分，故需重新製作分草板以配合分撥裝置之安裝，目的不只在分開麻莖，亦可將亞麻種子蒴果相互糾纏者分開。亞麻蒴果互纏部分若不予撥開，作業愈多相互纏住者亦增多，終致隣近部分之麻莖雖未被剪切亦連根拔起，或與未被剪切及拔起之亞麻互相拉住，而纏繞於扶起裝置，輸送鏈上及脫穀筒內，妨礙正常收穫作業。

2.株桿扶起裝置降低高度 20cm ，如圖5，照片2，降低高度有利亞麻輕微倒伏情況時之扶起作用，即可避免在扶起時未經剪切即將亞麻連根拔起，而造成麻莖纏繞作業機之弊。扶起裝置雖然降低高度 20cm ，但經試驗對收割水稻並無影響。

3.可調傾斜橫向夾送鏈與脫粒夾送鏈間導桿之延長：可使麻莖之轉送銜接順利，因亞麻莖桿較細小，在轉接之際若不予延長，將有部分麻莖容易掉落，而造成麻莖轉夾紛亂，阻礙正常之脫粒作業。

4.脫穀筒前段與脫粒室側板間之空隙，在收穫亞麻時，易於纏入麻莖及纖維。應加裝防纏繞錐形套環，以防較細之麻莖及鬆落之纖維纏入。不加此套環，捲入之麻莖及纖維將逐漸增多，脫粒筒與筒室側板間之摩擦力亦因而增大，終致脫粒筒停止轉動。致帶動脫粒筒之皮帶開始打滑甚至燒毀。故須常常停機清理後才可繼續作業。加錐形套圈後纏繞現象已獲突破性改善，未再有纏繞發生，參看圖6及照片4。

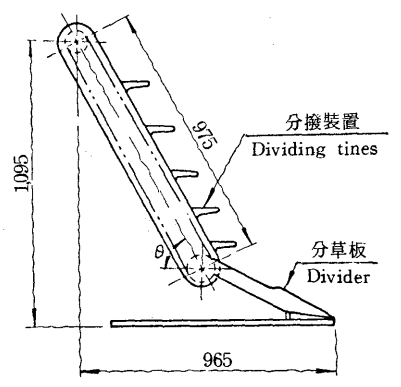


圖 4. 分草板及分撥裝置
Fig. 4. Divider and flax dividing mechanism

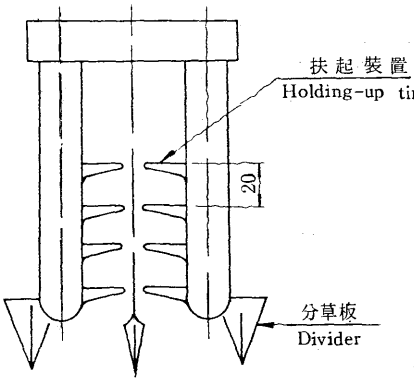


圖 5. 分草及扶起裝置
Fig. 5. Dividers and tift-up fingers and chains

5.承網之換置：以原來之網目式承網，收穫亞麻甚易堵塞，不能繼續收穫，故需換用橫條式承網纔可。如圖 7 及照片 5，橫條式承網經試驗結果，甚適於亞麻之收穫作業。橫條式承網爲本所發展出來，可用於濕水稻及燕麥等收穫作業之多用途承網，確可防止承網之阻塞。

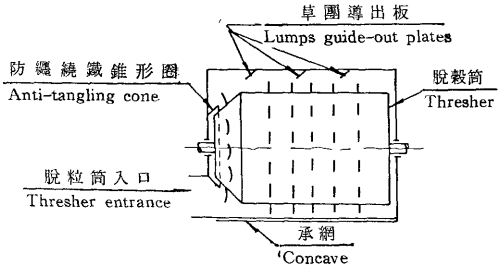


圖 6. 脫粒筒防纏繞鐵圈標示圖
Fig. 6. Anti-tangting ring cone for threshing drum

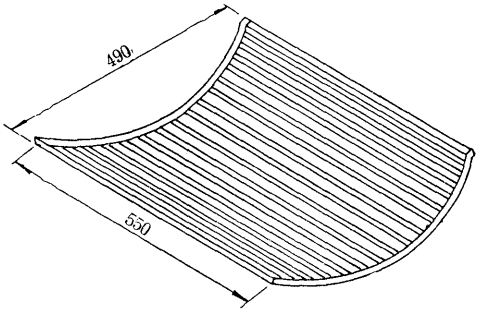


圖 7. 橫條式承網
Fig. 7. Cross-bar type concave

6.脫粒筒內切刀之重新排列，並加寬其間隔距離，以避免捲入之麻莖草團過多時，不易切斷。而纏住切刀，滯留其間之弊，此草團若停留其間，將造成脫粒筒撞擊之主因，嚴重時可致脫粒筒鐵殼變形。切刀重排之情形如圖 8，照片 4 所示，有助於切斷落入脫粒室之麻莖避免草團之形成。

