ISSN 0376—477X

中華農業研究

第三十八卷　　第二期

目次

水稻臺農67號及其粒重型近同源系之光合物質與氮素供需關係比較……張富洲　魏夢麗　劉大江…157
氮肥、有機肥料及矽酸爐渣對稻米品質及產量之影響……陳一心…167
落花生種源之評估與利用……楊金興　曹文隆　盧煌勝…179
大粒型與小粒型落花生雜交F_2族羣之遺傳率與性狀相關研究……曹文隆　楊金興　盧煌勝…191
栽培密度對高粱產量性狀之影響……王強生　林淑雰　劉大江…201
非介量穩定性分析法之研究 I. 非介量與介量穩定性測量值間的比較……呂秀英…208
本省稻白葉枯病菌病原羣之研究 I. 判別品種之探討……簡錦忠　謝麗娟…216
金針菇優良栽培品系之選拔……廖英明…229
高粱穗之基本乾燥試驗……陳加忠　賴建洲　曹之祖　游祥芳…242
高粱穗乾燥模式之研究……陳加忠　賴建洲　曹之祖…261

中華民國七十八年六月

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）38(2)：157～166 (1989)

水稻臺農67號及其粒重型近同源系之光合物質與氮素供需關係比較[1]

張富洲　魏夢麗　劉大江[2]

摘要　本試驗採用中粒型水稻品種臺農67號（千粒重約 25g）、大粒型品種 Pegonil（千粒重 40g 以上）及四個以前者爲輪廻親經同交五或六代並自交多次之臺農 67 號粒重型（千粒重約 30—36g）近同源系爲材料，在田間進行兩年四作試驗，比較抽穗至成熟期間之乾物質及氮素累積量，分析粒重效應對光合物質與氮素供需關係的影響。臺農67號的稻穀產量均高於 Pegonil 品種；經連續四作調查，同交後代的粒重穩定，部份之產量並與臺農67號相近，但未能超越。臺農67號抽穗後累積乾物量佔成熟期總乾物量之 40% 以上，在期作間頗爲穩定；對 Pegonil 與同交品系而言，此一比值以第一期作較低，於期作內並與產量表現有正相關關係。抽穗後乾物生成量低於穀粒產量，亦即有顯著之再轉移現象。各品種及品系之收穫指數均在 0.45 以上，但基因型間之乾物分配效率仍有差異，以生產力較高之 BC-6 品系較低。大粒型品種 Pegonil 葉片、莖稈與穗部氮素濃度均顯著高於臺農67號，同交品系雖具粒重特性，但氮素濃度則與中粒型親本相同。穀粒充實期間水稻植株累積氮量佔總氮量之比例，平均以 Pegonil 最低，第二期作又顯著較第一期作爲高；抽穗後累積氮量平均僅爲穀粒氮含量之 40% 以下，亦即穀粒充實對營養器官氮素轉移具有極高的依賴性。本試驗結果顯示粒重型近同源系之氮素供需關係與其輪廻親臺農67號相似；另一方面，第一期作產量優於二期作，但對抽穗前預貯氮素的依賴度較高，其意義猶待探討。

乾物質生產爲作物產量表現的基礎，兩者之間常有正相關關係存在；Evans [10] 認爲限制穀類作物產量的原因之一即爲開花後同化作用能方之强弱；在水稻方面 Takeda *et al.* [19] 曾報告每公頃乾物累積量可達 17t 以上，且改良品種（improved variety）抽穗後的乾重增加量高於舊品種，並可表現於穀粒產量。另一方面，穀粒充實所需之部份養分係自營養器官轉移而來 [22]，這種轉移固然有助於產量，但同時也可能導致植株之老化（monocarpic senescence）[11]，因此如何在穀類作物開花後，維持植株生理活性與乾物質分配效率間的平衡，是一項頗爲複雜的問題；Patrick [15] 即認爲生殖生長期間植物供源與積儲之間相互作用，影響乾物質生產能力，是決定產量的重要因子。氮素對作物生長及產量表現具有絕對的重要性，多數穀類作物開花後如能維持較高的氮素吸收與同化能力，即可保有較高的產量潛能 [17,20]；以水稻爲例，Angus *et al.* [8] 建議應於穀粒充實期間維持植株較高的氮素濃度，調和穀粒與營養器官間對氮素之競爭，方有可能可獲致高產。以往在臺灣地區進行期作性水稻產量差異之生理研究，也曾有報告指出第二期作水稻抽穗後根系活性快速衰退，是導致低產的重要原因之一 [5]

本所作物生理研究室近年來由擴大積儲容積觀點探討提高水稻產量的生理機制，發現部份大粒型

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1458 號。本試驗承行政院農業委員會補助部份經費，謹致謝意。

2.本所農藝系助理、助理與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

水稻品種營養器官與穀粒的氮素濃度顯著較一般栽培品種爲高，但產量偏低，也具有不同的氮素利用效率[4]，唯尚未瞭解穀粒充實期間光合成物質與氮素的供需關係，以及粒重的可能效應。在試驗過程中，爲求獲得理想的試驗材料，曾培育臺農67號品種之粒重型近同源系（near-isogenic line），進行爲期兩年四作之試驗，調查抽穗前、後之乾物質生產量與氮素累積量，解析穀粒充實期間的供源與積儲關係，並於期作間進行比較，以爲今後試驗之依據。

材料與方法

本試驗所使用之中粒型水稻栽培品種爲臺農 67 號，大粒型品種爲 Pegonil，千粒重分別爲 25g 左右及 40g 以上，又以前者爲輪迴親，經回交五次並自交四次〔BC-5(1)、(2)〕及回交六次並自交三次〔BC-6(1)、(2)〕之品系各兩個爲材料，其千粒重在 30—36g 之間；回交品系在回交與自交選育過程中，除著重千粒重較臺農67號高25%以上外，並以臺農67號爲準，注重一株穗數與一穗穎花數表現，以期育成具大粒特性之近同源系，供爲進行試驗之合宜材料。上述材料自1987年第一期作開始，至1988年第二期作爲止，連續兩年四作在臺灣省農業試驗所農場進行試驗，執行期間未再對回交材料進行任何選拔工作，成熟期分別收穫後，即於次作連續栽培。

各期作水稻栽培時之行株距均爲 30×15cm，採用單本植，小區面積在 3×6m 以上，重複四次，採用完全逢機區集設計。施用之肥料量均爲 N：P_2O_5：K_2O=150：58：90 kg/ha，其中氮肥 60kg/ha 與磷、鉀肥全量以基肥施用，其餘之氮素分兩次用爲追肥；栽培管理依慣行法爲之。

在各次試驗中，均自抽穗期間開始每間隔 7 日取樣一次，至成熟期爲止，每次取樣時自每小區逢機選取10株水稻爲樣品，成熟期則選取20株爲樣品；植株經區分爲葉片、莖稈與穗部後，使用送風乾燥箱以 100°C 烘乾 2 小時及 80°C 烘乾46小時後秤量乾物重，再以 Wiley mill 經40目篩磨粉，依 semi-micro Kjeldahl 法分析全氮濃度，用以計算各器官之氮素含量；成熟期並詳細調查產量及其構成要素。本報告僅包含抽穗期與成熟期之資料，有關穀粒充實全期之乾物質與氮素累積速率結果，將另行撰文發表。

所有試驗結果均經變方分析，品種及系統間差異達顯著水準者並以鄧肯氏多變域測定（Duncan's New Multiple Range Test）予以比較。

結　果

在兩年四作試驗中，臺農67號之千粒重爲 24.3—26.79g，大粒型品種Pegonil爲40.91—46.48g，以後者之變異較大；四個回交品系的千粒重在期作間雖有變異，但幅度最大者爲 30.48—36.80g（表 1），其他品系之變異係數並未超過臺農67號，且未表現一定趨勢，由於千粒重均在 30g 以上，顯示經多代栽培後，仍維持粒重型之特性。

在品種（系）穀粒產量比較方面，以臺農67號最高，Pegonil 最低，回交品系中，平均以 BC-6 世代優於 BC-5 世代，且產量與臺農67號相近，但未能超越（表 1）。於期作間比較，則第一期作較第二期作爲高，1988年第二期作產量極低，可能爲連續低溫影響之結果。一期作回交品系公頃產量在 5.5—6.5t 之間，二期作爲 3.5—6.5t, Pegonil 品種分別爲 4.3—4.5與 2.2—3.8t，顯示粒重型回交品系之產量表現已獲改良。

水稻抽穗及成熟期乾物累積量之調查結果列於表 2。就第一期作抽穗期全株乾重而言，Pegonil 品種均爲最低，每株僅及 26—28g，臺農67號爲 30—33g, BC-6 品系則最高可達 40g，其他回交品系亦與臺農67號相當；第二期作水稻抽穗期全株乾重顯著低於第一期作，但基因型間的表現趨勢則與第一期作完全相同。成熟期之乾物累積量除仍以臺農 67 號高於 Pegonil 外，回交品系亦顯示較大變異，以 BC-6 品系的乾物質生成量高而穩定，BC-5 品系則不如臺農 67號，尤以 1988年之差異最爲明顯。抽穗至成熟期間之全株累積乾物量亦列於表 2；除 1988 年第二期作外，品種（系）間及期作

Table 1. 1,000-grain weight (g) and grain yield (g/plant) of Tainung 67 and Pegonil rice varieties and their backcross strains cultured between the first crop of 1987 and the second corp of 1988.

Variety or Strain	First crop, 1987		Second crop, 1987		First crop, 1988		Second crop, 1988	
	Weight	Yield	Weight	Yield	Weight	Yield	Weight	Yield
Tainung 67	26.79 d*	27.2 a(6.04)**	24.43 e	23.3 ab (5.18)	24.61 c	28.5 a (6.33)	26.25 d	21.0 a (4.67)
Pegonil	46.33 a	19.7 c(4.38)	46.48 a	17.2 c (3.82)	41.14 a	21.1 b (4.69)	40.91 a	10.1 c (2.24)
BC-5(1)	33.43 c	28.4 a(6.31)	31.58 c	23.3 ab (5.18)	33.29 b	25.4 a (5.64)	33.97 bc	15.9 b (3.53)
BC-5(2)	36.00 b	25.1 b(5.58)	32.65 b	21.1 b (4.69)	35.43 b	25.4 a (5.64)	35.41 b	16.7 b (3.71)
BC-6(1)	33.47 c	27.0 a(6.00)	31.18 c	24.4 a (5.42)	34.04 b	26.7 a (5.93)	34.73 bc	19.2 ab(4.27)
BC-6(2)	33.43 c	26.3 ab(5.84)	30.48 d	22.7 ab (5.04)	36.80 b	29.2 a (6.49)	32.92 c	17.9 ab(3.98)

*Means with the same lettr within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.
**Numbers in parentheses are grain yield in t/ha.

