470.51
S531V.39
#18621

ISSN 0376—477X

中華農業研究

第三十九卷　　第一期

目次

粳稻香米品種臺農72號之育成……楊遜謙　張萬來　趙政男　陳隆澤　陳一心…1
不同廠牌及種類之膠體化物質對水稻花藥培養
之影響……高小玲　葉常青　許家言　蔡新聲…14
栽培密度及氮肥用量對玉米青刈產量之影響……陳建成　王強生　劉大江…21
影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究
1. 果穗上位與下位子粒之充實特性……林淑雰　劉　清　劉大江…29
影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究
2. 子粒充實期間莖稈與穗軸醣類濃度的變化……林淑雰　劉大江…38
枇杷白紋羽病之傳播及防治……段中漢　蔡武雄　杜金池…47
溫室洋香瓜水耕之養分吸收研究……沈再發　許淼淼…55
斑郭公蟲生活史及其形性觀察……林　檉　李錦霞　羅幹成…65
橡果葉蟬之天敵調查……周根清　周樑鎰…70

中華民國七十九年三月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：1～13（1990）

粳稻香米品種臺農72號之育成[1]

楊遜謙[2]　張萬來[3]　趙政男[2]　陳隆澤[2]　陳一心[2]

摘要　臺農72號爲便型稻香米，於民國67年2期作以嘉農系比662007爲母本，與日本引進香米品種大正撰雜交而成，本品種具有濃郁的香味、米質佳、抗褐飛蝨之特性，株高一期作97.4cm，二期作 102.4cm；穗數一期作17.2支，二期作14.1支；生育日數一期作135天，二期作108天；稻穀產量一期作6,344kg/ha ，二期作5,038kg/ha，比對照品種分別減產2％及9.7%，本品種桿莖稍細，在成熟期易受環境影響，而導致倒伏，臺農72號適宜中南部地區栽培，臺農72號初期生育緩慢，分蘖較差，爲促進早期分蘖，提高產量，基肥及插秧後早期之追肥頗爲重要。

稻米爲國人主食，近年來由於國民所得增加，生活水準提高，食用肉類麵食品等副食品大量增加，食米消費量相對減少，如在民國55年以前，每年每人稻米消費量爲 138公斤，民國65年時每人年消費量減少爲 128公斤而民國73年時降至87公斤，與民國55年比較起來僅爲其63%，每人年消費量明顯降低[7]。同時由於品種改良及稻作栽培技術進步，使稻米單位面積產量提高，形成今日稻米生產過剩，倉容不足等問題。爲舒解稻米生產過剩以及倉容不足等問題，政府採取輔導良質米產銷計畫，提高稻米品質以刺激稻米消費，以及食米種類多樣化，讓消費者有多樣選擇食米的機會。嘉義農業試驗分所有鑑於此，從民國66年起著手於香米品種改良研究[1]，民國67年第二期作以嘉農系比662027與大正撰雜交，經多年選拔及試驗，於民國70年第一期作選出，民國74年第一期作以嘉農育 269號香米品系名稱，參加全省74年組區域試驗，民國76年第一期作經農林廳稻作育種命名審查會審查通過，命名爲臺農72號，臺農72號爲臺灣地區育成之第一個便型香米品種，臺農72號產量雖然不及臺農67號、臺農70號等品種，但是米飯具有濃芳的香味且米質優良食味佳，並具有褐飛蝨及白葉枯病等之抗性，適合於中南部或褐飛蝨較易發生地區栽培。

材料與方法

一、育成之經過：

臺農72號原品系名爲嘉農育269號，於民國67年二期作以本分所育成抗蟲品系嘉農系比 662007號爲母本，與由日本引進香米品種大正撰爲父本進行雜交，民國68年第一期作 F_1 以單株種植，68年第二期作 F_2 採集團單本種植約 2,000個體，自 F_2 集團選出熟期、株型良好等優良性狀者60個體，進入 F_3 世代系統分離，每系統種植40個體，並爲提高育種效率，抗病抗蟲篩選工作亦同時進行，稻熱病之檢定採旱田式病圃，行長50公分、行距10公分，每系統播種1行，每10品系種植1行抗病對照品種臺農62號，並在抗病對照品種兩邊各種1行感病品種崑山五香粳作爲對照，同時在病圃四週種植二行感病品種崑山五香粳，以促使發病[2]。褐飛蝨檢定採幼苗檢定法，採用 60cm×30cm×5cm 之鋁

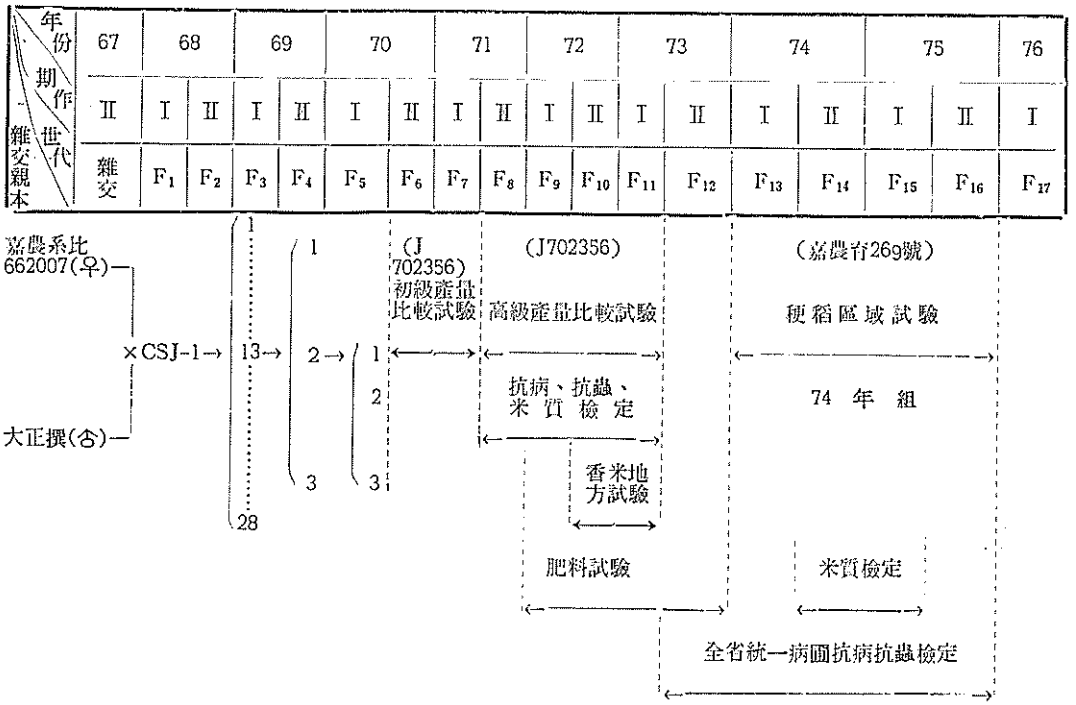
1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1492 號。

2.分別爲嘉義農業試驗分所助理研究員及副研究員兼農藝系主任。臺灣省　嘉義市。

3.本所嘉義農業試驗分所前研究員兼農藝系主任。

盤，每品系種植一行20個體，並加入一行抗蟲品種 Mudgo 及一行感蟲品種臺中在來1號以資對照，於葉齡達2葉時，放進2～3齡褐飛蝨幼蟲任其擇食，蟲口密度以每株約5隻幼蟲爲準。白葉枯病檢定採用剪葉法，在抽穗期前以中央研究院 604菌系直接剪葉接種，抗病蟲檢定結果作爲各世代選拔之依據。經過 F_3 及 F_4 二世代之田間選拔及抗病抗蟲篩選後，於 F_5 世代採用葉片香味檢定法檢定香味[5]，並在F_5世代系統圃內選出固定優良品系，參加70年第二期作及71年第一期作之初級品系產量比較試驗，其中以 J702356 品系表現較佳，雖其產量不及對照品種臺農67號但香味與食味均佳，同時具有褐飛蝨之抗性。該品系自71年第二期作起參加二年四期之高級品系產量比較試驗並行抗病抗蟲及米質檢定。72年第一期作至73年第二期作參加二年四期之耐肥性試驗，72年第二期作及73年第一期作進行香米地方試驗，以瞭解香米在不同地區適應性，民國74年第一期作至75年第二期作以嘉農育269號品系名稱參加全省區域試驗[4]，及全省統一病圃之抗病抗蟲及米質檢定[6]，在區域試驗產量表現雖不突出，但其香味以及抗蟲性穩定，米質優良，因此於民國76年第一期作以特殊用途米而提出申請命名，經命名審查委員審查通過，命名爲臺農72號，並自76年第二期起推介農民種植。

圖一、系 譜 圖：



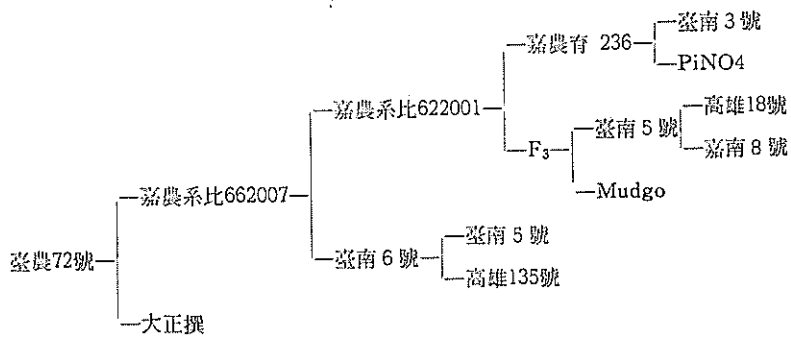
二、親本特性：

1.母本：嘉農系比662007系統，係嘉農系比622001／臺南6號之雜交後代，而嘉農系比622001則爲臺南5號／Mudgo 之 F_3 系統再與嘉農育236雜交選出之系統。具有良質、抗褐飛蝨等特性，其抗蟲性來自 Mudgo 品種，但對稻熱病抗性較差。

2.父本：大正撰爲由日本引進之香米品種，具有濃芳香味，但對稻熱病抗性差。

3.嘉農育236號：係臺南3號／PiNO4 之後代，米質佳、對稻熱病具有抗性。

圖2. 臺農72號親緣譜圖



三、品種特性：

臺農72號爲粳型香米，具有濃芳的香味，株高一期作97.4公分，二期作 102.0公分；穗數一期作17.2支，二期作14.1支；生育日數一期作135天，二期作108天；公頃稻穀產量一期作 6,344公斤，二期作 5,038公斤；病蟲害抵抗性；對葉及穗稻熱病屬中感到感級，對紋枯病爲感級，白葉枯病抗到中抗，對褐飛蝨具有抗性。另外本品種最大的特色就是基部葉鞘、葉尖葉緣及稃尖皆爲紫色，容易與其它品種辨別。

表1. 品種特性表

擬申請登記之品系名稱	擬命名之正式品種名稱	育成經過 親本♀×♂	育成經過 什交年代	選出年代	類型	期作別	苗期病害	成熟株高（公分）	熟期穗數（穗）	稃色	柱頭色	稃色 生育期	稃色 成熟期	尖色 抽穗期	尖色 成熟期	全生育日期（日）	抗病性 葉稻熱病	抗病性 穗稻熱病	抗病性 紋枯病	抗病性 白葉枯病	抗蟲性（褐飛蝨）	倒伏程度	穗長（公分）	穗重（公克）	一穗粒數（粒）	千粒重（公克）	脫粒性	休眠性	耐肥性	稔實率（%）	糙米率（%）	米質	高級試驗 公頃穀產量（kg）	高級試驗 指數（%）	高級試驗 對照品種	區域試驗 公頃穀產量（kg）	區域試驗 指數（%）	區域試驗 對照品種
嘉農育269號	臺農72號	嘉農系比六六二〇〇七／大正撰	67,70	70	粳型	I II	無	九七・四 一〇二・〇	一七・二 一四・一	紫	無	紫	無	無	紫	一三五 一〇八	中感 中感—感	極感 中感	抗 抗	抗 抗—中感	抗	斜	一八・七 一九・三	二・八 三・〇	一三六・七 一四〇・六	二〇・二 二一・四	中	無	強	九〇・四 七八・一	八二・六 八〇・九	中 上	六三四四 五〇三八	九八・〇 九〇・三	臺農68號	四九三八 三八八六	八五・五 八四・七	臺農67號

結果與討論

一、歷年各項產量比較試驗成績：

1. 初級品系產量比較試驗：

初級品系產量比較試驗於民國70年第二期作至71年第二期作辦理，以臺農67號爲對照品種，順

排列，二重複、行株距 25×20cm，四行區，小區面積爲 4m²，試驗結果如表 2 。臺農72號雖然產量比對照品種差，但因其具有香味及米質較優，產量表現只作爲參考。

表2. 歷年試驗成績

㈠初級產量比較試驗（70年 2 期至71年 1 期）

品種（系）名稱	一期作					二期作				
	生育日數（日）	株高（公分）	穗數（支）	產量（kg/ha）	指數（%）	生育日數（日）	株高（公分）	穗數（支）	產量（kg/ha）	指數（%）
臺農72號	97	88.5	15.2	5,563	75.7	66	103.3	7.5	3,550	88.2
臺農67號（CK）	99	91.7	17.6	7,350	100.0	68	104.4	10.9	4,025	100.0

2.高級產量比較試驗

高級品系比較試驗於民國71年第二期作至73年第一期作辦理，對照品種爲臺農68號，田間設計採逢機完全區集設計（RCBD），重複四次，行株距 25×20cm、四行區、行長 4 m，試驗結果如表 3 。

因臺農72號粒型較小，因此千粒重較對照品種臺農68號爲輕，產量表現在71年第二期作及73年第一期二個期作較低產外，72年兩期作產量都很接近對照品種。

表3. 高級產量比較試驗

第一期作（72年及73年）

年份	品種（系）名稱	生育日數（日）	株高（公分）	穗數（支）	穗長（公分）	穗重（公克）	一穗粒數（粒）	稔實率（%）	千粒重（公克）	公頃產量（kg/ha）	指數（%）
72	臺農72號	103	102.5	18.3	19.0	2.6	135.5	89.2	19.3	6,344	98.0
	臺農68號（CK）	105	103.6	18.5	21.1	3.3	136.9	93.0	24.7	6,472	100.0
73	臺農72號	109	92.2	16.1	18.3	2.9	136.9	91.5	21.0	3,956	80.2
	臺農68號（CK）	113	94.4	15.4	19.6	2.4	112.1	86.4	23.5	4,934	100.0
71	臺農72號	68	100.1	13.9	19.4	3.1	141.2	73.1	22.2	4,788	81.8
	臺農68號（CK）	66	110.4	13.6	19.2	3.0	139.7	95.4	26.0	5,853	100.0
72	臺農72號	66	103.8	14.3	19.1	2.9	133.9	83.0	20.6	5,288	99.7
	臺農68號（CK）	63	114.5	14.6	21.0	3.2	152.6	89.1	24.3	5,306	100.0

3.耐肥性檢定試驗

耐肥性檢定試驗於民國72年第一期作至73年第二期作辦理二年四期，肥料處理區分爲二種，普通肥料區三要素成分施用量爲氮（N）80、磷（P_2O_5）80、鉀（K_2O）80kg/ha。重肥區肥料施用量爲氮（N）160及磷（P_2O_5）120、鉀（K_2O）120kg/ha，採用裂區設計，以肥料爲主區、品種爲副區行株距25×15cm、四行區、行長4m，小區面積4m²，試驗結果如表4。在肥料處理間重肥區產量73年第二期產量表現上無重肥區高產現象之外，其餘年期產量重肥區皆比普通肥區之產量爲高，由此推測臺農72號在重肥條件下可有高產潛能，但較易倒伏需注意肥培管理。

表4. 耐肥性檢定試驗

品種(系)名稱	期作	氮肥用量(kg/ha)	72年 生育日數(日)	株高(公分)	穗數(支)	公頃產量(kg)	指[a]數(%)	指[b]數(%)	倒伏情形	73年 生育日數(日)	株高(公分)	穗數(支)	公頃產量(kg)	指[a]數(%)	指[b]數(%)	倒伏情形
臺農72號	一期	N 80	103	102.6	15.5	6,438	100.0	96.5	斜	111	97.5	13.7	4,225	100.0	93.4	斜
		N 160	104	110.1	19.2	7,094	110.2	97.7	斜	113	102.8	15.0	4,881	115.5	115.7	倒
	二期	N 80	65	103.5	16.6	5,356	100.0	100.1	斜	67	111.4	13.7	5,163	100.0	103.8	斜
		N 160	63	104.8	13.7	5,898	110.1	100.6	倒	71	111.0	14.0	4,981	96.5	104.3	倒
臺農68號[c]	一期	N 80	103	103.4	18.3	6,669	100.0	100.0	直	111	96.6	13.7	4,294	100.0	100.0	斜
		N 160	104	110.5	16.4	7,263	109.9	100.0	斜	113	101.0	17.5	4,219	98.3	100.0	斜
	二期	N 80	62	111.6	12.2	5,350	100.0	100.0	直	69	120.0	12.3	4,744	100.0	100.0	直
		N 160	62	108.1	14.4	5,864	109.6	100.0	斜	72	113.3	13.8	4,775	100.7	100.0	斜

*本試驗於分所試驗田二年四期（72年1期至73年2期）成績。

**P：K 肥料於 N80時同爲每公頃80：80公斤，N160時同爲每公頃120：120公斤。

a. 同品種不同肥料用量間比較。 b. 同級肥料量與對照比較。

4.新育成粳稻香米品系地方試驗

對新育成數個粳稻香米品系作地方適應性測定，於民國72年第二期作至73年第一期作在嘉雲地區舉行，地點爲嘉義市、民雄鄉、溪口鄉、新港鄉、西螺鎮埔心里（一期作改爲大新里）、西螺鎮路場里等6個地區辦理。田間設計採用逢機排列、重複四次、行株距爲25×15cm、四行區、行長4m，小區面積4m²，田間管理按照當地慣行栽培法管理。試驗結果如表5，72年第二期作在6個地區中只有溪口及新港二個地區產量較對照品種爲低，綜合6個地區之平均稻穀產量高出對照品種臺農68號約0.6%。73年第一期作，各個地區產量都超過對照品種，而其總平均稻穀產量達6342kg/ha，比對照品種增加11.0%。

表5. 新育成粳稻香米品系地方性試驗

年期	品種(系)名稱	地點	生育日數(日)	株高(公分)	穗數(支)	穗長(公分)	穗重(公克)	一粒穗數(粒)	千粒重(公克)	稔實率(%)	稻谷產量 公斤/公頃²	稻谷產量 %
七十二年第二期作	臺農72號	溪口	60.5	92.9	11.1	18.7	2.96	134.6	22.7	92.3	5,025^{c}	99.7
		嘉義	58.0	113.6	16.5	19.6	3.17	145.2	24.0	89.2	6,270^{a}	101.1
		民雄	57.0	102.1	20.3	18.7	3.18	146.8	24.5	88.8	4,860^{e}	100.0
		新港	64.5	102.5	15.4	19.2	2.83	151.4	22.1	86.7	5,280^{b}	94.3
		埔心	65.3	103.2	19.2	18.5	2.34	139.9	20.6	77.1	4,985^{d}	105.5
		鹿場	60.0	100.3	14.4	18.4	2.80	135.1	23.3	88.8	4,750^{f}	104.2
		平均	60.9	102.4	16.2	18.9	2.88	142.2	22.9	87.2	5,195$^{N.S}$	100.6
	臺農68號(CK)	溪口	57.0	92.6	10.3	19.4	2.14	100.6	23.8	86.2	5,040^{b}	100.0
		嘉義	53.0	117.4	16.2	22.4	3.24	134.4	26.1	89.8	6,200^{a}	100.0
		民雄	57.0	106.5	18.8	19.6	2.02	89.7	24.5	88.7	4,860^{d}	100.0
		新港	65.3	104.8	15.9	21.1	2.49	135.8	23.9	86.8	5,600^{b}	100.0
		埔心	66.0	104.2	16.9	19.8	1.88	94.5	23.3	81.3	4,725^{e}	100.0
		鹿場	62.0	94.5	15.9	17.9	1.63	74.9	24.6	84.4	4,560^{f}	100.0
		平均	60.9	103.3	15.7	20.0	2.23	104.8	24.4	86.2	5,164$^{N.S}$	100.0
七十三年第一期作	臺農72號	溪口	113	97.1	14.8	17.3	2.18	107.5	21.8	91.0	5,003^{f}	107.1
		嘉義	104	110.1	21.7	18.6	2.80	128.2	24.3	89.0	7,050^{a}	102.2
		民雄	91	110.9	19.4	18.1	2.57	127.7	21.5	89.4	6,600^{c}	113.3
		新港	98	100.5	16.8	18.3	2.35	117.8	23.4	85.6	6,250^{e}	123.8
		鹿場	81	103.7	16.7	18.8	2.82	131.9	22.5	92.7	6,600^{b}	102.7
		大新	87	100.0	17.8	18.6	2.82	123.0	23.9	90.3	6,550^{d}	121.3
		平均	95.7	103.7	17.9	19.3	2.59	122.7	22.9	89.7	6,342^{a}	111.0
	臺農68號(CK)	溪口	114	95.1	17.3	19.5	2.12	93.1	23.6	86.3	4,670^{f}	100.0
		嘉義	106	107.2	26.0	19.8	2.67	103.9	26.5	91.2	6,900^{a}	100.0
		民雄	91	104.9	18.0	20.0	2.25	106.3	23.4	86.7	5,825^{c}	100.0
		新港	100	101.7	18.4	19.4	2.15	97.6	25.3	82.8	5,050^{e}	100.0
		鹿場	80	104.6	18.2	21.1	2.95	75.0	24.2	90.5	6,425^{b}	100.0
		大新	87	101.0	19.4	19.5	2.18	106.1	24.3	79.9	5,400^{d}	100.0
		平均	96.3	102.4	19.6	19.9	2.39	99.8	24.6	86.2	5,711.6^{b}	100.0

註：1.與對照品種平均產量間差異比較。

2.同品種（系）不同地方產量差異比較。

5.粳稻區域試驗（農試所彙整資料）

參加民國74年第一期作至75年第二期作二年四期全省7個地區舉辦之區域試驗結果；其主要農藝特性如表6、而稻穀產量表現列於表7。

在7個地區裏稻穀產量最高，一期作爲屏東之6,153kg/ha、最低者爲花蓮之4,450kg/ha、二期作以臺東之4,654kg/ha 最高、宜蘭 3,181kg/ha 爲最低。由穩定性測定結果（圖3）得悉臺農72號雖然產量不高，但很穩定。

表6. 臺農72號區域試驗主要農藝特性比較（74年及75年兩年平均）

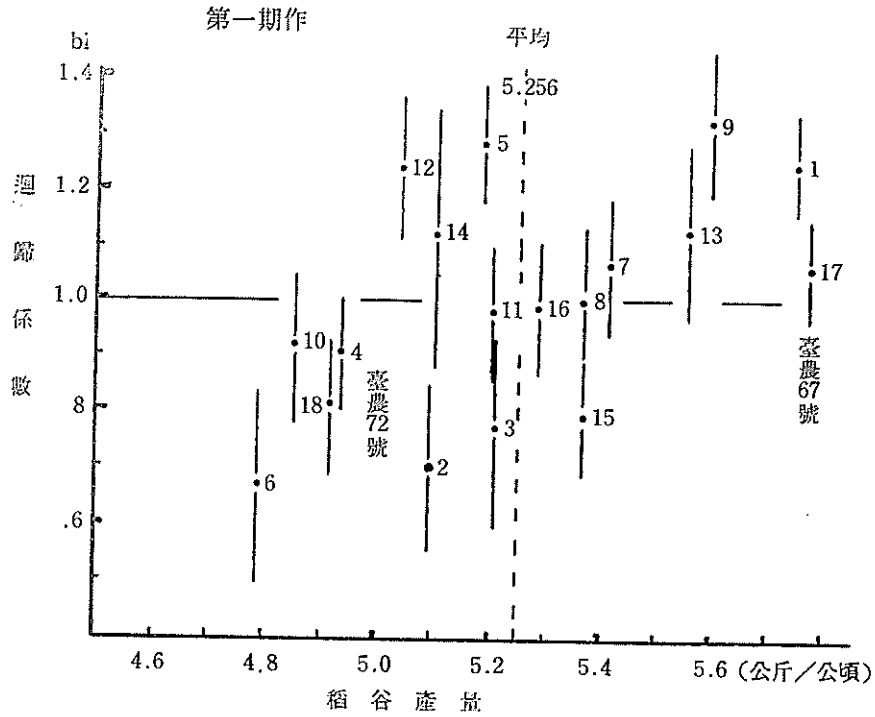
地點	臺農72號						臺農67號(CK)					
	一期			二期			一期			二期		
	全日生育數(日)	株高(公分)	穗數(支)	全日生育數(日)	株高(公分)	穗數(支)	全日生育數(日)	株高(公分)	穗數(支)	全日生育數(日)	株高(公分)	穗數(支)
桃園	138	83.5	14.6	122	85.5	13.6	141	98.7	13.2	123	93.7	14.0
彰化	110	95.3	13.1	103	86.8	12.4	110	93.3	12.3	105	92.4	11.2
臺南	134	104.8	16.7	98	93.7	16.4	135	103.7	16.5	100	105.3	12.7
屏東	117	93.8	16.1	101	93.0	12.7	122	100.7	17.2	101	101.4	11.5
臺東	129	93.6	19.3	110	97.2	13.9	133	95.9	18.2	114	101.8	14.4
花蓮	140	93.8	13.1	112	100.9	12.2	143	93.6	14.8	112	104.3	11.4
宜蘭	121	94.7	14.6	117	96.8	12.5	125	104.3	16.7	118	102.9	14.0
平均	126.8	94.9	15.3	103.9	95.1	13.4	129.6	100.9	15.5	110.1	100.2	12.7
變域	108—148	87—106	13—22	95—126	84—107	12—18	108—149	94—114	12—21	97—124	90—114	10—15

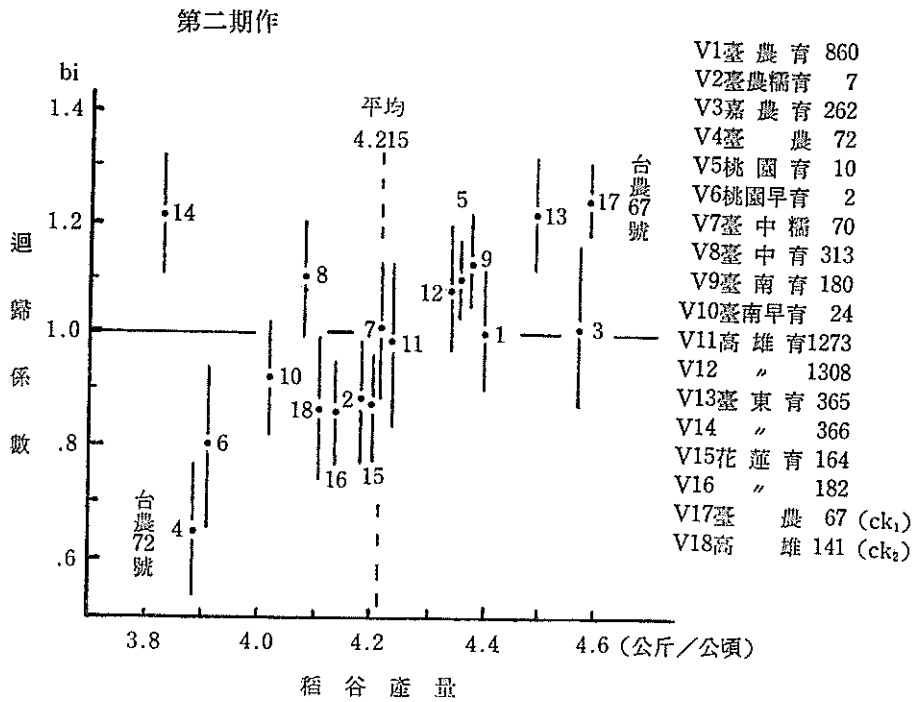
表7. 臺農72號區域試驗稻穀產量（74年及75年兩年平均）

期作	品種(系)名稱		桃園	彰化	臺南	屏東	臺東	花蓮	宜蘭	平均	變域
一期	臺農72號	公斤／公頃	4,475[b]	4,758[N.S.]	5,150[b]	6,153[b]	5,053[b]	4,450[N.S.]	4,525b	4,938[b]	3558—6500
		指數(%)	81.4	92.1	82.0	87.0	78.6	92.7	87.4	85.5	
	臺農67號(CK)	公斤／公頃	5,500[a]	5,165[N.S.]	6,278[a]	7,073[a]	6,429[a]	4,799[N.S.]	5,175a	5,774[a]	4344—7556
		指數(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	
二期	臺農72號	公斤／公頃	3,645[b]	3,588[b]	4,628[N.S.]	3,884[b]	4,654[b]	3,624[N.S.]	3,181[N.S.]	3,886[b]	2439—4947
		指數(%)	81.9	82.5	102.4	78.3	72.3	92.7	91.6	84.7	
	臺農67號(CK)	公斤／公頃	4,453[a]	4,350[a]	4,519[N.S.]	4,961[a]	6,438[a]	3,908[N.S.]	3,472[N.S.]	4,586[a]	2611—7236
		指數(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	

註：產量差異比較係指同一地區臺農72號與對照品種臺農67號間多變域差異顯著性測定，N. S. 爲不顯著。

圖三、臺農72號區域試驗稻穀產量之穩定性





二、臺農72號之各項特性檢定結果：

1.倒伏性、脫粒性、穗上發芽特性調查表（粳稻區域試驗資料）

倒伏性、脫粒性、穗上發芽特性檢定結果如表8，本品種屬較易倒伏之類型。穗上發芽率之測定因高雄場及花蓮場所採方法不一因而其結果較不一致。而脫粒性測定爲中等程度。

表8. 臺農72號之倒伏性、脫粒性及穗上發芽特性調查表（粳稻區域試驗資料）

品種（系）名稱	倒伏指數		穗上發芽率(%)		脫粒率
	田間實測	安康桃園場	高雄場 74 II	花蓮場 75 II	花蓮場 %
臺農72號	0.2	1.80	20.4	46.2	30.9
臺農67號（CK）	0.04	0.04	16.3	76.5	35.4

註：穗上發芽之測定：高雄場採用常溫自動噴水處理六天。
花蓮場採用30°C恒溫箱淺水盤中處理六天。
倒伏程度之調查：倒＝2、半倒＝1、直＝0。

2.各種抗病抗蟲性檢定

（1）稻熱病抗性檢定：分爲水田式及旱田式病圃二種，全省統一水田式病圃分別在（嘉義本分所負責）及臺東縣關山鎮（臺東區農業改良場負責）二處設置水田式病圃，檢定葉及穗稻熱病抗性；旱田式病圃僅有嘉義病圃一處，只能檢定葉稻熱病，自73年起至75年止檢定結果如表9，不同年度間抗性表現稍有差異，穗稻熱病抗性弱；旱田式病圃檢定結果，年度間表現不大一致，有兩年呈現中抗外，其餘年期皆屬感級，故本品種稻熱病抗性較弱並不穩定。

表9. 臺農72號對稻熱病之抵抗性

(1)73、74、75年全省統一病圃，本分所及臺東場檢定

年度	品種（系）名稱	水田式病圃（一期）						旱田式病圃	
		葉稻熱病			穗稻熱病			葉稻熱病	
		嘉義	臺東	平均	嘉義	臺東	平均	嘉義	
								一期	二期
73	臺農72號	MS	S	S	HS	—	HS	S	MS－S
	臺農67號（CK）	S	HS	HS	HS	—	HS	HS	HS
74	臺農72號	MR	MS	MS	MS	HS	S	MR	HS
	臺農67號（CK）	S	HS	S	HS	HS	HS	HS	HS
75	臺農72號	R	R	R	R	S	MS	MR	MS
	臺農67號（CK）	S	S	S	S	HS	HS	HS	S