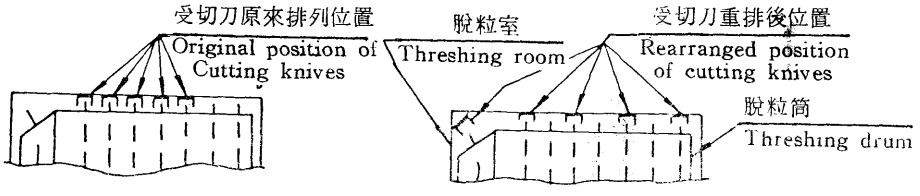


圖 8. 脫粒室受切刀排列位置
Fig. 8. Arranged position of cutting knives

7.搖振篩網之更換：原收穫水稻之搖振篩網不適用於亞麻收穫作業之用，故依圖 2 之收穫作業程式修改爲搖振推進分離器，如圖 9，照片 6，照片 7，其作用爲分離草團殘莖而將脫粒之種子，蒴果、斷莖、碎壳、草秣等混合物推入回送螺旋輸送器內，由旋轉葉片擲出導管外之盛槽內。本搖振推進分離器仍利用原搖振篩框，製作波浪形推進板直到回送螺旋輸送器止，並在承網後製作一草秣團齒狀推送板分離器，藉以分離由承網邊框流出之種粒及草團，並將草團排出機外。

8.改裝旋轉葉片擲出導管：爲免除經由旋轉擲出器送回脫粒筒循環之種粒混合物阻塞於回送管道內，乃製作擲出導管裝置，如圖10，照片 8。導管除將回送管阻隔原擲出口外，可將種粒混合物導出，排入於機外之盛槽內。此擲出導管裝置爲收穫亞麻時專用者，故於收穫亞麻時，必須換裝之。

9.亞麻種粒盛槽及自動篩離裝袋機：自動篩離裝袋機，包括移動式網鏈篩離機，螺旋輸送機，傾斜皮帶刮片式升降輸送機

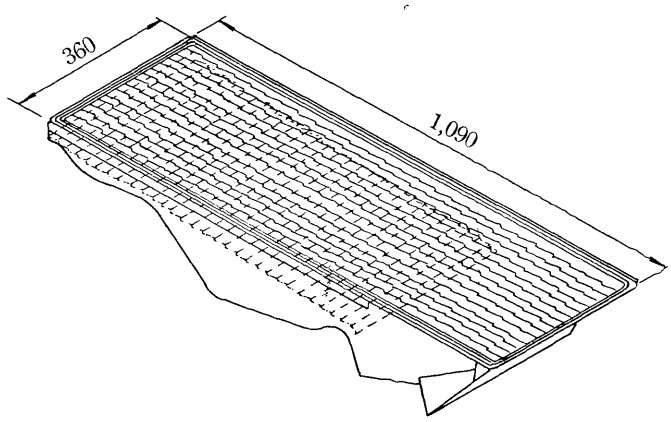


圖 9. 搖振推進分離器
Fig. 9. Vib-shaking walker separator

等，如圖11，及照片3，由旋轉擲出器擲出機外之亞麻種子混合物，即送入盛槽中之移動網鏈篩離機上，蒴果及種粒即從網鏈落入螺旋輸送機，復經傾斜升降輸送機送入包裝袋中，盛滿即予換下，再繼續收穫作業，一如稻穀收穫裝袋者然。

10.集束裝置之修正：以收集麻莖，使成堆落地及便利檢拾收集爲目的。水稻聯合收穫機之收集裝置未能完全適合於亞麻莖之收集作業，經觀察後加一薄鐵皮板於底架上，已能改善其收集情況，試驗結果可成堆落地便於檢拾。參看照片12。

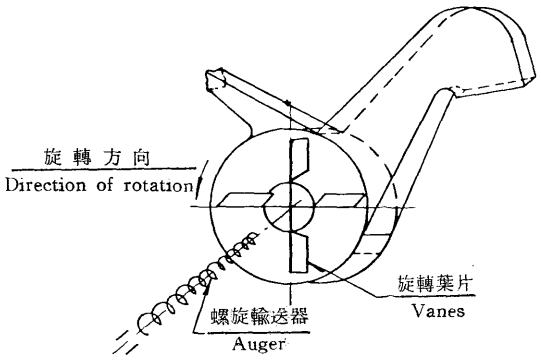


圖 10. 亞麻種子擲出導管
Fig. 10. Throw quiding-duct

11.停止使用鼓風機：收穫亞麻時若使用鼓風機，因亞麻種子輕，甚易和斷莖，雜草等爲鼓風機一起吹失，而造成風選損失，有失收穫風選之作用，故用於收穫亞麻時需將鼓風機停用，停用之動力可轉用於亞麻種子自動裝袋機構上。