Table 2. Some characters of dry matter accumulation at heading and maturity stages of Tainung 67 and Pegonil rice varieties and their bakccross offsprings cultured between the frist crop of 1987 and the second crop of 1988*

Crop Season	Genotype	Whole Plant Dry Weight (g) at			Ta/Tw	Ta/Gw	Gw/Tw
		Heading (Th)	Maturity (Tw)	Diff. (Ta)			
1st Crop 1987	Tainung 67	30.1 b**	55.4 a	25.3 a	0.46 a	0.93 a	0.49 b
	Pegonil	26.4 c	37.9 c	11.5 c	0.30 c	0.58 c	0.52 a
	BC-5(1)	37.1 a	57.8 a	20.7 b	0.36 b	0.73 b	0.49 b
	BC-5(2)	34.4 ab	47.6 b	13.2 c	0.28 c	0.53 c	0.53 a
	BC-6(1)	31.5 b	57.4 a	25.9 a	0.45 a	0.96 a	0.47 c
	BC-6(2)	33.9 ab	56.3 a	22.4 ab	0.40 ab	0.85 b	0.47 c
2nd Crop 1987	Tainung 67	24.3 a	43.9 a	19.6 a	0.45 a	0.84 b	0.53 a
	Pegonil	17.2 b	33.0 b	15.8 b	0.48 a	0.92 a	0.52 a
	BC-5(1)	24.9 a	45.5 a	20.6 a	0.45 a	0.88 ab	0.51 a
	BC-5(2)	26.2 a	41.9 a	15.7 b	0.38 b	0.74 c	0.50 a
	BC-6(1)	24.8 a	46.0 a	21.2 a	0.46 a	0.87 ab	0.53 a
	BC-6(2)	22.1 a	44.3 a	22.2 a	0.50 a	0.98 a	0.51 a
1st Crop 1988	Tainung 67	33.1 bc	54.0 b	20.9 b	0.39 ab	0.73 b	0.53 a
	Pegonil	28.0 c	39.1 c	11.1 d	0.28 c	0.53 c	0.54 a
	BC-5(1)	36.7 ab	53.2 b	16.5 c	0.31 c	0.65 bc	0.48 a
	BC-5(2)	36.1 ab	50.8 b	14.7 c	0.29 c	0.58 c	0.50 a
	BC-6(1)	35.7 ab	60.0 a	24.3 a	0.41 a	0.91 a	0.45 b
	BC-6(2)	40.5 a	62.1 a	21.6 b	0.35 b	0.74 b	0.47 a
2nd Crop 1988	Tainung 67	24.7 ab	43.1 a	18.4 a	0.43 a	0.88 a	0.49 a
	Pegonil	14.8 c	23.7 c	8.9 d	0.38 ab	0.88 a	0.43 b
	BC-5(1)	23.9 b	35.5 b	11.6 c	0.33 b	0.73 c	0.45 b
	BC-5(2)	25.8 ab	36.2 b	10.4 cd	0.29 b	0.62 d	0.46 b
	BC-6(1)	27.6 a	43.0 a	15.4 b	0.36 ab	0.80 b	0.45 b
	BC-6(2)	24.1 b	39.3 ab	15.2 b	0.39 ab	0.85 a	0.46 b

*Th: whole plant dry weight at heading; Tw: whole plant dry weight at maturity; Ta: dry matter accumulated after heading (Tw-Th); Gw: grain weight per plant; Ta/Tw: ratio of total dry matter accumulated after heading to total dry weight at maturity; Ta/Tw: ratio of dry matter accumulated after heading to grain weight; Gw/Tw: harvest index.
**Means with the same letter within each colume of an individual crop season are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

間的變化趨勢與成熟期全株乾重相同。臺農 67 號在穀粒充實全期的乾物生產量爲 18—25g，遠高於 Pegonil 品種之 8.9—15.8g，BC-6 品系在 1988 年二期作雖僅爲 15g 左右，但在其他年期可高達 21—26g，與臺農 67 號並無顯著差異。

抽穗後累積乾物量（Ta）與成熟期總乾重（Tw）之比值，以臺農67號最高而穩定，在0.39—0.46之間（表 2），而 Pegonil 品種的變域頗大（0.28—0.48），以第二期作的比值較高；四個回交品系中，仍以 BC-6 顯著高於 BC-5 品系，且較穩定，但均表現相同的期作性差異，即第二期作時之比值高於第一期作；二期作之絕對乾物生成量雖然不如一期作，但抽穗後之相對生成量卻顯著較高。抽穗後乾物累積量與穀粒產量（Gw）之比值與穀粒產量並無一定相關，但高產之臺農 67 號與 BC-6 品系之比值較高，除少數例外，均在0.80以上，最高並可達0.98（表 2）；Pegonil 品種在一期作之 Ta/Gw 比值較低（0.60以下），第二期作卻高達 0.88—0.92，有明顯的期作性差異；兩個 BC-5 品系的表現較不一致，但平均低於 BC-6 品系，且亦以二期作高於一期作。收穫指數（harvest index, HI）以 Gw/Tw 表示（表 2），綜合各基因型及各期作結果，HI 在0.43—0.54之間，仍以栽培品種臺農67號最高及穩定，其值爲0.49—0.53；大粒種 Pegonil 在1988年二期作僅爲 0.43，但在其他期作則高達0.52—0.54；回交品系 BC-5 之乾物及穀粒產量雖不及 BC-6 品系，唯收穫指數則相近或較高，換言之，BC-6 品系的乾物質分配效率較爲低落。

參試各水稻材料植株器官之氮素濃度示於表 3。抽穗期之葉片氮素濃度恆以 Pegonil 品種最高，介於 2.55—3.19%之間，臺農 67號與回交品系間除 1988年第二期作以外，多無顯著差異，在 2.01—2.59%之間。成熟期葉片氮素濃度明顯下降，多在 1 %以下，降幅並以大粒型之 Pegonil 品種最爲顯

Table 3. Concentration (%, dry basis) of N in different plant organs of Tainung 67 and Pegonil rice varieties and their backcross offsprings cultured between the first crop of 1987 and the second crop of 1988

Crop Season	Genotype	Leaf Blade N		Culm N		Panicle N
		Heading	Maturity	Heading	Maturity	Maturity
1st Crop 1987	Tainung 67	2.36 b*	0.86 a	0.66 b	0.49 ab	1.05 b
	Pegonil	2.79 a	0.94 a	1.17 a	0.55 a	1.41 a
	BC-5(1)	2.22 b	1.03 a	0.72 b	0.53 a	1.10 b
	BC-5(2)	2.07 b	0.99 a	0.61 b	0.43 b	1.00 b
	BC-6(1)	2.31 b	0.88 a	0.69 b	0.49 ab	0.96 b
	BC-6(2)	2.01 b	0.92 a	0.64 b	0.44 b	0.99 b
2nd Crop 1987	Tainung 67	2.13 b*	0.90 bc	0.56 b	0.47 b	1.09 bc
	Pegonil	2.55 a	1.06 a	0.93 a	0.60 a	1.33 a
	BC-5(1)	2.10 b	1.07 a	0.58 b	0.52 ab	1.14 b
	BC-5(2)	2.02 b	0.76 d	0.54 b	0.54 ab	1.08 bc
	BC-6(1)	2.03 b	0.80 cd	0.56 b	0.46 b	1.02 c
	BC-6(2)	2.06 b	0.95 ab	0.54 b	0.54 ab	1.08 bc
1st Crop 1988	Tainung 67	2.33 b	0.99 a	0.69 b	0.55 a	1.04 b
	Pegonil	2.59 a	0.91 a	0.90 a	0.54 a	1.48 a
	BC-5(1)	2.12 b	0.99 a	0.74 b	0.48 a	1.11 b
	BC-5(2)	2.18 b	0.87 a	0.73 b	0.46 a	1.05 b
	BC-6(1)	2.30 b	0.99 a	0.65 b	0.46 a	1.11 b
	BC-6(2)	2.07 b	0.98 a	0.66 b	0.45 a	0.94 c
2nd Crop 1988	Tainung 67	2.58 b	1.13 b	0.80 b	0.58 b	1.22 b
	Pegonil	3.19 a	1.49 a	1.62 a	0.95 a	1.84 a
	BC-5(1)	2.31 c	1.08 b	0.80 b	0.64 b	1.11 c
	BC-5(2)	2.26 c	1.18 b	0.74 b	0.59 b	1.33 b
	BC-6(1)	2.26 c	0.98 c	0.71 b	0.48 c	1.29 b
	BC-6(2)	2.27 c	1.00 c	0.72 b	0.55 b	1.16 bc

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

著，1988年二期作之結果有異，成熟期葉片氮素濃度在1％以上，Pegonil 品種更高達1.49％，同期作乾物質與穀粒產量均低，情況較爲特殊。

抽穗期莖稈氮素濃度之表現極爲單純，各期作均以 Pegonil 品種最高（0.90—1.62％），臺農67號與回交品系較低（0.54—0.80％），且同一期作內之相互間差異未達顯著水準（表3）。成熟期莖稈氮素濃度亦有下降，但與抽穗期之濃度比較，臺農67號及回交品系之降幅多在30％左右，Pegonil之降幅最低爲40％，最高爲53％，亦即此一大粒型品種在穀粒充實期間，營養器官氮濃度的下降較爲顯著。

成熟期水稻穗部含氮濃度與營養器官的表現相似，仍以 Pegonil 品種之1.33—1.84％最高，臺農67號爲1.04—1.22％，四個回交品系則與臺農67號相似。期作性差異並不明顯，但1988年第二期作之濃度特別高，尤以 Pegonil 與臺農67號最爲突出。

經由計算水稻植株乾物重及氮素濃度的乘積，所得氮素含量之結果列於表4。就抽穗期之全株氮素累積量（Nh）而言，第一期作均超過 375mg，平均較二期作高 150mg以上，期作性差異極爲明顯。第二期作時，品種及品系間的差異並不顯著，1987年約在 240—275mg 左右，而1988年之乾物量雖低，但因氮素濃度高，各參試水稻單株含量超過1987年，介於 300—350mg 之間。一期作之含量亦以1988年較高，均在 400mg 以上，Pegonil 與臺農67號間差異不大，四個回交品系的含量亦相接近。

Table 4. Some characters of nitrogen accumulation at heading and maturity stages of Tainung 67 and Pegonil rice varieties and their backcross offsprings cultured between the first crop of 1987 and the second crop of 1988*

Crop Season	Genotype	Whole Plant N content (mg) at			Na/Nt	Na/Ng	Ng/Nt
		Heading (Nh)	Maturity (Nt)	Diff. (Na)			
1st Crop 1987	Tainung 67	375.8 b**	459.7 ab	83.9 a	0.18 a	0.27 a	0.67 b
	Pegonil	419.6 ab	403.5 b	—	—	—	0.73 a
	BC-5(1)	462.5 a	523.2 a	60.7 b	0.12 b	0.17 b	0.67 b
	BC-5(2)	391.0 b	396.7 b	5.7 c	0.01 c	0.02 c	0.71 a
	BC-6(1)	391.0 b	448.5 ab	57.5 b	0.13 b	0.21 b	0.62 b
	BC-6(2)	384.5 b	442.6 ab	58.1 b	0.13 b	0.21 b	0.63 b
2nd Crop 1987	Tainung 67	264.5 a	386.1 ab	121.6 b	0.32 b	0.45 b	0.71 a
	Pegonil	253.6 a	351.7 b	98.1 b	0.28 b	0.40 c	0.70 a
	BC-5(1)	273.7 a	427.7 a	154.0 a	0.36 a	0.54 a	0.68 a
	BC-5(2)	272.4 a	364.7 b	92.3 b	0.25 b	0.37 c	0.69 a
	BC-6(1)	261.4 a	378.6 ab	117.2 b	0.31 b	0.43 bc	0.72 a
	BC-6(2)	239.6 a	398.1 ab	158.5 a	0.40 a	0.59 a	0.68 a
1st Crop 1988	Tainung 67	428.6 ab	481.8 a	53.2 b	0.11 a	0.17 b	0.67 b
	Pegonil	418.8 b	447.6 b	28.8 c	0.06 b	0.08 c	0.77 a
	BC-5(1)	467.3 a	487.0 a	19.7 c	0.04 b	0.06 c	0.68 b
	BC-5(2)	458.2 a	434.9 b	—	—	—	0.70 b
	BC-6(1)	442.7 a	530.0 a	87.3 a	0.17 a	0.25 a	0.65 bc
	BC-6(2)	477.1 a	501.4 a	24.3 c	0.05 b	0.08 c	0.62 c
2nd Crop 1988	Tainung 67	349.0 a	436.4 a	87.4 a	0.20 a	0.31 a	0.65 a
	Pegonil	326.0 a	347.7 b	21.7 c	0.06 c	0.11 c	0.59 b
	BC-5(1)	306.6 ab	332.2 b	25.6 c	00.8 c	0.14 bc	0.57 b
	BC-5(2)	332.4 a	382.2 ab	49.8 b	0.13 b	0.21 b	0.63 a
	BC-6(1)	331.4 a	416.5 a	85.1 a	0.20 a	0.30 a	0.69 a
	BC-6(2)	296.8 b	364.3 ab	67.5 ab	0.19 a	0.29 a	0.64 a

*Nh: whole plant N at heading; Nt: whole plant N at maturity; Na: N amount accumulated after heading (Nt-Nh); Ng: grain N per plant; Na/Nt: ratio of N accumulated after heading to total N at maturity; Na/Ng: ratio of N accumulated after heading to grain N; Ng/Nt: harvest N index.