（2）白葉枯病抵抗性（臺中區農業改良場檢定）

全省統一病圃中白葉枯病檢定，由臺中區改良場負責自73年第一期作至75年第一期作爲止三年5期作檢定結果列於表10。前三期作檢定尚屬抗級，但74年第二期作起轉成中感，年度間之檢定結果，抗性表現不一致。

表10. 臺農72號對白葉枯病抵抗性（臺中區農業改良場）

品種（系）名稱	73 Ⅰ	73 Ⅱ	74 Ⅰ	74 Ⅱ	75 Ⅰ
臺農72號	MR	R	R	MS	MS
臺農67號（CK）	MS	MS	MS	MS	MS

（3）紋枯病抵抗性（臺南區農業改良場檢定）

紋枯病檢定由臺南區農業改良場辦理，採用接種區及自然發病區二種檢定，結果如表11，本品種對紋枯病抗性屬於感級；雖然年度間反應不甚一致，但自然發病區及接種區兩者無明顯差異。

表11. 臺農72號對紋枯病抵抗性（臺南區農業改良場）

品種（系）名稱	接種區					自然發病區				
	一期			二期		一期			二期	
	73	74	75	73	74	73	74	75	73	74
臺農72號	S	HS	HS	S	MS	S	MS	HS	S	MS
臺農67號（CK）	MS	S	HS	S	MS	MS	MS	凍死	MS	MS

（4）縞葉枯病抵抗性（高雄區農業改良場）

縞葉枯病檢定由高雄區農業改良場辦理，結果如表12，本品種抗性屬中抗。

表12. 臺農72對縞葉枯病抵抗性（高雄區農業改良場）

品種（系）名稱	罹病率（%）			抗病程度
	Ⅰ	Ⅱ	平均	
臺農72號	19.0	22.7	20.9	MR
臺農67號（CK）	47.1	—	47.1	S

（5）褐飛蝨抵抗性（嘉義農業試驗分所植保系）

褐飛蝨抵抗性由嘉義農業試驗分所植保系辦理，檢定結果如表13，臺農72號對褐飛蝨之抵抗性屬於抗級。

表13. 臺農72對褐飛蝨抵抗性（嘉義農業試驗分所植保系）

品種（系）名稱	73	74	75
臺農72號	R	R	R
臺農67號（CK）	S	S	S

三、臺農72號白米品質（74年第二期作至75年第一期作粳稻區域資料）

根據臺中區農業改良場就74年第二期作至75年第一期作區域試驗材料（臺灣農業試驗所提供）分析結果，（表14）糙米率高、米質佳、而白米率、完整米率較對照臺農67號略低，心白在期作之間表現不一致，直鏈性澱粉含量較低而粗蛋白含量較對照品種略高。官能品味結果臺農72號米飯香氣濃郁，除在色澤方面較對照品種略差之外，其它項目都較對照品種臺農67號爲佳。

表14. 臺農72號對白米品質之調查表

（臺中區農業改良場檢定、粳稻區域試驗資料、74年2期至75年1期）

品種（系）名稱	期作	白米率（%）	完整白米率（%）	長度	長／寬	透明度	心白	腹白	膠化溫度	膠體軟硬度	直鏈性澱粉率（%）	粗蛋白（%）
臺農72號	I	71.8	68.2	S	B	4	1	0	I／L	S	18.2	5.99
	II	71.0	69.5	S	B	2	0	0	L	S	18.0	6.83
臺農67號（CK）	I	72.0	68.3	S	B	4	2	1	I／L	S	19.5	5.27
	II	73.4	73.0	S	B	3	1	1	I／L	S	18.0	6.58

四、臺農72號品種之優劣點：

（一）臺農72號之優點

1.本品種爲本省第一個由雜交育種選育而來的粳稻香米品種，稻米品質優良具有特殊濃郁芳香氣味、食味佳。

2.本品種具有抗褐飛蝨及白葉枯病之優點，容易栽培，可減少病蟲害之防治次數，符合省工栽培之要求。

（二）臺農72號之缺點

1.本品種對葉稻熱病及穗稻熱病抵抗性較弱，栽培時應注意防治工作。

2.本品種稻桿韌性較差，如栽培管理不良時，有倒伏之虞、宜配合栽培技術來輔助，以增强稻桿强度。

3.本品種對斑飛蝨不具抗性，因此抽穗前及齊穗期宜注意防治。

五、臺農72號之栽培要點

1.播種及插秧時期：本品種較臺農67號早 2 至 3 天抽穗，應配合當地之氣候與農時，採取適時播種與插秧。

2.育成强健秧苗：本品種初期生育緩慢，因此育苗時應儘量疏播，育成短矮强壯秧苗；移植本田後可快速恢復生長茁壯。

3.插秧採用寬株密植方式（27公分×13.5公分）或一般機插之行株距，以增加單位面積穗數，提高產量。

4.早期追肥：爲早期確保有效分蘖，除基肥外，插秧後儘早施用追肥，第一期作第一次追肥插秧後15～20天，第二次追肥25～30天；第二期作第一次追肥插秧後10～15天，第二次20～25天，以促進早期分蘖。

5.本品種需肥量較多，根據耐肥試驗結果顯示在重肥條件下可發揮高產潛力，與一般推廣栽培區一致，但應視土壤肥力氣候以及生育情形酌量增減靈活應用。

6.香米之香味爲揮發性，環境對香味保存變化影響很大，因此成熟期田間不要過乾，收穫時期不宜過遲，曬穀亦不宜過乾、水份含量在14.5～15%爲佳；又貯藏時宜存放陰涼地方，以免香味揮失。

誌謝：臺農72號之育成承蒙農委會之資助及各改良場之協助謹此致謝

參考文獻

1.張萬來 1983 臺灣省香米育種 臺灣農業19（2）：1—16。

2.楊遜謙 1961 旱田式病圃抗稻熱病育種 農業研究16（3）：1—7。

3.楊遜謙 1982 水稻抗褐飛蝨育種方法之研究 中華農業研究29（4）：273—282。

4.陳正昌、黃眞生、郭榮華、黃振增、方再秋、陳素娥、張素貞、張盛添、郭金條、莊商路、邱運全、曾瑞雲、袁藝宇、胡宗仁、李超運、劉瑋婷、鄭明欽、莊義雄、呂文通 1986 粳稻區域試驗兩年綜合報告（民國74年組）。民國75年稻作改良年報：120—138。臺灣省政府農林廳 南投、中興新村。

5.劉瑋婷 1985 稻米香味檢定方法 民國74年稻作改良年報：386—389。臺灣省政府農林廳 南投、中興新村。

6.嘉義農業試驗分所 1986 水稻品種（系）之主要病蟲害抗性檢定結果彙報 pp. 28.

7.臺灣省政府農林廳糧食局 1986 特級良質米 pp. 8.

Breeding Process of Scented Rice Variety Tainung 72[1]

S. C. Yang[2]、W. L. Chang[3]、C. N. Chao[2]、L. C. Chen[2]、Y. S. Chen[2]

Summary

A Japonica (Keng) type scented rice variety, Tainung 72 (TNG 72) was derivated from a cross between Chianung J662007 and Taishousen (Japanese local scented rice variety). TNG 72 posses the scent of plant and grain, and have the characterestics of good grain and eating quality. The variety is resistant to the brown planthopper, that is originated from Mudgo having Bph-1 gene. The plant height of the variety was 97.4 and 102.4 cm, panicle number per hill was 17.2 and 14.1, and the growth duration was 135 and 108 days, respectively in the first and second crop seasons. The grain yield was 6,344 kg/ha was in the first crop and 5,038 kg/ha in the second crop, that was about 2 and 97 % lower than the check variety Tainung 68 in the two crop seasons, respectively.

The culm of TNG 72 was not so sturdy, easily lodging if the enviromental conditions were not suitable. TNG 72 is recommended for cultivating in the central south parts of Taiwan where the brown plantnopper was prevalent. Since the tillering ability of this variety is not good enough in early growing stage, a suitable application of basal fertilizers and adding supplementary fertilitizers promptly after transplanting are recommended.

1. Contribution No. 1492 from the Taiwan Agricutltural Research Institute (TARI), Taiwan, R. O. C.

2. Assistant research fellows and Head, Dept. of Agronomy, Respectively, Chia-yi Agriculture Experiment Station (AES), TARI, Chia-Yi 60014, Taiwan, R. O. C.

3. Former head of Dept. of Agronomy, Chia-Yi AES, TARI. Chia-Yi, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：14～20（1990）

不同廠牌及種類之膠體化物質對水稻花藥培養之影響[1]

高小玲[2]　葉常青[2]　許家言[2]　蔡新聲[3]

摘要　將水稻花藥培養於五種不同品牌之agar時，結果顯示以Difco-Bacto agar（No. 0140—01）對水稻花藥癒合組織的形成及分化較優，而惠光出品之agar表現最差。

不同固體化介質以 agarose 最好，可以顯著提高水稻癒合組織形成率及綠苗分化率，其次爲 starch, gelrite 雖可提高癒合組織形成率及綠苗分化率但與 agar 差異不大。增加 corn starch 濃度或以 rice starch 培養水稻花藥，均可提高癒合組織形成率及分化率。在 agar 的培養基內以不同比例之corn starch取代，隨著 corn starch 取代量的增加，癒合組織形成率及分化率均有漸增的趨勢。

利用花藥培養所獲得之單倍體植株，再經由染色體的倍加，能迅速獲得同質二倍體，如此可以縮短育種年限，並可提高選種效率，此乃目前許多先進國家採行的新興育種法。

1968年 Niizeki and Oono首先利用水稻花藥培養，成功的獲得單倍體植株後[19]，十幾年來，經許多學者不斷的努力研究，已顯著提高水稻花藥培養的效率[1,3,4,10,11,14]。

水稻花藥培養成功與否受許多因子所控制，接種前稻穗適當之低溫處理，有助於提高癒合組織形成率及分化率[1,4,5]；花藥以暗培養較照光有利[12]；花藥培養初期，以 35°C之高溫處理1—2天，再移至 25°C恆溫下培養，則可提高癒合組織形成率，且不影響分化能力[3]。此外，培養基之成分在花藥培養上也佔了舉足輕重之地位[7,8,10,17,26]，在癒合組織之誘導與植株分化上，均以NAA較2,4-D爲優[9,10]，培養基中無機鹽類的氮源，以低濃度的NH_4^+與高濃度之 NO_3^-配合較有助於水稻花藥癒合組織的形成[10,11]；培養基中過高濃度的鐵源（大於0.2mM）會阻礙癒合組織之形成[2]。

植物組織培養上最常以agar（瓊脂）爲固體化基質，然而不同品牌之 agar純度上有差異，低純度之 agar 可能含有某些未知物質而抑制胚狀體的形成[18]，近幾年來許多學者發現以 gellan gum（gelrite之商品名）代替 agar 爲膠體化物質時，可以增加癒合組織的誘導能力及生長速率[16,23,27]，另有學者也發現以澱粉（starch）取代瓊脂，可以增加癒合組織的生長速率，提高分化能力及二次代謝物之產量[24,25]。本研究之目的乃探討不同品牌之agar及不同種類的固體化物質對水稻花藥培養之影響。

材料與方法

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1493 號。本研究承農委會補助經費，文稿承本系劉大江博士斧正，臺大食科所江文章教授及本所園藝系林瑞松博士提供討論資料，謹此申謝。

2.3.分別爲本所農藝系助理及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本試驗所選用的材料爲臺農67號粳稻品種，花藥的選取、消毒及接種皆按本研究室以往所行的方法[3]。

誘導花藥形成癒合組織之培養基爲MS[19]培養基之主要有機鹽類，及 N6[11] 培養基之無機鹽類加上4mg/l NAA、2mg/l kinetin、6% sucrose[3]，再配合以下各種不同之固體化物質。

（一）不同品牌之 agar 爲固體化物質： Sigma agar、 Difco-Bacto agar （No. 0140—01）、Difco-BiTek agar（No. 0138—01—4）、BBL agar及惠光agar，使用濃度均爲0.8%。

（二）不同種類之固體化物質： 0.8% Sigma agar、0.8% FMC agarose、0.25% gelrite、8% corn starch。

（三）不同濃度之corn starch爲固體化介質：包括8%、10%及12%三種。

（四）不同種類之starch爲固體化介質：包括corn starch、rice starch及wheat starch三種，使用濃度均爲8%。

（五）Corn starch與Sigma agar 不同比例混合以爲固體化物質：0.8% agar、2% corn starch +0.6% agar 、4% corn starch+0.4% agar 、6% corn starch+ 0.2% agar 及 8% corn starch。

誘導癒合組織分化的培養基爲MS培養基加上2mg/l kinetin、0.5mg/l NAA、40mg/l adenine sulfate 、3% sucrose 及0.8 % Sigma agar[3]。花藥培養於25±1°C恆溫黑暗下，以誘導癒合組織形成，再將約10日齡之花藥癒合組織移至分化培養基，於25±1°C 恆溫，光照1,500 lux、光期16小時之環境下培養，經20天調查植株分化能力，包括綠苗、白苗、根及不定芽之比例。花藥癒合組織形成率，以每支試管爲重複（每根試管接種約50個花藥），當變方分析中處理效應顯著時，以鄧肯氏多變域測驗法進行處理平均值間之差異顯著性測驗。

結　果

一、不同品牌之agar對水稻花藥培養之影響：

一般植物組織培養常使用0.7—0.9% Difco-Bacto agar做爲固體化介質，Sigma agar 價格較Difco-Bacto agar便宜，品質尚可，因此在本研究室常用於大量繁殖，另外，同樣爲Difco公司出品Difco-BiTek agar及BBL公司出品之agar均未被廣泛使用，惠光公司出品之 agar 價格最便宜，但也許由於純度稍差，一般試驗單位較少使用。

將以上幾種不同品牌之agar用於水稻花藥培養時，發現不同廠牌之agar 對於水稻花藥癒合組織之形成及綠苗分化率有差異（表1），以Sigma agar、Difco-Bacto agar、BBL agar做爲固體化介質時，癒合組織的形成率均可達50%以上，綠苗比例亦超過30%，若同時考慮癒合組織誘導率及綠苗分化率，則以Difco-Bacto agar表現較佳。Difco-BiTek agar 及惠光 agar 則比以上各品牌之agar稍差，其中以惠光 agar對癒合組織之誘導及分化影響最大，但由於價格最便宜，故某些私人公司仍然採用爲蘭花大量繁殖之介質。

二、不同固體化介質對水稻花藥培養之影響：

以表2之四種不同固體化介質培養水稻花藥，發現以 agarose對提高癒合組織誘導率及綠苗分化率效果最好，分別達67.5%及38.8%，其次爲corn starch分別爲57%及35.2%，而 gelrite 雖可稍稍提高癒合組織形成率及綠苗分化率，但與Sigma agar（對照）比較差異不大（表2）。

三、不同濃度之corn starch對水稻花藥培養之影響：

由表3可知，以8、10及12%三種濃度之corn starch 做爲固體化介質培養水稻花藥，癒合組織的形成率及綠苗分化率均隨 corn starch 濃度之增加而提高，而以 12%之處理最佳， 但高濃度之corn starch 由於粘稠度太大，配置培養基時頗爲困難，因此並不適於一般使用。

表 1. 不同品牌之 agar 對水稻花藥培養之影響

Table 1. Effects of agar brand on rice anther culture.

Agar brand	No. of anthers cultured	No. and % of anthers forming callus	No. of callus cultured	No. and % of callus forming plant		
				Green	Albino	Root and abnormal shoots
Sigma	250	130(52.0)b*	120	44(36.7)a	18(15.0)b	39(32.5)a
Difco-Bacto (No. 0140—01)	250	141(56.4)ab	125	48(38.4)a	14(11.2)b	35(28.0)b
Difco-BiTek (No. 0138—01—4)	250	114(45.6)c	100	29(29.0)b	19(19.0)b	28(28.0)b
BBL	250	148(59.2)a	130	41(31.5)ab	19(14.6)b	39(39.0)ab
Huey-Guang	250	104(41.6)c	96	19(19.8)c	28(29.2)a	33(34.4)a

*Means with the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

Numbers in parentheses are percentages relative to total number.

表 2. 不同膠體化介質對水稻花藥培養之影響

Table 2. Effects of different gelling agents on rice anther culture.

Gelling agent	No. of anthers cultured	No. and % of anthers forming callus	No. of callus cultured	No. and % of callus forming plant		
				Green	Albino	Root and abnormal shoots
Sigma agar (CK)	200	101(50.5)c*	90	27(30.0)b	13(14.4)a	28(31.1)b
Agarose	200	135(67.5)a	121	47(33.8)a	19(15.7)a	42(34.7)ab
Gelrite	200	108(54.0)bc	103	35(34.0)ab	15(14.6)a	40(38.8)a
Corn starch	200	114(57.0)b	108	38(35.2)a	11(10.2)b	29(26.9)c

*Same as Table 1.

表 3. 不同濃度之玉米澱粉對水稻花藥培養之影響

Table 3. Effects of different corn starch concentrations on rice anther culture.

Corn starch concentration (%)	No. of anthers cultured	No. and % of anthers forming callus	No. of callus cultured	No. and % of callus forming plant		
				Green	Albino	Root and abnormal shoots
8	200	109(54.5)b*	100	36(36.0)b	12(12.0)b	24(24.0)b
10	200	118(59.0)b	113	45(39.8)b	21(18.5)a	34(30.1)a
12	200	127(63.5)a	121	63(52.1)a	23(19.0)a	24(19.8)c

*Same as Table 1.

四、不同來源之starch對水稻花藥培養之影響：

以玉米、水稻及小麥三種來源之starch各8%培養水稻花藥，結果發現水稻來源之starch可得較高之癒合組織形成率及綠苗分化率，稍優於玉米或小麥來源之starch但差異不顯著（表4）。

表 4. 不同種類之澱粉對水稻花藥培養之影響

Table 4. Effects of different starches as gelling agent on rice anther culture.

Starch type	No. of anthers cultured	No. and % of anthers forming callus	No. of callus cultured	No. and % of callus forming plant		
				Green	Albino	Root and abnormal shoots
Corn starch	200	114(57.0)ab*	111	40(36.0)a	14(12.6)ab	37(33.3)a
Rice starch	200	120(60.6)a	107	41(38.3)a	9(8.4)b	29(27.1)ab
Wheat starch	200	108(54.0)b	95	30(31.6)a	15(15.8)a	21(22.1)b

*Same as Table 1.

五、不同比例之corn starch/agar混合後對水稻花藥培養之影響：

如表5所示，以不同比例之corn starch/agar混合後培養水稻花藥，隨著corn starch比例之增加，癒合組織形成率及分化率均有遞增之趨勢，完全以corn starch取代agar時，可提高約9%癒合組織形成率及約7%綠苗分化率。

表 5. 不同玉米澱粉／瓊脂之比例對水稻花藥培養之影響

Table 5. Effects of corn starch/agar ratio on rice anther culture.

Concentration (%)		No. of anthers cultured	No. and % of anthers forming callus	No. of callus cultured	No. and % of callus forming plant		
Corn starch	Agar				Green	Albino	Root and abnormal shoots
0	0.8	200	96(48.0)b*	92	27(29.3)b	19(20.6)a	29(31.5)ab
2	0.6	200	101(50.5)b	98	29(29.6)b	18(18.4)ab	32(32.6)ab
4	0.4	200	110(55.0)a	103	34(33.0)ab	21(20.4)a	28(27.2)c
6	0.2	200	111(55.5)a	107	36(33.6)ab	25(23.4)a	31(29.0)bc
8	0.0	200	114(57.0)a	105	38(36.2)a	17(16.2)b	35(33.3)a

*Same as Table 1.

討　論

Agar是組織培養上不可或缺的固體化物質，品質優良的agar聚膠性強，穩定性高，在使用過程中不會被代謝分解而變質；而品質較差純度較低的 agar 因含有某些未知之抑制物質，而影響組織培養胚狀體的形成[18]，故於使用前應先加以純化。

不同廠家生產之agar 純度上有差別，價格亦有差異。由本試驗之結果發現，一般使用的 Difco-Bacto agar較 Sigma agar 適合水稻花藥培養，可以增加水稻花藥癒合組織形成率及綠苗分化率（表1）。Debergh亦發現不同品牌之 agar 會影響培養基內營養元素之化學及物理性質，進而影響菜

薊（globe artichoke）植株之分化[13]。惠光生產的 agar 純度較其它品牌爲差，但價格最便宜，故以經濟利益的觀點衡量時，一些較粗放的大量繁殖試驗，或許可採用，但較爲敏感之作物如禾本科作物之花藥培養，以採用較高純度之agar爲佳。

近幾年來，許多學者嚐試使用其他固體化介質取代agar，例如agarose、gelrite、k-carrageenan、gellan gum、apple parenchyma、starch 等。Ichi *et al.* 發現以 gellan gum 取代 agar 可以增加菸草癒合組織的鮮重及生長速率[16]，Zimmerman and Robacker 亦報告以 gelrite 代替 Difco-Bacto agar可以增加棉花癒合組織形成量及分化率[27]；Sorvari以大麥starch取代agar培養大麥花藥，結果亦發現以starch爲介質，可以顯著提高大麥花藥胚狀體的產生，植株分化率亦較對照高出 5 倍[24,25]。水稻花藥對不同介質的反應國內外均少有研究，因此本試驗以 Sigma agar、agarose、gelrite、corn starch 四種固體化介質，探討其對水稻花藥培養之影響，結果發現以 agarose 爲固體化介質，可以顯著提高水稻花藥癒合組織形成率及分化率(表 2)，但由於價格過於昂貴(每100公克約 1 萬元)，因此用於大量繁殖並不符合經濟效益，若用於原生質體平碟培養則可考慮。本研究也發現以corn starch或gelrite 爲固體化介質，確實可增加水稻癒合組織形成率及綠苗分化率，若將 corn starch濃度提高至12%（表 3）或以rice starch培養水稻花藥（表 4），可以明顯增加癒合組織形成率及綠苗分化率。許多學者也發現將agar或 gelrite濃度提高可增加植株分化率且減少玻璃質化的現象[6,21,22]。Henderson and Kinnersley發現以corn starch 代替 agar 培養胡蘿蔔，可以增加癒合組織之乾重及胡蘿蔔素的累積量，此增加量與starch 濃度成正比，若將 agar培養基以不同比例之starch取代，胡蘿蔔癒合組織的乾重及胡蘿蔔素均隨starch 取代量增加而遞增[15]；此結果與本試驗之結果非常相近；當水稻花藥培養之培養基以不同比例之corn starch/agar 混合時，發現隨著 starch 比例增加，水稻癒合組織形成率及分化率均有遞增趨勢（表 5），由此可知 starch在培養基內扮演著重要的角色，它除了可以提供支持力量外，並可維持滲透壓。澱粉及蔗糖水解再經高溫高壓處理後，可以轉換分子結構進而改變滲透壓。不同種類之starch其顆粒大小不同，例如 corn starch 直徑約10—60μ, wheat starch 約20—30μ, rice starch 約2—10μ。當高溫高壓處理後，由於吸水膨潤，晶體之複曲折性發生不同程度之改變，加上不同種類之starch其amylose及amylopectin 解離程度不同，因此冷却後，晶格的排列彼此間有差異，此可能影響培養基之滲透壓及花藥吸收養分之能力，而導致starch類別對水稻花藥培養有不同的影響。本研究發現在8—12% corn starch 下，愈高濃度則癒合組織形成率及綠苗分化率愈佳，是否意味結合水與游離水比例與凝膠作用之交互作用影響「滲透壓」進而影響結果，則有待進一步之研究證實。

引用文獻

1.林素蘭、蔡新聲。1984。低溫處理對水稻花藥癒傷組織形成效果之研究。中華農學會報127：8—17。

2.陳駿季、許家言、蔡新聲。1986。不同形式及濃度鐵源對水稻花藥培養之影響。中華農業研究35：244—252。

3.葉常青、蔡新聲。1988。高溫處理及培養基成份對水稻花藥培養之效果。中華農業研究37：250—256。

4.蔡新聲、陳駿季、葉常青、許家言。1988。低溫處理對水稻花藥接種適期之影響。中華農業研究37：257—265。

5.蔡新聲、許家言、葉常青。1988。低溫處理及植物生長調節劑對對水稻花藥培養之影響。科學農業6：282—298。

6. Arnold, S. V. and T. Erikson. 1984. Effect of agar concentration on growth and anatomy of adventitious shoots of *Picea abies* (L.) Karst. Plant Cell Tissue and Organ Culture 3 : 257-264.

7. Chaleff, R. L. and A. Stolarz. 1981. Factors influencing the frequency of callus formation among cultured rice (*Oryza sativa*) anthers. Physiol. Plant. 51 : 201-206.

8. Chen, C. C. 1978. Effect of sucrose concentration of plant production in anther culture of rice. Crop Sci. 18 : 905-906.

9. Chen, C. C. and M. H. Lin. 1976. Induction of rice plantlets from anther culture. Bot. Bull. Acad. Sinica 17 : 18-24.

10. Chen, L. J., P. C. Lai, C. H. Liao and H. S. Tsay. 1982. Medium evaluation for rice anther culture. J. Agric. Res. China 31 : 283-290.

11. Chu, C. C., C. C. Wang, C. S. Sun, H. Chan, K. C. Yin, C. Y. Chu and F. Y. Bi. 1975. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments of the nitrogen source. Sci. Sinica 18 : 659-668.

12. Cornejo-Martin, M. J. and E. Primo-Millo. 1981. Anther and pollen grain culture of rice (*Oryza sativa* L.). Euphytica 30 : 541-546.

13. Debergh, P. C. 1983. Effects of agar brand and concentration on the tissue medium. Physiol. Plant. 59 : 270-276.

14. Genovesi, A. D. and C. W. Magill. 1979. Improved rate of callus and green plant production from rice anther culture following cold shock. Crop Sci. 19 : 662-664.

15. Henderson, W. E. and A. M. Kinnersley. 1988. Corn starch as an alternative gelling agent for plant tissue culture. Plant Cell Tissue and Organ Culture 15 : 17-22.

16. Ichi, T., T. Koda, I. Asai, A. Hatanaka and J. Sekiya. 1986. Effects of gelling agents on *in vitro* culture of plant tissues. Agric. Biol. Chem. 50 : 2397-2399.

17. Kaul, K. and P. S. Sabharwal. 1971. Effects of sucrose and kinetin on growth and chlorophyll synthesis in tobacco tissue cultures. Plant Physiol. 47 : 691-695.

18. Kohelenbach, H. and W. Wernicke. 1978. Investigation on the inhibitory effect of agar and the function of active carbon in anther culture. Z. Pflanzenphysiol. 86 : 463-472.

19. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473-497.

20. Niizeki, H. and K. Onon. 1968. Induction of haploid rice plant from anther culture. Proc. Jap. Acad. 44 : 554-557.

21. Pasqualetto, P. L., R. H. Zimmerman and I. Fordham. 1986. Gelling agent and growth regulator effects on shoot vitrification of "Gala" apple in vitro. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 976-986.

22. Pasqualetto, P. L., R. H. Zimmerman and I. Fordham. 1988. The influence of cation and gelling agent concentrations on vitrification of apple cultivars in vitro. Plant Cell Tissue and Organ Culture 14 : 31-40.

23. Singha, S. 1984. Influence of two commercial agars on *in vitro* shoot prolification of "Almey" crabapple and "Seckel" pear. Hortscience 19 : 227-228.

24. Sorvari, S. 1986. The effect of starch gelatinized nutrient media in barley anther cultures. Ann. Agric. Fenn. 25 : 127-133.

25. Sorvari, S. 1986. Comparison of anther cultures of barley cultivars in barley-starch and agar gelatinized media. Ann. Agric. Fenn. 25 : 249-254.

26. Tsai, S. C. and M. H. Lin. 1977. Production of rice plantlets by anther culture. J. Agric. Res. China 26 : 100-112.

27. Zimmerman, T. W. and C. D. Robacker. 1988. Media and gelling agent effect on cotton callus initation from excised seed hypocotyls. Plant Cell Tissue and Organ Culture 15 : 269-274.

Effects of Agar Brand and Gelling Agent on Rice Anther Culture[1]

S. L. Gau[2], C. C. Yeh[2], J. Y. Hsu[2] and H. S. Tsay[3]

Summary

A series of experiments were taken to compare the effects of five agar brands (Sigma, Difco-Bacto No. 0140—01, Difco-Bitek No. 0138—01—4, BBL and Huey-Guang) and different gelling agents and concentrations on callus induction and plant regeneration in rice anther culture. In the comparison of the five agar brands, the best results on callus and plant differentiation was obtained with Difco-Bacto agars while the addition of Huey-Guang agar to the medium resulted in the lowest differentiation rate.

The use of gelling agents of either agarose or corn starch increased markedly the percentages of callus induction and green plant formation when compared with the check treatment of Sigma agar. Medium solidified with gelrite also showed a tendency of increasing differentiation rate. However, its effect was not significantly different from the other three treatments.

Increasing corn starch concentration or replacing agar by rice starch also showed positive effect on callus induction and green plant formation in rice anther culture. The effects of different concentration combinations of corn starch and agar in the medium in rice anther culture were also tested. The results indicated that higher concentrations of corn starch were beneficial to callus and green plant regeneration.

1. Contribution No. 1493 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported by a grant from Council of Agriculture, Exective Yuan, ROC.