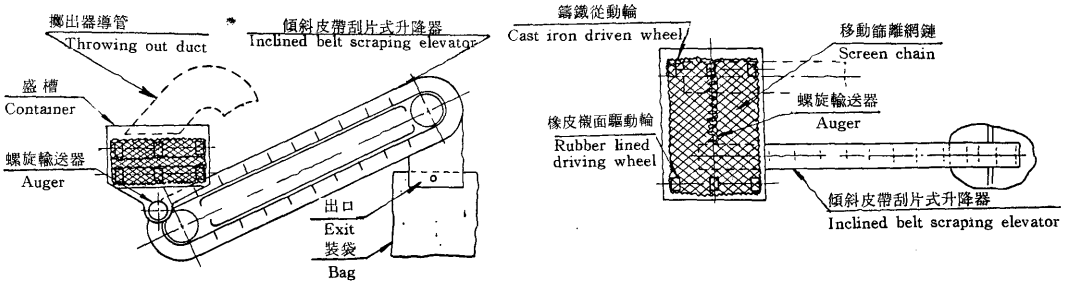


圖 11. 亞麻種子自動裝袋機構造簡圖
Fig. 11. Linseed auto-packing mechanisan

12.精選螺旋輸送機之停用：因精選螺施輸送機與裝袋直立螺旋輸送機相銜接，後者甚易爲受潮結塊之亞麻種子所阻塞，爲避免直立螺旋輸送機之阻塞，故在收穫亞麻時停用之。另裝置亞麻自動裝袋機取代，其動力由篩選動力系統上之惰輪接出。如照片10所示。驅動馬力用應變規裝置測定最大需1.1HP 如照片12。

（三）本水稻聯合收穫機收穫亞麻之作業能量之計算：本收穫機之理論作業能量（Theoretical Field Capacity）可以下列公式計算之：

$$T.\ F.\ C.=\frac{W\cdot S}{10}\quad\cdots\cdots(1)$$

假定場地效率爲 Eff.，則有效作業能量（Effective Field capacity）爲：

$$E.\ F.\ C.=\frac{W\cdot S}{10}Eff.\quad\cdots\cdots(2)$$

上式中

T. F. C.＝理論作業能量ha/hr
E. F. C.＝有效作業能量ha/hr
W＝作業機理論收割寬度 m

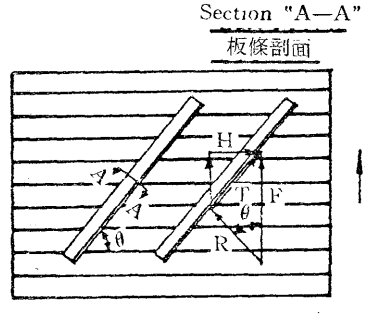


圖 12. 可調導出板條
Fig. 12. Adjustable guiding-out stripes

S＝作業機行駛速度 km/hr

（四）收穫亞麻所需馬力之計算：

收穫機所需馬力可以下列公式計算：

$$H.P.=\frac{S\cdot F}{270} \quad \cdots\cdots (3)$$

上式中

H. P.＝所需馬力

F ＝總牽引力，(kgs)

S ＝作業機行駛速度 km/hr

（五）脫粒筒與承網：

水稻聯合收穫機在進行收穫亞麻作業時，鬆落之亞麻莖進入脫粒筒內，若不被裝置於承網上方之受切刀所切斷而落入推進器，則甚易纏繞於脫粒齒上或阻纏於受切刀上，造成大小不等之草團，滯留於脫粒室內，排出不易，產生打擊脫粒筒及蓋殼之聲音，嚴重時可把脫粒筒打擊變形，成爲不規則圓筒形之主要原因。欲避免此病，擬定將切刀組拆除，重新排列，如圖 8 及照片 4，另在承網上裝置可調導出板，兩條或三條皆可（圖12），以加速草團之排出作用，消除因草團滯留脫粒室內所引起金屬打擊之聲音。

F ＝爲草團撞及傾斜導板之力，亦即脫粒齒推動草團之力。

T ＝爲 F 力沿導板方向平行分力。

R ＝爲 F 對導板之垂直分力。

H ＝爲 T 之水平分力，亦即草團之水平推力。

其關係可以下列公式表示之：

$$T=F\cdot \mathrm{Sin}\theta \quad \cdots\cdots (4-1)$$

$$R=F\cdot \mathrm{Cos}\theta \quad \cdots\cdots (4-2)$$

$$H=T\cdot \mathrm{Cos}\theta=F\cdot \sin\theta\cdot\cos\theta \quad \cdots\cdots (4-3)$$

微分（4－3）式得 $\frac{dH}{d\theta}=F\,(2\cos^2\theta-1)$ …… (4—4)

當 $\frac{dH}{d\theta}=0$ 時，H 爲最大，解之得 $\theta=45°$，故傾斜 45°時排出草團之力爲最大。因此導出板之傾斜角可任意由草團在脫粒室中形成之情況調整設定之。

（六）旋轉葉片擲出器之投擲作用（圖13）。

假設擲出物體之合速度爲 V_R，擲出物體合速度與離心速度所成之角度爲 θ，旋轉葉片之線速度爲 V_l，$V_l=w\cdot r$，w 爲角速度，r 爲旋轉葉片之半徑，D 爲旋轉葉片外徑。擲出物體之離心速度爲 V_C。

$$V_C=\frac{dr}{dt}$$

$$V_R=\sqrt{V_C^2+V_l^2}$$

$$=\sqrt{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+(w\cdot r)^2} \quad \cdots\cdots (5)$$

擲出物體之離心力爲 C_n：

$$C_n = \frac{W_n}{g} \cdot \frac{V_l^2}{r} = \frac{W_n}{g} w^2 \cdot r \quad \cdots\cdots (6)$$