**Means with the same letter within each column of an individual crop season are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

成熟期之含量與抽穗期比較，多呈現增加趨勢，並均以 Pegonil 最低，臺農67號及回交品系間差異並不明顯；一般而言，仍以第一期作含量高於二期作含量（表4）。水稻於抽穗後之單株累積氮量未能顯示一定的品種或期作性變異；臺農67號的增加量最穩定，介於 53—120mg 之間，有二期作較高的傾向；大粒型品種 Pegonil 在1987年一期作並無淨累積，1988年一期作亦僅爲 29mg，而二期作則爲22與 98mg；回交品系 BC-5(1) 在1987年之累積量高達 60—154mg, 1988年却只在 30mg 以下，顯示極大的變異性；兩個 BC-6 回交品系較爲穩定，穀粒充實期間多能維持較高的累積氮素能力。

水稻抽穗後植株新增氮素含量（Na）佔成熟期總含量（Nt）之比值列於表4；臺農67號在兩個年份之一期作分別爲 0.18 與 0.11，二期作爲0.32與0.20，Pegonil 品種在1987年一期作無淨累積，1988年亦不過 0.06，可知臺農 67號較 Pegonil 爲高，且二期作顯著高於一期作。四個回交系統也有相似的表現，例如1987年第二期作高達0.25—0.40，同年一期作僅爲0.01—0.13。各品種及品系抽穗後累積氮量與穀粒含氮量（Ng）之比值以1987年二期作最高，臺農67號爲 0.45，Pegonil 爲0.40，兩者差異達顯著水準，四個回交品系爲 0.37—0.59，其中 BC-5(1) 與 BC-6(2) 並顯著較兩親本爲高。唯上述高比值與基因型間的差異並未能見於其他期作，例如1988年二期作之數值介於0.11—0.31之間，已明顯低於1987年二期作之結果，但平均仍較一期作之比值（最高爲0.27）爲高（表4）。水稻氮素收穫指數（harvest N index, HNI）以 Ng/Nt 表示，同一品種或品系之比僅在期作間尚稱穩定，除仍以1988年第一期作表現特殊外，一般以 Pegonil 品種最高（0.70—0.77），兩個 BC-6 品系在第一期作爲0.62—0.65，略有偏低傾向；臺農67號在四個期作的氮素收穫指數爲0.65—0.71，變異最小。1988年第二期作因受稻穀產量低落影響，Pegonil 品種與兩個 BC-5 品系之氮素收穫指數亦大幅下降，前者僅爲0.59，後者在0.57—0.63之間（表4）。

討　論

在進行不同粒重水稻品種生理性狀差異的研究時，多數學者所採用材料之遺傳背景完全不同，使解析試驗結果時應考慮的因素趨於複雜[2]，本試驗所使用的臺農 67 號大粒型近同源系，因與臺農 67 號具有極相近的遺傳組成，在研判粒重對產量生理表現之效應方面，應屬理想材料。水稻粒型爲極穩定的品種特性[14]，爲一數量性狀，其遺傳行爲複雜，變異性主要由累加性變方支配[2,16]，培育同源系原屬不易，但因水稻粒重之狹義遺傳率頗高[3]，選拔易具效率，本所遺傳研究室培育同源系的初步結果頗爲良好[2]，本試驗因而用爲材料。經過兩年四期作之田間栽培，其間未經任何選拔，世代由 BC-5/F-4 及 BC-6/F-3 分別進展至 BC-5/F-7 及 BC-6/F-6，千粒重仍能維持於 30—36g 之間（表1），與早期選拔指標符合[2]，雖於期作間亦有變異，但變異係數並不高於臺農 67號，顯示粒重性狀已極穩定，應可用爲進行生理研究之材料。

在實際生產方面，大粒型水稻品種 Pegonil 並不具經濟價值，但經改良之臺農 67號近同源系在兩年四作試驗中，穀粒產量均顯著較 Pegonil 品種爲高（表1），顯示粒型與產量間之關係並非一定。如與臺農67號比較，則回交品系之產量與穩定性仍然稍遜，一方面表示其產量潛能不如理想，另一方面顯示可能對環境的適應性不如臺農67號。由於在本省中部地區條件下，葉片供源能力並不爲產量限制因子[21]，而部份粒重型品種因具較高的單位葉面積生產穀粒能力[12]與穀粒充實速率[16]，被認爲可經由增大積儲容積而達增產目的[13]。與低產之 Pegonil 品種比較，本試驗中之回交品系產量潛能已有極大改善，但仍未具應用價值，究其直接原因，爲單位面積充實粒數較低，無法由增加粒重彌補並進而大幅提高產量（資料未列出），唯有關內在生理機制方面，如乾物質生產與分配，及氮素營養與供需關係，仍無報告可爲依據，因此有必要加以探討。

水稻抽穗後光合物質生產量佔成熟期總乾物量之值（Ta/Tw），日本方面的報告爲0.29[19]，國內的報告爲一期作0.26與二期作 0.31[1]，數值均低；本試驗所得結果雖然較高，比值最高亦不超過

0.50（表1），由於水稻之乾物收穫指數常在0.5左右或以上，因此顯示抽穗後之乾物質生產似不足以供應穀粒充實之需；事實上，依據翁與陳[1]的報告，一期作抽穗後之乾物生產量僅爲穀粒重之51%，二期作爲67%，本試驗之比例最高可達98%，一般亦在80%以上(表1)，似較符合穀粒充實所需乾物質以抽穗後之現行同化作用（concurrent assimilation）爲主之理論[9]。由於在禾本科作物近成熟期計量乾物重時，常因基部葉片及葉鞘枯萎，以致造成取樣損失而低估，解析資料時尤需謹愼[9]，因此推測本試驗中具高 Ta/Gw 值之案例（如臺農67號），在抽穗後之植株同化作用與穀粒積儲需求間應有一平衡關係；但對大粒品種 Pegonil 與部份回交品系而言，此一平衡關係不一定存在，可能由於乾物質生產量不足（低 Ta/Gw 值；如 Pegonil 品種與 BC-5 品系）或分配效率不佳（低 HI 值；如 BC-6 品系）而使穀粒產量低落。

綜合以上所述，推測大粒型品系產量未能大幅提高的部份生理原因，爲抽穗後之乾物生產量不足或分配效率較差，前者與光合成能力有關，後者受供源—積儲關係影響，均爲複雜現象，但由於兩者同受氮素營養所作用，值得予以深入探討。抽穗期葉片氮素濃度以 Pegonil 品種最高，臺農67號與回交品系較低，且相互間亦無差異（表3）；1988年一、二期作曾測量葉面積指數（LAI）與比葉重（specific leaf weight, SLW），其中一期作抽穗期之部份資料如下：

性狀	臺農67號	Pegonil	BC-5(1)	BC-6(1)
葉面積指數	5.40	4.66	3.85	4.71
比葉重 (mg/cm^2)	4.74	4.87	5.97	6.02
葉含氮量 (g/m^2)	1.10	1.26	1.26	1.39

1988年二期作亦有相同趨勢，即臺農67號葉面積指數高，葉片含氮量低；回交系統比葉重及葉片含氮量均高，但 BC-5 品系葉面積指數偏低；Pegonil 品種於抽穗兩週以後，葉片葉綠素及可溶性蛋白質濃度大幅降低，表示活性下降，有別於臺農67號[7]。依據 Sinclair and Horie[18] 的報告，水稻葉片含氮量在 0.5—1.5g/m^2 之間時，與光合速率成正比；本試驗中 BC-6 品系之葉面積指數與葉含氮量均高，可能與乾物生產量較高有關，BC-5 品系則可能受限於葉面積指數。Pegonil 品種除抽穗後葉片活性快速降低，且葉片立體結構使田間透光度（light transmission ratio）不佳[7]，應爲乾物質生產能力偏低的主要原因。此一解釋並可由 Pegonil 品種穀粒氮素濃度特高（表3）及抽穗後葉片氮素濃度與含量降幅最鉅（表3、4）得到證明。

第一期作水稻抽穗與成熟期植株之氮素含量均超過第二期作水稻，但就穀粒充實期間之累積量及所佔成熟期總累積量之比值而言，却均以二期作爲高（表4），與本研究室以往以單一分蘖爲單位的試驗結果迥異[21]，可能爲使用之品種及取樣單位不同所致；但無論如何，第二期作水稻抽穗後所同化之相對氮量較多，及穀粒充實較不依賴再轉移性氮素（具有較高的 Na/Ng 值）兩個現象，一方面有待採用更多的品種在更多的地區予以試驗認定，另一方面則由於第二期作之稻穀產量仍明顯低於一期作，因此有必要對其產量生理上的意義加以探討。

穀粒充實所需氮素可由根部吸收及營養器官再轉移獲得供應，但後者同時促使植株發生老化作用，所以如何在滿足充實需要及維持植株生理活性之間得到平衡，是決定產量的重要因子[11]。本試驗四個期作中，三個期作植株抽穗後所吸收氮素量均不及成熟期總含量之20%，或僅爲穀粒含氮量之30%以下，而較高之1987年二期作亦不過25—40%與37—59%（表4）顯示抽穗後水稻全株生理活性之必要固不容忽視，但植株如能於抽穗期累積較高的乾物質及氮素含量，對維持產量仍極爲重要，經由相關分析（資料未列出）亦發現，穀粒產量與抽穗期及成熟期植株總乾重與總氮含量之間相關均達極顯著水準。但另一方面，穀粒產量與 Na/Nt、Na/Ng 與 Ng/Nt 間的相關，如以六個品種（系）

及四個期作資料合併分析，均未達顯著水準，如去除大粒型品種 Pegonil 與受低溫影響之1988年第二期作資料後再予分析，則均爲顯著之負相關，亦即抽穗後累積氮素量對產量的重要性不及抽穗前累積者，這種利用臺農67號及其粒重型近同源系分析所得之結果，與一般認爲抽穗後應維持較高氮素同化作用的理論[5,11,17]不符，其代表性及含義尚有待探討。

綜合本試驗及以往之試驗[4,6,7]結果，認爲大粒型品種 Pegonil 的氮素代謝及供需關係與臺農67號有異，但經回交選育所得臺農67號粒重型近同源系之表現已趨近臺農67號。第一期作之稻穀產量雖高於二期作，但抽穗後累積之氮素量略低，穀粒充實對抽穗前預貯性氮素的依賴度較高，其與產量的關係及生理上的解釋，仍需進一步的研究予以判明。

引用文獻

1. 翁仁憲、陳清義。1984。臺灣水稻之光合作用、物質生產及穀實生產特性。I. 第一、二期作水稻之物質生產與穀實生產特性。中華農學會報 125：4—13。
2. 郭益全、張德梅。1985。水稻臺農67號大粒 isogenic 系統之育成初報。中華農業研究 34：402—409。
3. 郭益全、劉 清。1986。大粒水稻之遺傳研究II. 穀粒性狀之遺傳。中華農業研究 35：401—412。
4. 張富洲、郭益全、劉大江。1989。水稻粒重變異與植株氮素濃度、利用效率及產量之關係。中華農學會報新145：32—44。
5. 賴光隆。1979。水稻根羣形成的特性與活力之診斷。刊載於「臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集」（謝順景、劉大江主編）。行政院國家科學委員會出版，臺北市。
6. 魏夢麗、郭益全、劉大江。1988。水稻粒重變異與產量及相關生理性狀間關係之研究。中華農學會報 142：26—41。
7. 魏夢麗、張富洲、劉大江。1989。不同粒重水稻品種葉片形態與氮素代謝性狀差異比較。中華農業研究（排印中）。
8. Angus, J. F., M. Sudjadi, C. F. de St. Groth, Hadiwahyono, N. Sri Mulyani, A. M. Damdam and R. Wetselaar. 1987. A simulation model of nitrogen response of irrigated rice. In: Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
9. 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.
10. Evans, L. T. 1972. Storage capacity as a limitation on grain yield. In: Rice Breeding. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
11. Feller, U. 1986. Proteolytic enzymes in relation to leaf senescence. In: Plant Proteolytic Enzymes (M. J. Dalling, ed). Vol. II. CRC Press, Boca Raton, Florida.
12. International Rice Research Institute. 1987 Annual report for 1977 pp. 13-19. Los Banos, Philippines.
13. Lafitte, H. R. and R. L. Travis. 1984. Photosynthosis and assimilate partitioning in closely related lines of rice exhibiting different sink: source relationships. Crop Sci. 24：447-452.
14. Murata, Y. and S. Matsushima. 1975. Rice. In: Crop Physiology-Some Case Histories(L. T. Evans, ed.). Cambridge Univ. Press, London.
15. Patrick, J. W. 1984. Carbon partitioning. In: Control of Crop Productivity (C. J. Pearson, ed.). Academic Press, New York.
16. Saahara, T., M. takahashi and M. Kambayashi 1982. Studies on structure and function of the rice ear. III. Final ear weight, at the maximum increasing period of ear weight. Japan J. Crop Sci. 51：18-25.
17. Sinclair, R. R. and C. T. de Wit. 1975. Comparative analysis of photosynthate and nitrogen requirement in the production of seeds by various crops. Science 189：565-567.
18. Sinclair, T. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and Crop radiation use efficiency:

A review. Crop Sci. 29 : 90-98.