2, 3. Research Assistants, and Senior Agronomist, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：21～28（1990）

栽培密度及氮肥用量對玉米青刈產量之影響[1]

陳建成　王強生　劉大江[2]

摘要　本試驗以臺農1號及臺農351號玉米品種爲材料，於秋作栽培時比較種植密度及氮肥用量對青刈產量及植株總營養消化率（TDN）的影響，並探討秋裡作密植短期栽培生產青刈玉米的可能性。秋作試驗行距爲75cm而株距爲14、18與25cm時，密植可提高青刈產量，吐絲後36日之鮮重已達高峰，但乾物重仍持續增加；品種間差異不顯著，唯臺農351號有全株鮮重表現超越臺農1號而穗鮮重卻低於臺農1號的趨勢，推測臺農351號果穗發育較慢，且植株生長屬後期優勢型。氮肥試驗係以臺農1號爲材料，施以60及180kg N/ha處理，顯示明顯之氮肥增產效應。秋裡作晚植栽培試驗顯示，於10月中旬播種後，105日之鮮重亦可達50t/ha，但含水量過高，乾物產量低，11月上旬播種後112日之鮮重與乾物產量均低；晚植栽培未發現密度處理對青刈產量之正面效應，乾物產量並有因密植而降低的趨勢，由於植株發育因低溫影響而極度緩慢，且可能延緩水分含量降低速率，因此欲於裡作栽培青刈玉米，除應考慮品種及栽培方法外，亦應注重與環境因子之可能交感作用。本試驗中玉米之總營養消化率隨收穫期延後而提高，爲穗部與全株乾物比率提高所致，不受品種、栽培密度與氮肥用量之顯著影響，最高可達73%左右。就產量而言，在秋作如以高密度及重氮肥栽培，臺農1號與臺農351號可用爲青刈品種，但本試驗結果尚不能肯定在裡作生產青刈飼料之價值及可行性。

青刈用玉米的生產目標爲高乾物質產量（yield）與含量（content）及高營養價值（nutritional value）與消化性（digestibility），在使用的品種方面，多採用以生產子粒爲目的之品種栽培[7]，但以生產子粒爲目的之品種並不一定最適於青刈[9]；如何區分兩類型品種，尚無明確的標準可資依據。但純就生理觀點而言，青刈玉米的供源（source）能力應超過子粒充實需求，而積儲（sink）亦不僅限於子粒，並包括地上部所有器官；多餘的碳水化合物被貯藏於莖稈，尤其是穗位以下之節間內。De Wolff[6]即曾報告，莖稈之乾物質與碳水化合物含量可用爲選拔青刈玉米的指標，且以穗位以上第一節間爲最適當之取樣部位。此外，在逆境或供源爲限制因子的條件下，乾物質生產較不依賴子粒產量的表現，亦即具有較大的生產彈性。

青刈玉米的產量及品質均可能受栽培條件影響，例如提高栽培密度時，蛋白質含量可能降低，若單株供源能力受阻，碳水化合物含量亦因而下降，使品質低落[7]。而多施氮肥雖有利於提高植株蛋白質含量，但氮素之組成可能不利於家畜生長，且亦導致碳水化合物含量降低[10]。但是即使使用同一品種，青刈玉米栽培密度一般均超過以子粒爲目標之栽培密度，Hunter[7]報告在加拿大之栽培密度可予提高20%，乾物質收量增加，品質尚未明顯降低。由於玉米具有極高之乾物質生產潛能，例如

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1494號。本文爲第一作者碩士論文之一部分，又承行政院農業委員會補助經費（78農建-7.1-糧-24-9），謹致謝意。

2.國立中興大學農藝研究所研究生及本所農藝系助理研究員與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

秋作於臺中地區良好栽培條件下，臺農351號品種具有極佳的耐密植能力[2]，適當密植應有提高青刈產量的可能。此外，玉米的氮素營養與產量關係密切，吐絲期葉片氮素濃度在 3 %以上時，植株具有最高之光合作用能力，臺農 351 號品種之濃度約介於2.5—3.0%之間[14]，研判即或稍有偏低可能，亦極接近適當濃度。臺農351號吐絲期葉面積已達最高葉面積之 80 %，而乾物重卻僅爲最高時之40—50%[1]，在氮素吸收量方面雖然缺少詳細資料，但估計吐絲期植株含氮量最多亦不超過成熟期總含量的60%，換言之，吐絲期以後的氮素吸收、利用及所影響之乾物質生產能力，對維持高產極爲重要，有必要對此一期間的植株氮素需求狀況加以瞭解。

本省目前雖無專供青刈栽培之玉米品種，但臺農 1 號與臺農 351號均具極高的乾物質生產潛能[2]，深具應用潛力；在實際生產時，固可於正常之春、秋作栽培，多季低溫時期缺少青刈飼料情況下之生產可能與配合條件也是極爲重要的課題。本項計畫針對上述問題，一方面藉較高之栽植密度探討以青刈爲栽培目的時，玉米品種之生理與產量表現，分析乾物質與碳水化合物生產能力對栽培方法的反應，藉以對青刈玉米的栽培與生產有進一步的瞭解；另一方面則以低溫田間環境試驗爲主體，利用極高密度與短期栽培處理，探討裡作生產青刈飼料的可行性，供爲實際應用的參考。本文主要討論青刈產量的表現，有關碳水化合物之供源及積儲關係將另行報告。

材料與方法

本試驗於民國77年秋至冬作在本所農場進行，其栽培方法爲播種時每穴播兩粒種子，出土後間拔留一株；播種後施用萌前殺草劑 Primextra (3.5L a.i. /ha) 防治雜草。植株生長至齊膝期時中耕培土，生育期間多次施用農藥防治病蟲害，適時灌溉，並按慣行法行田間管理。秋作試驗進行前採取土壤樣品，委請本所農業化學系分析土壤肥力，其土質屬坋質壤土(SiL)，pH值5.75，有機質 2.13%，CEC爲7.8meq/100g，銨態氮濃度14 3ppm，硝酸態氮爲 16.8ppm，有效性磷 (Bray 1) 16ppm，有效性鉀 (Mehlich) 106ppm。

秋作係於 9 月15日播種，包括栽植密度與氮肥用量兩項試驗；密度試驗以臺農 351號與臺農 1 號品種爲材料，行距爲75cm，株距分爲14、18與25cm三種，合每公頃95,238、74,074與53,333株。肥料用量爲$N : P_2O_5 : K_2O = 200 : 90 : 100$kg/ha，氮肥（硫酸銨）之 40%與半量之磷（過磷酸鈣）、鉀（氯化鉀）肥各於播種時以基肥及播種後25日以追肥施用，其餘20%氮肥於播種後45日用爲第二次追肥。試驗小區爲10行區，行長6m，面積 45m²，重複 4 次，採用逢機完全區集設計。

秋作氮肥試驗僅以臺農1號品種爲材料，栽培之行株距爲75×20cm，合每公頃 66,666株；氮素(N)用量分兩個等級，即60與 180kg/ha ，磷、鉀肥用量及肥料施用方法與密度試驗相同。試驗小區爲 8 行區，行長6m，面積36m²，重複 3 次，採用逢機完全區集設計。

上述秋作兩項試驗均於吐絲期（11月16日）、吐絲後36與56日及收穫期（78年 1 月29日）取樣，各爲四次。每次自每小區逢機選取 6 株爲樣品。自土面收穫地上部，區分爲葉片、莖稈（含葉鞘）、雄穗、苞葉與穗部，於送風乾燥箱中乾燥，再將穗部分爲穗軸及子粒，秤量乾物重後以 Wiley mill 經40目（mesh）篩磨粉，貯藏於附內蓋之PE塑膠瓶中供分析全氮（total nitrogen）與非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrates, TNC）濃度之用。

冬季裡作高密度栽培青刈玉米試驗所採用之品種爲臺農351號，於10月17日及 11 月 3 日分兩次播種，行距均爲75cm，株距分爲10與18cm兩種，合每公頃133,333及74,074株；肥料用量爲 $N : P_2O_5 : K_2O = 200 : 90 : 100$kg/ha。小區爲 8 行區，行長5m，面積 37.5m²，重複 2 次，採用逢機完全區集設計。本項試驗因播種較遲，生育期間氣溫頗低，未至收穫適期（生理成熟期）即予結束，第一次播種（10月17日）處理於播種後105日及128日取樣兩次，第二次播種（11月 3 日）處理僅於播種後 112 日取樣一次；取樣方法與上述秋作部份試驗相同。

採取之樣品經秤量鮮重後，於送風乾燥箱中以100°C烘乾 2hr，繼以80°C處理至完全乾燥（約需

48—72hr）爲止，秤量乾物重。總營養消化率（total digestible nutrient percentage）係依據 Japan Pioneer Hybrid Company [8] 之下列公式計算：

$$\frac{(莖葉及苞葉乾重\times 0.582)+(穗乾重\times 0.85)}{莖葉、苞葉及穗總乾重}\times 100\%$$

全氮依semi-micro Kjeldahl法分析，TNC係仿 Smith [13] 方法分析。所有的測定與分析結果均經變方分析，及以鄧肯氏多變域法（Duncan's New Multiple Range Test）比較處理間之差異性。

結果與討論

秋作栽培密度對青刈產量影響的試驗結果列於表1；吐絲期之全株鮮重以最密植處理(株距14cm)最低，較疏植兩處理（株距18與 25 cm）間及品種間的差異不顯著，公頃鮮物產量則以密植處理爲高，與王等 [1] 測定乾物質的表現趨勢相近；此一時期之鮮物產量最高可達 45t/ha，但果穗（含穗軸及子粒）所佔比率多在 10 %以下，尤以臺農 351號較低（表 1），顯示此一時期之營養價值可能不高。單株總鮮重在吐絲後繼續增加，約於吐絲後36日即達高峰，以疏植處理高於密植處理；株距爲14與18cm處理之公頃產量均在 57t/ha以上，顯著較最疏植處理爲高，亦即表現優異之生產潛能及密植效應，唯品種間仍未見差異；果穗鮮重於吐絲36日以後即甚穩定，單株果穗鮮重隨密度增高而降低

Table 1. Influence of plant spacing on the fresh weight of ear and whole plant of Tainung 1 and Taichung 351 corn hybrids at different harvest stages (Fall crop, 1988)*

Variety	Plant Spacing (cm)	Silking		Silking+36 days		Silking+56 days		Silking+73 days	
		Ear	Total	Ear	Total	Ear	Total	Ear	Total
		g/plant							
Tainung 1	75×14	36.2d**	456.5b	184.2d	599.0c	187.2c	459.7d	185.3d	436.4d
	75×18	58.4b	596.4a	230.9bc	771.8b	254.6ab	627.6bc	241.6bc	591.3c
	75×25	69.1a	657.3a	277.2a	932.7a	285.8a	700.4b	286.0a	692.4ab
Tainung 351	75×14	33.0d	447.3b	172.1d	629.0c	177.6c	547.9cd	175.7d	483.2d
	75×18	39.2cd	570.3a	231.8c	775.4b	242.6b	663.8b	227.0c	623.7bc
	75×25	47.2c	656.7a	252.7b	919.4a	272.2ab	792.6a	265.3ab	737.4a
		t/ha							
Tainung 1	75×14	3.45bc	43.48a	17.54a	57.05a	17.83ab	43.79bc	17.65a	41.56ab
	75×18	4.33a	44.18a	17.10a	57.17a	18.86a	46.49ab	17.89a	43.80ab
	75×25	3.95ab	35.06b	14.78bc	49.74b	15.25bc	37.35c	15.26ab	36.93b
Tainung 351	75×14	3.14cd	45.45a	16.40ab	59.90a	16.91ab	52.19a	16.73a	46.02a
	75×18	2.90cd	42.25a	15.84ab	57.44a	17.98ab	43.67bc	16.81a	46.20a
	75×25	2.52d	35.03b	13.48c	49.03b	14.52c	42.46bc	14.15b	39.33ab

*Sowing date was Sept. 15.

**Means with the same letter winthin a column of an individual developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

，於品種間比較，除吐絲後36日以臺農 351號最疏植處理略低外，其餘均無顯著差異存在；公頃穗鮮重在多數處理之間的差異並不顯著，在吐絲後36日，臺農 1 號與臺農351號較密植的兩個處理爲15.84—17.54t/ha，其後之增加亦不明顯，最疏植處理之公頃果穗產量則有較低的趨勢。

表 1 同時顯示，在多數取樣中的品種間差異雖未達顯著水準，但臺農 351號的全株鮮重有超越臺農 1 號而穗鮮重卻低於臺農 1 號的趨勢，依據王等 [2] 的報告，兩個品種於生育全期累積乾物質及氮素的模式不同，以吐絲期全株乾物量及氮素累積量佔成熟期總量的比值爲準，臺農 1 號屬前期生長優勢而臺農351號屬後期生長優勢型，可能臺農351號品種果穗的發育時序較臺農 1 號爲慢有關，對青刈栽培產量表現的影響如何，尙待繼續研究。

本項試驗中玉米青刈產量以密植者爲高，唯14與 18cm 兩處理間的差距本達顯著水準，可能因處理間距過小，未能顯示株距的效應。在使用同一品種的條件下，青刈玉米栽培密度一般均超過以子粒爲目標之栽培密度，Hunter [7] 報告在加拿大之栽培密度可提高20%；Rutger and Crowder [11] 亦指出公頃株數爲 70,000—80,000時，玉米之青刈乾物產量較疏植者爲高，在另一試驗 [12] 中，青刈品種以每公頃 88,000—125,000株時之總乾物產量最高，而且密植對品質性狀並無顯著影響。玉米有很高的乾物生產潛能，王等 [1] 認爲臺農 1 號及臺農351號品種具有極佳的耐密植能力，僅就乾物質生產能力而言，在無專供青刈用品種前，應可考慮用爲青刈栽培。

氮肥用量對臺農 1 號玉米青刈產量的影響結果列於表 2；葉片與莖稈鮮重以重肥處理爲高，自吐絲後逐漸下降，但成熟期莖稈鮮重有回升趨勢；60及180 kg N/ha 處理之葉片最高鮮重分別爲 105.2及126.4 g/plant莖稈爲 276.9 及 324.0 g/plant。苞葉鮮重以吐絲後 36日最高，低、重肥處理分別爲48.8與75.5 g/plant，其後之下降極爲迅速，成熟期鮮重僅及最高值之三分之一。穗部鮮重則自吐絲後不斷增加，以成熟期鮮重有較高的現象，與前述栽培密度試驗之結果有異，可能與栽培方法（行株距及氮肥用量）不同有關；低肥處理成熟期穗部的鮮重爲169.8g/plant，重肥處理爲270.0g/plant。

在全株總鮮重方面，低肥區玉米植株單株總鮮重於吐絲後56日爲425.0g/plant，合28.3t/ha重肥區爲623.9g/plant，合41.6t/ha（表 2），以重肥處理顯著爲高，Robinson and Murphy [10] 曾以112kg N之間距比較 0 至448 kg N/ha 肥料用量對青刈玉米產量及品質的影響，指出氮素用量對產量

Table 2. Influence of N fertilization on the fresh weight (g/plant) of different plant organs of Tainung 1 corn hybrid at different harvest stages (Fall crop, 1988)*

Plant Organ	Silking		Silking +36 days		Silking+56 days		Silking+73 days	
	N-1**	N-2	N-1	N-2	N-1	N-2	N-1	N-2
Leaf Blade	105.2***	126.4a	93.4b	124.1a	71.0b	93.3a	74.4b	104.3a
Stalk	276.9a	324.0a	232.0b	271.6a	182.5b	238.2a	203.6a	244.8a
Husk	22.6b	44.3a	48.8b	75.5a	23.9b	34.8a	16.8b	24.5a
Ear	15.4b	30.0a	40.5b	78.6a	147.6b	251.6b	169.8b	270.0a
Total	420.1a	524.7a	414.7b	549.8a	425.0b	623.9a	464.6b	643.6a
	(28.0)****	(35.0)	(27.7)	(36.7)	(28.3)	(41.6)	(31.0)	(42.9)

*Sowing date was Sept. 15. Plant spacing was 75×20cm.

**Level of N fertilization is 60kg/ha for N-1 and 180kg/ha for N-2.

***Means with the same letter winthin a row (organ) of an individual developmental stage are not significantly differnt at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

****Numbers in parentheses are total fresh weight in t/ha.

有顯著的促進作用。就一般認爲的理想青刈產量（50t/ha）而言，本試驗中以每公頃66,666株及氮肥用量180kg N/ha 栽培所得之最高產量（42.9t/ha）仍有不足，亦低於前述栽培密度試驗中以公頃株數74,047株與氮肥200kg N/ha處理栽培之鮮物產量（57t/ha），顯示適度密植及重肥的重要性。

爲探討於秋、冬作晚植玉米供青刈用之可能性，於10月17日及11月3日兩次播種進行試驗，爲求於低溫環境下獲致可能之高產，故以高密度栽培，又因受農時限制，未待最適收穫期即結束試驗，所得結果列於表3。由表中資料得知，兩種密度栽培之玉米鮮物產量均高，10月17日播種處理於播種後105日之穗鮮重可達10.1—12.5t/ha，全株鮮重爲50.1—57.7t/ha，密度處理間無差異；吐絲後128日時密植區（株距10cm））之穗部鮮重增爲 14.4t/ha，全株鮮重則未見提高（49.0t/ha），且均低於疏植處理（株距18cm）。上述鮮重產量雖然甚高，多在 50t/ha以上，但乾物量則有偏低趨勢，在播種後128日，密植處理爲12.29t/ha，疏植處理爲 16.49t/ha，以後者較高。11月3日播種試驗於植株生育 112日後測得之青刈產量結果亦列於表3；綜合而言，由於生育期間氣溫較低，植株生長緩慢，穗部鮮物產量僅及2.5—3.9t/ha，全株鮮重雖可達32.5—37.8t/ha，但乾重卻只有 5.91—6.82t/ha；至於兩種栽培密度處理之間則未見差異存在。

Table 3. Influence of plant spacing on the fresh weight and dry weight of Tainung 351 corn hybrid cultured as a winter crop in 1988

Plant Spacing (cm)	Planting Date: Oct. 17				Planting Date: Nov. 3	
	105 days after planting		128 days after planting		112 days afterplanting	
	Ear	Whole Plant	Ear	Whole Plant	Ear	Whole Plant
	Fresh wt. (t/ha)					
75×10	10.1a*	50.1a	14.4b	49.0b	2.5a	32.5a
75×18	12.5a	57.7a	20.5a	66.4a	3.9a	37.8a
	Dry wt. (t/ha)					
75×10	1.13a	8.04a	4.55b	12.29b	0.26a	5.91a
75×18	1.27a	8.86a	6.41a	16.49a	0.44a	6.82a

*Means with the same letter winthin a row are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

本省在實際生產青刈玉米時，固可於正常之春、秋作栽培，冬季低溫時期缺少青刈飼料情況下之生產可能性，及其配合條件也是極爲重要的問題，爲本試驗採用極高密度行短期栽培處理之原因，結果發現在低溫條件下，部份處理鮮物產量表現應屬不差，但乾重距離理想較遠，應與水分含量有關。青刈玉米的水分含量是決定採收適期及品質的重要因子，Cummins [4] 與Cardwell and Perry [3] 均曾報告，玉米全株具有最高乾物產量時之含水率約爲65—67%；Daynard and Hunter [5] 也有類似的結論，認爲子粒水分含量爲45%而全株爲65—68%之間時，乾物產量及飼用值（feeding value）最高，並可減少貯藏時因發酵所造成之汁液流失，，最適於用爲青貯料。本試驗中果穗水分含量最低者爲68%，最高則將近90%，顯然未至收穫適期；依據本所玉米研究室所未發表的資料，在中部地區於十月上旬播種栽培中晚熟青刈玉米，最適收穫期約爲吐絲後50—60日；而本試驗10月17日播種於 128日後採收處理時，僅爲吐絲後37日，其他處理之生育期更早，顯示植株發育因低溫影響而極度緩慢，

且可能延緩水分含量降低速率，因此欲於裡作栽培青刈玉米，待解決之困難仍多。

青刈玉米的總營養消化率（TDN）係依果穗（不含苞葉）及營養器官（含苞葉）乾重及其所含可消化物質比率所設計之簡單公式，可用以快速估算青刈玉米之品質[8]。秋作栽培密度及氮肥用量試驗的結果顯示，任何處理對以乾物重爲基礎計算所得之總營養消化率均無明顯的影響，但自吐絲期開始有隨收穫期延後而逐漸提高的趨勢（表 4），吐絲期各處理之總營養消化率爲58.8—59.6%，吐絲後36日爲67.0—70.0%，吐絲後56日爲71.5—73.4%。在晚植（10月17日播種）試驗中，亦未發現栽培密度對總營養消化率的影響，於播種後105日（吐絲後二週）之數值爲62.0%，播種後128日增加至68.1—68.6%；至於11月 3 日播種試驗部份，於播種後 112日（於吐絲後一週）之總營養消化率爲59.4—59.8%，密度處理的效應亦不明顯（表 4）。

Table 4. Total digestible nutrient percentage (TDN) of Tainung 1 maize hybrid silage as influenced by planting dates, plant spacings and N-fertilization rates

Planting Date	Treatment*	Days after Planting	TDN (%)
Sept. 15	60kg N/ha	62 (silking)	58.8
		98 (36 DAS**)	67.0
		118 (56 DAS)	71.5
	180kg N/ha	62 (silking)	58.8
		98 (36 DAS)	70.0
		118 (56 DAS)	73.0
Sept. 15	75×14 cm	62 (silking)	59.2
		98 (36 DAS)	70.0
		118 (56 DAS)	72.7
	75×18 cm	62 (silking)	59.5
		98 (36 DAS)	69.9
		118 (56 DAS)	73.4
	75×25 cm	62 (silking)	59.6
		98 (36 DAS)	69.9
		118 (56 DAS)	73.3
Oct. 17	75×10 cm	105 (14 DAS)	62.0
		128 (37 DAS)	68.1
	75×18 cm	105 (14 DAS)	62.0
		128 (37 DAS)	68.6
Nov. 3	75×10 cm	112 (7 DAS)	59.4
	75×18 cm	112 (7 DAS)	59.8

*Spacing was 75×20cm for N-fertilization treatments. N rate was 200kg/ha for spacing treatments.

**Days after silking.

本試驗中 TDN 值隨收穫期之延後而提高，爲穗部與全株乾物比率提高所致，在栽培密度與氮肥用量間比較，並無明顯的差異。Rutger and Crowder [12] 曾指出栽培密度對青刈玉米品質無影響，但 Robinson and Murphy [10] 則認爲增施氮肥可減少纖維素含量，並有提高可消化性乾物量（*in vitro* digestible dry matter，簡稱IVDDM）的效果。在本試驗之裡作晚植部份，TDN 值較低，可能爲收穫過早的影響，栽培密度的效應亦不明顯。

執行本項試驗的綜合結果認爲有以下問題需加考慮或再予探討，即裡作栽培青刈玉米之最適播種期仍需更多的試驗予以確定，並應配合耕作制度，本試驗所採用的10月17日可能過早，因有影響前作栽培之慮，11月 3 日的產量表現則欠理想；水分含量過高或爲另一問題，乾物量低除使飼用價值降低外，儲存方面亦較爲不易；而環境因子（如溫度）不利玉米發育，生長速率因而降低，經濟效益需要檢討，此外，對乾物率的影響也待探討；裡作栽培的另一個缺點爲總乾物消化率不高，主要爲乾物質分配至果穗比率較低所致；又密植（行株距75×10cm）的產量不如疏植處理（75×18cm），與秋作多項試驗結果所表現的趨勢有異，顯示栽培密度與環境因子間有交感作用存在，於實際栽培時的考慮如何，猶待確定。

參考文獻

1. 王强生、曹紹徽。劉大江。1987。栽培密度對玉米乾物質累積之影響。中華農業研究 36：15—28。
2. 王强生、林淑雰、。劉大江。1989。玉米產量及相關生理性狀對栽培密度的反應。刊載於「玉米生理遺傳與育種研討會論文集」（謝昱曈、劉大江、朱德民、黃懿秦合編）。中央研究院植物研究所專刊第 7 號，pp. 99-118. 。臺北市。
3. Cardwell, D. M. and T. W. Perry. 1971. Relationships between stage of maturity of the corn plant at time of harvest for corn silage and chemical composition. J. Dairy Sci. 54 : 533-536.
4. Cummins, D. G. 1970. Quality and yield of corn plant and componeont parts when harvested for silage at different maturity stage. Agron. J. 62 : 781-784.
5. Daynard, T. B. and R. B. Hunter. 1975. Relationships among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield and quality of whole-plant silage. Can. J. Plant Sci. 55 : 77-84.
6. De Wolff, F. 1986. Dry-matter content of stover as a selection criterion for silage maize. In: Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Miedema, eds.). pp. 137-139. Pudoc Wageningen.
7. Hunter, R. B. 1986. Selecting hybrids for silage maize production: a Canadian experience. In: Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Miedema, eds.). Pudoc Wageningen.
8. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for Field Experiment. The Company, Tokyo.
9. Pinter, L. 1986. Ideal type of forage maize hybrid (*Zea mays* L.). In: Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Miedema, eds.). pp. 123-130. Pudoc Wageningen.
10. Robinson, D. L. and L. S. Murphy. 1972. Influence of nitrogn, phosphorus, and plant population on yield and quality of forage corn. Agron. J. 64 : 349-351.
11. Rutger, J. N. and L. V. Crowder. 1967a. Effect of high plant density on silage and grain yields of six corn hybrids. Crop Sci. 7 : 182-184.
12. Rutger, J. N. and L. V. Crowder. 1967b. Effect of population and row width on corn silage yields. Agron. J. 59 : 475-476.
13. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wisc. Agri. Exp. Sta. Rep. #41, 11p.
14. Wang, C. S., S. H. Tsao and D. J. Liu. 1986. Effects of N fertilization on the growth and yield of two maize hybrids. J. Agri. Res. China 35 : 437-448.

Effects of Planting Density and N-Fertilization on the Silage Yield of Maize[1]

C. C. Chen, C. S. Wang and D. J. Liu[2]

Summary

Maize hybrids Tainung 1 and Tainung 351 were cultivated in the fall crop to study the effects of planting density and N-fertilization on the silage yield and total digestible nutrient percentage (TDN). Hybrid Tainung 351 was also cultured as a winter crop at high density to evaluate the possibility of growing silage maize under low temperature condition. In the fall crop, dense planting tended to produce high silage yield for both hybrids. Yield over 50t/ha was recorded for spacing treatments of 75×14 and 75×18cm. Heavy N-fertilization was also necessary for growing silage maize under the experimental conditions. When planted in mid-October as a winter crop at spacing of 75×10 or 75×18cm, yield of fresh matter could also reach 50t/ha. However, dry matter yield was low due to high moisture content. Delayed planting at early November showed reduced yields of both fresh and dry matter. No planting-density effect on silage yield was found in the winter crop season. TDN value, up to 74%, increased with the advance of ear development and was not influenced by hybrid, planting density and N-fertilization. In conclusion, both Tainung 1 and Tainung 351 hybrids could be used for silage production when cultured under high density and N-fertilization. The practicality of production in the winter crop remained to be clarified.

1. Contribution No. 1494 from Taiwan Agricultural Research Institute. This paper was submitted by the senior author for partial fulfillment of M. S. degree. Financial support from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC, is acknowledged.

2. Respectively, graduate student of the Graduate Institute of Agmronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, and assistant agronomist and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：29～37（1990）

影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究

1. 果穗上位與下位子粒之充實特性[1]

林淑雰[2]　劉　清[3]　劉大江[2]

摘要　本試驗以單雜交玉米臺農351號及臺農育365號爲材料，兩者具相同母本及不同父本，且後者子粒充實性優於前者；於1986及1987年秋作進行田間試驗，在吐絲後連續針對果穗上位（自穗基算起之80—90%長度）及下位（20—30%）子粒取樣，以 Richards 函數法計算子粒充實性狀表現，目的在確定基因型間子粒充實度的差異，供爲進一步探討影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素研究之基礎。試驗結果證實臺農育 365 號上、下位子粒之水分含量及乾物重於子粒發育初期開始即較臺農 351號爲高；上位子粒最高充實速率並無基因型間差異，但臺農育 365號子粒到達最高充實速率之時間及有效充實期之發生均較早，持續期間較長，亦即在充實前期即具有差異，爲導致粒重較高的原因，下位子粒也有相同表現。本文爲系列報告之第一篇，將利用相同材料繼續由供源能力及子粒各部位之醣代謝作用探討影響玉米子粒充實之生理及生化因子。

玉米果穗上、下位子粒之發育與充實具有明顯差異，上位子粒充實不良被認爲對產量具有不利作用[7,8]，目前國內主要栽培品種之一的臺農 351號亦有嚴重穗頂充實欠佳問題[1]，估計對產量可造成 8—12%的影響[25]。導致玉米果穗上位子粒充實不良的原因很多，諸如遺傳特性[10]、穗內穎花分化與發育之時序差異[14]及因而產生之子粒間養分競爭[17]、花粉供應不足與光合成產物之供需平衡關係[13]等，均曾被加探討。

研究玉米果穗上位子粒充實不良問題的一項先決條件爲瞭解植株之供源與積儲間的平衡關係，任一因素如爲產量限制因子，則導致子粒充實不良的機制亦有所不同。玉米產量主要受限於供源或積儲，迄今並無定論，例如 Remison and Lucas[18]、Schoper *et al*[19]及 Tollenaar and Daynard[22]經由遮光與改變葉面積等處理，認爲供源能力爲產量的限制因子，而 Yamaguchi[26]、Anderson *et al*[5] 與 Tsai *et al*.[23,24]經由改變積儲容積與研判子粒充實之生理及生化機制，闡釋積儲强度對玉米產量的重要性。盧[4]在國內比較春、秋及裡作玉米的產量表現，發現供源與積儲間的關係各異，秋作之產量明顯受限於積儲，但裡作的供源能力則有不足；本研究室近年來於秋作進行試驗，發現臺農351號品種成熟時莖稈與穗軸內非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrates）濃度仍高，其含量相當於子粒 TNC 含量之15—20%[3]，且密植至每公頃120,000株時，並

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1495 號。本項研究承行政院國家科學委員會補助經費（計畫NSC76-0409-B-055-05 及 NSC 77-0409-B-055-04），本所農藝系玉米研究室提供臺農育365號玉米種子，謹致謝意。

2.分別爲本所農藝系約僱技術員及研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

3.國立臺灣大學農藝系教授。臺北市。

無不孕穗發生，產量亦持續增加[2]，顯示供源能力應無不足之慮，而提高產量應由增多穗數或一穗充實子粒數著手。

在供源充份的前題下，植株內光合物質轉流與子粒充實之間亦有密切關係，影響光合物質轉流的因素固然很多，但鑑於臺農351號品種子粒充實期間穗軸乾重增加可達15倍，其TNC濃度最高在30%以上，與莖稈相近[12]，成熟期穗軸頂端之濃度爲基部之兩倍以上（未發表資料），顯示碳水化合物轉運至穗軸並無困難，關鍵應在於是否可順利自穗軸轉移至子粒，以及子粒是否在發育中、後期仍具强大積儲能力，以繼續接納與累積碳水化合物，換言之，穗軸與子粒間的關係及子粒自身之特性爲極待瞭解的問題。

玉米上位子粒之充實度固然不佳，但仍具有充份發育潛能，Hanft *et al.*[9]以 *in vitro* 方式培養，發現上位子粒之發育可與下位子粒相同，Ou-Lee and Setter[16]提高玉米穗頂部位溫度，也有相同的結果。本研究室曾以套袋延遲受粉方式試驗，證明可增加上位子粒粒重[3]，顯示玉米子粒之充實度有再予提高的可能。

本項研究計畫係針對玉米上、下位子粒充實性狀進行系列試驗，採用具相同母本及不同父本之單雜交品種臺農351號及品系臺農育365號爲材料，一般田間觀察認爲後者穗頂充實情形優於前者，但尚缺實際資料證明；試驗項目除包括測定子粒於充實期間之乾物質累積、醣類組成與醣代謝酵素活性外，同時針對營養器官與穗軸部位進行多項分析，藉以確定所使用材料供源能力與積儲强度間的關係，上、下位子粒充實特性的差異，並於穗軸髓部組織與子粒間進行比較，最終目的在探討影響碳水化合物自穗軸轉移至子粒的因素。本文爲系列報告之一部份，比較兩個供試基因型玉米果穗上、下位子粒的充實性狀，其他部份將陸續另文發表。

材料與方法

採用玉米單雜交種臺農351號（Tainung 351, TNG 351）與臺農育365號（Tainung Yu 365, TNGY 365）爲材料，於1986與1987年秋作在臺中縣霧峰鄉本所農場進行試驗，播種時間分別爲9月3日與8月22日，兩個年度之栽培方法相同，測定子粒充實性狀之結果與變化趨勢亦相接近，本報告僅著重1986年之試驗結果。栽培時之行株距均爲 80×20cm，合每公頃62,500株，播種時每穴播二粒種子，出土後間拔留一株。小區面積 40m²，行長 5m，採用逢機完全區集設計，重複四次。肥料用量爲 $N:P_2O_5:K_2O=200:100:90$kg/ha，其中氮肥（硫酸銨）之40%與半量之磷肥(過磷酸鈣)及鉀肥（氯化鉀）各於播種時以基肥及於齊膝期以追肥施用，其餘20%氮肥於播種後約45日用爲第二次追肥。播種後施用萌前殺草劑Primextra（3.5 L a. i./ha）防治雜草，並視需要防治病蟲害；植株生長至齊膝期後行中耕培土一次。