W_n ：擲出物體之重量

g ：地心加速度

由(6)式觀之離心力 C_n，因投擲物體之重量而異，亦即擲出物體愈重則其擲出力愈大，反之，擲出物體愈輕，則其擲出力亦愈小。

（七）亞麻分撥裝置與地面所形成傾斜角之關係：如圖 4 及圖14。

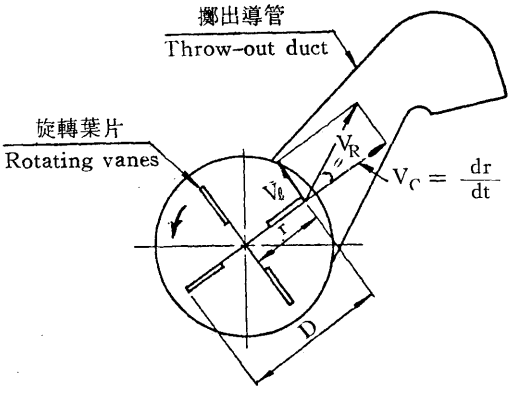


圖 13.

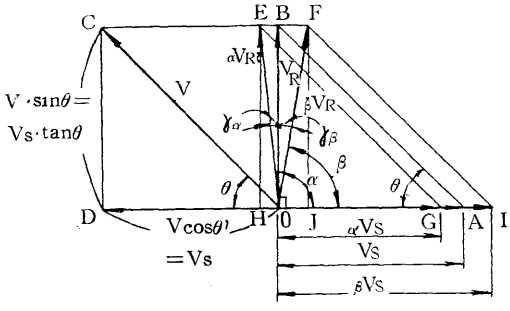


圖 14.

1.假定已知亞麻之株高爲 R, θ 爲分撥鏈中心線與地面之夾角 ， V_S 爲聯合收穫機行駛速度 m/sec，又假定 V_R 與地面成直角（90°），則分撥鏈條之速度爲 V（條件：$V_S = V\cos\theta$）

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_S^2} \quad \cdots\cdots (7)$$

若已知分撥鏈條之速度爲 V ，則可求得：

$$V_S = \sqrt{V_R^2 + V^2} \quad \cdots\cdots (8)$$

假定 $V_R = R$m/sec

則 $V_R = V_S\tan\theta = V \cdot \sin\theta \quad \cdots\cdots (9)$

由(9)式得 $V_S = \frac{V_R}{\tan\theta}$ 或 $V = \frac{V_R}{\sin\theta}$ 代入(8)或(9)式以求得理想之 V 或 V_S 。

若 $_\alpha V_S < V_S$ 則 $_\alpha V_R$ 較 V_R 落後 γ_α 角，$_\alpha V_R > V_R$ ($\alpha = \angle EOG$)

若 $_\beta V_S > V_S$ 則 $_\beta V_R$ 較 V_R 超前 γ_β 角，$_\beta V_R > V_R$ ($\beta = \angle FOI$)

依圖14之速度關係求得分撥相對速度及落後或超前之角度如下：

$$\left.\begin{aligned} {}_\alpha V_R &= \sqrt{V^2 + {}_\alpha V_S^2 - 2V \cdot {}_\alpha V_S \cdot \cos\theta} \\ {}_\beta V_R &= \sqrt{V^2 + {}_\beta V_S^2 - 2V \cdot {}_\beta V_S \cdot \cos\theta} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (10)$$

$$\left.\begin{aligned} \gamma_\alpha &= \sin^{-1}\frac{V\cos\theta - {}_\alpha V_S}{{}_\alpha V_R} \\ \gamma_\beta &= \sin^{-1}\frac{{}_\beta V_S - V \cdot \cos\theta}{{}_\beta V_R} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (11)$$

假定：$_\alpha V_R$：比選定之行駛速度 V_S 慢時之行駛速度

$_{\beta}V_R$：比選定之行駛速度 V_S 快時之行駛速度。

γ_{α}：爲 $_{\alpha}V_R$ 與V_R 之夾角，亦即分撥亞麻落後之角度。

γ_{β}：爲 $_{\beta}V_R$ 與 V_R 之夾角，亦即分撥亞麻超前之角度。

參考圖15, 假定 V_R 合速度等於亞麻之高度，爲 0.85m/sec, 0.8m/sec, 0.75m/sec 時，求得聯合收穫機行駛速度 V_S 與 θ 角間之關係，依據所劃出之特性曲線知用於收穫亞麻時，以 θ 在55°～75°之間爲較佳。

聯合收穫機之行駛速度 V_S 可在 0.22～0.65 m/sec 之間選定。

θ		20	30	40	50	55	60	70	75	80
V_S m/sec	R_m 0.85	2.34	1.47	1.01	0.71	0.59	0.49	0.31	0.23	0.15
	0.80	2.20	1.39	0.95	0.67	0.56	0.46	0.29	0.21	0.14
	0.75	1.30	1.30	0.85	0.63	0.53	0.43	0.27	0.20	0.13

$$V_S=\frac{V_R}{\tan\theta}$$ （假定R=0.85m, 0.80m, 0.75m）

分撥亞麻之合速度以能保持直立爲最佳，事實上聯合收穫機之行駛速度受收穫田間環境及人爲操作技術之影響而有所變化，因此若能設計一可變 θ 角之輕便調整裝置，即可糾正收穫時，分撥亞麻過分落後或過分超前而引起之缺失。