19. Takeda, T., M. Oka and W. Agata. 1980. Characteristics of dry matter and grain production of rice cultivars in the warmer part of Japan. I. Comparison of dry matter production between old and new types of rice cultivars. Japan J. Crop Sci. 52 : 229-306.
20. Tsai, C. Y., D. M. Huber and H. L. Warren. 1980. A proposed role of zein and glutelin as N sinks in maize. Plant Physiol. 66 : 330-333.
21. Wei , M. L., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J . Liu . 1982. Physiological studies of rice tillers . I. Partition of dry matter, nitorgen and total nonstructural carbohydrates during grain-filling. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC (A) 6 : 190-196.
22. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 23 : 437-464.

Status of Dry Matter and Nitrogen Accumulation of Tainung 67 Rice Varieties and Its Near-Isogenic Lines with Higher Grain Weight [1]

F. C. Chang, M. L. Wei and D. J. Liu[2]

Summary

The large-grain variety, Pegonil, medium-grain variety, Tainung 67 and four near-isogenic lines of the latter with higher 1,000-grain-weight (30—36g) were included for field experiments from the 1st crop of 1987 and the 2nd crop of 1988. Status of dry matter and N accumulation at heading and maturity was studied. The purpose was to analyze the differences in contribution parameters of post-heading accumulation to grain yield. Experimental results indicated that grain yield of Tainung 67 was consistently higher than that of Pegonil. Near-isogenic lines showed stability in their grain weight, with grain yield similar to but not higher than that of Tainung 67. Dry matter accumulated after heading of Tainung 67 accounted for 40% of total dry weight at matuity. and the ratio was stable across the four crop season tested. The ratio was lower for Pegonil variety and the near-isogenic lines and was positively correlated to grain yield within crop season. The fact that dry matter produced after heading was lower than grain yield indicated significant retranslocation of photosynthate from vegetative organs to the developing grains. Harvest indexes of all rice materials were above 0.45. However, differences among genotypes existed as BC-6 lines, which were high in dry matter production, were low in partition efficiency in diverting dry matter to the grains. N concentrations in the leaf blade, culm and grain were significantly higher for Pegonil than for Tainung 67. The near-isogenic lines, despits their higher grain-weight, were similar in N concentration to their recurrent parent Tainung 67. Amount of N acquired after heading (Na), and the ratio of Na to total N present at maturity (Nt), were lower for the 1st than for the 2nd crop rice, and lower for Pegonil variety. In average, Na accounted for only 40% of the N present in the grain, which suggested the dependency of grain-filling on N accumulated before heading. In general, status of N assimilation and utilization by the four near—isogenic lines with higher grain—weight resembled to that of Tainung 67 with lighter grain-weight. The physiological explanation of the importance of N retranslocation to grain yield remained to be clarified.

1. Contribution No. 1458 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported in part by grants from the Council of Agriculture, Executive Yuan, R. O. C.

2. Respectively, Research Assistant, Research Assistant and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）38(2)：167～178 (1989)

氮肥、有機肥料及矽酸爐渣對稻米品質及產量之影響[1]

陳 一 心[2]

摘要 本試驗利用臺農68號及67號（對照）二品種探討氮肥用量及有機肥料，影響稻米品質及產量變化情形。於民國74年第二期作及75年第一期作在嘉義分所溪口農場進行。米質理化學特性上，僅在第一期作臺農68號品種之直鏈性澱粉含量較高，而第二期作兩品種間差值不大，期作間差異以第二期作含量較高。施用有機肥料造成第一期作粗蛋白質含量在各處理間差異顯著，第二期作則無此現象，並且施用後可提高白米率，變化直鏈性澱粉含量；而以施用穀殼之處理區所提高產量之表現較爲突出。

採用食味官能品評方式，進行食味等級檢定，發現施用有機肥料後，食味被評於「不好」的機會較少。增加氮肥用量對臺農67號，食味之影響較對臺農38號之影響少，臺農68號卻似氮肥少施則食味較佳；推測臺農68號栽培管理效應較爲敏感。

農業科技的進步，解決了不少作物生產上所遭遇的難題與限制，克服許多挑戰而能日新月異。因此臺灣稻作生產在育種技術發展下，由品種改良及栽培技術的改善，稻米單位面積產量逐年增加，生產供應更加穩定，以致生產與消費失去均衡導致庫存過多。爲此政府爲解決水稻生產過剩問題，除推行稻田轉作政策來減少生產面積之外；並鼓勵生產高品質食米，用以提昇產品價值，使消費者及生產者各蒙其利。然而決定稻米品質高低之因素頗多 (5) ；品種特性不能以人爲改變之外，其他諸如栽培技術、生產管理或產品調制與貯存等，似均能影響稻米品質之高低。以往本省對稻米品質之改進技術之研究不多，據日人研究 (7) ；認爲水田施用堆肥能改善土壤生產力，促使根羣周邊土壤之還原狀態持續維持，而增進水稻之生長；加上堆肥使土壤團粒結構含有中性土壤鹽基量較多，除能幫助生育調整外，對米粒充實過程亦有助益，食味亦可得若干程度之改善。另有某些學者 (2) 提出矽酸或熔磷對米質之改善有幫助。

氮肥施用方式（用量與分施法）對品質之影響，據日人 (7) 研究結果，採用「基肥重點」施肥方式時，米質較傳統後期施重肥方式爲佳；並認爲應儘量避免孕穗時即穗頸分化期之階段追施氮肥，否則米粒內氮含量百分率雖會提高，但米粒澱粉顆粒受含氮量之增加而呈細粒化，造成在乾燥過程中，水份散失時透滲均度不齊一易生胴裂米粒。而貯存時因其易吸濕性之關係貯存性不佳，脂肪酸度容易增加，使食味低下。故而提倡施用有機肥料如堆肥等，即泛稱「有機農業」之栽培手段，生產高品質稻米。

本研究擬探討之主題爲如何以有機肥料與氮肥不同施用量之栽培技術來維持米質在某一水準之上，從不同處理項下之表現，了解稻米品質受不同栽培方式所造成影響與變化，以尋求本省嘉義地區欲

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1459 號。本計畫承行政院農業委員會補助，謹致謝意。

2.本所嘉義農業試驗分所副研究員兼農藝系主任。臺灣省 嘉義市。

獲得較高品質稻米之施肥管理技術。

材料與方法

(一) 試驗材料：

以本分所育成良質米契作指定品種臺農68號，與目前種植面積較多的推廣品種臺農67號，爲供試品種。所用有機肥有：1.粗穀殼。2.鴨糞與稻稈（比例不知）混合腐熟堆肥。3.中鋼產製水冷式煉鋼爐渣粉末（含氧化矽 SiO_2）等三種。

(二) 試驗方法：

1.參試處理組合：

按下列有機肥種類及氮肥（成品爲硫酸銨）施用量完全組合成12種參試處理。各處理代號如下：

a. 氮肥施用量有 3 個變級（磷肥及鉀肥按照一般慣用量施用）爲：

N 1 ：第一期作每公頃60公斤、第二期作50公斤。

N 2 ：第一期作每公頃120公斤、第二期作100公斤。

N 3 ：第一期作每公頃180公斤、第二期作150公斤。

b. 有機肥、矽酸爐渣及對照處理共 4 項。

T 1 ：施用穀殼每公頃30公噸。

T 2 ：施用堆肥每公頃30公噸。

T 3 ：施用煉鋼爐渣每公頃1.5公噸。

C K ：不施用任何有機肥。

2.試驗田區設計：

以氮肥爲大試區，有機肥種類爲中區，品種爲小區之三重裂區設計，三重複，每一小區面積約10平方公尺，各品種小試區內種植 8 行，每行26株，行株距爲30公分×15公分，共有208株。

3.田間管理及調查取樣方式：

有機肥於整地後種植前均勻施於各試區，同時以臺肥39號複合肥料每10平方公尺 0.2公斤基肥，剩餘氮肥按照所需使用量，視生育狀況施用追肥，一般各次施追肥間隔，一期作在插植後15天至20天，二期作約10天至15天，共分三次施用。並於分蘗盛期與收穫前，每小區逢機選取 5 個定點，每定點 4 株共20株，作爲調查樣本。

(三) 調查項目：

1.每小試區調查株高 5 株，分蘗數20株。

2.小區產量調查 200欉，以淨穀重表示（單位：公斤／10平方公尺）。

3.稻米碾米品質及理、化學特性分析與米飯官能品嚐，以 100C. C. 燒杯中白米20克及水23克（1.15倍），浸泡30分鐘後蓋上鋁鉑紙，放於電鍋蒸煮。每次品嚐以同品種相同氮肥用量或有機肥料處理之稻米當作試樣同時品評，以比較其處理間差異。碾米品質包含「白米率、完整米率（以白米量爲基礎）、米粒外觀含心白、腹白、背白、透明度」等項，及理化學特性如擴散程度、直鏈性澱粉含量（amylose content換算基礎爲12%水分之乾物重），粗蛋白質含量（實測重量爲基礎，水分含量爲12%）與膠體軟硬度等均委託臺中區農業改良場米質分析研究室測定。

(四) 田間調查：

74年二期作於 8 月 8 日插秧，11月25日收穫，75年一期作於 1 月17日插秧， 6 月17日收穫，74年二期作於插秧後30日開始第 1 次調查，約在10月中旬齊穗；並於收穫前 7 日再作株高與

穗數調查。75年一期作因初期生育較遲緩於4月7日（插秧後68天）第1次調查，自5月9日至15日各試區齊穗，同樣於收穫前7日，調查株高穗數。

（五）食味官能檢定方法：

食味官能品評人員由本分所水稻研究同仁男女各半共六人組成，按照日本穀物檢定協會所採用食味官能評分方法進行但品評結果僅限於入口品質，即總合評價之評分值（score）。以同一氮肥量下3個有機肥試區及對照區爲同次檢定試樣，或是相同有機肥施用下三種不同氮肥用量試區所採試樣進行品評。每次品評加入來自田間另行種植同一品種爲對照標準品共同品評計分，每個試樣得到－2至＋2評分值（score），尺度（scale）爲0.5，負值愈大表示口味不佳，另外本統計方法按下列日本食糧廳統計方法，進行結果分析：

1.依據同一組的所有品評員，對各參試樣品的總評累計求出該組總合，定爲S。

2.各組內不同品評員對同一樣品所評值之最大值與最小值之差距定爲範圍（R）。

3.累計各組之 S 與 R，即有ΣS與ΣR。

4. ΣR之平均值求算$\bar{R}=\Sigma R/$組數×參試樣品數。

5.總合 S 之標準偏差值爲 $s=\bar{R}\times 1/d^2$

公式內之 $1/d^2$ 值，按下表所列之 $1/d^2$ 之值查表後代入。

品評員人數（n）	每組人數	$1/d^2$
12	2	0.886
18	3	0.590
24	4	0.486
30	5	0.430
36	6	0.395
42	7	0.370
48	8	0.351

註：固定分爲6組。

6.各參試樣品之平均值$\bar{X}i$及平均值標準偏差Sx

$\bar{X}i=\Sigma S/n$, $Sx=S/\sqrt{n}$, n：品評員人數。

7.各試料平均值P＝95%下之信賴區間I值

$I=\bar{X}\pm Q$, $Q=t(df)*S\bar{x}$

8.結果的判定

（1） I 值介於正與負之間，包含0時與基準品相當。

（2） I 值比0爲大時，正值範圍即比基準對照品爲優，反之負值時爲劣。

結果與討論

參試兩品種之株高及分蘖數二性狀試驗結果經變方分析後列於表一，無論第一及第二期作，皆隨氮肥施用量之增加而正比例增加；三種有機肥料對株高表現與分蘖數（穗數）之影響概述於下：

一、株高性狀方面：

一期作：

1.生育初期相同氮肥用量下施用谷殼者較矮。

表一、氮肥及有機肥對農藝性狀之影響賽方分析結果（以均方值表示）

Table 1. Analysis of variance of plant height and tiller number (in mean square value)