於田間將同日吐絲之玉米植株標幟，並自吐絲期開始定期取樣，至收穫期（1986與1987年分別爲吐絲後71與66日）爲止，尤其著重吐絲後10至35日間之調查，每3至5日取樣一次。每次取樣係自每小區逢機選取標幟植株6株，部位包括果穗、穗位節葉鞘及其上、下各一節之節間；果穗再依其長度區分，由基部算起，採用20—30%及80—90%部份材料，分別定義爲下部（basal）與上部（apical）組織，在 4°C 條件下將子粒與穗軸區分，供爲分析用樣品。

上述玉米葉鞘、莖部節間及上、下位子粒與穗軸經區分後，取適量以液態氮冷凍後再冷凍乾燥，用以分析碳水化合物組成，所得結果將另文報告。另取適量子粒樣品，於秤量鮮重後予以冷凍乾燥，求取乾物重，以鮮重爲基準計算子粒水分含量。所得數據經變方分析後，以 Duncan's New Multiple Range Test 測定差異顯著性，子粒乾物質累積資料另以 Richarhs 函數法[6]推算各項介量與導出量，用以比較玉米基因型間子粒充實特性之差異。

結　果

玉米果穗上位與下位子粒在充實過程中，水分濃度（water concentration）持續下降，1986年試驗上位子粒在吐絲後13日之濃度約爲87%，隨後緩慢降低，自20—24日起下降速率升高，但於臺農351號及臺農育365號之間比較，除吐絲後16與24日以前者爲高外，差異並不顯著；收穫時（吐絲後71日）臺農351號上位子粒的水分濃度爲27.1%，顯著高於臺農育365號之24.9%。下位子粒的表現趨勢相同，但在子粒充實全期均未顯示基因型間的差異，唯收穫期之水分濃度（29%）高於上位子粒（表1）。

Table 1. Comparison of water concentration and content between developing apical and basal kernels of Tainung 351 and Tainung Yu 365 corn hybrids (Fall crop, 1986)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silkinging									
		13	16	20	24	27	30	35	42	48	71
		Concentration (%, fwb)									
Tainung 351	Apical	87.4 a	87.4 a	84.4 a	82.1 a	71.1 a	63.8 a	57.5 a	51.3 a	44.1 a	27.1 b
	Basal	84.6 b	83.8 bc	79.0 b	67.9 c	63.0 b	61.4 a	55.7 a	51.0 a	44.2 a	29.3 a
Tainung Yu 365	Apical	87.6 a	84.7 b	83.3 a	74.4 b	63.0 a	62.3 a	55.9 a	48.2 a	44.7 a	24.9 c
	Basal	84.8 b	82.3 c	78.1 b	67.7 c	64.2 b	59.3 a	52.9 a	48.2 a	43.5 a	29.4 a
		Content (mg/kernel)									
Tainung 351	Apical	40.0 c	48.7 d	66.6 d	76.2 d	91.8 d	108.8 d	123.0 d	133.3 c	123.6 c	67.0 b
	Basal	71.9 a	92.0 b	134.1 b	145.5 b	170.9 b	187.4 b	210.4 b	222.8 a	197.9 a	123.3 a
Tainung Yu 365	Apical	53.0 b	69.1 c	101.7 c	112.5 c	139.5 c	149.8 c	145.9 c	144.7 b	148.3 b	70.9 b
	Basal	78.5 a	133.7 a	170.1 a	185.7 a	205.5 a	210.8 a	228.9 a	228.1 a	208.8 a	132.1 a

*Means followed by the same letter within each column of a character are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

玉米子粒含水量（water content）可用以表示體積的增長，並與充實程度有密切關係；1986年試驗子粒的含水量自吐絲後快速增加，臺農育365號與臺農351號上位子粒分別於吐絲後30日或42日達到高峰，各爲150 與 133 mg/kernel（表1）；下位子粒則均於吐絲後42日的含量最多（223—228 mg/kernel），絕對含量恆以下位子粒爲高，顯示具有較大的體積增加量與速率。臺農育365號上位子粒在吐絲後30—48日均維持高水分含量（145 mg/kernel 以上），而臺農351號上位子粒則以吐絲後35—48日之水分含量較高（123—133 mg/kernel），表現不如前者。此外，無論上位或下位子粒，在各取樣期之水分含量均以臺農育365號較高，除少數例外，其差異均達顯著水準（表1）。

在子粒的乾物質累積方面，亦顯示果穗部位間及基因型間的差異，1986年試驗之實測值列於表2，以 Richards 函數法求得之子粒乾物質累積曲線示於圖1A（上位子粒）與圖2A（下位子粒）；綜合而言，自吐絲後16日起，臺農育365號子粒乾重即顯著高於臺農351號；成熟期單一粒重恆以下位子粒及臺農育365號爲高，以臺農育365號收穫期下位子粒之乾物重(316.7 mg/kernel)爲基準（100%），其上位子粒粒重相當於67.4%，臺農351號上、下位子粒分別爲56.8%與90.5%，證明臺農育365號子粒充實能力明顯的優於臺農 351 號品種。1987 年的試驗結果與 1986 年相近，自吐絲後13日起即以臺農育365號的子粒乾重較高，但成熟期之單一子粒乾重較1986年數值爲低（表3），尤以臺農351號品種上位子粒粒重僅及 117.4 mg/kernel，低於1986年之 180.0 mg/kernel；同以臺農育365號收穫期下位子粒乾物重（297.1 mg/kernel）爲基準（100%），其上位子粒粒重相當於63.9%，而

Table 2. Comparison of dry weight (mg/kernel) between developing apical and basal kernels of Tainung 351 and Tainung Yu 365 corn hybrids (Fall crop, 1986)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silkinging									
		13	16	20	24	27	30	35	42	48	71
Tainung	Apical	5.8 b*	7.0 d	12.4 d	16.6 d	37.5 d	61.7 d	90.8 d	126.6 d	156.2 c	180.0 d
351	Basal	13.0 a	17.8 b	36.0 b	68.7 b	100.5 b	117.8 ab	167.2 b	214.7 b	250.2 a	286.6 b
Tainung	Apical	7.6 b	12.5 c	20.4 c	38.8 c	66.6 c	91.1 bc	118.2 c	155.6 c	183.3 b	213.6 c
Yu 365	Basal	14.1 a	28.8 a	47.8 a	88.8 a	114.4 a	145.9 a	203.7 a	244.4 a	271.1 a	316.7 a

*Means followed by the same letter within each column of a character are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

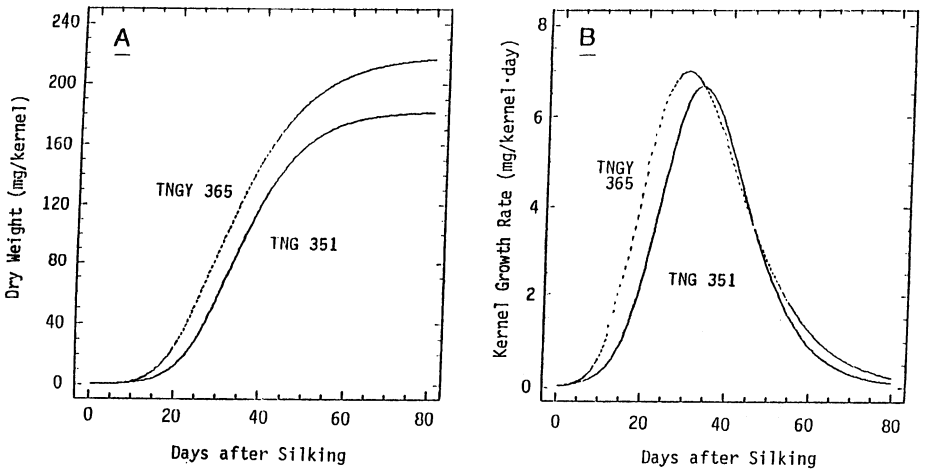


Fig. 1. Dry weight (A) and kernel growth rate (B) of apical kernels of developing Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNG 365) corn ears (Fall crop, 1986)

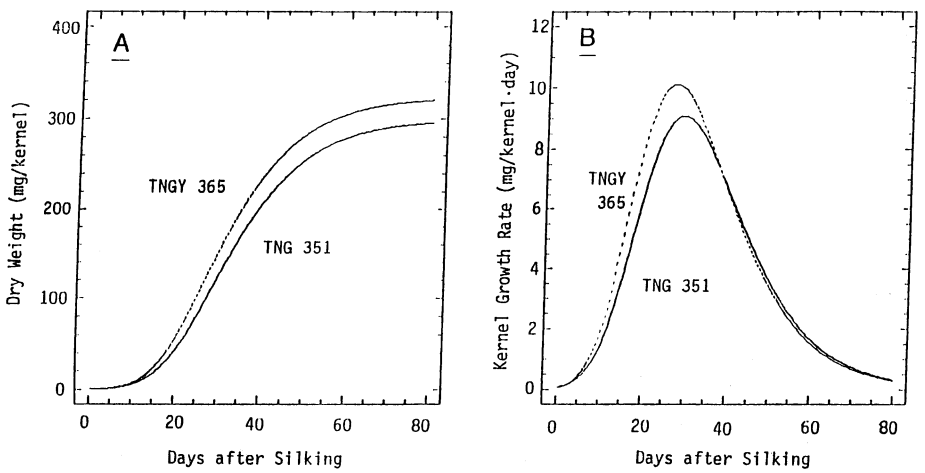


Fig. 2. Dry weight (A) and kernel growth rate (B) of basal kernels of developing Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365) corn ears (Fall crop, 1986)

Table 3. Comparison of dry weight (mg/kernel) between developing apical and basal kernels of Tainung 351 and Tainung Yu 365 corn hybrids (Fall crop, 1987)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silkinging									
		10	13	16	20	24	27	30	34	45	66
Tainung 351	Apical	2.1 b*	4.7 d	7.1 d	10.3 d	15.7 d	29.9 d	43.6 d	70.2 c	96.1 d	117.4 c
	Basal	7.2 a	10.2 b	15.9 b	33.6 b	62.0 b	89.7 b	110.1 b	159.5 a	209.2 b	286.3 a
Tainung Yu 365	Apical	3.3 b	6.6 c	10.7 c	18.8 c	32.6 c	55.9 c	73.8 c	104.6 b	146.0 c	189.8 b
	Basal	8.9 a	13.7 a	19.9 a	37.2 a	75.9 a	109.3 a	136.9 a	177.2 a	238.6 a	297.1 a

*Means followed by the same letter within each column are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

臺農 351 號之上、下位子粒分別爲 39.5%與 96.4%，兩個年度的表現趨勢相同。

1986 年試驗資料經以 Richards 函數法計算玉米子粒充實性狀之導出量，結果列於表 4，兩個基因型間上位及下位各子粒充實性狀的差異顯著性列於表 5。由表中資料得知，臺農351號與臺農育365號上位子粒最大粒重爲 182.16 與 218.78 mg/kernel，下位子粒分別爲 298.44 與 322.41 mg/kernel，以臺農育 365 號較高，其差異均達顯著水準(表 5)。臺農 351 號上、下位子粒粒重於吐絲後 35.16及 32.90日達最高粒重之一半（表 4），分別較臺農育 365 號晚 1.78 與 1.72日，但差異均不顯著(表 5)。雖然基因型間上位子粒最高粒重具有差異，但其最大子粒充實速率則相接近 (6.66 與 6.99 mg/kernel • day)，下位子粒之最大充實速率則以臺農育 365號 (10.10 mg/kernel • day) 高於臺農 351號 (9.07 mg/kernel • day)，差異顯著（表 5）。

以 Richards 函數法計算1986年試驗玉米吐絲至成熟期間子粒充實速率變化的結果，列於圖 1B (上位子粒) 與 2B (下位子粒)。由圖中資料得知，臺農 351 號與臺農育 365 號之間子粒充實表現的差異，主要發生於到達最高充實速率以前，雖然兩個基因型間上位子粒的最高充實速率差異不顯著，(表 5)，但臺農育 365 號子粒進入有效充實期的時間較早 (圖 1B)，亦即具有較長的有效充實期間；下位子粒也有相同的表現。至於到達最高充實速率以後，兩個基因型玉米的子粒充實速率相近，並均呈快速下降趨勢。

臺農 351 號吐絲後上位子粒具有最大充實速率時之粒重爲 77.65 mg/kernel，臺農育 365 號爲

Table 4. Derived quantities of kernel-filling characters by Richards function for Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365) corn hybrids (Fall crop, 1986)

Character	Apical Kernel		Basal Kernel	
	TNG 351	TNGY 365	TNG 351	TNGY 365
Maximum kernel Wt. (mg/kernel)	182.16	218.78	298.44	322.41
Time (DAS[1]) at 1/2 Max. Kernel Wt.	35.16	33.38	32.90	31.18
Maximum Kernel Growth Rate(mg/kernel • day)	6.66	6.99	9.07	10.10
Kernel Wt. (mg/kernel) at Max. Kernel Growth Rate	77.65	83.70	116.22	122.30
Time (DAS[2]) at Point of Max. Kernel Growth Rate	33.13	29.64	29.21	27.26

[1]Days after silking.

Table 5. Mean difference of derived quantities of kernel-filling characters by Richards function for Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365) corn hybrids (Fall crop, 1986)

Character	Apical Kernel	Basal Kernel
Maximum kernel Wt. (mg/kernel)	36.62**	23.97 *
Time (DAS[1]) at 1/2 Max. Kernel Wt.	−1.78 ns	− 1.72 ns
Maximum Kernel Growth Rate (mg/kernel · day)	0.33 ns	1.03 **
Kernel Wt. (mg/kernel) at Max. Kernel Growth Rate	6.05 ns	6.08 ns
Time (DAS[1]) at Point of Max. Kernel Growth Rate	− 3.49**	− 1.95 ns

[1] Days after silking.

* and** indicate significant difference at, respectively, α=0.05 and 0.01 levels between Tainung 351 and Tainung Yu 365 genotypes. ns indicates insigificant difference.

83.70 mg/kernel，兩個基因型下位子粒之數值依序爲 116.22 與 122.30 mg/kernel（表 4），雖然臺農育365號有較高的趨勢，但與臺農351號品種之差異並未達顯著水準（表 5）。玉米子粒具有最大充實速率的時間，臺農351號及臺農育365號下位子粒分別爲吐絲後 33.13及29.64日，以臺農育365號顯著較早；下位子粒爲吐絲後 29.21 及 27.28 日，基因型間差異不明顯（表 4、5）。根據 Richards 函數法計算玉米子粒充實性狀之導出量，得知子粒具有最大充實速率時之粒重均爲最高粒重的一半以下，其發生時間與粒重達最高粒重一半之時間亦在整個充實過程的一半以前，顯示早期生長優勢的特性，尤以下位子粒及臺農育365號的表現最爲明顯。

討 論

玉米子粒在充實過程中之水分濃度持續下降，下位子粒受粉及開始發育的時間雖然較早[21]，但收穫期之水分濃度仍然較上位子粒高，顯示發育時序的早晚與最終水分濃度並無一定關係，Ou-Lee and Setter[15] 進行溫室試驗，曾有相同的報告，並認爲是下位子粒喪失水分速率較低的結果。子粒含水量可用以表示體積的增長，與胚乳細胞的膨大及累積澱粉能力有關，對子粒充實極爲重要，本試驗中臺農 351 號上位子粒在充實全期的含水量均低於農臺育 365 號，下位子粒含水量又極顯著高於上位子粒（表 1），且子粒水分含量與乾物重間呈極顯著正相關（合併基因型與上、下位子粒資料分析，吐絲後 30 與 42 日以前分別爲 r=0.918** 與0.880**，各項資料單獨分析之結果相同），因此雖未直接測定體積，推測可於某一特定充實期以含水量表示子粒之充實性及乾物累積量，至於是否可依據子粒發育初期之水分含量及體積預估最終乾物累積量，值得以更多的試驗再加探討。

臺農育 365 號上、下位子粒成熟期之粒重均顯著較臺農 351 號子粒爲高（表 2-5），兩個基因型具有相同母本及不同父本，曹等[3] 亦曾採用具同母本不同父本之臺農351號與臺農育 121號爲材料試驗，指出前者上位子粒粒數佔總粒數之 22.4%，粒重則僅佔總產量之 15.3%，後者之數值爲 24.5% 及 19.7%，顯示臺農育 121號品系上位子粒充實性較佳，與本試驗的結果相同。本項系列試驗採用遺傳背景相近而子粒充實特性有異的材料，探討有關之生理與生化性狀變異，不同於其他學者的研究，預期能對此一問題提供新的資訊。

經由連續取樣比較兩個基因型間上位子粒粒重，發現臺農育 354號在吐絲後16日（1986年）及13日（1987年）之粒重已超過臺農351號（表 2、3），亦即在充實前期已有明顯差異。Setter[20] 指出由於下位穎花的分化時間較上位穎花早，在受粉時可能已具有發育較完全的維管束輸導組織，有利於養分轉移，Ou-Lee and Setter[15] 證明上、下位子粒醣類代謝能力在充實初期即有不同，Tollenaar and Daynard[21] 也發現上、下位子粒在開始進入有效充實期時之粒重與體積已有顯著差異；這些結

果雖然並非於不同基因型間針對上位子粒進行比較，但是推測相對於臺農351號品種，臺農育365號上位子粒的生長優勢可能在吐絲期或吐絲以前的穎花分化過程中即已形成。

決定子粒乾物重的兩個因子爲乾物質累積速率與有效充實期的長短，對玉米而言，子粒乾物重有90%以上是在有效充實期所累積的[3,11]；本試驗中臺農 351 號與臺農育365號上位子粒的最高充實速率相同（表 5），但其下位子粒最高充實速率分別爲上位子粒的1.36及1.44倍，差距頗大（表 4）；又依據表 3 資料計算吐絲後20—42日間的平均乾物質累積速率，臺農 351 號與臺農育 365 號上位子粒爲 5.13 與5.82 mg/kernel • day，吐絲後16—48日之間下位子粒爲 7.56 與7.59 mg/kernel • day, Tollenaar and Daynard[21] 測定兩個玉米基因型上、下位子粒在有效充實期的平均乾物質累積速率爲5.2與6.2及 7.0 與7.8 mg/kernel • day，除以下位子粒較高外，基因型間也有不同表現，本試驗所得結果與其相同，換言之，在本試驗中平均子粒充實速率爲導致粒重差異的原因之一。

與臺農351號上位子粒比較，臺農育365號上位子粒在發育初期的生長潛勢較高，已討論如前，此外，到達最高充實速率的時間較早，到達最高充實速率時的粒重亦呈較重趨勢（後者差異未達顯著水準，表 5），再由表 2 與表 3 資料計算各取樣期間的充實速率，可以推斷臺農育 365號上位子粒進入有效充實期的時間較早；另一方面，臺農351號與臺農育365號子粒在生育後期（吐絲後48—71日）之充實速率雖已下降，但實際測量所得之乾物重仍持續增加，並未顯示標準的 sigmoid 型生長曲線，與王等[2]及曹等[3]以相似玉米材料進行試驗所得之結果相同，又因未調查子粒黑層（black layer）形成時間，不易判斷有效充實期之結束時間；但綜合各項資料研判，仍可確定臺農育 365號品系上位子粒具有較臺農351號爲長的子粒有效充實期。

本項研究主要目的在於確定臺農育365號品系與臺農351號品種上位子粒的充實性具有差異，同時解析差異之形成原因，以供爲進一步探討影響碳水化合物自穗軸轉移至子粒因素的基礎。玉米子粒主要的累積成分（碳水化合物）係由光合作用生產，其供應能力是否充裕，常因品種、環境因子及栽培條件而異，有先加確定的必要；本項研究第二部份試驗針對穗位葉鞘與節間及上、下位穗軸髓部組織，在子粒充實全期分析碳水化合物組成及含量變化，經確定光合產物供源能力不爲上位子粒充實的限制因子，所得結果將以續文提出報告。

引用文獻

1. 王强生、曹紹徽、劉大江。1985。玉米臺農351號穗頂不充實原因之探討。中華農業研究 34：266—278。
2. 王强生、曹紹徽、劉大江。1987。栽培密度對玉米乾物質累積之影響。中華農業研究 36：15—28。
3. 曹紹徽、王强生、劉大江。1986。玉米子粒充實特性之研究。中華農業研究 35：23—36。
4. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。臺中市。
5. Anderson, E. L., E. J. Kamprath and R. H. Moll. 1984. Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization, and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. Agron. J. 76 : 397-404.
6. Causton, D. R. 1969. A computer program for fitting Richards function. Biometrics 25 : 401-409.
7. Daynard, T. B. and W. G. Duncan. 1969. The black layer and grain maturity in corn. Crop Sci. 9 : 437-436.
8. Egharevba, P. N., R. D. Horrocks and M. S. Zuber. 1979. Dry matter accumulation in maize in response to defoliation. Agron. J. 68 : 40-43.
9. Hanft, J. M., R. J. Jones and A. B. Stumme. 1986. Dry matter accumulation and carbohydrate concentration patterns of field-grown and in vitro cultured maize kernels from the tip and middle ear positions. Crop Sci. 26 : 568-572.
10. Hanway, J. J. 1969. Defoliation effects on different corn (*Zea mays* L.). hybrids as influenced by

plant population and stage of development. Agron. J. 61 : 534-538.

11. Johnson, D. R. and J. W. Tanner. 1972. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn. Crop Sci. 12 : 485-486.
12. Liu, D. J. 1987. Physiological and cultural studies of field corn grown on paddy field in Taiwan. In: Proceedings of Sino-Japan Sympcsium on Production Technology of Dryland Food Crops in Paddy Field (S. C. Hsieh and D. J. Liu, eds). Taichung Dist. Agri. Improv. Sta., Taichung.
13. Muleba, N., T. G. Hart and G. W. Paulsen. 1983. Physiological factors affecting maize (*Zea mays* L.) yields under tropical and temperate conditions. Trop. Agric. 60 : 3-10.
14. Nishikawa, and M. Kudo. 1973. Explicational studies on the sterile ear as appeared on mechanized cultivation of the corn plant (*Zea mays* L.). Tohoku Agri. Exp. Sta. Res. Rep. 44 : 51-95.
15. Ou-Lee, T. M. and T. L. Setter. 1985. Enzyme activities of starch and sucrose pathways and growth of apical and basal maize kernels. Plant Physiol. 79 : 848-851.
16. Ou-Lee, T. M. and T. L. Setter. 1985. Effect of increased temperature in apical regions of maize ears on starch synthesis enzymes and accumulation of sugars and starch . Plant Physiol. 79 : 852-855.
17. Poneleit, C. G. and D. B. Egli. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. Crop Sci. 19 : 385-388.
18. Remison, S. U. and E. O. Lucas. 1982. Effects of planting density on leaf area and productivity of two maize cultivars in Nigeria. Expl. Agric. 18 : 93-100.
19. Schoper, J. B., R. R. Johnson and R. J. Lambert. 1982. Maize yield response to increased assimilate supply. Crop Sci. 22 : 1164-1189.
20. Setter, T. L. 1986. Partitioning of carbon among competing sinks. In: Regulation of Carbon and Nitrogen Reduction and Utilization in Maize (J. C. Shannon, D. P. Knievel and C. D. Boyer, eds). Amer. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
21. Tollenaar, M. and T. B. Daynard. 1978. Kernel growth and development at two positions on the ear of maize (*Zea mays*). Can. J. Plant Sci. 58 : 189-197.
22. Tollenaar, M. and T. B. Daynard. 1978. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in a short-season enviironment. Agron. J. 70 : 219-223.
23. Tsai, C. . Y., D. M. Huber and H. L. Warren. 1980. A proposed role of zein and glutein as N sinks in maize. Plant Physiol. 66 : 330-333.
24. Tsai, C. Y., D. M. Huber, D. V. Glover and H. L. WarreN. 1984. Relationship of N deposition to grain yield and N response of three maize hybrids. Crop Sci. 24 : 277-281.
25. Wang, C. S., S. H. Tsao and D. J. Liu. 1986. Effects of N fertilization on the growth and yield of two maize hybrids. J. Agri. Res. China 35 : 437-448.
26. Yamaguchi, J. 1974. Varietal traits limiting the grain yield of tropical maize. IV. Plant traits and productivity of tropical varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 20 : 287-304.

Factors Affecting the Translocation of Carbohydrates from Cob to Kernels in Corn. 1. Filling Characters of Apical and Basal Kernels on the Ear[1]

S. F. Lin[2], C. Liu[3] and D. J. Liu[2]

Summary

Corn hybrids Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365) were used as experimental material. The two hybrids have the same maternal inbred but different paternal inbred. The latter hybrid was superior to the former in kernel-filling characters. Field experiments were conducted in the fall crop season of 1986 and 1987 to study the pattern of dry matter accumulation for kernels positioned at the apical and basal portions of the ear. Results from this experiment will be served as the basis of further study on the factors affecting the translocation of carbohydrates from cob to kernels in corn. Experimental results indicated that differences in water content and dry weight in either apical or basal kernels existed at early kernel development between TNG 351 and TNGY 365. Although there was no significant difference in maximum kernel filling rate between apical kernels of the two genotypes by the calculation of Richards function, the occurrence of maximum filling rate and effective kernel filling were ealier for TNGY 365 than for TNG 351. Longer kernel filling duration was proposed as the major factor in causing genotypic difference in final apical kernel dry weight. Similar results were observed in basal kernels. This is the first report of a series of papers dealing with the source-sink relationship and physiological and biochemical factors related to kernel filling in corn.

1. Contribution No. 1495 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by National Science Council, Executive Yuan, ROC (Project Nos. NSC76-0409-B-055-05 and NSC77-0409-B-055-04). The Corn Breeding Laboratory of TARI is acknowledged for supplying seeds of Tainung Yu 365.

2. Respectively, assistant and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.

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

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）39(1)：38～46 (1989)

影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究

2. 子粒充實期間莖稈與穗軸醣類濃度的變化[1]

林淑雯　劉大江[2]

摘要　本試驗以單雜交玉米臺農 351號及臺農育 365號爲材料，兩者具相同母本及不同父本，且後者子粒充實性優於前者；於1986年秋作進行田間試驗，在吐絲後連續針對穗位葉鞘、節間與果穗上位（自穗基算起之80-90%長度）及下位（20-30%）穗軸取樣，分析醣類組成，目的在確定植株供源能力與子粒充實需求間之平衡關係，供爲進一步探討影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素研究之基礎。試驗結果發現臺農 351號穗位葉鞘及節間在吐絲後7週內之非構造性碳水化合物濃度均在 20%以上，顯示供源充裕，子粒充實後期之蔗糖濃度雖明顯下降，但仍以子粒充實性較差之臺農 351號的濃度較高，亦即不爲導致基因型間子粒充實差異的原因。穗軸組織在吐絲後初期具極高之葡萄糖及澱粉濃度，但於吐絲後二週起即維持穩定之低濃度，與子粒進入有效充實期相配合；上位穗軸之蔗糖與非構造性碳水化合物濃度在子粒充實中、後期高於下位穗軸，並以臺農351號顯著高於臺農育365號，證明光合物質可順利轉移至上位穗軸，且葉片供源能力充裕，並非限制子粒充實之因子；試驗結果建議玉米基因型間及果穗上、下位間碳水化合物自穗軸轉移至子粒之機制可能不同。本文爲系列報告之第二篇，將利用相同材料比較各部位子粒之醣代謝作用，以探討影響玉米子粒充實之生理及生化因子。

導致玉米果穗上、下位子粒間發育與充實性差異的原因很多[(1)]，本所作物生理研究室利用具有同母本但不同父本之單雜交玉米臺農 351號及臺農育 365號進行試驗，證明後者具有較佳的子粒充實特性，且果穗部位間及基因型間之差異在吐絲後早期即已存在，並認爲遺傳背景相近之基因型爲理想試驗材料，經由分析影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒之因素，可對玉米子粒充實生理有進一步的瞭解[(3)]。

本文爲系列報告之第二篇，主要目的在確定所使用玉米材料供源能力與子粒充實過程中對乾物質需求間的關係，供源與積儲兩者之一如爲產量限制因子，則導致子粒充實不良的機制亦有不同。由於同一果穗內不同部位子粒因發育時序的先後，可能有相互競爭養分的現象[(9)]，供源能力是否充足，對子粒充實表現必然產生影響。至於玉米產量主要受限於供源或積儲，迄今並無定論，Tsai[(17)]曾予詳細討論；國內多數的研究則認爲在秋作於本省中、南部栽培，單雜交玉米品種臺農 351號子粒產量的主要限制因子爲積儲容積[(17)]。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1496 號。本項研究承行政院國家科學委員會補助部份經費（計畫編號 NSC 76-0109-B-055-05）。謹致謝意。

2.分別爲本所農藝系約僱技術員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

玉米子粒最主要的組成分爲碳水化合物，係由葉片光合作用生產，經葉鞘、莖稈及穗軸轉移至子粒；與多數禾本科作物相似，玉米在吐絲前或吐絲後子粒充實初期，光合產物可暫時貯存於莖稈內，並再轉移供子粒發育及充實之需，所以經由分析吐絲與成熟期莖稈碳水化合物含量的變化，可以估算供源與積儲間的平衡關係[5,15]；但另一方面，玉米莖部於吐絲後20日內仍繼續生長及累積乾物質，有可能與子粒互相競爭養分，進而影響子粒充實[12]；換言之，單純針對碳水化合物總量的分析，並不一定足以判定供源能力與積儲需求的關係，有必要在子粒充實全期對營養器官內醣類組成（composition）加以研究。

本項研究採用單雜交玉米臺農 351號及臺農育 365號爲材料，前者具有旺盛的光合物質生產能力[2]，但子粒充實不如後者[3]，而有關臺農育 365號的生理表現，則尚無資料可爲依據。本文經由分析玉米子粒充實過程中營養器官與穗軸的碳水化合物組成，對植株供源能力提出報告，所得結果建議在本試驗條件下，碳水化合物供源能力不爲限制子粒發育之因子；而基於此一前題進一步探討影響玉米碳水化合物自穗軸轉移至子粒因素之結論，將陸續另文發表。

材料與方法

採用玉米單雜交種臺農 351號（Tainung 351, TNG 351）與臺農育 365號（Tainung Yu 365, TNGY 365）爲材料，於1986年秋作在臺中縣霧峰鄉本所農場進行試驗，播種時間爲 9 月 3 日，行株距爲 80×20cm，合每公頃62,500株，播種時每穴播二粒種子，出土後間拔留一株。小區面積爲40m²，行長 5m，採用逢機完全區集設計，重複四次。肥料用量爲 N：P_2O_5：K_2O＝200：100：90kg/ha，其中氮肥（硫酸銨）之40%與半量之磷肥（過磷酸鈣）及鉀肥（氯化鉀）各於播種時以基肥及於齊膝期以追肥施用，其餘20%，氮肥於播種後約45日用爲第二次追肥。播種後施用萌前殺草劑Primextra（3.5 l a. i./ha）防治雜草，並視需要防治病蟲害；植株生長至齊膝期後行中耕培土一次。

玉米植株於播種後57日吐絲，取樣工作係將同日吐絲之植株標幟，自吐絲期開始定期取樣，至收穫期（吐絲後71日）爲止，尤其著重吐絲後10至35日間之調查，每 3 至 5 日取樣一次。每次取樣係自每小區逢機選取標幟植株 6 株，部位包括果穗、穗位節葉鞘及其上、下各一節之節間；玉米果穗再依其長度區分，由基部算起，採用20—30%及80—90%部份材料，分別定義爲下部（basal）與上部（apical）組織，在4°C 低溫條件下將子粒與穗軸區分，供爲分析用樣品。

上述玉米葉鞘、莖部節間及上、下位子粒與穗軸經區分後，取適量以液態氮冷凍後再冷凍乾燥，用以分析葡萄糖、蔗糖、可溶性糖、澱粉及非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrates, TNC）濃度。醣類分析係將冷凍乾燥及磨粉（40目篩）之樣品以80%乙醇萃取後分析可溶性糖，glucose 依 glucose oxidase-peroxidase 方法[13]而 sucrose 依 invertase 分解法[8]分析，澱粉及 TNC 則以 takadiastase 水解法分析[16]。