結果與討論

（一）試驗機之改良：

以 YS 1300型 水稻聯合收穫機未經改良前，用於收穫亞麻，爲不可能，如前所述各缺點。例如亞麻之不規則傾斜倒伏情況，種子蒴果，相互糾結等，實爲造成原來分草與扶起裝置等作業纏繞之原因。又於脫粒後斷莖、碎殼、殘葉、草秣等造成承網選別系統輸出裝袋及回送管之阻塞，皆爲收穫作業停頓之所在，因此在機械改良部份，針對上述試驗作業中所發現之缺失，在兼顧原試驗機不作重大修改原則下，順序逐段改良或換置部分機件，使其能適合於亞麻收穫作業之用。

經多次逐步改良而具有成效之部分述如下：

1. 依亞麻之特性，另製作分草板及分撥裝置，强迫分離相互纏繞之亞麻蒴果，不致使未經剪斷之亞麻莖連根拔起，致纏繞作業機，扶起部分及輸送鏈。此分撥裝置爲水稻聯合收穫機兼用於收穫亞麻成功之關鍵所在，爲本機研究之一大突破。

2. 將試驗機扶起爪之扶起高度降低 20cm，適用於扶起微倒伏亞麻之用，若不予降低，有微倒伏情況之亞麻，將會因扶起過高，致連根拔起，纏繞於機器上

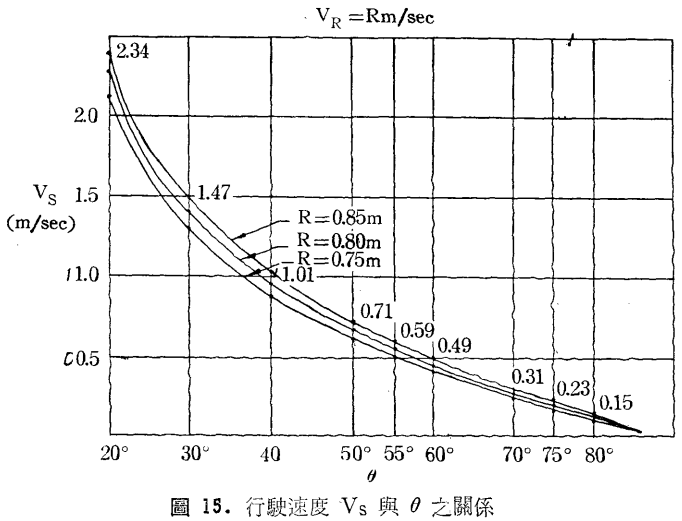


圖 15. 行駛速度 V_S 與 θ 之關係

Fig. 15. Traveling Speed (V_S) VS θ

，影響作業之進行，或於拔起時即使不連根拔起，亦易使相互纏結之蒴果掉落田間，造成種子掉落之損失增加。降低高度後本試驗機可收割輕微倒伏之亞麻，亦爲本機能收穫輕微倒伏亞麻之關鍵。

3.原機之脫粒筒承網在收穫亞麻時易於堵塞，流通性甚差，故另試製一種橫條式承網，其橫條間距爲 1.5cm ，使脫粒筒之阻塞問題迎刃而解，獲承網阻塞之根本解決。

4.原搖振選別系統，由於收穫亞麻時鐵絲網易於堵塞，故折除鐵絲網，延長波浪型推進分離板，將其改成搖振式推進分離器，其作用爲推進輸送及草團之分離，使種子等混合物，全部送出機外。如此除可避免原輸出裝袋之螺旋輸出系統堵塞外，由於搖振推進分離器不需風選，而可鼓風機停用，其動力則與精選螺旋輸送機動力共同轉用於種粒之選別，輸送及裝袋上，構成一完整之亞麻聯合收穫機。

5.爲配合上述選別系統之修改，以原粗選回送螺旋更改爲輸出螺旋，配合其旋轉葉片，另製作擲出套管裝置，並阻隔原回送管進口，僅將脫粒後之亞麻種子、碎殼、斷莖等混合物擲出機外。原以盛槽裝滿後以人工方式裝袋者，已改爲自動裝袋機構，以節省人工提高工作效率。本亞麻自動裝袋機，附裝於收穫機後部，包括盛槽、移動網鏈篩離機、螺旋輸送器，傾斜皮帶刮片式升降機等，試驗結果甚佳。

（二）機械性能試驗（如表一）

1.作業能力：本試驗機經多次試驗改良後，在本所亞麻田作多次實際收穫試驗，試驗面積已達兩公頃以上，其收穫能量因田區面積大小、形狀、亞麻生長、倒伏情況及操作熟練程度而受影響，估計每10公畝約需1小時左右。

2.種子損失率：收穫種子之損失率受亞麻生長情況、亞麻傾斜倒伏之程度，成熟度，脫粒筒轉速及收穫機收穫方向等因素所影響，平均損失約爲 7.5%，其中田面掉粒損失佔 4 %，未脫粒損失在脫粒筒轉速高於 400r. p. m. 下，約爲 0.11%，田面掉粒尤其在倒伏田區，順割與逆割之損失率分別爲4.64%及13%，而逆割損失率幾乎爲順割損失之 3 倍，故倒伏時應以順割爲佳。

3.亞麻以剪割方式收割，在地上所留之莖根損失，依亞麻之直立程度，田面平坦度，及剪刀距地面高度而不同，其損失約爲 6m～13cm 之間，平均約佔其總長度之11.6%。