變因 S. O. V.	自由度 d. f.	株高 Plant Height				分蘖數 Tiller Nusber			
		75 I 初期 Tillering	75 I 後期 Harvest	74 II 初期 Tillering	74 II 後期 Harvest	75 I 初期 Tillering	75 I 後期 Harvest	74 II 初期 Tillering	74 II 後期 Harvest
區集 Block	2	168.49	40.35	29.66	77.89	4.41	7.61	2.17	14.25
氮肥 Nitrogen (N.)	2	85.94	111.29	195.01	338.89	20.28	13.13	50.76	37.79
主區機差 Error I	4	7.14	29.30	4.49	40.88	2.79	3.32	6.79	3.25
有機肥種類 Organic (O.)	3	299.3	308.32	36.54	280.80	8.15	2.04	15.09	5.71
一次交感 N. ×O.	6	1.82	8.81	8.52	9.85	1.65	2.73	3.04	1.04
副區機差 Error II	18	9.01	16.82	6.91	7.61	2.17	0.97	3.10	0.54
品種 Variety (V.)	1	28.12	54.78	13.52	189.80	2.88	0.13	0.08	4.69
一次交感 V.×N.	2	8.83	1.05	10.30	0.10	2.28	3.69	0.29	0.18
一次交感 V ×O.	3	3.46	3.00	3.50	3.17	4.45	1.90	3.31	1.26
二次交感 V ×N.×O.	6	7.71	7.36	3.96	5.06	0.31	1.41	0.90	0.78
小因機差 Error	24	6.38	7.40	4.50	4.62	0.52	0.80	2.32	0.40
總計 Total	71	26.25	28.01	13.09	33.47	2.38	1.91	4.56	2.44

**：1%顯著水準significant level　　*：5%顯著水準significant level

2. 在堆肥或爐渣兩處理與對照處理間差異不顯著，增施氮肥可增加株高，而施用穀殼者效應不明顯。
3. 生育後期表現，反而以施用穀殼處理區比其他處理區來得高，而其氮肥效應卻與生育初期之表現相反，不同氮肥用量間之株高反應斜率，較爲明顯成線性增加關係。

二期作：

1. 穀殼處理區之株高表現與一期作時相似，較另外二種有機肥處理爲矮；綜合三種氮肥用量下，以施用堆肥者較高。
2. 氮肥及有機肥之效應表現與一期作不同，當增加氮肥量時，施用矽酸爐渣者交感效應較不顯著。
3. 氮肥與堆肥間交感作用，以株高增加方向之交感效應較其他二種有機肥處理區爲大。

三、分蘖數性狀方面：

一期作：

1. 二品種對氮肥肥效相同，生育初期增施氮肥可促進分蘖產生。
2. 臺農67號有機肥施用區，分蘖數在生育前期並無特別顯著變化；然而臺農68號施用穀殼區分蘖數稍減，約少 2 — 3 個分蘖。
3. 在收穫時，穗數以施用 180公斤氮肥者增多約 1 穗，氮肥對穗數提升直線效應，並不明顯。
4. 施用不同有機肥料，並未能帶給穗數大幅度的改善；僅有臺農67號在增施穀殼後，在各氮肥用量變級下，比同區之對照處理有增加 1 至 2 穗之外；另二種有機肥並無明顯表現出增施有機肥後穗數增減現象。

二期作：

1. 氮肥效應在二品種表現相同，增加用量即可增多穗數（分蘖數）。

2. 在生育初期二品種仍以增施矽酸爐渣之試區，其分蘖較對照區爲少，另外二種有機肥與對照區之間，並無明顯差異存在。

3. 生育後期穗數，以加施爐渣者 (T3) 穗數不增加；供試兩品種在施谷殼 (T1) 及堆肥區 (T2) 比不施用之對照區增加穗數，此種表現與一期作之現象稍爲不同。

三、小區產量調查：

兩一期作小區產量變方分析結果，列於表二，所有試驗主效應（氮肥、有機肥、品種）二期表現相似。皆達 5 %或 1 %顯著水準，惟交感效應均不顯著。

表二、氮肥及有機肥試驗小區申量之綜合變方分析（公斤／10平方公尺）
Table 2. Combined analysis of variance of plot yield (unit : kg/10m²)

變因 Variation	自由度 d. f.	均方 Mean square		覆測值 Observed F value	
		75年1期 1986. I	74年2期 1985. II	75年1期 1986. I	74年2期 1985. II
區集 (Block)	2	1.06	0.07	3.43	0.17
氮肥 (N)	2	2.02	3.34	6.53*	8.41*
主區機差 (Error I)	4	0.31	0.40	1.00	1.00
有機肥種類(O.) (Organic moterial)	3	1.68	2.61	7.38*	32.38**
N×O	6	0.29	0.09	1.29	1.07
副區機差 (Error II)	18	0.23	0.08	1.00	1.00
品種 (V.)	1	13.82	0.75	87.60**	27.01**
N×V	2	0.21	0.03	1.32	1.01
O×V	3	0.26	0.02	1.67	0.64
N×O×V	6	0.05	0.01	0.34	0.41
小區機差 (Error)	24	0.16	0.03	1.00	1.00
總和	71	0.53	0.28		

**：1 %顯著水準significant level　　*：5 %顯著水準significant level

表三、氮肥及有機肥試驗各主效應在小區產量差異性（單位：公斤／10平方公尺）
Table 3. Multiple range test of treatments in plot yield. (unit : kg/10M²)

期別 Sesaon	性狀 Traits (平均值 Mean)			
	氮肥用量 Nitrogen level			
	N3	N2	N1	
75年I期 First season. 1986	3.91 a	3.64 b	3.33 c	
74年II期 Second season. 1985	3.91 a	3.72 b	3.19 c	
	有機肥料類 Organic fertillizer			
	T1	T2	T3	T4
75年I期 First season. 1986	4.03 a	3.66 b	3.49 bc	3.31 c
74年II期 Second season. 1985	4.05 a	3.78 b	3.38 c	3.22 d
	品種 Variety			
	臺農 67 號 (Tainung 67)		臺農 68 號 (Tainung 68)	
75年I期 First season. 1986	4.06 a		3.50 b	
74年II期 Second season. 1985	3.70 a		3.19 b	

附註 Remark

(1) T1：穀殼 (Rice husk) T2：堆肥 (Duck manure) T3：爐渣 (Sio2 from fe mineral) CK：對照 (Check)　輕肥：(Low level of N.) N2中肥：(Medium of N.) 重肥N3 (Heavy levy of N.)

(2) 同期作內不同處理按鄧肯氏測定法比金機率 (P)>0.05
The difference among each treatment is expressed by Duncan's Multiple range test method at (P)>0.05.

（1）由表三之氮肥及有機肥對小區產量差異性比較結果，氮肥用量間差異顯著，二品種之產量皆隨氮肥之增施而直線增加，以臺農67號之產量較高。

（2）第一期作產量比第二期作臺農67號高產差距爲360公斤／公頃，而臺農68號則爲310公斤／公頃。在三種有機肥施用效果上，以谷殼之效果最高，且期作間表現類似；其次爲堆肥區，而施用矽酸爐渣則對產量無顯著效果。

四、稻米品質與米飯食味官能品嚐：

（一）稻米碾米品質與理化特性

一、二期作白米、完整米、直鏈性澱粉、粗蛋白質含量及膠體長度等 5 個性狀之變方分析結果列於表四。在碾米品質方面，（1）白米率處理間有機肥主效應兩期作皆達極顯著，品種間反應不同兩期作品種差異極爲顯著而僅在第一期作氮肥效應達到 5 %顯著。分析結果同品種內不同處理之試料，其米粒外觀評價相同無法比較處理間差異；而初步顯示臺農68號（透明度爲 2）較臺農67號（透明度爲 3）之透明度佳。故其米粒外觀不作比較討論。（2）完整米率在品種間差異性未達顯著水準，然而臺農68號之完整米率較高。（3）直鏈性澱粉含量僅在第一期作品種間差異顯著，而以臺農68號含量較高。直鏈性澱粉含量，第二期作較第一期作爲高。

（4）粗蛋白質含量亦有類似情形，在處理間欲找尋粗蛋白質含量高低變化之明確模式較難，僅由平均值表現，粗略判定以施用谷殼之處理區含量較低，而第二期作較第一期作之含量稍高。

（5）膠體性皆爲軟性膠體，而大多在82至90mm 之間。膠體長度在各處理間差值極微，未有顯著差異，僅可了解第一期作稍長；而推測第一期作生產之米質較軟。各項米質理化學特性總合平值列於表四之一。

表四之一 各項主試因各期作總合平均值

Table 4-1 The combine mean value of each major facfor in two crop season.

期別 Season		白米率（%） Milled rice		[a] 完整米率 Head rice		[b] 直鏈性澱粉 Amylose		[b] 粗蛋白 Crude protein		膠體長度（mm） Gel conslstency	
		Ⅰcrop	Ⅱcrop	Ⅰcrop	Ⅱcrop	Ⅰcrop	Ⅱcrop	Ⅰcrop	Ⅱcrop	Ⅰcrop	Ⅱcrop
氮肥用量	輕肥（N1）	78.7	82.9	73.8	87.1	17.3	20.0	6.0	6.5	91.0	87.0
	中肥（N2）	79.9	83.1	77.1	88.2	17.6	20.0	6.2	6.4	93.0	86.0
	重肥（N3）	70.0	80.2	79.1	88.7	17.5	20.1	6.3	6.5	88.0	87.0
有機肥料種類	穀殼（T1）	81.8	83.8	80.6	89.1	17.2	20.4	5.9	6.6	91.9	86.3
	堆肥（T2）	77.4	82.5	78.1	89.3	17.6	20.0	6.2	6.5	90.5	85.3
	爐渣（T3）	75.4	80.7	74.4	86.7	17.6	19.9	6.3	6.4	90.6	87.7
	對照（CK）	75.6	81.2	73.5	86.9	17.4	19.9	6.3	6.5	90.3	86.8
品種											
臺農67號 TNG67		69.6	76.7	76.9	85.8	17.2	20.0	6.1	6.8	90.3	85.8
臺農68號 TNG68		85.5	87.4	76.4	90.1	17.7	20.1	6.3	6.1	91.4	87.4

註：a. 完整率係以白米爲計算基礎。
b. 化學成分分析試料水分含量爲12%。

Rewark : a. % of head rice is calculated on the wt. of milled rice.
b. the Water Content of Samples in Amylose and Crude Protein Content is 12%.

綜合上述結果顯示，由表四得知兩期作之粗蛋白質含量品種間差異達顯著水準，施用有機肥之後

，對第一期作粗蛋白質含量，及第一、二期作之直鏈性澱粉含量等項試因達到顯著水準，表示有機肥施用後造成米質化學特性表現上差異；若由其各項總平均值來看，以施用谷殼與堆肥兩處理區的完整米率高；並且直鏈性澱粉含量在三種有機肥處理間，雖然含量差距極小，然而其統計分析結果，差異已達顯著水準。由此結果，推測施用有機肥，不論在那一期作皆影響到米質理化學特性中直鏈澱粉含量，而僅在第一期作粗蛋白質含量，會受有機肥施用與否以及其施用種類之不同而影響蛋白質含量多寡。但是另一方面令人懷疑的是，以往某些研究結論所提及的一增施氮肥之後可造成米粒中粗蛋白質含量增加之現象，並未在本試驗結果變方分析中氮肥項內獲得差異顯著之結論，是件值得推敲的事。

表四、氮肥及有機肥對米質特性影響變方分析整理表（以均方表示）

Table 4. Analysis of variance of quality trailts in the experiment (in mean square)

變因 S. O. V.	自由度 d. f.	白米 Milled rice		完整米 Head rice		直鍊性澱粉 Amylose		粗蛋白 Crude protein		膠體長度 Gel consistency	
		75 I	74 II	75 I	74 II	75 I	74 II	75 I	74 II	75 I	74 II
區集 Block	2	14.14	2.33	1.82	1.41*	1.53**	0.56	0.07	5.48	204.7**	13.51
氮肥 Nitrogen	2	144.86*	44.08	2.26	0.19	0.56	0.02	0.70	0.04	136.2	12.35
主區機差 Error I	4	19.33	8.27	4.22	0.35	0.14	0.11	0.40	0.84	20.2	15.91
有機肥種類 Organic FerlT.)	3	77.92**	20.42**	0.63	0.58	0.79*	0.94*	0.51**	0.10	9.5	17.75
一次交感 N×T	6	34.57*	7.77	1.57	0.27	0.26	0.34	0.11	0.25	16.7	4.53
副區機差 Error	18	12.21	3.31	2.66	0.80	0.23	0.23	0.05	0.19	15.7	10.31
品種 Variety	1	2,488.42**	1,225.3**	0.62	0.30	5.78*	0.09	0.85**	8.53**	23.4	56.68
一次交感 V×N	2	420.70**	56.03**	1.07	0.94	0.04	0.58	0.05	0.60	0.4	21.10
一次交感 V×T	3	18.81	6.42	1.31	0.80	0.44	0.30	0.05	0.65	1.4	2.93
二次交感 V×N×T	6	37.08	8.23	1.17	0.38	0.15	0.29	0.05	0.49	11.8	7.91
小區機差 Error	24	8.63	4.17	2.28	0.95	0.78	0.33	0.03	0.55	25.8	16.40
總計 Total	71	68.62	25.37	2.15	0.75	0.56	0.31	0.12	0.67	26.6	13.13