上述各項分析及調查均重複三次，所得數據經變方分析後，以Duncan's New Multiple Range Test 測定差異顯著性，其中子粒乾物質累積性狀部份結果業經發表[3]，子粒醣類組成將配合醣代謝酵素活性資料另文提出報告，本文僅涵蓋葉鞘、莖稈與穗軸部位在子粒充實過程中之醣類濃度變化，用以比較玉米基因型間供源能力與發育中子粒積儲需求之關係。

結　果

玉米子粒充實過程中穗位葉鞘及其上、下節間之碳水化合物濃度的表現列於圖 1；吐絲期葉鞘的非構造性碳水化合物（TNC）濃度極高，可達39%，其後雖然下降，至吐絲後35日時仍在20%以上，吐絲後48日的濃度則降至11.5%（臺農351號）或6.5%（臺農育 365號）；於品種（系）間比較，發現除吐絲後第30、42與48日以臺農 351號較高外，其他時期之差異均不顯著（圖1A）。臺農 351號穗位節間在整個子粒充實期間都維持頗高的 TNC 濃度（22%以上，圖 1B），且未呈顯著的下降趨

勢，吐絲後第30日濃度最高（31.3%），收穫期（吐絲後71日）仍達22.7%；臺農育 365號品系則在吐絲後13至23日之間自27.1%降至19.2%，其後變異不大，介於 15 至 20%之間，收穫期爲15.9%。自吐絲後30日開始，臺農 351 號節間 TNC 濃度均顯著較臺農育 365 號爲高。

蔗糖爲玉米莖稈主要的碳水化合物組成分，穗位葉鞘蔗糖濃度以吐絲期最高，臺農 351號及臺農育 365號分別爲 368 與 399 μmol/gdw（相當於12.6與13.7%，圖 1C），在吐絲後 30—35 日以前數度上升或下降，但在本試驗中，吐絲後 7 —35日間之濃度大致維持於 200—350 μmol/gdw(6.8—10.3%）之間，其後快速下降，至收穫期以臺農351號的濃度（155 μmol/gdw 或 5.3%）高於臺農育 365號（63 μmol/gdw，相當於2.2%）。穗位節間內的蔗糖濃度較葉鞘爲高，除吐絲期低於 300 μmol/gdw，在吐絲後 7 —48日之間均超過 350 μmol/gdw（12%，圖 1D），亦即吐絲後有明顯升高現象；臺農 351號節間在吐絲後16日之蔗糖濃度高達 648 μmol/gdw（22.2%），於第20—27日間降至 450 μmol/gdw 以下，但其後回升，在吐絲後48日以後再行下降，唯收穫期仍高達 291 μmol/gdw（10.0%）。臺農育 365號節間蔗糖濃度的變化趨勢與臺農 351號相近，但在多數取樣中均顯著低於臺農 351號（圖 1D）。

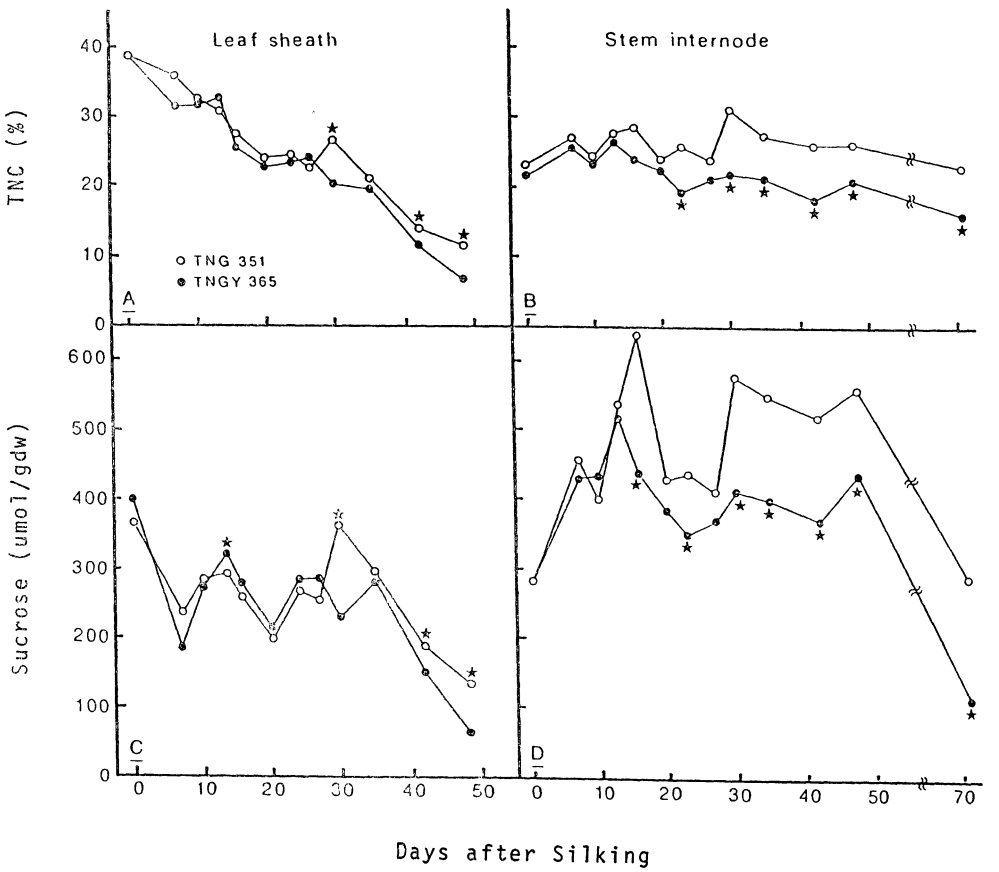


Fig. 1. Concentrations of total nonstructural carbohydrates (TNC; A and B) and sucrose (C and D) of ear leaf sheath (A and C) and stem internode above ear node (B and D) from silking to maturity for corn hybrids Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 ((TNGY 365).

玉米果穗上位穗軸葡萄糖濃度資料列於圖 2A；臺農育 365號在吐絲後 7 與10日之濃度分別高達 363 與 345 μmol/gdw（相當於6.5及6.2%），遠超過臺農 351號之 224 與 218 μmol/gdw（4.0及3.9%），其後兩個基因型之濃度均快速下降，且多在 100 μmol/gdw 以下；除吐絲後42與71日外，基因型間的差異均達顯著水準，自吐絲後13日起，均以臺農 351號爲高。下位穗軸葡萄糖濃度在子粒充實全期的變化趨勢（圖 2B）與上位穗軸相同，亦即自吐絲後第 7 日之高濃度快速下降，且吐絲後20日起均在 50 μmol/gdw 以下。於基因型間比較，吐絲後 7、10、20、27及30日以臺農育 365號較高；於穗內上、下位間比較，則上位穗軸在吐絲後30日以前有略高的趨勢。

穗軸內蔗糖濃度的變化不同於葡萄糖濃度的表現，圖 2C 顯示兩個基因型上位穗軸蔗糖濃度均自吐絲後10日起快速降低，第20日起又大幅上升，27—48日維持較高濃度，子粒充實後期再行下降。臺農351號上位穗軸蔗糖濃度以吐絲後20日最低（152 μmol/gdw，相當於 5.2%），其後直線上升至30日之 526 μmol/gdw（18.0%），30—48 日間維持於 450 μmol/gdw 以上，收穫期之濃度仍達 320 μmol/gdw（10.9%）。臺農育365號亦以吐絲後20日濃度（86 μmol/gdw 或 2.9%）最低，第27日之濃度（508 μmol/gdw或17.4%）最高，30—48日介於 335—414 μmol/gdw 之間，收穫期劇降至40 μmol/gdw（1.4%）。自吐絲後30日以後，其濃度均以臺農351號較高（圖2C）。

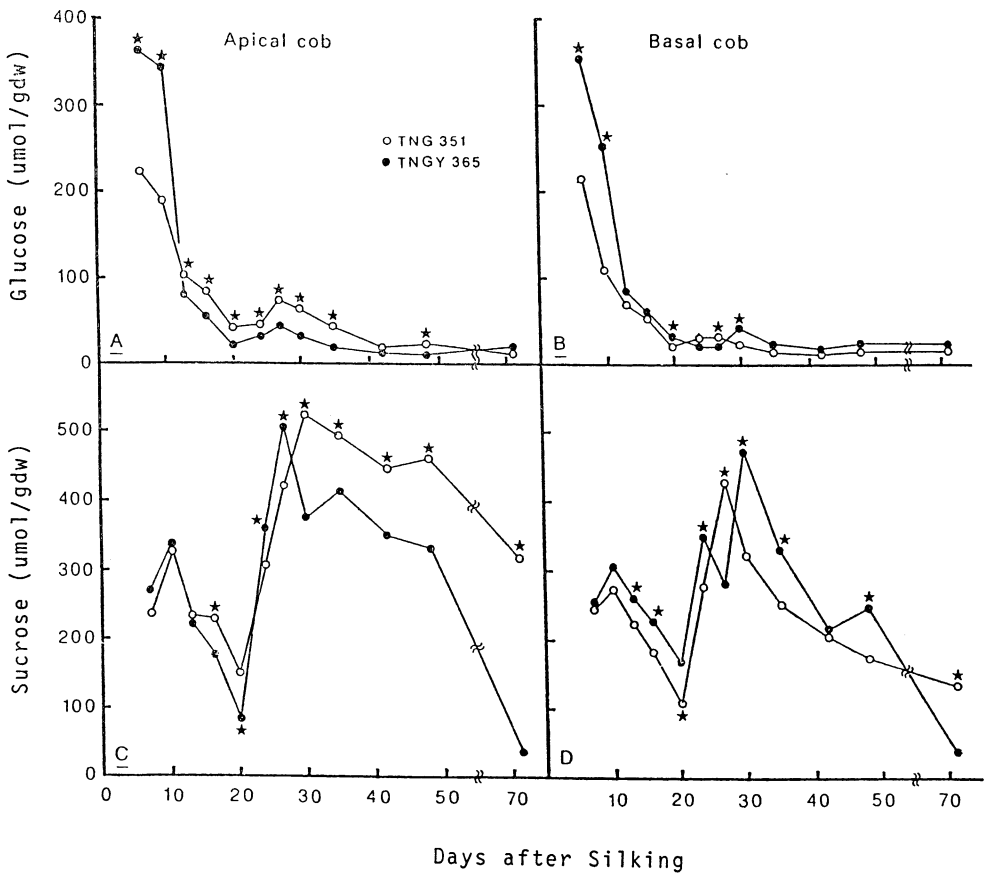


Fig. 2. Concentrations of glucose (A and B) and sucrose (C and D) of cob segments from the apical (A and C) and basal (B and D) positions of ear during kernel-filling of corn hybrids Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365).

下位穗軸蔗糖濃度（圖 2D）亦自吐絲後10日下降，第20日起上升，最高濃度出現於吐絲後27日（臺農 351號，432 μmol/gdw 或 14.8%）及30日（臺農育365號，474μmol/gdw 或 16.2%），但與上位穗軸表現不同，此一高濃度並不能持續，亦即在高峰出現後即迅速降低，臺農 351號在收穫期之濃度爲 137 μmol/gdw（4.7%），臺農育 365號更低，僅爲 43 μmol/gdw（1.5%）。

穗軸內澱粉濃度的變化（圖 3C、D）與葡萄糖濃度（圖 2A、B）極爲相似，均自吐絲後快速降低，吐絲後第16或20日起趨於穩定，直至成熟期爲止。上位穗軸澱粉濃度在吐絲後 7 日高達20.3%（圖 3C），其後直線下降至第20日之4.7%（臺農 351號）與 3.8%（臺農育 365號），在48日以前的變化不大，多在 5 %以下，又以臺農育 365號高於臺農 351號，兩個雜交種之濃度在成熟期分別降至3.1與1.8%，以臺農 351號較高。下位穗軸在吐絲後16日以後之澱粉濃度維持於 5 %左右，收穫期更低，在2.5%以下；兩個基因型在各取樣期間互有高低，並無一定趨勢存在（圖 3D）。

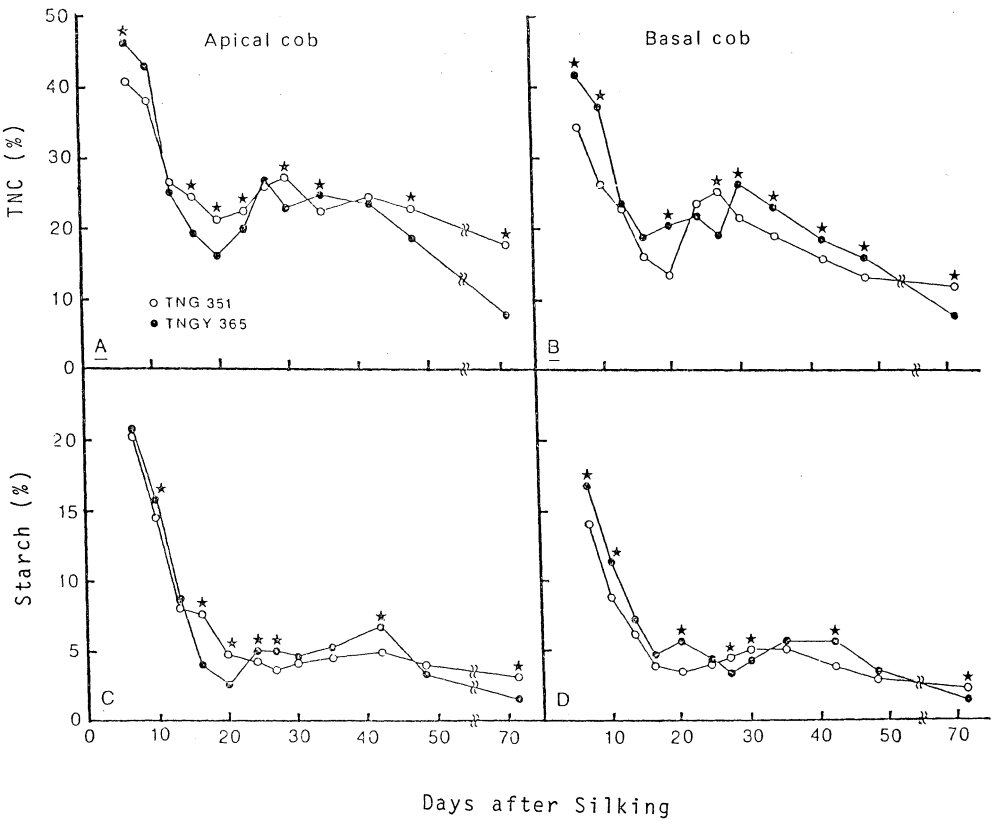


Fig. 3. Concentrations of total nonstructural carbohydrates (TNC; A and B) and starch (C and D) of cob segments from the apical (A and C) and basal (B and D) positions of ear during kernel-filling for corn hydrids Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365).

玉米上位穗軸在吐絲後初期的非構造性碳水化合物濃度極高，例如臺農 351號於吐絲後10日以前的濃度在38.5%以上，臺農育 365號爲43.0%以上（圖 3A），大致而言，TNC 濃度快速下降至第20日後再度升高，於吐絲後27日至42日維持於22—26%之間，兩個基因型互有高低；在子粒充實後期又呈降低趨勢，收穫期之濃度以臺農 351號（18.1%）顯著高於臺農育 365號（7.6%）。下位穗軸的 TNC 濃度於吐絲後第27日以前雖然亦呈先降低後再升高的趨勢，與上位穗軸表現相同，但其後與下

位穗軸之蔗糖濃度變化近似，TNC濃度並無一穩定之持續時間，而連續下降至收穫期爲止（圖 3B）。臺農 351號吐絲後第 7 日的濃度爲26.4%，27—42日間介於13.1與21.8%，分別低於臺農育 365號之37.4%以上及15.5至26.5%；收穫期之濃度最低，臺農 351號爲 11.8%，臺農育 365號爲7.6%，前者顯著較高。

討　論

非構造性碳水化合物由光合作用產生，是植物生長發育所需能量的主要來源，且於玉米莖稈（葉鞘及莖部節間）有明顯累積現象；Daynard *et al.* [6] 指出玉米莖稈碳水化合物含量以穎花受粉後最高，約相當於成熟子粒乾重之 20—35%；Setter and Meller [13] 並證明吐絲前貯藏於莖稈之碳水化合物經轉運至果穗，對子粒充實頗爲重要。本試驗發現吐絲期葉鞘 TNC 濃度高達39%（圖1A），在吐絲後35日內亦維持於20%以上，顯然具有貯藏功能，但由於濃度在子粒充實後期持續下降，顯示貯藏能力僅爲暫時性，與水稻之表現相同，爲器官老化的結果 [18]；此外，臺農 351號葉鞘之 TNC 與蔗糖濃度在生育後期均較臺農育 365號爲高（圖 1A、C），差異達顯著水準，顯示臺農351號在光合物質生產及轉運方面並不遜於臺農育 365號；此一推論並可由基因型間之穗位節間 TNC 與蔗糖濃度的表現（圖 1B、D）得到證明。

Setter and Meller [13] 曾分析玉米莖稈髓部之蔗糖，指出濃度於吐絲後急劇上升，且於子粒充實期間維持在相當高的水準，充實後期方始下降，其變化趨勢與本試驗以完整節間爲材料的試驗結果相同。Setter [12] 並認爲子粒充實後期髓部細胞崩解，釋放蔗糖，有助於經由篩管之轉運，此一假說應可由分析穗軸之碳水化合物組成及濃度予以驗證。另一方面，碳水化合物供源是否充裕及是否可充份轉運，仍爲探討子粒充實所必需瞭解的問題，本試驗發現與子粒充實性較佳之臺農育 365號比較，臺農 351號葉鞘與節間碳水化合物濃度與之相當或較高，且兩個基因型節間 TNC 濃度在生育後期之下降並不明顯，亦即相對於子粒的需求而言，均具有極高的碳水化合物供源能力，可能不爲臺農 351號品種上位子粒充實不良的限制因子。

玉米穗軸在吐絲後初期之 TNC 濃度可達40%以上，澱粉濃度亦在15—20%之間，並均以上位穗軸爲高（圖 3），顯示穗軸於此一期間大量累積碳水化合物，又因子粒充實速率尚低，對碳水化合物需求不高，供源能力超過積儲需求，有明顯之澱粉合成現象發生。玉米子粒在吐絲後 2 週進入有效充實期 [3]，穗軸澱粉濃度大幅下降至 5 %左右，上、下位間並無明顯差異，且蔗糖濃度劇增，應爲子粒積儲强度升高的結果；但由 TNC 濃度觀之，下位穗軸自吐絲後30日開始雖逐漸降低，至吐絲後第48日仍維持於15%以上（圖 3B），鑑於下位子粒充實良好，在吐絲後31—33日即已到達最高充實速率（maximum kernel-filling rate）時期 [3]，顯示並無供源不足之慮；而上位穗軸TNC濃度於吐絲後30至48日間均在20%以上（圖 3A），既無明顯下降趨勢，亦較下位穗軸爲高，而且上位子粒於吐絲後33至35日即達最高充實速率時期 [3]，同樣顯示光合物質可充份供應至穗軸頂端，葉片供源强度及碳水化合物自葉片轉移至穗軸之能力不是子粒充實的限制因子。

光合物質主要以蔗糖形式自葉片轉移至穗軸，本試驗針對上、下位穗軸葡萄糖與蔗糖濃度分析之結果，吐絲後初期之葡萄糖濃度極高，可能與澱粉合成有關 [11]，吐絲後澱粉與葡萄糖濃度又平行快速下降，第20日時達到較低之穩定濃度，而同時穗軸蔗糖濃度大幅升高（圖 2），顯示玉米果穗對醣類的需求及利用形態因子粒進入有效充實期而有所改變；在基因型間比較，雖然上位穗軸於吐絲後24至42日間之澱粉濃度以臺農育 365號爲高，葡萄糖濃度以臺農 351號爲高，但由於絕對濃度均低，澱粉爲貯藏性醣類，葡萄糖亦非自玉米穗軸轉運至子粒之主要醣類 [14]，推測對基因型間子粒充實性之差異而言，並不具有特殊意義。

臺農 351號玉米果穗下位穗軸蔗糖濃度自吐絲後20日起急劇升高，第27日後顯著下降，直至成熟期爲止，同一期間臺農育 365號下位穗軸蔗糖濃度較高而降幅更大（圖 2D），此外，臺農育 365號

於吐絲後31日到達最高子粒充實速率期[3]，此時穗軸蔗糖濃度最高，臺農 351號於吐絲後 33日到達最高子粒充實速率期，而穗軸蔗糖濃度已明顯下降；由於本試驗中臺農育 365號下位子粒粒重及最高充實速率均超過臺農351號[3]，是否與蔗糖之利用有關，尚需加以認定。上位穗軸部份有不同的表現，兩個基因型蔗糖濃度自吐絲後30日左右至48日均維持較高濃度（325—575 μmol/gdw或11.1%）及緩慢的下降速率，其絕對濃度並以臺農 351號顯著爲高（圖 2C），由於臺農351號上位子粒粒重及最高充實速率均低於臺農育 365號[3]，顯然穗軸內之高蔗糖濃度並不能反應子粒充實性；從另一個角度而言，蔗糖可充份轉移至臺農 351號玉米上位穗軸，但却不能爲上位子粒所利用。

本試驗以完整之穗軸片段爲材料進行分析，雖能確定光合物質可充份轉移至穗軸，認爲供源能力不爲臺農 351號玉米上位子粒充實之限制因子，但並未將穗軸區分爲髓及維管束部位，且本文未提出穗軸與子粒基部 pedicel 及 placento-chalazal 細胞之分析資料，尚不能確定影響醣類轉運及利用的詳細機制。依據 Porter *et al.*[10] 的報告，碳水化合物以蔗糖形態經穗軸管束末梢轉運至子粒基部之 pedicel 部位，再於 placento-chalazal 細胞內爲酸性蔗糖分解酵素（acid invertase）水解爲單醣，單醣進入胚乳基部轉運細胞（basal endosperm transfer cells）後重行合成蔗糖，再繼續轉移或進行以澱粉爲最終產物之代謝作用。本項研究以上述理論爲基礎，於1987及1988年以上、下位穗軸之髓與維管束組織及子粒 pedicel 與 placento-chalazal 部位之部份或全部爲材料，分析在子粒充實全期之醣類組成及重要醣代謝酵素活性，藉以比較具相近遺傳組成而子粒充實性狀有異之臺農 351號及臺農育 365號玉米子粒充實機制異同，所得結果將陸續撰文發表。

引用文獻

1. 王强生、曹紹徽、劉大江・1985・玉米臺農 351號穗頂不充實原因之探討。中華農業研究34：266—278。
2. 王强生、曹紹徽、劉大江・1987・栽培密度對玉米乾物質累積之影響。中華農業研究36：15—28。
3. 林淑雰、劉清、劉大江・1990・影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究 1.果穗上位與下位子粒之充實特性。中華農業研究 39(1)：29—37。
4. 盧淑華・1985・不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。臺中市。
5. Bidinger, F. R. B. Musgrave and R. A. Fisher. 1977. Contribution of stored pre-anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. Nature 270 : 431-433.
6. Daynard, T. B. and W. G. Duncan. 1969. The black layer and grain maturity in corn. Crop Sci. 9 : 437-436.
7. Liu, D. J. 1937. Physiological and cultural studies of field corn grown on paddy field in Taiwan. In: Proceedings of Sino-Japan Symposium on Production Technology of Dryland Food Crops in Paddy Field (S. C. Hsieh and D. J. Liu, eds.). Taichung Dist. Agri. Improv. Sta., Changhua.
8. Ou-Lee, T. M. and T. L. Setter. 1985. Enzyme activities of starch and sucrose pathways and growth of apical and basal maize kernels. Plant Physiol. 79 : 848-851.
9. Poneleit, C. G. and D. B. Egli. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. Crop Sci. 19 : 385-388.
10. Porter, G. A., D. P. Knievel and J. C. Shannon. 1936. Carbohydrate transfer into maize kernels. In: Regulation of Carbon and Nitrogen Reduction and Utilization in Maize (J. C. Shannon, D. P. Knievel and C. D. Boyer, eds.). Amer. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
11. Preiss, J. 1982. Biosynthesis of starch and its regulation. In: Plant Carbohydrates. I. Intracellular Carbohydrates (F. A. Loewus and W. Tanner, eds.). Springer-Verlag, New York.
12. Setter, T. L. 1986. Partioning of carbon among competing sinks. In: Regulation of Carbon and Nitrogen Reduction and Utilization in Maize (J. C. Shannon, D. P. Knievel and C. D.

Boyer, eds.). Amer. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.

13. Setter, T. L. and V. H. Meller. 1934. Reserve carbohydrate in maize stem-〔^{14}C〕glucose and 〔^{14}C〕sucrose uptake characteristics. Plant Physiol. 75 : 617-622.
14. Shannon, J. C. 1972. Movement of 〔^{14}C〕-labelled assimilates into kernels of *Zea mays* L. I. Pattern and rate of sugar movement. Plant Physiol. 43 : 1215-1220.
15. Simmons, S. R. and R. J. Jones. 1935. Contribution of pre-silking assimilates to grain yield in maize. Crop Sci. 25 : 1004-1006.
16. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissues. Wis. Agric. Exp. Sta. Rep. No. 41.
17. Tsai, C. L. 1933. Effect of source and sink manipulation on the nutrient partitioning of maize (*Zea mays* L.). Ph. D. thesis, Purdue University, West Lafayette, IN.
18. Wei, M. L., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu. 1982. Physiological studies of rice tillers. I. Partition of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates during grain-filling. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(A) 6 : 190-196.

Factors Affecting the Translocation of Carbohydrates from Cob to Kernels in Corn.

2. Status of Carbohydrate Concentration in Leaf Sheath, Stem Internode and Cob during Kernel-Filling[1]

S. F. Lin and D. J. Liu[2]

Summary

Corn hybrids Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365) were used as experimental material. The two hybrids have the same maternal inbred but different paternal inbred. The latter hybrid was superior to the former in kernel-filling characters. Field experiment was conducted in the fall crop season of 1986 to study pattern of changes in carbohydrate concentations of leaf sheath and internode at the ear-node and apical and basal portions of the cob. The purpose was to study the relationship between source ability and sink demand of the two hybrids. Experimental results indicated that within 7 weeks after silking, concentrations of total nonstructural carbohydrates (TNC) in the leaf sheath and stem internode were consistently over 20%, suggesting ample source supply. Although sucrose concentration decreased significantly during late kernel-filling, it was not assumed to be the limiting factor of kernel development as the concentrations remained high in the internode and were higher for TNG 351 than for TNGY 365. Cob tissue possessed very high concentrations of glucose and starch shortly after silking, however, the concentrations were low and stable from two weeks after silking, corresponding to the commencement of effective filling period of kernels. Concentrations of cob sucrose and TNC were higher for apical than for basal cob and higher for TNG 351 than for TNG Y 365 during mid and late kernel-filling. These results provided evidences that photosynthates could be translocated to the upper cob and carbbhydrate supply up to the apical cob tissue was not limiting for kernel development of TNG 351 hybrid. This is the second report of a series of papers dealing with the physiological and biochemical factors related to kernel-filling in corn.

1. Contribution No. 1496 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by the National Science Council Expecutive Yuan, ROC (Project No. NSC76-0409-B-055-05). The Corn Breeding Laboratory of TARI is acknowledged for supplying seeds of Tainung Yu 365.