表一 水稻聯合收穫機用於收穫亞麻性能試驗表

項目＼編號	單位	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
日期		70.3.25	71.3.16	71.3.23	71.4.13
地點		本所試驗田（16 區）	本所試驗田（24 區）	本所試驗田	本所試驗田（56 區）
作物		亞麻	亞麻	亞麻	亞麻
成熟度	%	95	93	94	85
株高（平均）	cm	79.5	91	87	72
直立程度（莖）	級	A	A	A	A
每 m^2 種植密度	支/m^2	965	480	437	965
每 m^2 桿莖重量	kg/cm^2	0.807	1.02	0.96	0.63
每 m^2 種子重量	g/m^2	97.1	110	104	55.2
含水率 種子	%	26.9	16.3	18.5	22.6
含水率 原莖	%	66.25	65.0	55.0	55.2

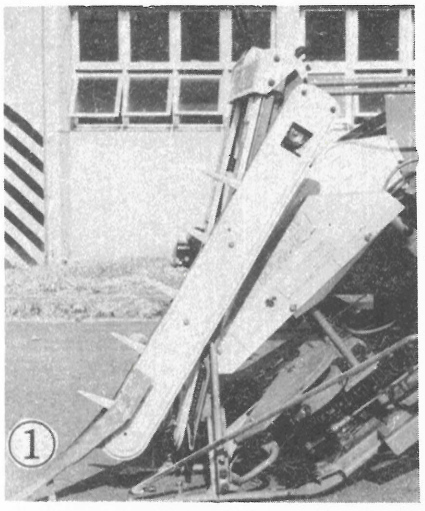
田面掉粒 自然掉粒損失	%	—	3.0	3.4	1.4
田面掉粒 摩擦掉粒損失	%	7.5	1.6	1.5	2.5
未脫粒損失	%	0.11	3.3	1.9	3.6
排出損失	%	0	0.34	0.4	0.06
種子總損失率	%	7.61	8.24	7.2	7.56
地面殘莖損失	cm	7.5～11	6～10	6.5～11	8～12
麻莖總損失	%	11.6	10.7	11.3	13.8
行駛速度	m/s	0.34	0.31	0.31	0.53
機割面積	m^2	226.24	232.8	220.4	313.6
機割時間	min	26.6	29.6	32.4	19.4
每10公畝機割時間	min/10a	117.6	122	140	62
本機工作能量	Are/hr	5.1	4.9	4.3	9.7
田間有效工作效率	%	59.3	62.8	55.1	72.4
脫粒筒轉速	r.p.m.	480	480	480	480

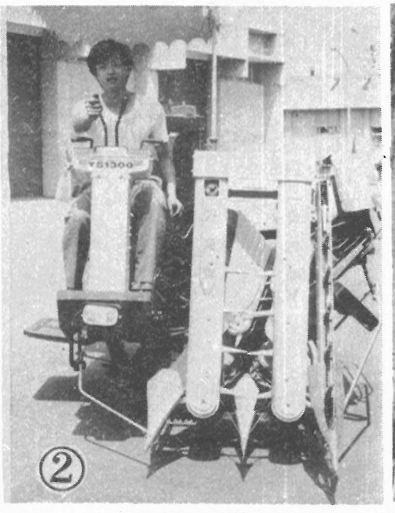
※ 備註：直立程度：指莖桿中心線與地面垂線之夾角。

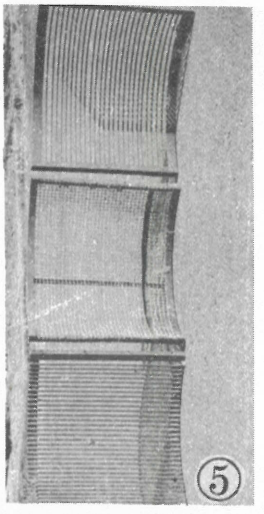
A級：0°～22.5 B級：22.5°～45° C級：45°～67.5° D級：67.5°～90°