**：1%顯著水準 significant level　　*：5%顯著水準 significant level

（二）食味官能品評結果，試按下列三種統計分析法加以比較：

1. 日本食糧廳統計方法（倉澤文夫）(5)

仿照該方法計算結果，因品評人員不足12人，計算值中之 $1/d^2$ 值自行換算而採用 $1/d^2=1.444$；各參試樣品平均值（$\bar{X}i$）間差值相當小，而其差異顯著值，因 $1/d^2$ 估測過大，各項差異比較，未達顯著水準值，因而判定所有參試樣品之間未有顯著差異；暗示我們不是品評結果不準確，即是採用此法不適合。因而我們再以第二個統計方法作差異性檢定。

2. 加權平均法（等級與人數之乘積和除以品評人數）

仿照病害估計發病率多寡之計算公式加以求算；75年 I 期作及74年 II 期作所得結果分列於表五。同一品種在不同期作間品評結果，臺農67號之 N1 T2及N3 T2兩處理項，臺農68號則是 N1 T3與N2 T2，兩期作間互爲相逆，一期作列於口味較佳而二期作却爲較差等級。不過亦有兩期作之間評定結果一致者；在臺農67號是N2 T3與N3 ck處理區，臺農68號爲N3 T3與N3 ck。以其機差爲綜合機差進行Duncan's多變域差異性檢定結果列於表六，僅在75年 I 期作臺農67號之 N1 ck 處理與74年 II 期作農68號之N2 ck參試處理區樣本歸屬於不同類羣外其餘相似。表示彼此間差異性並未

表五、各項主試因各期作總合平均值

Table 5. The combine mean value of each major facfor in two crop season

期別 Season		白米率 (%) Milled rice		a 完整米率(%) aHead rice		b 直鏈性澱粉 (%) Amylose		b 粗蛋白 (%) Crude protein		膠體長度 (mm) Gel conslstency	
		I crop	II crop	I crop	II crop	I crop	II crop	I crop	II crop	I crop	II crop
氮肥用量	輕肥 (N1)	78.7	82.9	73.8	87.1	17.3	20.0	6.0	6.5	91.0	87.0
	中肥 (N2)	79.9	83.1	77.1	88.2	17.6	20.0	6.2	6.4	92.0	86.0
	重肥 (N3)	70.0	80.2	79.1	88.7	17.5	20.1	6.3	6.5	88.0	87.0
有機肥料總類	穀殼 (T1)	81.8	83.8	80.6	89.1	17.2	20.4	5.9	6.6	91.9	86.3
	堆肥 (T2)	77.4	82.5	78.1	89.3	17.6	20.0	6.2	6.5	90.5	85.3
	爐渣 (T3)	75.4	80.7	74.4	86.7	17.6	19.9	6.3	6.4	90.6	87.7
	對照 (CK)	75.6	81.2	73.5	86.9	17.4	19.9	6.3	6.5	90.3	86.8
品種	臺農67號 TNG67	69.6	76.7	76.9	85.8	17.2	20.0	6.1	6.8	90.3	85.6
	臺農98號 TNG68	85.5	87.4	76.4	90.1	17.7	20.1	6.3	6.1	91.4	87.4

註 ：a. 完整率係以白米爲計算基礎。
b. 化學成分分析試料水分含量爲12%。

Rewark : a. % of head rice is calculated on the wt. of milled rice.
b. the water content of samples in Amylose and crude protein content is 12%.

表六、米飯官能品評後加權平均法求得各處理平均值一覽表

Table 6. The Weighted Mean Value of Panel test score in all treatmeut Combinations

品種 Variety		臺農 67 號 Tainung 67						臺農 68 號 Tainung 68					
處理代號／區集 Code Block		平均 Mean		順序 Order		顯著性 Grouping		平均 Mean		順序 Order		顯著性 Grouping	
氮肥 Nitrogen	有機肥 Manure	75 I	74 II	75 I	74 II	75 I	74 II	75 I	74 II	75 I	74 II	75 I	74 II
N1 輕肥	T1	2.22	2.02	6	3	B	A	1.96	1.96	1	2	A	B
	T2	2.04	2.51	2	12	B	A	2.10	1.92	2	1	A	B
	T3	2.12	2.19	3	5	B	A	2.37	2.13	9	3	A	B
	CK	2.77	2.38	12	8	A	A	2.28	2.33	6	8	A	B
N2 中肥	T1	2.43	2.10	10	4	B	A	2.13	2.33	3	7	A	B
	T2	2.30	1.93	8	1	B	A	2.17	2.46	4	10	A	B
	T3	2.47	2.50	11	11	B	A	2.46	2.29	10	6	A	B
	CK	2.21	2.33	5	6	B	A	2.30	2.66	7	12	A	A
N3 重肥	T1	2.16	2.34	4	7	B	A	2.60	2.37	12	9	A	B
	T2	1.95	2.46	1	10	B	A	2.32	2.17	8	4	A	B
	T3	2.22	1.95	7	2	B	A		2.21	5	5	A	B
	CK	2.35	2.33	9	9	B	A	2.56	2.59	11	11	A	B
總平均 Total Mean		2.27	2.26					2.29	2.29				

附註：T1 : 穀殼 (Rice husk) T2 : 堆肥 (Duck manure) T3 : 爐渣 (SiO2 form Fe mineral)
CK 對照 (Check)
M1 : Low level of N. N2 : Medium level of N. N3 : Heavy level of N.

達顯著水準。由此法僅稍可推測臺農67號一期作低氮肥量下不再增施有機肥之單項處理下，其食味表現與其他處理不同之情形產生；而二期作臺農 68 號品種在中氮肥 (N2) 下不施用有機肥之參試

樣品米飯食味較其他處理不同之外；雖然欲下定論爲增施有機肥，不致使米飯食味品評落於「不佳」的結果，其所能依據的論據尚不充分；但是若由各單項要因總合平均來看；不施用有機肥之對照區評價一直較差；而在不同有機肥料種類之施用效果中，以施用堆肥後食味較佳。氮肥施用量之多寡在二品種間影響食味品評結果並不一致；臺農68號以少氮肥較佳，而臺農67號表現較不清晰，似乎增多氮肥不降低品位。

3.等級劃分後出現頻度多寡直接比較法

以品評人員直接給分爲準，彙集多人多次品評結果，按所得分數＋2至＋0.5者劃分在「好」等級，0分者爲相同等級，－0.5至－2之間則歸於「比對照差」之等級。以出現在各等級內頻度

表七、氮肥及有機肥試驗米飯官能品評好壞結果頻度統計表（嘉義農試分所）

Table 7. Frequency table of panel eating test, grouping according to its level (in%)

（評定等級歸類後換算成佔全品評次數出現比率，百分率表示）

品種 Variety		臺農67號		Tainung 67		臺農68號		Tainung 68	
期作等級 Level	處理代號 Season Code	75年1期 1986 I	順序 Order	74年2期 1985 II	順序 Order	75年1期 1986 I	順序 Order	74年2期 1985 II	順序 Order
好 Good	N1 T1	52.6	11	77.8	2	79.4	1	66.6	5
	N1 T2	67.5	2	55.6	8	70.2	3	79.2	1
	N1 T3	72.7	1	66.6	6	64.7	5	76.0	2
	N1 CK	42.1	12	59.0	7	58.9	8	59.2	7
	N2 T1	55.9	8	70.0	4	79.2	2	66.6	5
	N2 T2	55.0	10	86.6	1	65.6	4	54.2	9
	N2 T3	55.3	9	46.1	11	51.7	10	58.4	8
	N2 CK	58.9	6	54.1	9	58.6	9	40.7	11
	N3 T1	64.8	4	66.7	5	43.3	11	51.8	10
	N3 T2	67.4	3	54.1	9	64.7	6	66.7	4
	N3 T3	60.5	5	71.4	3	61.3	7	67.8	3
	N3 CK	56.6	7	50.0	10	51.7	10	62.9	6
相同 Medium	N1 T1	26.3	6	11.1	9	14.7	12	29.6	4
	N1 T2	20.9	8	31.1	4	18.9	11	20.8	6
	N1 T3	15.9	10	14.3	8	20.6	10	12.5	8
	N1 CK	28.9	3	25.6	5	29.4	3	37.0	2
	N2 T1	17.6	9	16.7	7	20.8	9	14.8	7
	N2 T2	27.5	4	6.7	10	28.1	5	29.2	5
	N2 T3	28.9	3	50.0	1	27.6	6	33.3	3
	N2 CK	26.5	5	37.5	2	31.0	2	44.4	1
	N3 T1	29.9	2	20.8	6	43.3	1	37.0	2
	N3 T2	23.3	7	33.3	3	26.5	7	8.3	10
	N3 T3	32.6	1	14.3	8	22.6	8	20.8	6
	N3 CK	29.7	2	33.3	3	29.0	4	11.1	9
差 Bad	N1 T1	21.0	3	11.1	8	5.9	9	3.7	10
	N1 T2	11.6	8	13.3	6	10.8	6	0	11
	N1 T3	11.4	9	19.0	1	14.7	3	12.5	6
	N1 CK	28.9	1	15.4	3	11.8	5	3.7	10
	N2 T1	26.4	2	13.4	5	0	93	18.5	3
	N2 T2	17.5	4	6.7	10	6.3	10	16.6	4
	N2 T3	15.8	5	3.8	11	20.7	11	8.4	8
	N2 CK	14.7	6	8.3	9	10.3	7	64.8	5
	N3 T1	5.4	12	12.5	7	13.3	4	11.1	7
	N3 T2	9.3	10	12.5	7	8.8	8	25.0	2
	N3 T3	6.9	11	14.3	4	16.2	2	11.4	9
	N3 CK	13.5	7	16.7	2	19.4	1	25.9	1

表八、氮肥及有機肥試驗米飯官能品評好壞結度頻度統計表

Table 8. Frequency table of panel eating score in all treatment (in%)

品種 Variety			臺農 67 號 Tainung 67		臺農 68 號 Tainung 68	
期作 Season 處理 Treatment		等級 Level	75 年 1 期 1986. Ⅰ.	74 年 2 期 1985. Ⅱ.	75 年 1 期 1986. Ⅰ.	74 年 2 期 1985. Ⅱ.
低	氮	好 Good	58.7	64.8	68.3	70.0
N	1	中 Med.	23.0	20.5	20.9	25.0
		差 Bad	18.2	14.7	10.8	5.0
中	氮	好 Good	56.3	64.2	63.8	55.0
N	2	中 Med.	25.1	27.7	26.9	30.4
		差 Bad	18.6	8.1	9.3	14.6
多	氮	好 Good	62.4	60.6	55.2	62.7
N	3	中 Med.	28.8	25.4	30.4	19.5
		差 Bad	8.8	14.0	14.4	17.8
谷	穀	好 Good	57.8	71.5	67.3	61.7
T	1	中 Med.	24.5	16.2	26.3	27.1
		差 Bad	17.6	12.3	6.4	11.2
堆	肥	好 Good	63.3	65.4	66.8	66.7
T	2	中 Med.	23.9	23.7	24.5	19.4
		差 Bad	12.8	10.8	8.7	13.9
矽	酸	好 Good	62.8	61.4	59.2	67.1
T	3	中 Med.	25.8	26.2	23.6	22.2
		差 Bad	11.4	12.4	17.2	10.7
對	照	好 Good	52.6	54.4	56.4	53.4
C	K	中 Med.	28.4	32.1	29.8	30.8
		差 Bad	19.0	13.5	13.8	14.8

附註：以好壞出現頻度爲準，單位爲百分率。

Remark: include 3 level, frequency read in %.