2. Respectively, assistant and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：47～54（1990）

枇杷白紋羽病之傳播及防治[1]

段中漢　蔡武雄　杜金池[2]

摘要　白紋羽病菌（*Rosellinia necatrix*）在本省已發現能感染枇杷、葡萄、梨、桃、蘋果及茶樹等作物。將這些不同寄主來源的白紋羽病菌製成麥粒菌種接種枇杷，於二至四個月內皆能使其萎凋、死亡。枇杷白紋羽病菌在田間之存活與傳播主要是依靠罹病的枇杷根，病原菌藉埋置土中的罹病根至少可存活三年以上。而田間雜草「香附子」在受到病原菌拓殖後亦可能有利於病原菌之傳播與存活。本病之防治首要挖除罹病植株的根部。經室內藥劑篩選及盆栽試驗得知，罹病跡地灌以貝芬替（Bavistin 50% WP）、免賴得（Benlate 50% WP）或邁隆（Basamid 85% WP）等藥劑之500倍液，再於土表覆以透明之塑膠布可得良好的殺菌效果。

枇杷白紋羽病是由 *Rosellinia* (*Dematophora*) *necatrix* Prill 所引起。病原菌寄主範圍甚廣，為害作物以果樹為主[10]。本病是經由土壤傳播的根部病害，防治困難，故為一頗具威脅性的作物病害。白紋羽病菌在土壤中，是以菌絲感染寄主的根部，先侵入其表皮組織，再深入到皮層部位[13]。罹病植株因根部受害，致使地上部的枝條，葉片生長受阻，最後，植株因而逐漸萎凋死亡。本省山坡地種植果樹甚多，間亦聞有萎凋，死亡的報導，且有部份已證實係白紋羽病之為害[1]。但因缺乏有系統的調查，因此所知仍甚有限。

R. necatrix 為存活於土壤中的眞菌，其在土壤中如何存活，如何傳播，直接關係到病害的發生，故在釐訂防治措施之前，有必要先予究明。有關白紋羽病之防治，目前雖有不同的措施[9]，但仍以使用化學藥劑為主[6,7,8]。藥劑種類的選擇與有效的施用方式是決定防治成敗的關鍵。

本研究之目的，除繼續調查本省作物白紋羽病的發生情形外；並以枇杷白紋羽病為中心，探討病原菌在田間的存活與傳播方式。另以殺菌劑混入土壤平板的方法來篩選防治藥劑，並進行其實用性的試驗，期能提供本病防治上的參考。

材料與方法

一、病害調查及病原性測定

以抽樣方式調查本省中、南部果樹產區白紋羽病的發生情形。如發現田間植株有生長不良或呈萎凋症狀者，即先剖視其根組織，以木質部出現黑線（black line）及組織上有白色菌絲生長者為採樣對象[1,2]。自田間採回的根組織以濕室（moist chamber）促其產生菌絲，再挑取菌絲鏡檢。以菌絲隔膜處具膨大特徵者，作為鑑定白紋羽病菌的依據[5]。凡經鏡檢為白紋羽病菌者，自每作物之分離菌株中選一製成麥粒菌種[10]，然後接種於原寄主之二或三年生盆栽健康苗木各三棵，以確定其病原性。另將不同寄主來源的白紋羽病菌之麥粒菌種分別接種至三年生之「茂木」種枇杷盆苗各三棵，以測定其對枇杷的病原性。各項接種試驗均以接種無菌麥粒之處理作為對照。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1497 號。本研究承行政院農委會之經費補助，謹此致謝。
2.本所植病系助理、研究員及所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

二、病原菌在罹病根上的存活力

由田間採回罹患枇杷白紋羽病且已死亡的枇杷根塊，先切成直徑1.5至2.0公分及長約10公分的大小，再將其分成埋置於田間土表下15公分處，置於田間土壤表面，及置於室內陰涼乾燥處等不同處理。每月逢機取各處理之病根若干，先切成長約1公分的片段各20個，再置於濕室內促使病原菌菌絲生長，以探知罹病根上的病原菌於不同環境下的存活能力。

三、病原菌菌絲及菌核的存活力

將消毒過的玻璃紙覆於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基（Potato Dextrose Agar, PDA）平板上，再將枇杷白紋羽病菌的菌絲塊，接種於 PDA 平板的中央。然後將培養皿置於裝有藍色光源（光度1000 lux）之 24°C 定溫箱中，培養三週。則玻璃紙上除產生一層白色菌絲外，並形成一層黑褐色薄片狀之小菌核（microsclerotia）[11]。將上述玻璃紙撕下，剪成 3 × 1 公分之長方形，分為埋置於田間土表下15公分處，置於田間土壤表面，及室內陰涼乾燥處等處理。各處理每隔二週取出20片段之玻璃紙，洗淨後，於2%水瓊脂（Water agar）平板上進行分離，以探知病原菌在上述條件下的存活能力。

四、罹病根與病害發生之關係

自田間採回罹患白紋羽病之枇杷根及其根部周圍的土壤。先將土塊壓碎，再以10目（mesh）的網篩將土壤與罹病根分開。將篩得的土壤裝入八吋素燒盆中，並分兩種處理，其一為加入人工培養的枇杷白紋羽病菌枝條菌種，其一則不加。另一處理則直接將未經篩過的土壤連同罹病根一併裝入八吋盆中。三種處理均種入二年生之「茂木」種枇杷苗，每盆一棵，各六盆。以獲知枇杷罹病根在病害發生上的作用。

五、病原菌對雜草之感染

採取枇杷園中常見的八種雜草，短頷馬唐（*Digitaria setigera*）、牛筋草（*Eleusine indica*）、火炭母草（*Polygonum chinense*）、鬼針草（*Bidens bipinnata*）、咸豐草（*Biden pilosa* var. *minor*）、兩耳草（*Paspalum conjugatum*）、鼠尾草（*Sporobolus elongatus*）及香附子（*Cyperus rotundus*）等。將其分別種於溫室中的六吋素燒盆中，每種草三盆，經生長三個月後，於各盆中埋入經人工培養一個月的枇杷白紋羽病菌枝條菌種。再經三個月後，檢查各盆雜草的根部是否受到白紋羽病菌的感染。

六、藥劑篩選

（一）室內篩選

以9公分培養皿裝入經20目網篩篩過的無菌土25克，壓平後製成土壤平板。將供試之十四種殺菌劑（表三），依其主成分含量（active ingredient, a. i.）之不同，分別秤取不同量的藥劑，加入無菌水稀釋成不同濃度（ppm）的藥液。再將各藥劑之不同濃度藥液，以每皿10毫升的量分別滴入土壤平板中，另以加入等量無菌水之處理作為對照，每處理三重覆。將這些處理後的土壤平板中央接種二粒已培養四週的枇杷白紋羽病菌麥粒菌種，並將其移置於 24°C 之黑暗培養室中培養。經10日後，量取菌落直徑。各藥劑處理之濃度決定是以能抑制病原菌在土壤平板上的菌落直徑約達全皿直徑一半之濃度為基準，上下調整其濃度以作為該藥劑處理之濃度。各藥劑不同濃度處理之結果連同對照處理者，以對機數分析法（Probit analysis）[3]，求出各供試藥劑抑制病原菌菌絲達半量生長之濃度（Inhibition concentration on 50% mycelial growth, IC_{50}）。

（二）盆缽試驗

根據室內篩選之結果，選取貝芬替（Bavistin）、五氯硝苯（PCNB）、免賴得（Benlate）、立枯靈（Tachigaren）、邁隆（Basamid）、依得利（Terrazole）、佈生（Busan）等七種效果較佳的藥劑，於盆缽中進一步評估其效果。先將培養一個月的枇杷枝條菌種（直徑0.5～1.0公分，長5～6公分）埋入六吋素燒盆土中，每盆五根，並使其深達土表下5～7公分處，經二週後，進行藥劑處理。供試之七種藥劑先稀釋成500、1000及1500倍三種濃度，以每盆150毫升之量分別灌入各盆土

壤中，另以灌注自來水之處理爲對照。不同藥劑之處理再分爲有覆及不覆厚度爲 40μ 之透明塑膠布（polyethylene, PE）二組。每處理均爲三盆。所有處理之盆缽均置於露地上。經二週後，挖出埋入之枇杷枝條菌種，洗去土粒後，置濕室中，視其是否生出病原菌菌絲，作爲判定各藥劑處理是否具有殺菌效果的依據。判定的標準是每處理中的枇杷枝條有一能生出病原菌者即視爲該處理無效。

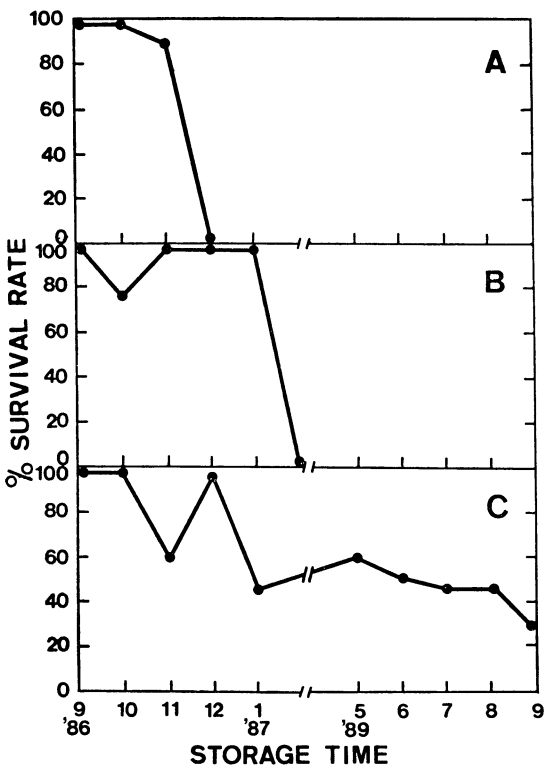
結　果

一、病害調查及病原性測定

抽樣調查本省中南部各果樹產區及山坡地茶作區，先後發現枇杷、葡萄、橫山梨、新世紀梨、桃、蘋果及茶樹等作物罹患白紋羽病，其發生地點多在山坡地，且多屬零星發生。不同寄主分離所得的病原菌經接種後，均能使其原寄主作物及枇杷於二至四個月內萎凋、死亡。這些經接種後死亡的植株，均可於其根部發現大量白紋羽病菌的菌絲拓殖於其上。

二、病原菌在罹病根上的存活力

枇杷白紋羽病之自然罹病根在室內乾燥的空氣中只能存活二個月，在田間土壤表面則能存活四個月。但埋置土壤中，其存活期限達三年以上；在此期間，枇杷罹病根片段上的病原菌之分離率爲30～100%，其分離率隨處理時間之加長而有逐漸下降的趨勢（圖一）。



圖一、枇杷白紋羽病菌在自然罹病根上的存活時間

Fig. 1. Longevity of *Rosellinia necatrix* on natural infected roots of loquat in different environmental conditions. Twenty pieces of infected roots of loquat preserved in different environmental conditions were taken to test their survival ability of the pathogen each month. A, shading condition; B, soil surface in orchard; C, fifteen centimeters below soil surface in orchard.

三、病原菌菌絲及菌核的存活力

病原菌的菌絲及小菌核在乾燥空氣中的存活力最差，不逾二週即死亡。在田間土表及土壤內，則存活時間較久；在土壤內又比土表者爲佳，但其存活期限均不逾一個月（表一）。

表一、枇杷白紋羽病菌的菌絲及菌核在不同環境下的存活時間

Table 1. Longevity of mycelia and microsclerotia of *Rosellinia necatrix* causing white root rot of loquat under different environmental conditions

Time (WK)	Isolation rate[a] (%)		
	A	B	C
0	100	100	100
2	0	40	90
4	—	0	0

[a] Isolation rate=No. of mycelial growth/20 samples×100%; A, shading condition; B, soil surface in orchard; C, fifteen centimeters below soil surface in orchard.

四、罹病根與病害發生之關係

田間枇杷罹病根部周圍的土壤如去除罹病根後，種以枇杷苗，雖經一年，植株仍然健康，未受到感染。但如土內未篩除病根，或篩除病根後再加人工接種源者，則種入之枇杷苗，於三至六個月後即陸續因罹白紋羽病而死亡。在不同處理當中，自然罹病根的發病速度較人工接種源者爲慢（表二）。

表二、枇杷白紋羽病罹病根與病害發生之關係

Table 2. Relation of diseased root and the incidence of white root rot of loquat in pot test

Treatment[a]	Disease incidence[b]	Month of symptom developed
A	0/6	—
B	6/6	5～6
C	6/6	2～3

[a] A : the soil was brought from the infected loquat orchard but free from the diseased roots; B : the same soil of treatment A but mixed with the diseased roots of loquat; C: the same soil of treatment A but mixed with the artificial inoculum.

[b] (No. diseased/No. treated) of loquat seedlings.

五、病原菌對雜草之感染

病原菌接種至不同雜草的根部，經四個月後，僅於香附子的塊莖及走莖上看到大量白紋羽病菌的菌絲拓殖（colonized）於其上。但香附子的地上部並無病徵表現。其他七種雜草之處理，雖接種之病原菌仍存活，但未見其拓殖這些雜草的根部。

六、藥劑篩選

以藥液混入土壤平板的方法篩選防治藥劑，結果如表三。選取其中效果較佳的七種藥劑配成不同濃度的藥液進行盆缽試驗得知，僅有貝芬替，免賴得及邁隆等藥劑於 500倍濃度下，灌注盆缽土壤並覆以透明塑膠布，可達良好的殺菌效果，各處理之枇杷枝條上的病原菌都被殺死。而其他處理者，效果均不理想（圖二）（表四）。

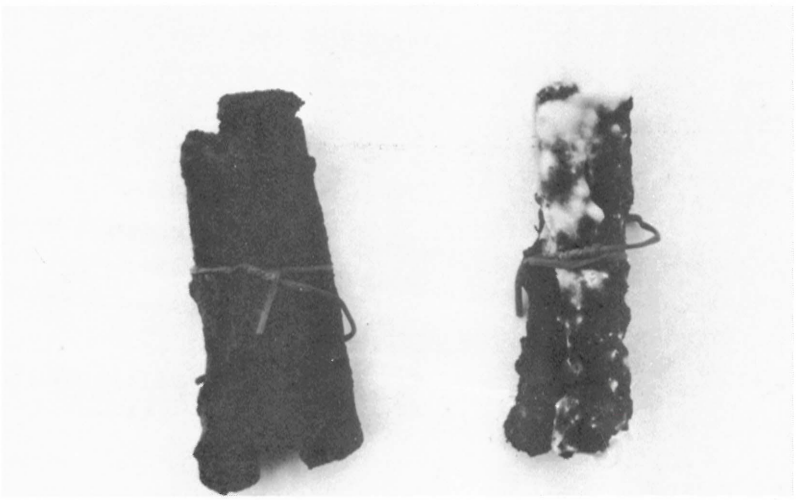
表三、土壤平板法篩選枇杷白紋羽病防治藥劑之結果

Table 3. The results of screening fungicides for controlling white root rot of louat by soil plate method

Fungicide	Formulation[a]	IC_{50}[b] (ppm)
Bavistin	50% WP	5
PCNB	75% WP	7
Benlate	50% WP	25
Tachigaren	30% S	34
Basamid	85% WP	35
Terrazole	35% WP	84
Busan	30% WP	100
Captan	50% WP	256
Neo Asozin	6.5% S	256
Mancozeb	80% WP	1,550
Mikal	75% WP	1,883
Arasan	50% WP	1,957
Ridomil MZ	58% WP	1,980
Quinolate	40% WP	4,759

[a] WP : Wettable powder, S : Solution, EC: Emulsifiable concentrate.

[b] Fungicide concentration of active ingredient at inhibition on 50% mycelial growth.



圖二、枇杷白紋羽病防治藥劑篩選之結果。(左)盆土中處理邁隆五百倍液劑並覆蓋透明塑膠布，(右)無處理之對照。

Fig. 2. The result of fungicide screening for controlling white root rot of loquat in pot test. (left) the soil was drenched with solution of 500-fold of 85% Basamid and tarped with PE on soil surface, (right) no treatment as check.

表四、藥劑對枇杷白紋羽病菌之殺菌效果

Table 4. Effect of fungicide on viability of the pathogen of white root rot of loquat in pot soil

Fungicide[a]	Pathogen viability[b]	
	Tarping[c]	Non-tarping
Bavistin	0/15	15/15
PCNB	12/15	15/15
Benlate	0/15	15/15
Tachigaren	1/15	15/15
Basamid	0/15	15/15
Terrazole	14/15	15/15
Busan	12/15	15/15
None	15/15	13/15

[a] The fungicides were all diluted to 500 times and drenched the pot soil (150ml per 6-inch-diameter pot).

[b] (No. viable/No. treated) of loquat stick segments inoculated by the pathogen.

[c] Pot soil was covered with transparent polyethylene.

討 論

Rosellinia necatrix Prill 爲一寄主範圍甚廣的病原菌[10,12]。不同作物分離所得的白紋羽病菌之病原性，是影響病害發生最重要的因素之一。比較分離自枇杷等六種作物的白紋羽病菌之形態，其中來自葡萄者，部份菌絲具褐色瘤狀突起，但經人工多次更新培養後，此項特徵遂逐漸消失，表示其並非一穩定的性狀。其他各菌無論菌絲或菌落形態，均無明顯的差異。就病原性而言，亦未見有差異，此點表示白紋羽病一旦發生，在感染源未徹底清除前，即補植其他種類之作物，亦可能受到前作之白紋羽病菌的爲害。

白紋羽病菌可以人工誘導的方式促其形成子囊孢子及分生孢子，但分生孢子迄未見其發芽，而子囊孢子的發芽率又甚低[1,4]。田間是否有足量的發芽孢子以構成有效的接種源（inoculum），值得商榷。Sztejnberg[11] 報導蘋果白紋羽病菌可以形成小菌核（microsclerotia）在土壤中存活。這種菌核並可於適當的條件下，以人工培養方式獲得。但筆者以同樣方法培養枇杷白紋羽病菌所得之小菌核及菌絲，在土壤中的存活期限却不逾一個月。在這項試驗中，我們是以菌核發芽率爲測定其存活力的依據，是否因發芽條件不當，造成菌核發芽率下降甚至完全不發芽，則有待探討。但在本研究中，以自然罹病的枇杷根埋入土中，能使其上之病原菌的存活期限長達三年以上，及病根篩除後，病根周圍的土壤即無法使植入的枇杷苗受到感染之事實，可以推斷，田間罹病根在病原菌的存活與病害的傳播上，應扮演著很重要的角色。而病原菌能够長期存活在土壤中的罹病根上，應與土壤及根組織的雙重保護作用有關。又本研究證實「香附子」根系會受到枇杷白紋羽病菌的拓殖，可以推測田間某些雜草可能有助於病原菌之存活與傳播，這點可與 Madar 等人[6]的報導相互印證。至於病原菌在土壤中，是否有生長蔓延的能力，根據筆者於梨山地區蘋果園之調查，在潮濕的土壤中（含水量36%），蘋果白紋羽病菌的菌絲可以在土壤中含量豐富的腐植質上蔓延（筆者未發表資料）。是否此即爲本病較易在腐植質含量豐富的山坡地造成爲害之原因，是一值得深入探討的問題。

以藥劑混入土壤平板的方法，可以篩選一些對枇杷白紋羽病菌菌絲生長具較佳抑制力的藥劑。但這些藥劑在盆缽試驗中，如未覆以透明塑膠布 (PE)，則不具殺菌效果。而在覆以透明塑膠布的條件下，則有部份藥劑表現良好的殺菌效果。我們認爲塑膠布除對某些具燻蒸作用的藥劑如邁隆 (Basamid) 有延長毒效的作用外，亦兼有提高覆蓋地面土溫及提高藥劑殺菌力的效果。而白紋羽病菌對高溫敏感 (sensitive)[9]，這可能就是塑膠布覆蓋後能提高藥劑殺菌效果的原因。

由於白紋羽病在本省果園內的發病情形，多屬零星發生。在難以事前有效預防的情況下，只有處理已發病的植株，避免病原菌向外蔓延。在作法上，首在拔除病株，必須儘量清除罹病根，並翻開土壤，令日光充分曝曬，再於土中灌以藥劑，並覆以透明之塑膠布，以提高其殺菌效果。

引用文獻

1. 林益昇、段中漢。1988。枇杷白紋羽病及其病原菌。中華農業研究37（3）：305—312。
2. Ann, P. J. and Ko, W. H. 1988. Root rot of macadamia caused by *Ganoderma lucidum* and *Kretzschmaria clavus*. Jour. Agric. Res. China 37 : 424-429.
3. Finny, D. J. 1970. Probit analysis. Cambridge Univ. Press, London.
4. Hansen, H. N., Thomas, H. E., and Thomas, H. E. 1937. The connection between *Dematophora necatrix* and *Rosellinia necatrix*. Hilgardia 10 : 561-565.
5. Holliday, P. 1980. "Fungus disease of tropical crops" pp. 439-441. Univ. Press Cambridge. London.
6. Madar, Z., and Sztejnberg, A. 1979. Biology and epidemiology of white root rot disease in fruit trees. Horticultural Abstracts 50 : 4954. (Abstr.)
7. Osanai, Y., Nakazawa, N., and Fukushima, C. 1983. Effect of basamid on the violet and white root rot diseases of apple tree. Ann. Reptr. of the Soc. of PI. Prot. of N. Japan. 34 : 128-129.
8. Sousa, A. J. T. de. 1985. Control of *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl., Causal agent of white root rot : susceptibility of several plant species and chemical control. Europ. J. of For. Path. 15 (5/6) : 323-332.
9. Sztejnberg, A., Freeman, S., Chet, I., and Katan, J. 1987. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and in apple orchard by solarization and *Tricoderma harzianum*. PI. Dis 71 : 365-369.
10. Sztejnberg, A., and Madar, Z. 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. PI. Dis . 64 : 662-664.
11. Sztejnberg, A., Madar, Z., and Chet, I. 1980. Induction and quantification of microsclerotia in *Rosellinia necatrix*, Phytopathology 70 : 525-527.
12. Sztejnberg, A., and Madar, Z. 1977. The fungus *Dematophora necatrix* causes the white root rot disease of fruit trees in Israel. Phytoparasitica 5 : 69. (Abstr.)
13. Tourvieille de Labrouhe, D. 1982. Penetration of *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. into apple roots under inoculation. Agronomie 2(6) : 553-560.

Dissemination of White Root Rot Disease of Loquat and Its Control[1]

C. H. Duan, W. H. Tsai and C. C. Tu[2]

Summary

White root rot disease caused by *Rosellinia necatrix* can make many plants wilt and die, particularly on fruit trees. Based on our survey, the fungus had been found to infect loquat, grape, pear, peach, apple and tea plants in Taiwan. The pathogens collected from these six host plants can all infect loquat seedlings and make them appear the same wilting symptom within two to four months. The pathogen harbouring in the natural infected roots of loquat underground can survive for at least three years. While the bare mycelia and microsclerotia of the fungus can not survive in soil or shading condition for more than one month. Moreover, the weed (*Cyperus rotundus*) may also facilitate the pathogen survival and dissemination for the mycelia of the pathogen can easily colonize on its roots. Field sanitation by digging out the disease roots would greatly decrease the inoculum source in orchard. Fungicide trials with soil plate method and pot test showed that drenching the soil with 500X diluted solution of Bavistin 50% WP, Benlate 50% WP or Bamamid 85% WP and then tarping with transparent polyethylene on the soil surface were potential measures for controlling this disease.

1. Contribution No. 1497 from Taiwan Agricultural Research Institute.
This study was supported in part by the Council of Agriculture, Executive Yuan, R. O. C.

2. Assistant, Plant pathologist, and Director respectively, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：55～64（1990）

溫室洋香瓜水耕之養分吸收研究[1]

沈再發　許淼淼[2]

摘要　溫室洋香瓜（*Cucumis melo* L.）以浮根式水耕行減水量及吸收成分濃度之變化調查，結果顯示溫室洋香瓜之生育時期依養液之吸收量可分爲授粉前之營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期四個階段。養液之吸收量以果實肥大期最多，其次爲果實成熟期、授粉小果期，而以營養生長期最少。其硝酸態氮、磷、鉀、鈣、鎂的養分吸收濃度，春作分別爲13.98、4、5.33、7.26、3.98me/l，夏作分別爲15.09、4、7.35、6.59、4.26me/l。夏作較春作吸收較高濃度的硝酸態氮和鉀，而吸收較低濃度的鈣。生長期別的要素吸收濃度，則以授粉小果期最高，營養生長期最低。

溫室洋香瓜之土耕栽培，以田土與有機肥料混合爲床土。以灌水技術配合生育之階段，做爲養分吸收的調節手段。依日本之增井（1968）[3]等報告得知土耕栽培氮素之每日平均吸收速度，於授粉前之土壤 pF 低時逐漸增加，授粉後第10天果實正是肥大時期，提高土壤之 pF 是爲使氮素之吸收減少。因此，日本的溫室洋香瓜土耕栽培，其外觀、糖度等良好的品質者是依生育之階段調節其水分和養分的吸收。然而養液栽培由於根部經常與養液接觸，其養分之吸收可自由充分的供給，不容易調節生長發育，欲得到最高級品質的產品就較爲困難。

本試驗基於養液栽培觀點上，營養的調節及供給需要，調查其養分吸收的狀況，做爲將來生育控制之基礎，以溫室洋香瓜生育過程的水分與養分之吸收情形行調查。

溫室洋香瓜之養分吸收，山崎[12]就培養液管理觀點訂定其吸收之濃度。該組成濃度經鳳山熱帶園藝試驗分所以1985年秋作和1986年夏作行試驗，結果顯示無論秋作或夏作養分吸收略不同外，其生育期可分爲授粉前之營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期四個吸收階段[1]。爲瞭解各階段之吸收濃度，本試驗於春、夏兩季以各階段吸收之成分與消耗養液量行計算不同階段之消耗濃度，以供將來調節控制之參考。

材料與方法

一、供試品種：包括 Earl's 春系、Earl's 夏系和 B-502 等三品種。

二、培養液之肥料組成濃度：依日本山崎氏[12]之洋香瓜配方，其 NO_3-N、P、K、Ca、Mg 之濃度分別爲13、4、6、7、3me/l（表1）。微量要素之濃度依Hoagland and Arnon (1940)[5]標準，Fe-EDTA 以 3ppm 濃度，pH 爲 6.8, EC 則爲 2.0 mmho。

三、栽培方法：

1.於塑膠布溫室內設栽培床 8 個，每床長18公尺、寬80公分、床深20公分。以有孔萬能網爲浮媒

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1493 號。本研究承行政院農業委員會經費補助（76農建—8.1—糧—94（7））,特此申謝。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所分所長和助理。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

表1. 供試肥料之組成

Table 1. Composition of the nutrient solution used for floating hydroponics in muskmelon

肥 料 鹽	me/l				
	N	P	K	Ca	Mg
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	7	—	—	7	—
KNO_3	6	—	6	—	—
$NH_4H_2PO_4$	1.3	4	—	—	—
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	—	—	—	—	3
微量要素 (ppm)	Fe : 3	Cu : 0.02			
	B : 0.5	Zn : 0.05			
	Mn : 0.5	Mo : 0.02			
pH 6.8					
EC 2.0 mmho/cm					

體（萬能網之網孔大小爲1.9×1.9mm），並配合保麗龍條墊於萬能網下做爲浮媒介質。於萬能網上再覆蓋吸水不織布（Spunbonded polyester, 2mm 厚）和尼龍布各一層。以水位控制器控制栽培床內水位，經常保持同樣養液量，總計爲11,558公升，並於高處設十噸容量之養液槽以相同濃度之培養液補充所消耗的養液量。另裝置等量交換泵浦二個（甲乙兩個），甲泵浦自單號栽培床抽水至雙號栽培床，使單號栽培床水位降低形成一空間，而雙號栽培床形成高水位。經由栽培床間之連通迴水管使成水平後，再由乙泵浦自雙號栽培床抽水至單號栽培床，同樣使雙號床降低水位形成一空間（圖1）。如此每日以四次交換，每次抽水15分鐘。

2.種子殺菌消毒後，於 30°C 恆溫箱催芽一天。種子發芽後隨即以 3cm³ 海綿之中間切口處播種，並以稀薄之培養液（EC 0.6—0.8 mmho/cm）保持約1公分水位育苗約二週。苗長出2—3片本葉時，移植於保麗龍板的定植穴上。春作76年2月27日，夏作76年6月24日定植。每床種2行，株距爲1公尺。每床定植35株，全溫室計280株。定植後採單幹整枝方法，其植株以鍍鋅管支架和繩固定，使往上呈垂直生長。於12—15節留側枝使其開雌花，每株授粉三朵雌花。春作於4月1—8日授粉，夏作於7月20—21日授粉。授粉後除去其他側枝，頂芽於第24—25節行摘心。授粉後春作45—50天，夏作42—44天收穫果實。

四、測定培養液之酸鹼度和電導度（EC）之感應器（Sensor）裝置於栽培床培養液中，以電腦自動記錄，每週取培養液分析氮、磷、鉀、鈣、鎂等五種主要元素。硝酸態氮以酚硫酸比色法，鈣和鎂以原子吸光儀，鉀以焰光分析法，磷以鉬黃（ammonium vanadate molybdate）法測定。另養液消耗量的測定則以水位控制器，並以水錶之流量計每日記錄之。

結果與討論

一、生育方面：

本次試驗分春作與夏作，其品種別之收穫調查如表2。春作定植後約32—38日授粉，授粉後約45—50日收穫，夏作定植後28日授粉，授粉後僅42—44日就可收穫；果實之糖度、果重與栽培季節及品種有關；春作糖度較夏作高；果重則夏作較春作高。而品種上顯示無論春夏作，本省所育成之 B-502

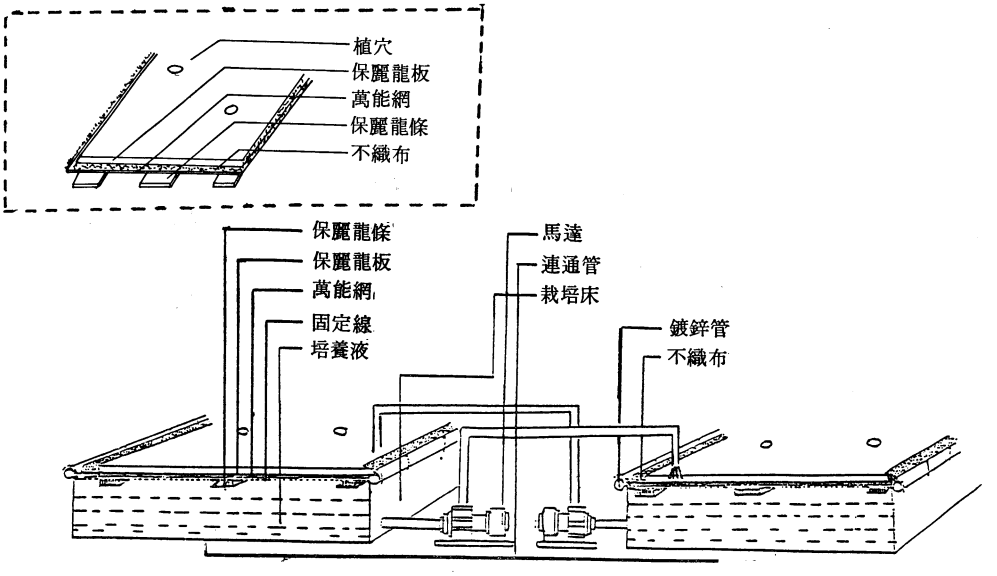


圖1. 洋香瓜試驗用水耕裝置

Fig. 1. Diagram of hydroponics used in experiment.

較甜，其次爲 Earl's 夏系， Earl's 春系再次之。

表2. 溫室洋香瓜之生育收穫調查

Table 2. Investigation on growth and yield of muskmelon.

品	種	授粉期	採收期	着果節位	果肉厚 (cm)	糖度 (Brix)	果重 (g)
春	Earl's 春系	4/1—4/9	5/15—5/21	11.4	4.1	12.9	1,960
	Earl's 夏系	4/1—4/8	5/14—5/21	12.8	3.7	13.9	1,713
作	B-502	4/1—4/7	5/15—5/21	12.4	3.9	17.3	1,607
夏	Earl's 春系	7/21	9/1	11.8	3.7	10.1	2,090
	Earl's 夏系	7/20	8/30	9.8	3.1	12.4	1,840
作	B-502	7/20	9/2	11.1	3.8	15.3	2,108

二、培養液之 EC 和 pH 及養液消耗量的變化：

栽培期間培養液之 pH 和 EC 之變化如圖2。春作的4月3日和夏作的7月22日適爲授粉期間，其 EC 皆略爲下降，而後逐漸上升之趨勢，此由於授粉小果期之要素吸收濃度最高，而導致培養液 EC 降低之故。 pH 則栽培初期漸爲下降，於着果後再略上升，果實肥大期又微降，成熟期再上升。 pH 之下降可能爲養液中之陽離子吸收多或根部分泌有機酸增加所致。而夏作養液初期 pH 值超過7，則是因原水中硬度偏高之故。

栽培期間平均養液之消耗量（包括吸收、蒸散和蒸發量）每日雖然依氣候條件而有異，但是無論春、夏作皆可依消耗量多少而分爲營養生長期、授粉小果期、果實肥大期與果實成熟期四個階段，如圖3和圖4。消耗量以果實肥大期最多，其次爲果實成熟期，再次爲授粉小果期，而營養生長期最少

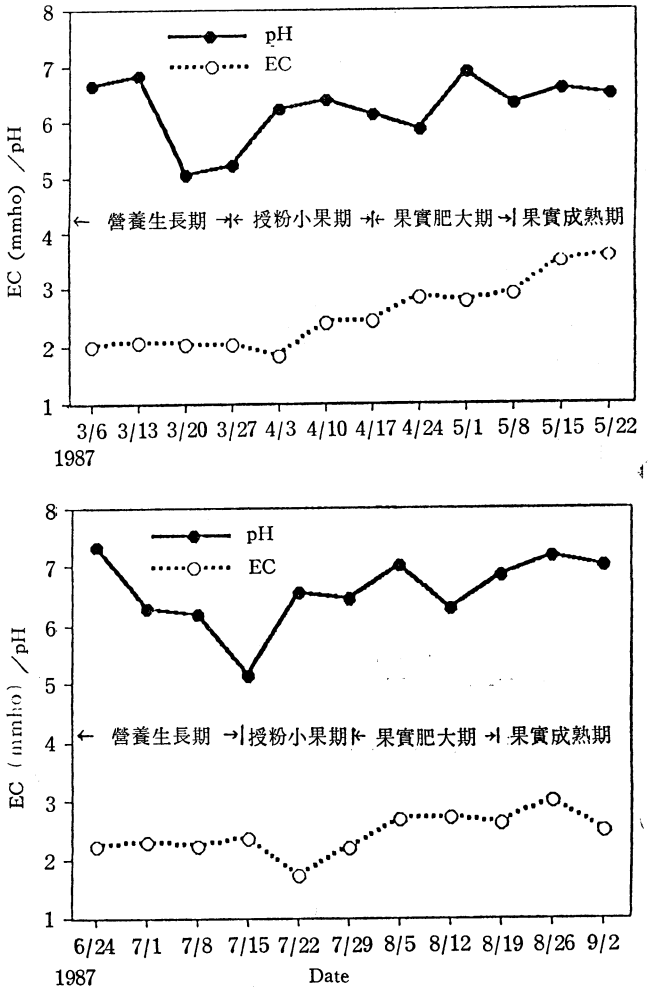


圖2. 春作和夏作溫室洋香瓜培養液之 pH 和 EC 變化 (1987)

Fig. 2. Changes of pH and EC (electrical conductivity) in the nutrient solution during the growing period of muskmelon in 1987.