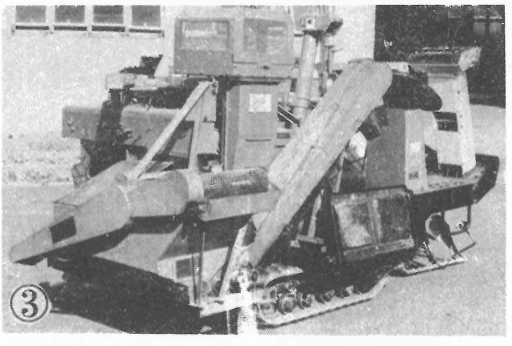
（三）機械收穫與人工收穫之比較：

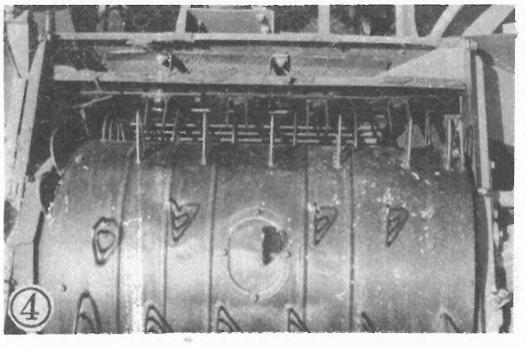
此試驗機係以水稻聯合收穫機改良而成之亞麻聯合收穫機，亦即多項作業完成於一機械作業程序中。則把剪切、夾送、脫粒、麻莖集束、種子混合物收集與裝袋等作業一次完成之收穫機。目前改良之試驗機收穫能率每公頃約10小時。假定每天收穫8小時，兩人同時作業，1公頃約需4人工次。據63年度農機具試驗彙報之記錄，亞麻人工收穫平均每公頃需要46人工次（man-day），顯而易見可節省10倍以上之人工次。從殘莖及種子損失上考慮，據同年之記錄，其殘莖與種子落損率爲：若以人工收穫時分別爲0.35%及0.96%，但如以機械（本試驗機）收穫時，其殘莖與種子損失率分別約爲12%及 7.5%，究其原因，殘莖之損失爲機割時原莖留在田間所造成，而種子之落損率，則是因機械之强迫分撥作用而增多者。故以機械收穫而增加之損失，將無法避免。照片11和12爲改良完成之聯合收穫機在本所亞麻田進行收穫試驗時之情形。