百分率之多寡來比較同一品種12個參試樣品間是否有食味上好壞差別存在，其結果整理於表七。各處理組合在二品種不同期作之品評結果從順序排列來看，有些期作間變化不大；但有些處理則有逆轉結果。將各單項處理組合三個評定結果彙整於表八，大體上所得結論與前述第二種方法之推論類似；仍有不同期作之間同一處理出現不一致的品位決定；在氮肥施用量上對臺農67號之食味等級無法歸類出趨勢，但臺農68號則明顯表徵出少氮肥時獲得「好」或「相同」的機會增多。有機肥施用與否之處理，同樣地不論兩品種兩期作皆是以不施用有機肥者，食味列爲「差」之等級的機會相當多；而三種有機肥中以矽酸爐渣（T3）對改善食味之作用較不明顯。

討論與檢討

臺農68號品種少施氮肥者食味較佳，而臺農67號之食味，則似不受氮肥用量之影響，食味等級分判效果不明確，似乎可認爲增多氮肥，並無顯著改變食味等級順位。檢討有機肥[4]對食味改善以第一期作增施堆肥（T2）處理區之食味評價較佳，惟第二期作三種有機肥之間並無顯著差異。總而言之，在兩期作皆以不施用有機肥，二品種所得食味評分皆比施用有機肥者爲低。利用各品評人員（雖其檢定能力與訓練素質未達熟練程度）之評定值，按第二或第三種累計方法求算結果，米飯食味官能檢定法，多少可反映出施用有機肥對食味有影響，但較難理出不同有機肥種類間之優劣。另外米質化學特性中白米粒、直鏈性澱粉含量、粗蛋白質含量之變方分析結果（表四）中，有機肥效應顯著存在，亦可推測它可作爲影響食味之評價高低的一個輔助論據。

品評員（panel）以相對評價方式進行等級評定，其所下主觀評價係根據他平日食用米飯之水準；所謂「好吃」與「不好吃」常受日常食用之米飯味道左右，而構成其食味喜好偏向。因此日本穀物檢定協會曾檢討食味官能品嚐法；常提醒研究者對食味品評結果，必須注意品評人員心理，避免造成過多誤判，始能從品評結果獲得較多參考訊息。因而本次試驗所得結果較爲粗略，僅可印證出有機肥及氮肥使用確實會影響米質。

引用文獻

1.吳啓東、連深 • 1965 • 矽對水稻之效應 農業研究14卷P. 45-48.
2.農林廳 • 1978 • 省產矽酸爐渣示範推廣成果報告（油印報告）
3.顏吉甫、陳昇明、楊策群 • 1983 • 水稻田施用穀殼及抵抗病害之研究 中華農學會報 新第124期P. 19-29.
4.楊彬良 • 1963 • 堆肥對水稻之效應農林學報第12期P. 262-270.
5.倉澤文夫 • 1982 • 米とその加工一最新食品加工講座建帛社發刊P. 27-120.
6.日本農林省食糧研究所 • 1969 • 米の品質と貯藏利用P. 29-67.
7.農文協編著1984稻作全書イネエ稻作論と基礎生理一イネの品種生態P. 625-629.

Effects of Slag and Nitrogen and Organic Fertilizers on Yield, Chemical Properties and Eating Quality of Rice Cultivars[1]

YI SHIN CHEN[2]

Summary

Rice varieties, Tainung 68 and 67 (C K) were used to study the effects of different N levels and organic matter (rice husk and duck disposal) on yield and rice quality, such as grain appearance, chemical properties and eating quality. Tainung 68 had a higher amylose content than Tainung 67 in the first crop, but not in the second crop. In general, amylose contents were higher in the second crop than in the first crop. Application of organic fertilizers caused the significant difference in crude protein content among treatments in the first but not in the second crops. It seems that organic matter tended to increase rice yield, promote head rice rate and change amlyose contents. In the panel test for eating quality, the rice in the plot received organic fertilizers had few incidence to be scored as "bad". The eating quality of Tainung 67 did not get worse due to increased N-levels, while Tainung 68 did, indicating that this variety is more sensitive to cultural management.

(1) Contribution No. 1459 from Taiwan Agricultural Research Institue. This study was supported by a research grant from the Council of Agriculture executive yuan R. O. C.

(2) Breeder and head, Department of Agronomy, Chiayi Agricultural Fxperiment Station. TARI. Chiayi City 60014, Taiwan. R. O . C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）38(2)：179～190 (1989)

落花生種源之評估與利用[1]

楊金興　曹文隆　盧煌勝[2]

摘要　臺灣省農業試驗所歷年來自國外研究機構引進及自國內搜集之落花生種源，合計1,352個品種，其中包括Spanish type 550品種、Valencia type 220品種、Virginia Bunch type 315品種及Virginia Runner type 267品種。此等材料分別於民國76年秋及77年春在農試所農場進行兩期作之種源評估試驗。性狀之調查與登錄均依據IBPGR/ICRISAT出版之Groundnut Descriptors上所描述之方法進行。每一品種之調查性狀共爲35項，其中包括主要農藝性狀21項及形態性狀14項。本研究資料顯示：1,352品種間各性狀之遺傳變異大，利用價值頗高。爲期育種家更有效地利用落花生種源，今後將就種源中某些特殊性狀，如病蟲害、化學成分及適應性等，作更詳盡的評估與登錄。

落花生適合食用、油用及加工，用途甚廣，爲世界上最重要的經濟作物之一；在國內落花生也是目前種植較多的重要雜糧作物。育種改良是提高落花生產量與品質最爲經濟有效的方法。落花生品種改良工作有賴：(1)獲得有用的遺傳資源；(2)確定性狀遺傳行爲；(3)發展雜交技術及種源評估[5]。這三項均需以種源的搜集、評估及利用爲基礎。

關於落花生種源評估工作，就品種間差異性及性狀之遺傳行爲而言，中外學者報告頗多。林等[1]曾以60個小粒種品種，調查植株、莢果及籽粒計26個性狀，發現各性狀均有很大的變異性。林等[3]亦就當時保存之469個品種所調查之資料編印成册。湯與蔣[4]就大粒種與小粒種落花生性狀作了比較，發現兩者之變異性頗有不同，並發現以葉片大小、厚薄及胚軸長短可做爲大小粒種之分類。Bhagat *et al.*[6]、Chauhan and Shukla[9]、Kushwaha and Tawar[16]、Reddi *et al.*[21]、Singh *et al.*[22]各分析十餘項農藝性狀之遺傳變異性及遺傳行爲，結果發現所有性狀均有相當大之變異性，且主要受遺傳控制；其中以莢果產量及百粒重有較大之變異係數，成熟期則有較小之變異及較高之遺傳率（90%以上）。Dixit *et al.*[10]以57個品種於3個地點調查7個農藝性狀之變化，結果發現性狀主要受遺傳控制，而環境對部分性狀之影響亦相當可觀。Bhagat *et al.*[6]及Howard *et al.*[14]分別以403個及691個品種進行種源評估試驗，均發現品種間有相當大的變異性及變域範圍。Simpson *et al.*[22]在其840個品種之調查中，發現許多中間型品種，如主莖不開花之直立型及主莖開花之匍匐型。

臺灣省農業試驗所目前保存1,352個落花生種源，這些種源包括本省在來品種、育成品系及品種與引自美國、南美洲、亞洲、非洲、澳洲等四十餘國家及地區之品種[13]。種源之類型、生長習性、環境適應性及品種特性各異，在利用爲育種材料之前，必須審愼加以評估。種源的交換、利用與保存不僅涉及國內機關間之合作，同時更廣達國際間之交流，所以在種源引進、調查、登錄等作業上，

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1460號，本計畫承蒙農委會經費支持，謹致謝忱。

2.本所農藝系助理、助理研究員及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

應建立一套標準化之資料。本研究爲配合未來國家級種源庫之運作，針對本所保存之1,352個落花生種源進行春秋兩期作試驗，並依IBPGR/ICRISAT [15] 所制定之規格，評估所有種源之農藝及形態特性，期使調查資料邁向系統化，俾便種源及資料之交流與利用。

材料及方法

一、試驗材料：

本試驗所使用之材料係農試所搜集保存之落花生種源，共計1,352個品種。依Gregory *et al.* [12]、Gibbons *et al.* [11]、Bunting and Elston [8] 等之分類方法，計分成四個植物型，各型所屬之種、亞種及參試品種數，分述如下：

植物型	種	亞種	品種	品種數
Spanish (SP)	*A. hypogaea*	*fastigiata*	*vulgaris*	550
Valencia (VA)	*A. hypogaea*	*fastigiata*	*fastigiata*	220
Virginia Bunch (VB)	*A. hypogaea*	*hypogaea*	*hypogaea*	315
Virginia Runner (VR)	*A. hypogaea*	*hypogaea*	*hypogaea*	267

在美國銷售市場上，則另依籽粒大小及種皮色等不同，區分爲 Virginia、Runner、Spanish及Valencia四種市場型，其中亦僅Virginia爲莢大粒大型 [17,25]。

二、試驗方法：

上述1,352個品種，於76年秋及77年春，在農試所臺中本所農場進行試驗，春作在元月28日播種，6月20日開始收穫；秋作在8月27日播種，11月28日開始收穫。田間採用完全逢機設計，按類型分成四小區，重複二次。爲考慮類型間競爭能力之不同，行株距直立型（SP及VA）採36×10公分，半立及匍匐型（VB及VR）72×15公分，行長3公尺，單行區。肥料用量與田間栽培管理同一般落花生栽培法。生育期間依適當時期於田間進行植株性狀調查；成熟時，每重複逢機收穫5株，二重複共10株，調查莢果及籽粒等性狀。

三、調查項目及方法：

調查工作係依 IBPGR/ICRISAT [15] 所制定之方式進行之。其中包括植株、莢果及籽粒等農藝與形態性狀計35項，方法詳述如下：

1. 出土日數 (Days to emergence)：播種至半數種子出土之日數。
2. 開花期 (Days to 50% flowering)：從出土至半數植株已達開花之日數。
3. 成熟期 (Days to maturity)：從出土至成熟之日數。
4. 小葉長 (Leaflet length)：完全展開之頂端小葉之長度（10片小葉平均）。
5. 小葉寬 (Leaflet width)：完全展開之頂端小葉之寬度（10片小葉平均）。
6. 單株乾重 (Dry weight/plant)：單株之乾物重。
7. 主莖高度 (Stem height)：由主莖基部至頂端之長度。
8. 分枝長 (Lenght of primary branch)：成熟時之側枝長度。
9. 分枝數 (No. of primary branch)：成熟時之 (n+1) 側枝數。
10. 莢　長 (Pod length)：10個成熟莢果之平均長度。
11. 莢　寬 (Pod width)：10個成熟莢果之平均寬度。
12. 莢果大小 (Pod size：length×width)：10個成熟莢果之長寬乘積之平均。
13. 單株莢數 (No. of pod/plant)：單株之成熟莢數。

14. 單株莢重（Weight of pod/plant）：單株之成熟莢重。
15. 粒　長（Seed length）：10個成熟籽粒之平均長度。
16. 粒　寬（Seed width）：10個成熟籽粒之平均寬度。
17. 籽粒大小（Seed size：length×width）：10個成熟籽粒之長寬乘積之平均。
18. 百 粒 重（100-seed weight）：逢機取100粒種子之重量。
19. 剝 實 率（Shelling percentage）：成熟籽粒重／莢果總重（籽粒含8％水分）。
20. 單株粒數（No. of seed/plant）：單株成熟之籽粒數。
21. 單株粒重（Weight of seed/plant）：單株成熟之籽粒重。
22. 主莖茸毛（Stem hairiness）：主莖上之茸毛。
23. 小葉形狀（Leaflet shape）：主莖上完全展開之頂端小葉之形狀。
24. 幼葉茸毛（Hairiness of young leaflet）：莖頂幼葉腹面之茸毛。
25. 成熟葉茸毛（Hairiness of mature leaflet）：完全展開葉腹面之茸毛。
26. 莖　色（Stem pigmentation）：成熟植株之莖色。
27. 子房柄色（Peg pigmentation）：子房柄顏色之有無。
28. 旗 瓣 色（Standard petal colour）：完全展開之旗瓣顏色。
29. 旗瓣標誌色（Standard petal markings）：旗瓣基部之顏色。
30. 每莢粒數（No. of seed/pod）：以每莢粒數最多、其次，再其次，之排列類型。
31. 莢　喙（Pod beak）：莢果前端突起之大小。
32. 莢 果 腰（Pod constriction）：莢果中間部位凹陷之深淺。
33. 莢果網紋（Pod reticulation）：莢果上網紋之深淺。
34. 種 皮 色（Seed colour）：單色或嵌雜色。
35. 主要種皮色（Primary seed colour）：收穫後一個月內乾燥種子之主要顏色。

結　果

參試之1,352個落花生種源，於春秋兩作之評估成績依類型之不同，分別將其農藝及形態性狀列於表1及表2。

一、農藝性狀：分爲生長習性，莖葉性狀，莢果性狀及籽粒性狀，計調查21個項目（表1）。

（一）生長習性（Growth habit）：

1.出土日數：春作初期氣溫低，發芽慢，平均約於播種後15—16天出土，顯著遲於秋作的5～7天即出土。同一期作下各類型間並無顯著差異。變域以秋作VB之7～17天最大，秋作VA之5～7天爲最小。變異係數在SP及VA爲秋作大於春作，而在VB及VR則適得其反。

2.開花期：四個類型之開花期春作均顯著遲於秋作。春作尤以VB最晚開花，其次爲VR；秋作四類型之間的差異較不明顯。平均而言，春作小粒種之SP及VA約爲40天開花，大粒種之VB及VR約50天開花；秋作SP及VA約3星期，VB及VR約4星期開花。變域範圍以春作之VR爲最大，秋作之VB爲最小；參試品種中秋作最早開花者爲11天（VA），最晚開花者爲39天（VR）；春作最早爲16天（VR），最晚爲68天（VB）。變異係數介於8.0～12.9%之間。

3.成熟期：四個類型之成熟期在春作均顯著比秋作長。春作VB及VR均顯著長於VA，秋作則VB及VR均顯著長於SP及VA。平均而言，SP及VA春作均爲128天，秋作100天，VB及VR春作約爲145天，秋作接近115天。變域範圍以春作之VR（126～154天）最大，春作之VA（128～134天）最小。變異係數介於1.1～9.9%之間。

（二）莖葉性狀：

1.小葉長：期作間比較，四個類型中僅VA之小葉春作顯著短於秋作。四個類型比較，不論

Table 1. Mean, range and coefficient of variation in agronomic characters of peanut germplasm.