。果實肥大期每株每日春作爲1.85公升，夏作高達2.46公升。其生育期間每株每日的平均消耗量夏作爲1.66公升，春作爲1.27公升（表 3）。

三、培養液中要素濃度與吸收濃度的變化：

春作和夏作依其生育階段別將培養液取樣分析主要要素之濃度變化示如表 4 和表 5。春作和夏作之硝酸態氮皆在營養生長期逐漸上升後，就逐漸下降；磷之濃度則較所供給之4me/l爲低，可能與鈣結合成爲磷酸鈣沉澱，但生育期間皆未見有任何缺磷現象。鉀之濃度春作之前期皆無多大變化，於果實成熟期濃度增高；夏作則授粉小果期和果實肥大期濃度降低，果實成熟期濃度再提高。鈣之濃度變化則無論春、夏作皆隨生育時期而逐漸提高。鎂之濃度春作也隨生育階段而逐漸提高，夏作則變化小。

以表 4 和表 5 之培養液濃度變化與所消耗之養液量（表 3）來計算其生育期別的要素消耗濃度。其計算方法：

生育期別之要素消耗濃度（me/l）＝（栽培床要素之濃度×床內養液量 l ＋補充養液之要素濃度×生育期別補充養液量 l －床內剩餘養液之要素濃度×床內剩餘養 液量l）÷ 消耗養液量 l

如春季之營養生長期和授粉小果期之硝酸態氮消耗濃度計算爲：

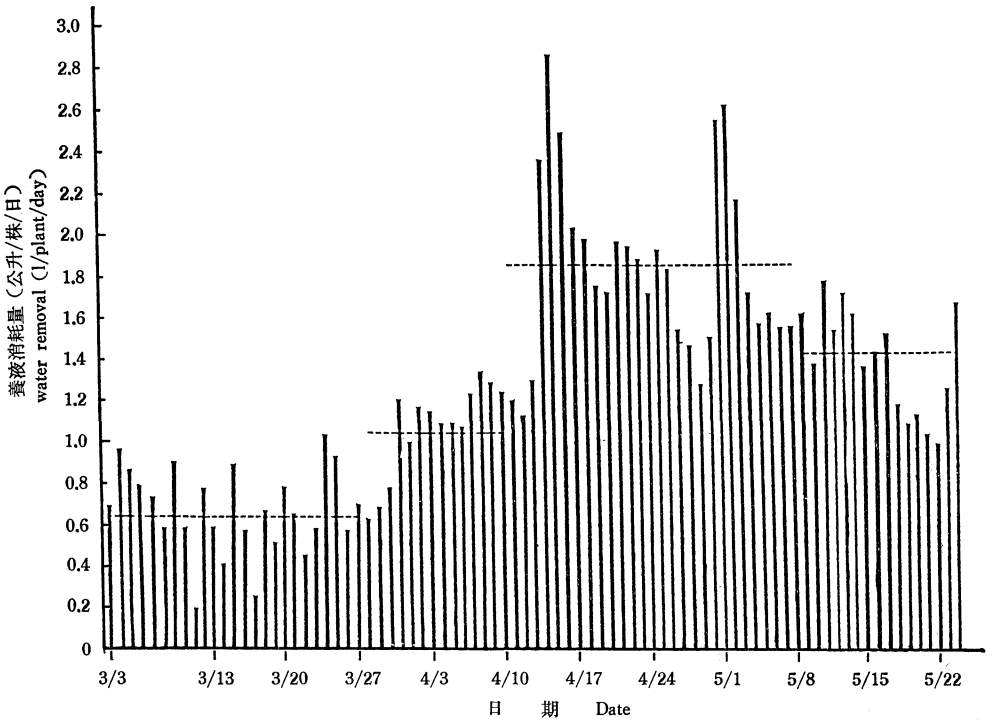


圖3. 春作洋香瓜養液消耗量之變化

Fig. 3. Water removal by muskmelon grown in spring (1987).

表3. 溫室洋香瓜生育期別養液消耗量的變化（公升）

Table 3. Water removal by greenhouse muskmelon at different growing stage (l)

		營養生長期	授粉小果期	果實肥大期	果實成熟期	平均
總量	春作	5.249	4.126	14.471	6.289	—
	夏作	4.074	5.856	14.742	7.209	—
株/日	春作	0.67	1.05	1.85	1.39	1.27
	夏作	0.66	1.49	2.46	1.96	1.66

註：總量係每日由水位控制之水錶流量計之總和。每株每日之消耗量係依據實際栽培株數平均計算，如有蔓枯病等發生嚴重者，剪除之株數扣除。

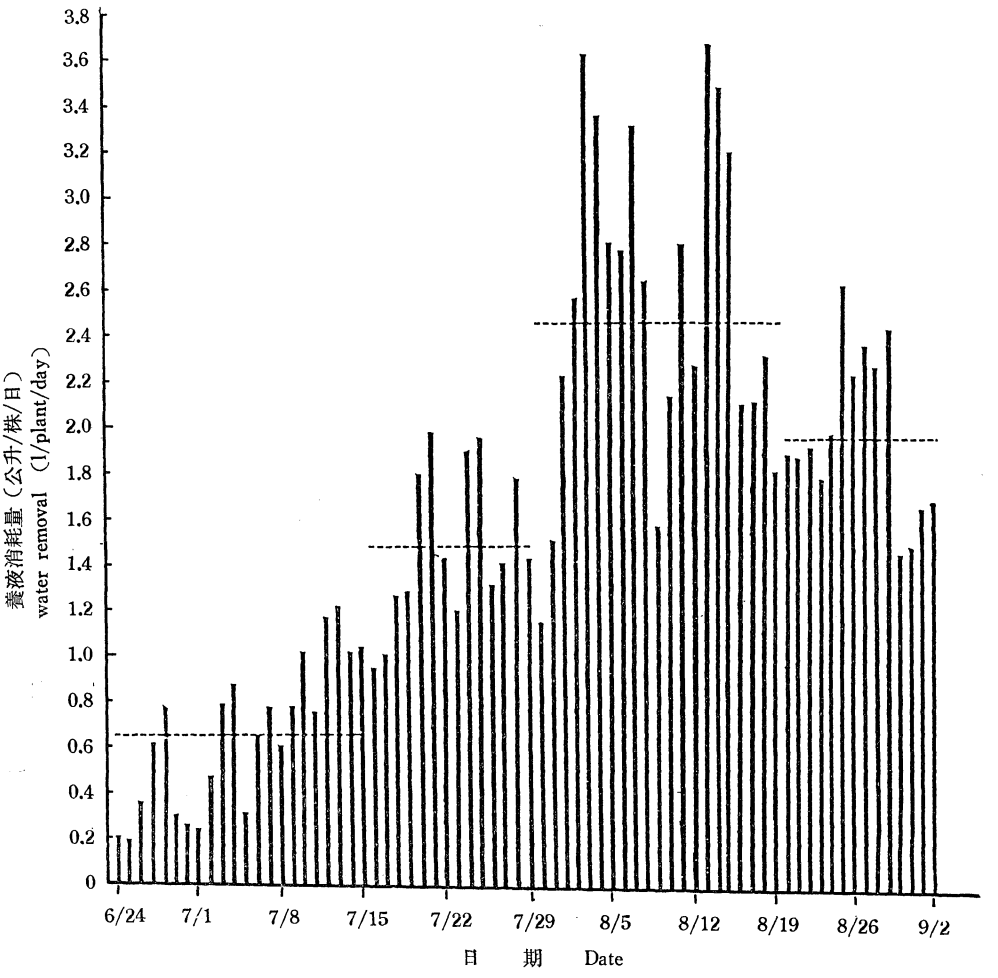


圖4. 夏作洋香瓜養液消耗量之變化

Fig. 4. Water removal by muskmelon grown in summer (1987).

表4. 春作溫室洋香瓜水耕生育期間養液中之要素濃度變化 (me/l)

Table 4. Changes of elemental concentrations in culture solution for muskmelon grown in spring, 1987 (me/l)

要素＼日期	3/3 營養生長期	3/27 授粉小果期	4/10 果實肥大期	5/8 果實成熟期	5/22
NO_3-N	14.30	17.40	16.20	16.30	15.10
P	0.70	0.20	0.10	0.20	0.24
K	6.97	7.00	6.97	9.44	11.13
Ca	9.90	11.60	11.80	15.80	16.60
Mg	5.00	6.00	6.40	7.20	7.60

表5. 夏作溫室洋香瓜水耕生育期間養液中之要素濃度變化 (me/l)

Table 5. Changes of elemental concentrations in culture solution for muskmelon grown in summer, 1987 (me/l)

要素＼日期	6/24	7/15	7/29	8/19	9/2
	營養生長期	授粉小果期	果實肥大期	果實成熟期	
NO_3-N	15.60	18.00	16.80	17.90	17.00
P	0.70	0.20	0.10	0.10	0.20
K	7.50	7.30	5.50	5.10	7.90
Ca	8.40	9.50	10.00	11.30	13.40
Mg	4.30	4.40	4.40	4.50	4.40

$(11,558\times14.3+5,249\times14.3-11,558\times17.4)\div5,249=17.47$ (me/l)

$(11,558\times17.4+4,126\times14.3-11,558\times16.2)\div4,126=17.66$ (me/l)

依此計算，其生育期別的消耗濃度列於表 6。其消耗濃度硝酸態氮以授粉小果期最高，其次爲果實成熟期、果實肥大期，以營養生長期最低。鉀於授粉小果期最高，後逐漸隨生育階段而降低。鈣也略有同樣趨勢。鎂則較少變化。季節別的差異上，夏作之硝酸態氮和鉀之吸收濃度比春作高。另值得注意的是春作鈣的平均吸收濃度比鉀濃度高，但是夏作時鉀比鈣爲高。

以生育期別之吸收濃度來計算該期消耗之養液量內所含之要素量如表 7。計算時以各栽培季節之生育期別的要素消耗濃度（表 4 及表 5），乘以各該生育期之每株每日之養液消耗量（表 3），並換算爲重量表示之，例如春作營養生長期（3月3日—3月27日）之硝酸態氮之每株每日吸收量爲：14 mg×7.47 (me/l)×0.67(l)=70.07mg=0.07g 。其每株每日之要素吸收量也隨生育期別而不同；大致言之，以果實肥大期之要素吸收量最大，硝酸態氮之吸收量春作每日爲0.37公克，夏作達0.51公克，爲營養生長期之 5 — 6 倍。磷之濃度可能與部分鈣結合成 $Ca(H_2PO_4)_2$ 沉澱，因此其吸收濃度

表6. 溫室洋香瓜生育期別之要素消耗濃度的變化 (me/l)

Table 6. Elemental concentrations of water removal at different growing stages (me/l)

作別	成分	營養生長期	授粉小果期	果實肥大期	果實成熟期	平均
春作	NO_3-N	7.47	17.66	14.22	16.51	13.98
	P	—	—	—	—	4.00
	K	6.90	7.05	5.00	3.86	5.33
	Ca	6.16	9.34	6.71	8.43	7.26
	Mg	2.79	3.88	4.36	4.26	3.98
夏作	NO_3-N	8.79	17.97	14.74	17.04	15.09
	P	—	—	—	—	4.00
	K	7.87	9.05	5.41	3.41	7.35
	Ca	5.28	7.41	7.38	5.03	6.59
	Mg	4.02	4.3	4.22	4.46	4.26

表7. 溫室洋香瓜水耕生育期別養分之吸收量（公克／株／日）

Table 7. Removal of nutrients at different growing stages (g/plant/l)

作別	成分	營養生長期	授粉小果期	果實肥大期	果實成熟期	平均
春作	NO_3-N	0.07	0.26	0.37	0.32	0.25
	P	0.03	0.04	0.08	0.06	0.05
	K	0.18	0.29	0.36	0.21	0.26
	Ca	0.08	0.20	0.25	0.23	0.18
	Mg	0.02	0.05	0.10	0.07	0.06
夏作	NO_3-N	0.08	0.38	0.51	0.47	0.35
	P	0.03	0.06	0.10	0.08	0.07
	K	0.20	0.53	0.52	0.26	0.48
	Ca	0.07	0.22	0.36	0.20	0.22
	Mg	0.03	0.08	0.13	0.11	0.09

仍以所供給之 4me/l 計算，同樣以果實肥大期最高。鉀則於果實肥大期吸收量多，而果實成熟期吸收量減少。鈣也略與鉀相同趨勢，但是春作之果實成熟期吸收量仍相當大。

每株之要素吸收總量如表 8，其計算由每株每日之養液消耗量（表 3）乘以生育日數（春作爲83天，夏作爲71天），再乘以該栽培期之平均要素消耗濃度（表 6），後換算成重量（公克）表示之，例如硝酸態氮之每株吸收總量：

春作爲1.27(l)×83（日）×13.98（me/l)×14mg=20,630.854mg=20.6g。

夏作爲1.66(l)×71（日）×15.09（me/l)×14mg=24,899.103mg=24.9g。

可看出春作由養液消耗量硝酸態氮、磷、鉀、鈣、鎂分別爲20.6、4.34、21.9、15.3和5.0公克；夏作分別爲24.9、4.86、33.7、15.5和6.0公克。依此單株之養分與水分吸收量而言，由於水耕洋香瓜之根部於生育期間經常與養液接觸，所吸收之養分和水分均較土耕爲多，尤其是氮素之吸收量[7]。因此，栽培技術上爲提高品質，對於養分之吸收的限制研究是有所必要的。

溫室洋香瓜之養分吸收特性已有許多報告[1,4,6,7,8,9,10,11,12]。鳳山熱帶園藝試驗分所 1986 年以山崎洋香瓜配方行試作結果，無論秋作或夏作，其吸收曲線大致可分爲營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期四個階段[1]。而於授粉小果期要素之吸收量增强，使培養液濃度降低，並經證明該培養液大致可維持在平衡範圍內，但需要留意小果期培養液之 pH 下降問題。籠橋（1978）[6]以水耕調查溫室洋香瓜之養分吸收量指出：於授粉前逐漸提高，授粉時吸收增加，並繼續維持到授粉後15天才下降。該氏又指出於授粉期每株每日氮之吸收量高達0.5公克，每株之氮吸收總量超過20公克。本試驗經由養液消耗量，再確定溫室洋香瓜依生育階段之養分吸收量可分成營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期。並經由養液分析計算出各生育期的要素消耗濃度。此養液消耗量以果實肥大期消耗最大，而要素消耗濃度則以授粉小果期最高，且作期別上夏作之氮、鉀肥吸收濃度提高。更值得注意的是春季鈣的吸收濃度比鉀爲高，但夏季時鉀濃度比鈣爲高，可見夏季鈣之吸收濃度降低，乃由於高液溫條件鈣之吸收和運輸降低所致。

小川、桔（1976）[2]於胡瓜試驗上指出溫度超過 20°C 以上時對鈣、鎂之吸收降低。山崎等（1974）[12]以番茄行不同晝夜溫度之養分吸收調查，發現於 22—27°C 高溫室栽培者比 14—24°C 低

表8. 溫室洋香瓜水耕要素之吸收總量（公克／株）

Table 8. Total removal nutrients of muskmelon grown by hydroponics (g/plant)

	NO_3-N	P	K	Ca	Mg (g/plant)	water (l)
春　作	20.6	4.34	21.9	15.3	5.0	105
夏　作	24.9	4.86	33.7	15.5	6.0	118

溫室栽培者植體鈣的含量較低，同時其吸收濃度也較低。沈等[1]行洋香瓜之作期別以同樣濃度培養液之成分變化調查，發現夏作較秋作之培養液中鈣濃度提高，於高液溫下鈣之吸收量較少。本次夏作與春作試驗又證實溫室洋香瓜在高液溫下鈣之吸收降低，而鎂並未受到影響的相同結果。

日本有名靜岡縣的溫室洋香瓜土耕的栽培技術上，其灌水大致可分五階段：第一、定植後多灌水，培養生長勢，即於授粉前使土壤 pF 降低。第二、於授粉時略減少灌水，使着果率提高。第三、選果後增加灌水量，使果實發育肥大。第四、果實的網紋形成期逐漸控制水分，使果實網紋形成均勻美觀。第五、收穫10天前行斷水處理以得到高品質。然而在養液栽培上，由於根是經常接觸於養液中，養分和水分可得到充分之吸收，因此以水分來控制其生育將有所困難。本試驗僅就養液栽培上其養分吸收的特性先行做基礎資料，俾供將來提高品質的養液栽培管理的控制參考。

參 考 文 獻

1. 沈再發、許淼淼・1987・洋香瓜之水耕試驗，設施園藝研討會專集・P・95—108，臺灣省農業試驗所及中國園藝學會聯合編印。
2. 小川章、橘昌司・1976・そ菜の根の機能に關する環境生理學的研究 II. 日本園藝學會研究發表要旨 51秋：192—193。
3. 增井正夫、福島與七、久保島正威、板桓光彥、林德昌・1968・メロンの養分吸收に關する研究（第四報）、養分吸收過程について，日本園藝學會雜誌30：29—38。
4. 糠谷明・1987・溫室メロン栽培の實際，農業および園藝62(1)：175—185。
5. Arnon, D. I., and D. R. Hoagland. 1940. Crop production in artificial culture solution with special reference to factors influencing yields and absorption of inorganic nutrients. Soil Sci. 60 : 463-485.
6. Kagohashi, S., H. Isano, and M. Kageyama. 1978. Studies on the nutrition of muskmelon (*Cucumis melo L.*). I. Characteristics of nutrient uptake by muskmelon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47 : 203-208.
7. Kagohashi, S., H. Kano, and M. Kageyama. 1981. Effects of controlling of nutrient uptake on the plant growth and the fruit qualities of muskmelons cultivated in autumn and spring. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 : 306-316.
8. Kano, H., S. Kagohashi, and M. Kageyama. 1981. Relationship between organ growth and nitrogen accumulation in muskmelon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 : 317-325.
9. Masao, M., A. Nukaya, and A. Ishida. 1982. Effect of nitrogen form on growth of muskmelons. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 : 475-480.
10. Masui, M., Y, Fukushima, M. Toda, and K. Ezaki. 1960. Studies on the absorption of nutrient elements in muskmelon. II. On nitrogen, potassium, calcium and magnesium levels. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 29 : 147-156.
11. Namioka, H. 1976. Kuntan as a substrate for soilless culture. IWOSC proceedings 4th international

congress on soilless culture, Netherland. 289-312.

12. Yamasaki, K., Y. Suzuki, and Y. Shinohara. 1976. Studies on water culture of several vegetables with special reference to control of nutrient solution and ratio of nutrient absorption per water consumption. Memoris of the Fac. Agri., Toyko Univ. of Education. 22 : 53-100.

Studies on Nutrient Uptake of Greenhouse Muskmelon (*Cucumis melo* L.) by Hydroponics

T. F. Sheen and M. M. Hsu

Summary

The experiment was conducted to study the quantity of water removal and concentration change of absorbed nutrient on the growth of greenhouse muskmelon by floating hydroponics. Based on the quantity of water removal, the development of greenhouse muskmelon can be divided into four stages, namely, vegetative growth stage, pollinated young fruit stage, fruit enlargement stage and fruit ripening stage. Quantity of water removal was recorded the highest in the fruit enlargement stage. The pollinated young fruit stage and the fruit ripening stage were in the second place and the vegetative growth stage was the lowest.

The concentration of uptaked NO_3-N, P, K, Ca and Mg were 13.98, 4, 5.33, 7.26 3.98 me/l and 15. 09, 4, 7.35, 6. 59, 4.26me/l, respectively, for both in spring and summer growing season. Summer crop uptaked higher concentration of NO_3-N and K than spring crop, but lower in Ca. The highest concentration of nutrient uptake was recorded in the pollinated young fruit stage and the lowest in the vegetative growth stage.

1. Contribution No. 1498 From the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. This study was sponsored by a grant from Council of Agriculture, Executive Yuan.

3. Director and assistant, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：65～69（1990）

斑郭公蟲生活史及其形性觀察[1]

林　檥　李錦霞　羅幹成[2]

摘要　斑郭公蟲（*Tillus notatus* Klug）爲倉庫害蟲之捕食性天敵，該蟲在本省年發生世代數不詳，但成蟲大量出現二次。卵期9—14天，卵之孵化率80%以上，幼蟲脫皮多達18—29次，各齡期6—17天，但低溫可延至68天。雌蟲每次產卵16—95粒成堆，一生總產卵數96—405粒。成蟲壽命21—62天，在儲藏玉米中，成蟲出現於8—11月間及3—7月間。斑郭公蟲幼蟲能抑制穀蠹之繁殖。斑郭公蟲幼蟲潛伏在玉米堆底深處，除燻蒸劑外，其他藥劑對其影響似尚輕微。

斑郭公蟲（*Tillus notatus* Klug）出現於本省，三輪於1931年時即有記錄[5]，筆者1988年發現在本所之儲藏玉米中與一般倉庫害蟲同時出現。該蟲生活習性過去未予詳細研究，有鑒於此，本所經飼養後發現其爲捕食性天敵，爲明瞭其在臺灣之發生生活史，自1988年7月至1989年6月在臺中霧峰本所試驗室內加以飼育觀察，茲將一年所得之結果整理，或可有助於倉庫害蟲生物防治之利用。

材料與方法

斑郭公蟲係採自本所貯藏玉米中，經室內以玉米象（*Sitophilus zeamais*）、穀蠹（*Rhyzopertha dominica*）及煙甲蟲（*Lasioderma serricorne*）等之蛹爲飼料，飼育繁殖並分別加以觀察記錄。

卵：放玉米象幼蟲20隻於 3×18cm 試管中，然後放入二張波浪形 3—16cm 紅色紙及一對斑郭公蟲成蟲，任其產卵於紙張間。每天上午九時取換色紙，以放大鏡觀察附著於紙間之卵數、卵之色澤變化及孵化時刻、孵化情形。

幼蟲之飼育：煙甲蟲蛹5—20 隻供作食料放入 3×6.5cm 樣品瓶內，然後以小毛筆接斑郭公蟲初孵化幼蟲1隻，瓶口蓋以紗布並用橡皮圈束緊，以觀察幼蟲發育及脫皮情形。

斑郭公蟲成蟲消長調查：在本所養蟲室內 3×3×2m 容積中放置袋裝玉米穗重約1,200Kg 其上已自然附有玉米象、穀蠹、麥蛾（*Sitotroga cerealella*）、粉斑螟（*Cadra cautella*）、米露尾蟲（*Carpophilus obsoletus*）及斑郭公蟲幼蟲，室門口封以尼龍網（215×90cm），阻止斑郭公蟲羽化成蟲外飛。每天上午11時檢視尼龍網上出現之斑郭公蟲成蟲數，以瞭解成蟲季節消長。

斑郭公蟲分佈調查：在本省中南部玉米儲藏倉庫，調查玉米堆表面斑郭公蟲出現情形，瞭解其分佈。

幼蟲抑制穀蠹之繁殖試驗：置 50ml 重約 45g 白米於 7×17cm 玻璃筒內，並放入穀蠹成蟲10隻，任其繁殖。一個月後，分別接斑郭公蟲初孵化幼蟲1、5、10隻，另設一未放斑郭公蟲幼蟲爲對照，各三重複。經四個月後檢查米中穀蠹之成蟲及斑郭公蟲幼蟲數，並將白米篩過秤量其重量，分析害蟲密度與損失率之關係。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1499 號。本研究承行政院農業發展委員會中央加速農村建設（78農建—7.1—糧—50（17））計畫補助經費完成。

2.本所應用動物系助理研究員、計畫助理、系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

藥劑對斑郭公蟲之影響：用 17×27cm 玻璃筒放入含有各蟲期穀蠹之糙米 200ml，並放入斑郭公蟲初孵化幼蟲 1 隻，再用玉米覆蓋至高度 20cm，重約 3.5kg。經一周後玻璃筒移入 1m³ 塑膠罩內，以 0.5% Baythion 粉劑 30g/M³ 之藥量，以吹藥瓶噴粉，經 4 小時待粉劑降落後，取出玻璃筒並將筒口用紗布覆蓋，另設一未噴粉劑者供作對照，各五重複。經一個月後倒出玉米，檢查其中斑郭公蟲幼蟲存活數。

一、形　態

1.成蟲：體圓筒形，體色變化甚多，通常頭部及前背板全部或部分呈黑色，著生灰色細毛，前胸背板及翅 1/3 赤色。頭部具刻點有光澤，觸角黑色，基部 3 節褐色，第 4 —10節近三角形，末端橢圓形。翅鞘中央及後方橫帶白色，翅端具白色細毛。基節腿節黑色或褐色，脛節呈黃褐色，跗節 5 節。體長 4.0—7.0mm。

2.卵：橢圓形，光滑，初產時半透明，經過時日後漸變爲淡褐色。長 1.3—1.5mm。

3.幼蟲：初孵化幼蟲呈黃褐色。頭細，淡褐色。有三對細小胸脚。老熟幼蟲體長約 18mm。

4.蛹：初化蛹時體呈黃乳白色，頭、胸、腹三部區分明顯，觸角、翅及脚均裸出。體長9.0mm。

二、生活習性

1.卵：成蟲伸出產卵管於摺疊成波浪形紙間產卵，卵排列成堆，卵數自16—95粒不等，平均46.3粒。雌蟲爲多次產卵者，產卵次數最少 1 次，最多 8 次，每一雌蟲產卵總數最少96粒，最多 405粒。卵在初產時爲乳白色半透明，經 5 — 6 天後漸次變淡褐色。在孵化前 2 天，可自卵殼外透視其大顎之顏色及幼蟲之形態。卵期之長短視環境因子不同而稍有差異，最短 9 天，最長14天。

通常在上午10時前孵化者較多，但亦有受溫濕度之影響延遲至下午 4 時或次日清晨始脫離卵殼者。觀察1,757粒卵，其孵化率平均爲80%以上。

幼蟲將孵化時頭部左右搖動，經一天後幼蟲向後方倒退伸出尾端而順次退出卵殼外，自由爬行活動。

2.幼蟲：初孵化幼蟲，頭部呈淡褐色，腹部黃白色，經多次脫皮而漸生長；其體色因食料蟲類有差異，捕食玉米象之幼蟲及蛹有時呈乳白色，而捕食煙甲蟲之幼蟲及蛹較黃。各齡之頭殼大小稍有差別，自孵化起至老熟，其頭部之長寬如表 1 。

表 1. 斑郭公蟲幼蟲各齡期頭部長寬

Table 1. The head size of different larval instar of *Tillus notatus*.

蟲齡 Instar \ 頭部 head	平均長度 (mm) average length $\bar{X}\pm$ SD	平均寬度 (mm) average wide $\bar{Y}\pm$ SD
1	0.12±0.011	0.15±0.012
2	0.22±0.022	0.32±0.049
3	0.41±0.039	0.69±0.061
4	0.63±0.022	1.08±0.093
5	0.82±0.022	1.34±0.022
6	0.88±0.035	1.45±0.071
7	0.88±0.035	1.45±0.071
8	0.89±0.042	1.47±0.084
9	0.93±0.035	1.57±0.089
10	0.89±0.042	1.51±0.055
11	0.89±0.042	1.43±0.084
12	0.9 ±0.027	1.49±0.055
13	0.91±0.027	1.53±0.045
14	0.93±0.035	1.57±0.089
15	0.96±0.027	1.62±0.061
16	0.96±0.027	1.59±0.061
17	0.9 ±0.027	1.51±0.093
18	0.94±0.022	1.57±0.049
19	0.91±0.029	1.5 ±0.058
20	0.92±0.025	1.5 ±0.1
21	0.87±0.063	1.45±0.082
22	0.92±0.025	1.55±0.086

幼蟲各齡經歷時間因溫度而異，通常 6 — 7 天，但冬季氣溫在 17°C 左右時延長至68天。幼蟲脫皮時刻通常上午 9 時前較多。自時1988年 7 月至1989年 6 月觀察棲於玉米堆底層處之26隻幼蟲，其脫皮次數自18—29次不等，但仍未化蛹。

3.成蟲：其存活最短21天，最長62天。於1988年 8 —11月間及翌年 3 — 7 月間成蟲發生各有一次高峰（圖 1 ）。

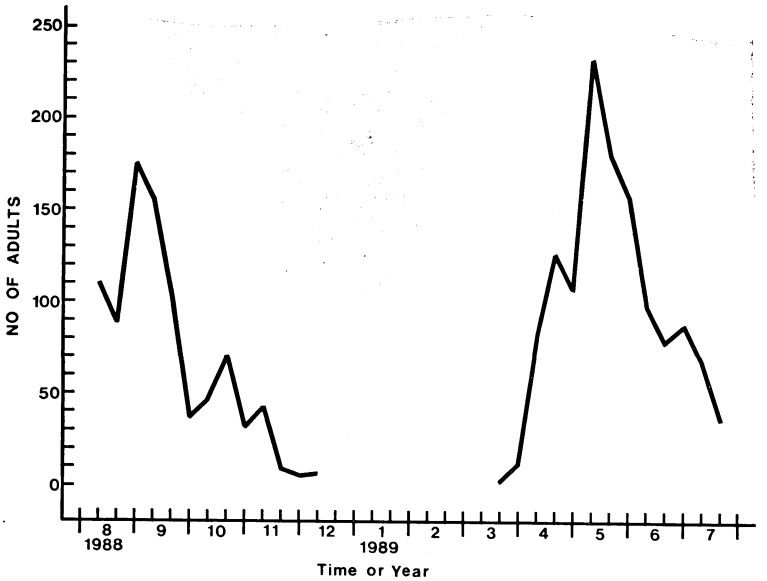


圖 1. 斑郭公蟲在本所玉米儲藏中發生之消長

Fig. 1. The population fluctuation of adult *Tillus notatus* in a corn storehouse (TARI).

4.分佈：在本省中部南投縣草屯、南部雲林縣斗南、嘉義縣朴子、臺南縣佳里、善化等玉米儲藏倉庫進行調查之結果，因一般玉米儲藏時間不久，害蟲並未發生，斑郭公蟲成蟲未出現，故該蟲之分佈目前無法肯定。但過去在屏東縣滿州有記錄。

三、斑郭公蟲對穀蠹之抑制能力

白米中放入穀蠹成蟲任其繁殖相當密度後，釋放斑郭公蟲初孵化幼蟲，任其捕食穀蠹，經四個月後調查穀蠹族羣與白米損失之結果，列於表 2 。釋放斑郭公蟲幼蟲 1 隻時，穀蠹成蟲數37±13.9隻，

表 2. 釋放斑郭公蟲幼蟲抑制穀蠹之族羣與白米之損失量

Table 2. Effect of releasing *Tillus notatus* for control of *Rhyzopertha dominica*.