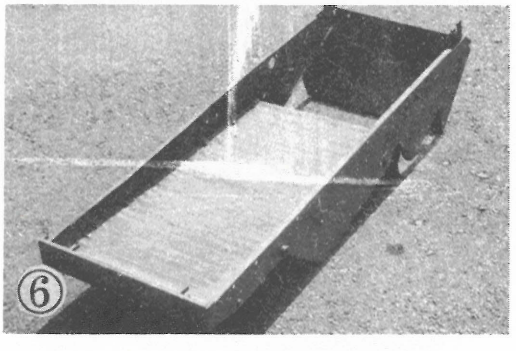


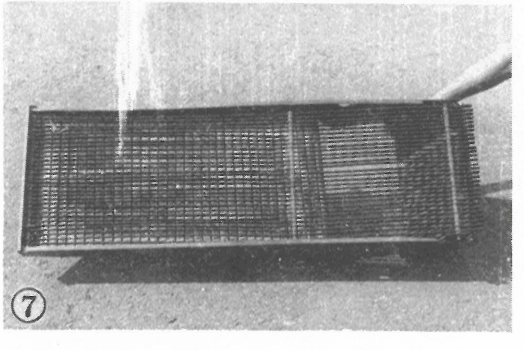












照片① 亞麻種子球分撥裝置

② 水稻聯合收穫機用於兼收亞麻之試驗機前視照

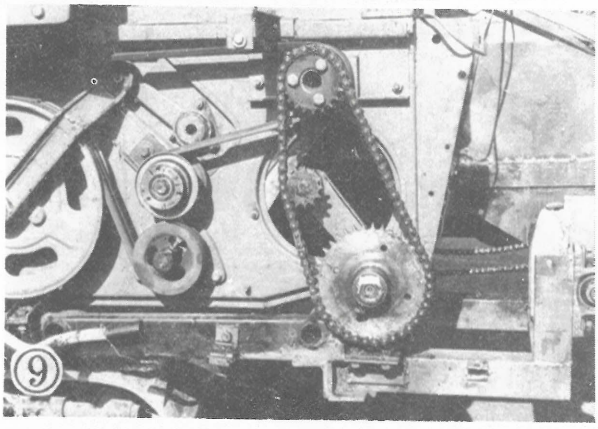
③ 後側照附裝亞麻種子自動裝袋機構

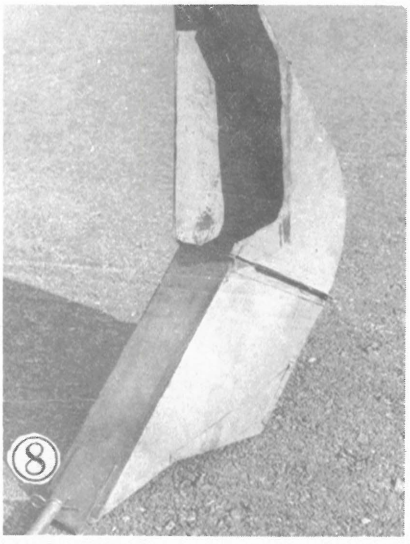
④ 脫穀室受切刀排列位置

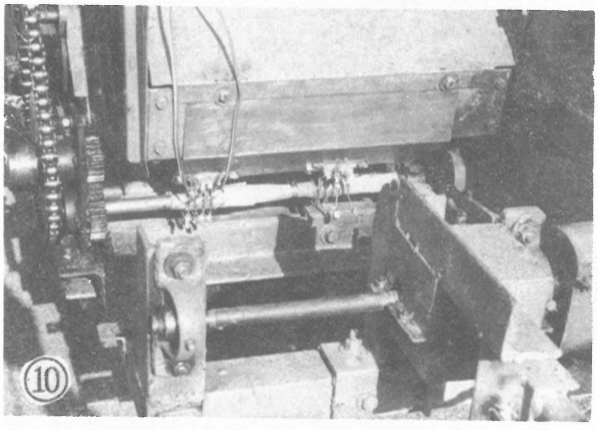
⑤ 承網：上、縱條式承網　　中、原網目式承網　　下、橫條式承網

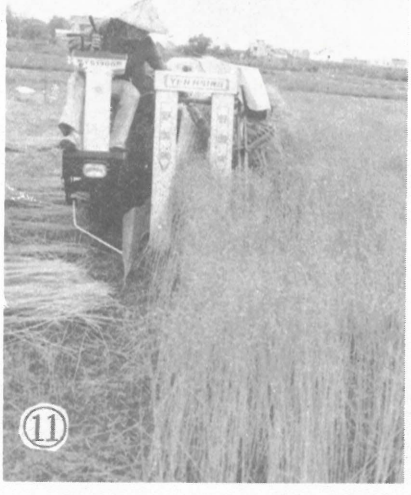
⑥ 拆除上部波浪形推進分離器後之波浪形推進板

⑦ 改良型亞麻搖振分離推進器









照片⑧ 亞麻種子擲出套管

⑨ 亞麻種子自動篩選裝袋機構之動力驅動鏈及鏈輪

⑩ 驅動軸馬力測定用應變規裝置位置

⑪ 聯合收穫機收穫亞麻前視照

⑫ 後視照



參 考 文 獻

1. 陳梯全。亞麻收穫機之發展研究。63～68年度農機具試驗研究彙報（臺灣省農林廳彙報）。
2. 顏欽榮、楊清祥、鄭榮瑞。「水稻聯合收穫機多用途之試驗研究」。69年度農機研究發展與示範推廣彙報。
3. 江崎春雄。バインダとコンバイン。農業圖書株式會社。
4. F. M. O. Combine Harvesting 1973 Deere& Company Moline Illinois.
5. Principles of Farm Machinery (Kepner, 2nd Epition, 1972).
6. Transactions of the ASAE, Vol. 23 No. 1 pp. 20-24. No. 5 pp. 1066-1071.
7. Modern Concepts of Farm Maohinery Management , 1970 Wendell Bower.
8. Farm Machinery and Equipment (Smith, Wilkes, 6th Edition, 1976).
9. Agricultural Machines, Theory and Construction, Volume I (1972) (p. 576～185). H. Bennacki, et al.

Studies on the Improvement of Rice Combine to be Used for Harvesting Flax[1]

C. C. Yen and J. J. Cheng[2]

Summary

The objective of this study is to improve the locally made rice comcine and make it to be able to harvest flax. This improved combine has been made possible to harvest flax by merely modifying some parts or replacement of parts of the machine. The prototype testing machine used is Yeh-Hsing YS1300 rice combine, which is successfully completed (without much changing the orginal structure of the machine.) in seven modification steps: They are: 1. Harvesting head, stem dividing mechanism. 2. Transfering guide rod being extened. 3. Threshing room, thresher and concave. 4. Vib-shaking walker. 5. Seed mixture thrown-out mechanism. 6. Packing device (Including: collecting pan, moving screen, auger and inclined belt slated elevator). 7. Stem collecting attachment etc.

This completed combine has the flax harvesting capacity of more than 10 times that of the labor.

The harvested mixture contains 60% linseed and they have to be separated with other separating devices after drying.

1. Contribution No. 1206 from Taiwan Agricultural Research Institue. This study was financially supported by council for Agricultural planning and Development, Executive Yuan, R. O. C.

2. Senior engireer and Research Assistant, Department of Agricultural Machinery, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 431, R. O. C.

Vol. 34, No. 1 March 1985

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Development of Rice Variety Tainung-Sen Waxy 2 ..... T. H. Tseng and Y. C. Teng ... 1
Study on Chromosomal Translocation to the Fertility of Cron ..... K. S. Liu and Cheng Chen ... 11
Studies on the Physicochemical Properties of the Tubers of New Sweet Potato Lines ..... S. Y. Liu, C. L. Liang and L. Li ... 21
Studies on the Induction of Parthenocarpic Kyoho Grape by Gibberellin Acid and 4-chlorophenoxyacetic Acid ..... S. K. Ou ... 33
Potassium Response and Its Relation with Different Forms of Soil Potassium in Paddy ..... T. S. Lee and H. G. Wu ... 45
Study on the Symbiotic Relationship between Cellulolytic and Nitrogen-Fixing Microorganisms ..... S. Y. Jean and C. J. Lin ... 64
Prediction of Rice Leaf Blast Ⅱ. The Relationships of Meteorological Variables, Conidial Numbers and the Development of the Numbers of Lesions ..... W. H. Tsai and H. J. Su ... 71
Studies on Aflatoxin Contamination and Screening for Its Resistance in Peanuts ..... A. H. Tsai and C. C. Yeh ... 79
Identification of a Zucchini Yellow Mosaic Virus from *Cucumis sativus* ..... S. H. Hseu, H. L. Wang and C. H. Huang ... 87
Insecticide Resistance Study in *Plutella xylostella* (L.) Ⅵ. An Experimental Analysis of Organophosphorus and Synthetic Pyrethroid Resistances ..... Edward Y. Cheng, T. M. Chou and C. H. Kao ... 96
Seasonal Occurrance of the Shoot Insects and Their Control on Guava ..... H. C. Wen and H. S. Lee ... 105
Studies on the Improvement of Rice Combine to be Used for Harvesting Flax ..... C. C. Yen and J. J. Chen ... 110

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China

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