釋放蟲數（隻）No. released		經 4 個月後蟲數（隻）No. insects 4 months after releasing		白米 White rice	
穀蠹成蟲 *R. dominica*	斑郭公蟲幼蟲 *T. notatus*	穀蠹繁殖成蟲 No. of *R. dominica*	斑郭公蟲幼蟲存活 No. of *T. notatus*	後重量（g）Weight	損失率（%）% damage
10	1	37.0±13.9	1	40.217	9.2
10	5	30.7±12.1	1	42.859	3.2
10	10	23.7± 5.5	2.7±0.58	43.529	1.7
10	0	213.0±41.0	0	36.763	17.0
0	0	0	0	44.292	0

白米損失率9.2%，釋放5隻者穀蠹成蟲數爲30.7±12.1隻，白米損失率3.2%，釋放10隻者穀蠹成蟲數23.7±5.5隻，白米損失率1.7%，而未釋放斑郭公蟲對照者穀蠹蟲數 213±41隻，白米損失率17.0%。其相關係數爲r＝−0.999（圖2）。

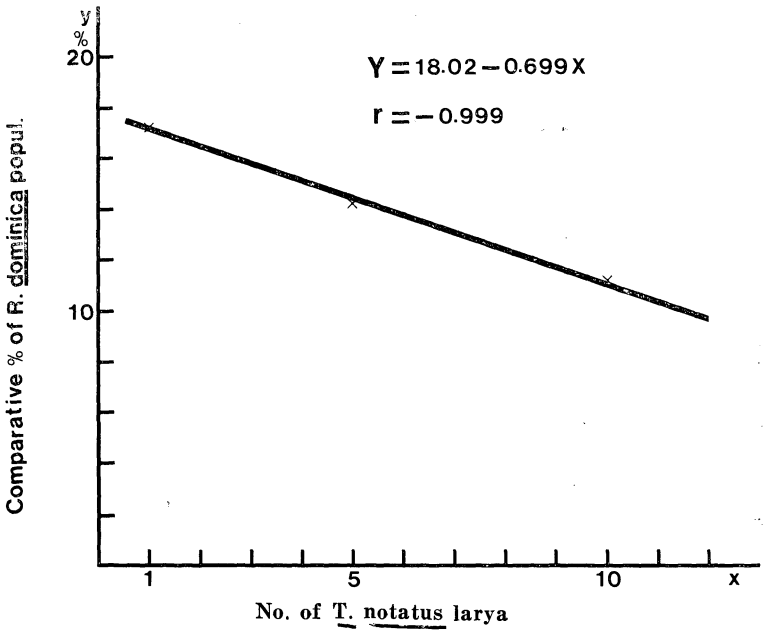


圖 2. 釋放斑郭公蟲幼蟲抑制穀蠹之族羣

Fig. 2. Effect of releasing *Tillus notatus* for control of *Rhyzopertha dominica*.

白米中釋放斑郭公蟲幼蟲捕食穀蠹之後代，雖有顯著之效果，但斑郭公蟲幼蟲存活數不高，原因係穀蠹之繁殖密度不足以供應斑郭公蟲幼蟲之捕食，而引起幼蟲間互相殘殺。

藥劑對斑郭公蟲幼蟲之影響：在玉米底層以穀蠹各蟲期供作食料，釋放斑郭公蟲幼蟲，在玉米表面用 0.5% Baythion 以30% /M² 藥量噴佈，經一個月後檢查，顯示藥劑處理後斑郭公蟲幼蟲均能生存，並未受藥劑影響。

討　論

斑郭公蟲在本所經一年來飼育觀察之結果，獲知其爲貯藏玉米中部分鱗翅類及鞘翅類害蟲之捕食性天敵。於本所儲藏玉米中1988年7月至11月及1989年3至7月間均有成蟲出現；但其幼蟲以煙甲蟲之蛹供爲代替食物，自1988年7月至1989年6月底近一年飼育觀察，仍未化蛹。但另自1989年6月開始飼養一批初孵化之幼蟲，至9月初已陸續化蛹，並有成蟲羽化。此現象與所觀察成蟲在自然環境之發生消長頗爲相近，就玉米儲藏堆底均爲黑暗，而幼蟲期間長達一年以上，是否受飼養環境光線之影響，尚待繼續觀察始能證實。

在白米中放入穀蠹成蟲任其繁殖，一個月後釋放斑郭公蟲初孵化幼蟲，再經四個月後，檢查米中穀蠹密度顯示釋放斑郭公蟲處理較未釋放者降低8倍左右，而白米之損失率顯著減少。但斑郭公蟲幼蟲釋放數爲5與10隻者，因食餌之供應不足，而引起幼蟲間互相殘殺，以致存活率不高。利用斑郭公蟲防治儲藏害蟲，效果雖不如化學殺蟲劑明顯與快速，但能抑制儲穀害蟲之爲害至最低程度，如能適當配合藥劑防治，當可收綜合防治之效，並可減少儲糧之藥劑汚染，尤其在力壩倉庫構造未能密閉之環境中，儲糧發生害蟲時，釋放斑郭公蟲初孵化幼蟲以抑制害蟲，較具經濟價值。

斑郭公蟲幼蟲喜棲息於儲糧堆內深處，就目前倉儲害蟲防治噴布方式中，除燻蒸劑外，處理藥劑

僅在糧堆表面，故斑郭公蟲幼蟲受藥劑之影響似甚輕微。

因斑郭公蟲幼蟲蟲期長達一年以上，利用其防治倉儲害蟲，不但可減少儲糧之農藥汚染，並可解決雜糧儲藏害蟲問題。

參考文獻

1.林 檥。1986。穀類害蟲燻煙防治研究，中華農業研究35（3）：360～374。
2.林 檥、李錦霞、羅幹成。1987。雜糧收穫後之害蟲防治技術，中華農業研究36（1）：105～110。
3.林 檥。積穀害蟲防治技術改進試驗，中華農業研究刊印中。
4.中根猛彥等。1963。原色昆蟲大圖鑑（甲蟲篇），北隆館株式會社 443pp.。
5.三輪勇四郎。1931。臺灣產昆蟲目錄（鞘翅目），中央研究所農業部報告 55：112p.。

Observation of the Bionomics of *Tillus notatus* Klug[1]

T. Lin, C. H. Li and K. C. Lo[2]

Summary

Tillus notatus Klug is a very important predator in stored houses. The adults occur two peaks in a year in Taiwan. Egg stage was about 9—14 days, and the hatchability usually exhibit more than 80%. It was found surprisingly that the larval stage could molt 18—29 times. Duration of each instar was about 6—7 days, but in the winter time, delayed to 68 days. Larvae could be fed in the laboratory for a whole year-round, and still did not pupate. Female adult oviposited interruptly, each egg mass contained about 16—95 eggs. A total of 96—405 eggs could be deposited by a single female. Adults could live 21—62 days long. Usually, in the corn stored houses, adults occurred between August to November and March to July. The larvae of *T. notatus* could effectively control *Rhyzopertha dominica*. Generally, the larvae of *T. notatus* live at the bottom of stored corns. Except during fumigations, some chemical applications were found to be more safer to this predator.

1. Contribution No. 1499 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This project was granted by Council of Agriculture, Executive Yuan, R. O. C.
2. Assistant Entomologist, Project employee and Senior Entomologist and head, respectively. Department of Applied Zoology, TARI, Taichung, Taiwan 41301, Republic of China.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：70～75（1990）

檬果葉蟬之天敵調查[1]

周根清　周樑鎰[2]

摘要　檬果綠葉蟬(*Idioscopus clypealis* (Leth.)) 與褐葉蟬 (*I. niveosparsus* (Leth.)) 乃檬果樹最嚴重之害蟲。本調查在南投中興新村、雲林古坑及嘉義之農試所嘉義分所之檬果樹調查檬果葉蟬之寄生蜂。結果得知有魅小蜂科 (Mymaridae) 之 *Erythmelus* sp. 與 *Gonatocerus* sp., 毛小蜂科 (Trichogrammatidae) 之 *Mirufens* sp., 釉小蜂科 (Eulophidae) 之 *Tetrastichus* sp., 矮小蜂科 (Aphelinidae) 之 *Centrodora idioceri* Ferriere 等5種。其中以 *Gonatocerus* sp. 較爲重要，約佔所有寄生蜂之90%以上，寄生率最高可達78.6%，且全年各地均有發生。*C. idioceri* 爲臺灣新記錄。

臺灣已記錄爲害檬果之葉蟬類有綠葉蟬 (*Idioscopus clypealis* (Leth.)) 與褐葉蟬(*Idioscopus niveosparsus* (Leth.)) 兩種。成蟲產卵於嫩葉中肋或花芽、花梗中，使該等組織產生裂縫。成蟲與若蟲羣集於花穗或嫩葉上，刺吸汁液，導致花穗枯萎，花蕾脫落並造成傷口爲病原菌感染途徑；分泌蜜露誘發煤病阻礙光合作用影響果實外觀。該類昆蟲於開花期即每年1—4月間大量發生，若不予防治，至結果期則毫無收穫可言，而藥劑防治之效果亦差，因此有必要進行其天敵之研究。褐葉蟬體型較大，在本省南部每年發生十餘代；綠葉蟬體小，但發生密度於開花期常較褐葉蟬爲高[1,2,3,5]。

印尼已記錄之褐葉蟬寄生性天敵有毛小蜂科 (Trichogrammatidae) 之 *Oligosita idioceri* Viggiani[12] 與矮小蜂科 (Aphelinidae) 之 *Centrodora idioceri* Ferriere[7]。印度已記錄之褐葉蟬寄生性天敵有頭虻科 (Pipunculidae) 之 *Pipunculus annulifemur* Brun., 櫛鬚撚翅蟲科 (Halictophagidae) 之 *Halictophagus indicus* Bohart，寄蠅科 (Epipyropidae) 之 *Epipyrops fuliginosa* Tams及螯蜂[6,10,13]。綠葉蟬之寄生性天敵除與褐葉蟬相同者外，尚有眞菌 *Isaria tax*, *Verticillium lecanii*[8]；捕食性天敵有蜘蛛 *Araneus sinhagadensis* Tikader, *Cheiracanthium danieli* Tikader, *Stegodyphus sarasinorum* Karsch, *Uloborus* sp., *Phidippus* sp., *Marpissa* sp.[11]，瓢蟲及螞蟻等[9]。

本省已記錄之褐葉蟬寄生性天敵有蜘蛛、螳螂、雨蛙[2]及卵寄生蜂 *Gonatocerus* sp. 與 *Mirufens* (*Trahocera*) sp.，其中以 *Gonatocerus* sp. 較爲重要，各產地均有分布，寄生率爲1.3—62.3%，平均42.1%[4]；但尚無完整之周年記錄。

材料與方法

每隔15天在南投中興新村高爾夫球場之129株土檬果樹，每隔10天在雲林古坑公路兩旁之106株土檬果樹與嘉義之嘉義農試分所之76株土檬果樹，進行以下之調查：1，調查記錄每株檬果樹之新芽或花穗發生情形。2，各選取20株有嫩芽或花穗之檬果樹，每株取樣4嫩芽或花穗，調查被葉蟬產卵之百分

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1500 號。

2.本所應用動物系助理研究員、副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

率。3,每株取一被葉蟬產卵、長約 5—15cm之嫩芽或 10—20cm之花穗，攜回室內計算葉蟬之卵粒數，且將有卵部位之枝條、葉片中肋或花梗剪下，清除其它雜蟲後置於指形管（1.7×17cm）內，待寄生蜂羽化後，記錄各種寄生蜂之種類及其寄生率。

結果與討論

檬果褐葉蟬與綠葉蟬全年均可同時棲息於檬果樹上，其卵之形態又不易分辨，因此本文所報導之葉蟬卵包含以上二種葉蟬，未加以區分。但 Serrano & Palo 二氏報導褐葉蟬產卵於嫩芽及花穗，而綠葉蟬則僅產於花穗[9]。本研究從未被寄生卵粒孵出之若蟲亦發現綠葉蟬僅於檬果開花期大量發生。

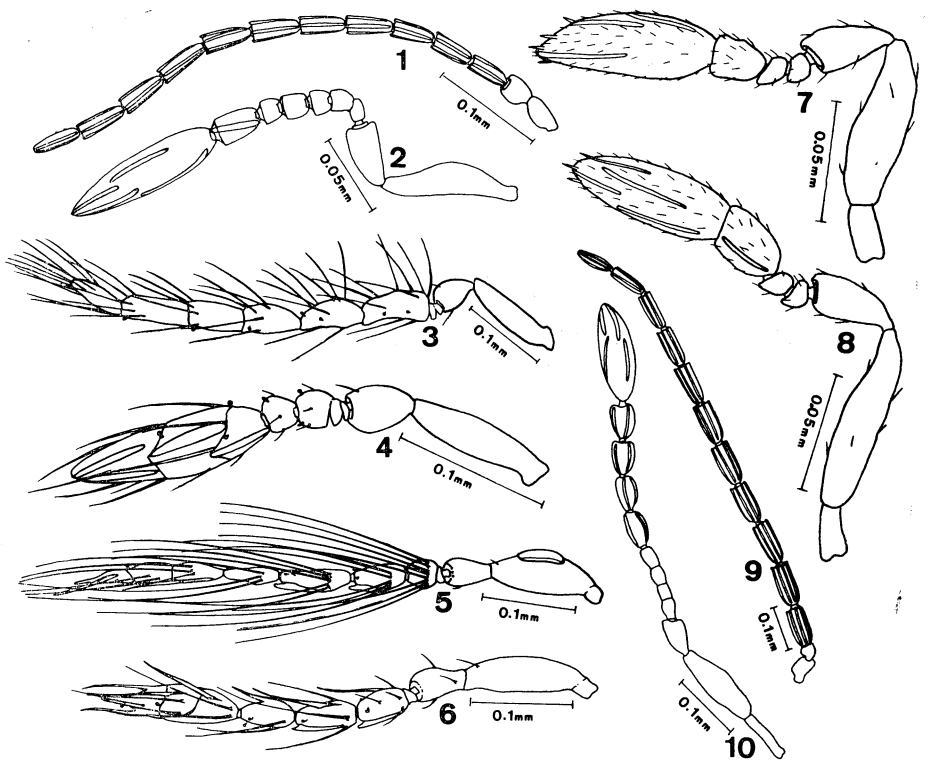


圖1—10.檬果葉蟬卵寄生蜂之觸角

Fig. 1—10. Antennae of egg parasitoids of mango leafhoppers.
1, *Erythmelus* sp. ♂; 2, *Erythmelus* sp. ♀; 3, *Mirufens* sp. ♂;
4, *Mirufens* sp. ♀; 5, *Tetrastichus* sp. ♂; 6, *Tetrastichus* sp. ♀;
7, *Centrodora idioceri* Ferriere♂; 8, *Centrodora idioceri* Ferriere ♀;
9, *Gonatocerus* sp. ♂; *Gonatocerus* sp. ♀.

南投、雲林及嘉義三地檬果樹花穗發生率均於12月上旬開始增加，於 2 、 3 月爲開花盛期，隨後於 3 月下旬、 4 月上旬降至最低。這段開花期葉蟬因有充足之適宜產卵場所，因而大量發生。 4 月至12月上旬檬果樹可陸續的萌發新芽，惟除於 5 、 6 月之發芽盛期外，各樹零星參差不齊的萌發新芽；葉蟬可能因不能隨時有充分適宜之產卵場所而影響其族羣之發生。

檬果葉蟬喜產卵於嫩葉中肋或花穗中，因檬果樹幾乎全年均可萌發新芽或抽穗，故全年皆可發現

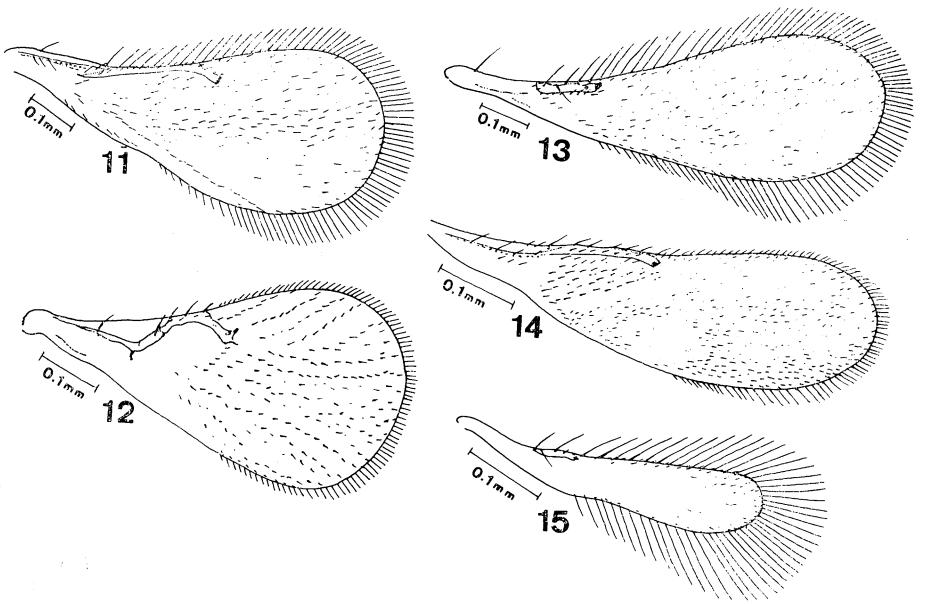


圖11—15 檬果葉蟬卵寄生蜂之前翅

Fig. 11—15. Fore wings of egg parasitoids of mango leafhoppers.
11, *Tetrastichus* sp.; 12, *Mirufens* sp.; 13, *Gonatocerus* sp.;
14, *Centrodora idioceri* Ferriere; 15, *Erythmelus* sp.

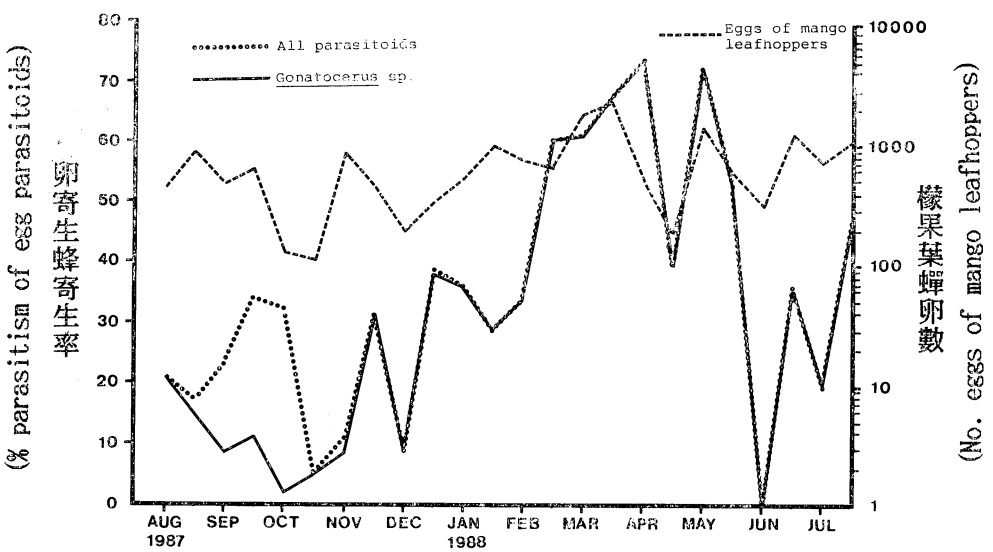


圖16 南投檬果葉蟬卵寄生蜂之消長

Fig. 16. Population fluctuation of egg parasitoides of mango leafhoppers at Nantou.

檬果葉蟬產卵爲害。南投檬果樹嫩芽被產卵率爲12.5—100%、平均70.2%，每葉之葉蟬卵數爲3.0—10.1粒、平均5.6粒；花穗被產卵爲29.2—96.3%、平均70.5%，每穗之葉蟬卵數爲15.9—105.1粒、平均48.6粒。雲林檬果樹嫩芽被產卵率爲25.0—97.5%、平均59.6%，每葉之葉蟬卵數爲 2.6—16.1

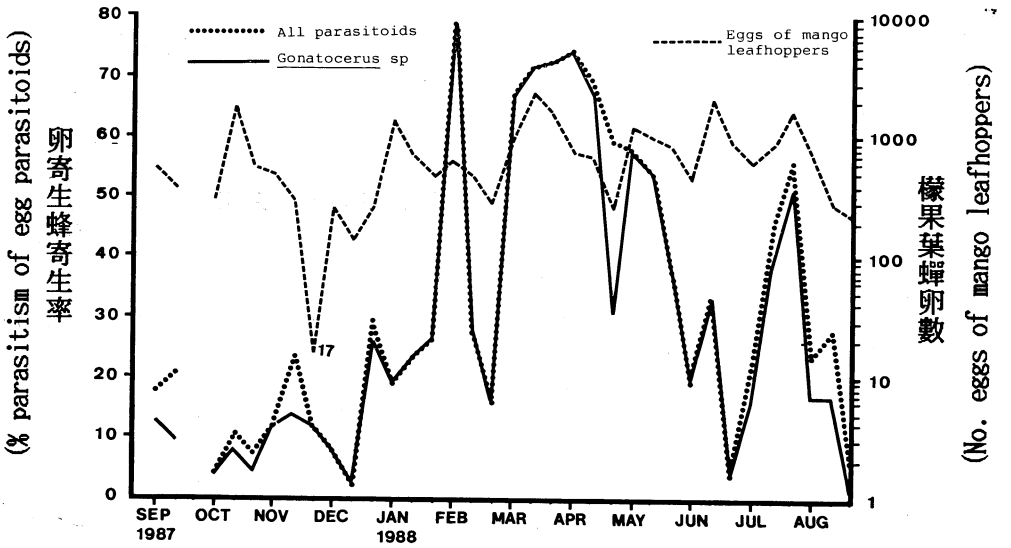


圖17 嘉義檬果葉蟬卵寄生蜂之消長

Fig. 17. Population fluctuation of egg parasitoides of mango leafhoppers at Chiayi.

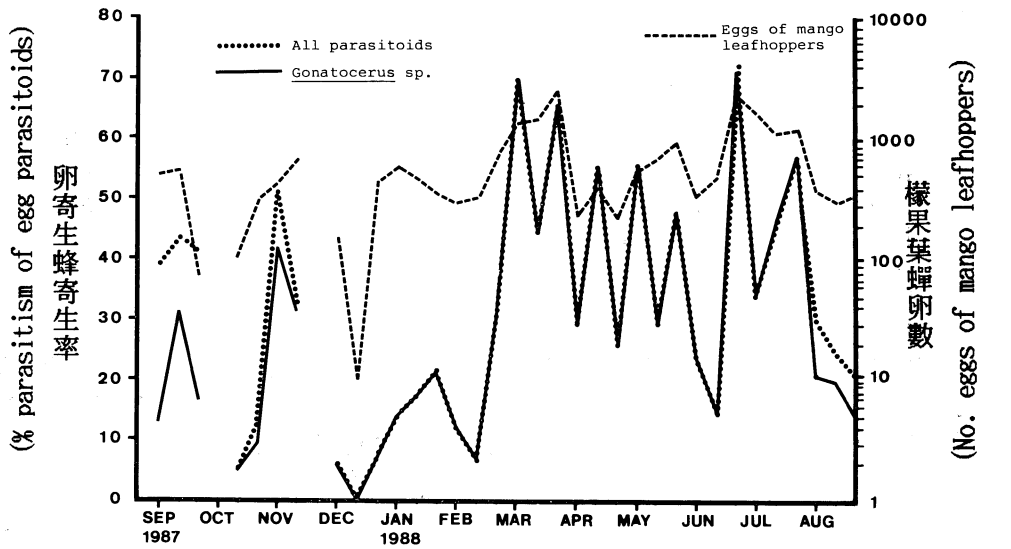


圖18. 雲林檬果葉蟬卵寄生蜂之消長

Fig. 18. Population fluctuation of egg parasitoides of mango leafhoppers at Yunlin.

粒、平均5.9粒；花穗被產卵率爲7.5—50.0%、平均30.4%，每穗之葉蟬卵數爲3.3—126.8粒、平均38.9粒。嘉義檬果樹嫩芽被產卵率爲2.5—100%、平均74.0%，每葉平均之葉蟬卵數爲 1.9—10.4粒、平均爲5.7粒；花穗被產卵率爲14.3—90.0%、平均57.6%，每穗之葉蟬卵數爲14.1—115.7粒、平均爲45.7粒。

檬果葉蟬之寄生蜂經本調查得知有魅小蜂科 (Mymaridae sp.) 之 *Erythmelus* sp. (圖1、2、15) 與 *Gonatocerus* sp. *litoralis* 群 (圖9，10，13)，毛小蜂科 (Trichogrammatidae) 之 *Mirufens* sp. (圖3，4，12)，釉小蜂科 (Eulophidae) 之 *Tetrastichus* sp. (圖5，6，11)，矮小蜂科 (Aphelinidae) 之 *Centrodora idioceri* Ferriere (圖7，8，14) 等5種 (表1)。

該5種寄生蜂之總平均寄生率在南投、雲林及嘉義分別爲 35.8±21.0，33.1±19.3 及 32.7±23.7%。其中以 *Gonatocerus* sp. 較爲重要，約佔所有寄生蜂之90%以上，平均寄生率在南投、雲林及嘉義分別爲 32.5±23.3，29.8±19.6 及 29.4±24.1%；最高可達 78.6%，且全年各地均有發生（圖16—18）。*Centrodora idioceri* 爲臺灣新記錄。

表1. 檬果葉蟬卵寄生蜂之寄生率（民國76年8月至77年8月）

Table 1. Egg parasitoids of mango leaf hoppers, *Idioscopus clypealis* and *I. niveosparsus*, in Taiwan (August, 1987 to August, 1988)

寄生蜂 (Parasitoids)	平均寄生率 (Aperaged parasitism Rates) %		
	南投 (Nantou)	雲林 (Yunlin)	嘉義 (Chiayi)
Mymaridae			
Erythmelus sp.	0	0.2	0.1
Gonatocerus sp.	32.5±23.3	29.8±19.6	29.4±24.1
Trichogrammatidae			
Mirufens sp.	0.4	0	0
Eulophidae			
Tetrastichus sp.	1.0±0.5	1.8±2.5	0.4±0.1
Aphelinidae			
Centrodora idiqceri	5.3±9.6	5.7±7.5	4.8±6.1
全部寄生蜂 (All parasitoiids)	35.8±21.0	33.1±19.3	32.7±23.7

誌 謝

本調查承行政院農業委員會資助部分經費（77農建—7.1—糧—66（1—8）），加拿大農部生物系統研究所 John Huber 博士鑑定 *Erythmelus* sp. 與 *Gonatocerus* sp.，農試所林珪瑞先生鑑定寄生蜂屬名，翁振宇先生繪圖與協助南投試區之部分調查工作，謹此致謝。

參考文獻

1. 陳文雄。1972。檬果浮塵子（*Idioscopus niveosparsus* Lethierry）之防治方法研究。7pp.。臺南農改場印。
2. 陳文雄、張松壽。1972。檬果浮塵子（*Idioscopus niveosparsus* Lethierry）之生態研究。18pp.。臺南農改場印。
3. 溫宏治、李錫山。1980。檬果褐浮塵子之生態觀察及防治試驗。中華農業研究 27(1)：47—52。
4. 溫宏治、李錫山。1980。檬果褐葉蟬之產卵與寄生蜂調查。中華農業研究 29(3)：245—250。
5. 賴清樂。1982。檬果浮塵子之形態觀察及其可行之防治方法。南改場學術研討會報告：47—52。
6. Bohart, R. M. 1934. New species of *Halictophagus* with a key to the genus in North America (Strepsiptera, Halictophagidae). Ann. Ent. Soc. Amer. 36(3)：341-359.
7. Ferriere, C. 1931. New chalcidoid egg-parasites from South Asia. Bull. Ent. Res. 22(2)：279-295.
8. Kumar, D., C. S. Roy, Z. R. Khan, S. S. Yazdani, S. F. Hameed & M. Mahmood. 1983. An entomogenous fungi *Isaria tax* parasitizing mango hopper *Idioscopus clypalis*. Sci. Cul. 49

(8) : 253-254.

9. Serrano, F. B. & M. A. Palo. 1933. Blossom-blight of mangos in the Philippines. Philipp. Jour. Sci. 1(3) : 211-277.
10. Subramaniam, T. V. 1922. Some natural enemies of mango leaf-hoppers (*Idiocerus* spp.) in India. Bull. Ent. Res. 12(4) : 465-467.
11. Tandon, P. L. & B. Lal. 1983. Predatory spiders associated with insect pests of mango in India. Bull. Ent. 24(2) : 144-147.
12. Viggiani, G. 1981. Notes on some species of *Oligosita* Walker. (Hym. Trichogrammatidae) and description of four new species. Boll. Lab. Ent. Agr. "Filippo Silvestri". 38 : 125-132.
13. Wagle, P. V. 1934. The mango hoppers and their control in the Konkan, Bombay Presidency. Agric. Live-Stk. India 4(2) : 176-188.

Survey of the Natural Enemies of Mango Leaf-Hoppers in Taiwan[1]

Ken-Ching Chou and Liang-Yih Chou[2]

Summary

The mango leaf hoppers, *Idioscopus clypealis* (Leth.) and *I. niveosparsus* (Leth.) are the most serious insect pests of mango in Taiwan. A survey of their natural enemies was conducted in Nantou, Yunlin and Chiayi from August 1987 to August 1988. A total of 5 parasitoids, *Erythmelus* sp., *Gonatocerus* sp. (*litoralis* group) (Mymaridae), *Mirufens* sp. (Trichogrammatidae), *Tetrastichus* sp. (Eulophidae) and *Centrodora idioceri* Ferriere (Aphelinidae) were found. *Gonatocerus* sp. with 78.6% the highest average rate of parasitism was predominant. *C. idioceri* is new to Taiwan.

1. Contribution No. 1500 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Ass'stant Entomologist and Associate Entomologist, respectively, of Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung 41301, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究

第三十九卷　　第一期

中華民國七十九年三月出版

發行人：杜金池
總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
呂秀英　陳一心　劉大江　劉新裕
蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
沈再發　林昭雄　施昭彰　徐信次
曹幸之　陳敏祥　劉政道

農化組：連　深（主審）
李蘭帝　林錫錦　劉慧瑛

植病組：蔡財旺（主審）
林正忠　程永雄　彭金騰　蔡武雄
簡錦忠

昆蟲組：羅幹成（主審）
李錫山　何琦琛　鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
陳加忠　顏欽崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 39, No. 1 March. 1990

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF : C. L. Liaw

EDITORIAL BOARD :

S. Lian (Agri. Chemistry)
K. C. Lo (Applied Zoology)
H. S. Lu (Agronomy)
T. W. Tsay (Plant Pathology)
C. H. Shaw (Horticulture)
L. S. Liang (Agri. Machinery)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

M. S. Chen	Y. S. Chen	C. H. Cheng	Y. Cheng
Y. H. Cheng	C. C. Chen	C. C. Her	H. S. Lee
L. D. Lee	C. J. Lin	J. J. Lin	J. S. Lin
D. J. Liu	J. D. Liu	S. Y. Liu	H. I. Liu
H. S. Tsay	H. Y. Lu	J. T. Peng	T. F. Shen
J. J. Shy	S. T. Shyu	S. J. Tsao	W. H. Tsay
C. C. Yen			

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

Vol. 39, No. 1 Mar. 1990

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Breeding Process of Scented Rice Variety Tainung 72
……S. C. Yang, W. L. Chang, C. N. Chao, L. C. Chen and Y. S. Chen…1

Effects of Agar Brand and Gelling Agent on Rice Anther Culture…… S. L. Gau, C. C. Yeh, J. Y. Hsu and H. S. Tsay…14

Effects of Planting Density and N-Fertilization on the Silage Yield of Maize ……C. C. Chen, C. S. Wang and D. J. Liu…21

Factors Affecting the Translocation of Carbohydrates from Cob to Kernels in Corn. 1. Filling Characters of Apical and Basal Kernels on the Ear……S. F. Lin, C. Liu and D. J. Liu…29

Factors Affecting the Translocation of Carbohydrates from Cob to Kernels in Corn. 2. Status of Carbohydrate Concentration in Leaf Sheath, Stem Internode and Cob during Kernel-Filling ……S. F. Lin and D. J. Liu…38

Dissemination of White Root Rot Disease of Loquat and Its Control ……C. H. Duan, W. H. Tsai and C. C. Tu…47

Studies on Nutrient Uptake of Greenhouse Muskmelon (*Cucumis melo* L.) by Hydroponics ……T. F. Sheen and M. M. Hsu……55

Observation of the Bionomics of *Tillus notatus* Klug …… T. Lin, C. H. Li and K. C. Lo…65

Survey of the Natural Enemies of Mango Leaf-Hoppers in Taiwan……K. C. Chou and L. Y. Chou…70

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