Character	Item	Spanish type		Valencia type		Virginia Bunch type		Virginia Runner type	
		Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall
Growth habit									
Days to emergence	$\bar{X}\pm$S. E.	15.3±3.1	6.1±1.8	15.2±2.7	5.0±1.1	16.7±5.1	7.3±1.2	16.4±4.8	7.0±1.0
	Range	14—17	5—9	14—16	5—7	15—20	7—17	15—18	7—13
	CV (%)	20.4	29.3	17.8	22.6	30.6	17.2	29.4	13.6
Days to 50% flowering	$\bar{X}\pm$S. E.	40.8±5.3	23.7±3.0	38.4±4.6	21.5±1.7	51.9±4.9	25.6±3.0	50.6±4.9	26.2±2.8
	Range	29—60	15—38	32—49	11—31	39—68	20—33	16—67	20—39
	CV (%)	12.9	12.9	12.2	8.0	9.6	11.7	9.9	10.7
Days to maturity	$\bar{X}\pm$S. E.	128.4±12.7	96.5±4.2	123.3±1.4	98.9±1.2	143.9±5.1	113.5±3.9	146.5±4.5	113.7±3.7
	Range	118—134	88—99	128—134	81—109	129—150	99—123	126—154	105—125
	CV (%)	9.9	4.9	1.1	1.4	3.9	3.8	3.1	3.6
Stem and Leaf									
Leaflet length (mm)	$\bar{X}\pm$S. E.	47.5±6.2	53.2±5.0	42.9±5.2	56.3±5.1	48.3±6.9	48.1±6.0	45.7±6.5	45.8±5.5
	Range	28—75	35—70	25—55	42—69	20—65	25—77	20—70	35—65
	CV (%)	12.3	9.2	12.1	9.1	14.3	12.5	14.3	12.1
Leaflet width (mm)	$\bar{X}\pm$S. E.	23.8±2.9	25.8±2.6	20.9±3.1	24.9±2.6	22.7±4.2	21.8±2.6	20.3±3.0	20.7±2.4
	Range	15—33	19—35	12—29	18—35	10—32	12—33	11—31	11—29
	CV (%)	12.3	10.4	14.9	10.5	18.4	12.3	14.8	11.9
Dry weight/ plant (g)	$\bar{X}\pm$S. E.	32.4±10.9	13.3±4.0	18.8±6.9	14.7±4.6	99.7±43.9	28.3±8.5	73.7±25.8	25.1±8.5
	Range	5—74	5—29	7—46	5—29	20—256	10—52	21—155	10—64
	CV (%)	32.0	30.3	37.1	31.3	44.1	30.1	35.1	34.0
Stem height (cm)	$\bar{X}\pm$S. E.	60.1±12.2	44.3±5.8	66.6±12.6	49.4±8.4	33.2±10.3	32.3±6.3	39.8±11.1	28.7±6.2
	Range	18—96	23—62	39—96	30—72	10—73	16—62	12—83	14—46
	CV (%)	20.3	13.1	19.1	17.1	31.2	19.7	27.9	21.8
Length of primary branch (cm)	$\bar{X}\pm$S. E.	60.1±11.5	41.7±5.9	67.3±11.3	41.8±9.3	46.8±11.8	37.2±6.8	61.8±12.4	41.5±7.4
	Range	12—92	22—60	23—92	14—64	18—93	18—73	32—99	20—63
	CV (%)	19.1	14.3	16.9	22.4	25.2	18.3	20.2	18.0
No. of primary branch	$\bar{X}\pm$S. E.	3.9±0.5	3.7±0.5	3.7±0.6	3.8±0.4	7.0±1.3	4.6±0.9	5.4±1.2	4.8±0.9
	Range	1—6	2—4	1—5	2—6	4—9	2—9	4—9	2—8
	CV (%)	13.5	13.7	16.9	19.3	18.6	19.4	21.9	18.6

（續表1）

Character	Item	Spanish type		Valencia type		Virginia Bunch type		Virginia Runner type	
		Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall
Pod									
Pod length (mm)	X̄±S. E.	24.9±2.7	24.7±2.9	28.2±4.0	29.4±4.8	28.0±4.0	29.4±3.8	28.5±3.6	28.4±3.8
	Range	18—34	12—36	20—48	20—54	20—43	15—47	18—39	15—42
	CV (%)	11.1	12.1	14.4	16.4	13.4	13.1	12.7	13.6
Pod width (mm)	X̄±S. E.	11.4±1.2	11.2±1.3	12.4±1.0	12.5±1.3	12.7±1.4	12.7±1.4	12.1±1.3	12.1±1.3
	Range	8—16	7—21	10—16	9—21	8—17	7—18	9—16	6—16
	CV (%)	10.5	11.7	8.7	10.8	11.3	11.4	11.3	11.2
Pod size (length× width mm²)	X̄±S. E.	288.2±56.2	278.5±55.9	354.3±68.7	371.3±69.8	386.6±86.4	379.4±83.5	350.0±78.8	348.2±76.2
	Range	144—464	120—609	200—630	180—756	192—629	105—736	162—624	90—600
	CV (%)	19.5	20.1	19.4	18.8	22.4	22.0	22.5	21.9
No. of pod/plant	X̄±S. E.	13.5±5.1	5.7±1.9	10.2±4.0	4.3±1.3	24.8±10.2	6.9±2.7	19.5±9.3	7.1±2.7
	Range	3—34	2—12	2—29	2—9	2—64	2—18	2—52	2—17
	CV (%)	37.7	33.9	39.8	31.9	41.3	39.1	47.8	38.2
Weight of pod/plant (g)	X̄±S. E.	11.3±4.4	4.6±1.7	10.7±3.9	4.9±1.8	26.5±12.3	7.0±3.1	18.4±8.9	5.9±2.6
	Range	0.8—27.7	1.2—11.8	1.5—30.4	1.3—12.6	1.4—83.8	1.3—19.1	1.0—51.0	1.8—17.6
	CV (%)	39.6	37.9	37.2	37.8	46.6	44.5	48.3	44.3
Seed									
Seed length (mm)	X̄±S. E.	11.2±1.2	11.5±1.3	13.4±1.2	11.7±1.6	14.1±2.1	14.9±1.7	13.1±1.4	12.9±1.5
	Range	8—14	7—18	10—18	6—18	8—19	8—22	9—18	6—18
	CV (%)	11.1	11.4	9.1	14.1	14.9	11.9	10.6	12.0
Seed width (mm)	X̄±S. E.	7.6±0.6	6.9±0.9	7.9±0.4	6.9±0.8	6.9±0.9	7.8±0.6	7.2±0.7	6.9±0.8
	Range	4—10	4—9	6—10	4—8	4—10	4—13	6—9	4—8
	CV (%)	8.8	13.8	6.0	12.4	14.2	8.4	10.2	12.2
Seed size (length× width mm²)	X̄±S. E.	86.7±13.8	81.1±17.7	107.0±11.4	81.5±16.5	99.1±22.7	117.4±20.2	96.4±16.6	90.8±17.3
	Range	32—130	28—144	72—153	24—128	40—180	32—273	54—144	24—136
	CV (%)	15.9	21.8	10.7	20.3	22.9	17.2	17.3	19.1
100-seed weight (g)	X̄±S. E.	35.0±7.7	29.2±8.4	36.2±6.0	34.7±7.9	40.1±10.9	37.0±8.6	36.6±9.7	31.9±8.2
	Range	11.7—57.9	7.4—57.0	19.1—58.0	16.5—71.0	18.6—84.6	12.1—69.0	14.8—77.7	12.5—59.6
	CV (%)	22.1	28.9	16.6	22.9	27.2	23.4	26.5	25.8
Shelling percentage (%)	X̄±S. E.	74.4±4.0	65.6±9.4	73.1±4.0	69.2±6.2	69.1±5.5	63.9±6.0	71.7±5.1	64.6±6.9
	Range	36—82	27—94	60—87	46—90	28—88	35—79	34—81	32—81
	CV (%)	5.5	14.3	5.5	9.1	8.0	9.4	7.2	10.8
No. of seed/plant	X̄±S. E.	24.0±8.9	10.5±3.6	21.9±8.4	9.9±3.2	45.9±18.3	12.5±5.5	36.7±17.5	12.2±4.8
	Range	4—58	4—24	3—68	4—19	3—112	3—32	3—100	4—30
	CV (%)	37.1	34.0	38.6	32.1	39.9	43.9	47.8	39.4
Weight of seed/plant (g)	X̄±S. E.	8.4±3.4	3.0±1.2	7.8±2.8	3.4±1.3	18.4±8.9	4.5±2.0	13.3±6.6	3.8±1.7
	Range	0.5—20.7	0.6—7.4	1.0—21.9	1.0—8.1	0.9—64.2	0.8—13.2	0.6—37.1	1.1—11.9
	CV (%)	40.4	41.6	36.8	39.5	48.3	45.9	49.8	46.1

Table 2. Frequency and percentage in morphological characters of peanut germplasm.

Characters	Item	Spanish type		Valencia type		Virginia Bunch type		Virginia Runner type	
		Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%
Stem and Leaf									
Stem hairiness	Scarce	548	99.6	213	96.8	297	94.3	234	87.5
	Abundant	2	0.4	7	3.2	18	5.7	33	12.5
Leaflet shape	Cuneate	9	1.7	2	0.9	6	1.9	2	0.8
	Elliptic	541	98.3	217	98.7	306	97.1	264	98.8
	Lanceolate	0	0	1	0.4	3	1.0	1	0.4
Hairiness of young leaflet	Sparse and short	548	99.6	210	95.4	299	94.9	245	91.7
	Sparse and long	0	0	1	0.5	1	0.3	1	0.4
	Profuse and short	2	0.4	9	4.1	15	4.8	21	7.9
Hairiness of mature leaflet	Sparse and short	548	99.6	210	95.4	299	94.9	245	91.7
	Sparse and long	0	0	1	0.5	1	0.3	1	0.4
	Profuse and short	2	0.4	9	4.1	15	4.8	21	7.9
Stem pigmentation	Absent	5	0.9	0	0	10	3.2	0	0
	Present	545	99.1	220	100	305	96.8	267	100
Inflorescence									
Peg pigmentation	Absent	5	0.9	0	0	10	3.2	0	0
	Present	545	99.1	220	100	305	96.8	267	100
Standard petal colour	Orange yellow	550	100	207	94.1	306	97.1	267	100
	Orange red	0	0	13	5.9	9	2.9	0	0
Standard petal markings	Dark red	0	0	13	5.9	9	2.9	0	0
	Red	550	100	207	94.1	306	97.1	267	100
Pod									
No. of seed/pod	2—1	517	94.0	39	17.7	253	80.2	200	74.9
	2—1—3	17	3.1	16	7.3	15	4.8	13	4.8
	2—3—1	7	1.3	109	49.5	17	5.4	43	16.1
	2—3—4—1	1	0.2	27	12.3	0	0	1	0.4
	2—4—3—1	0	0	1	0.5	0	0	0	0
	3—2—4—1	1	0.2	13	5.9	5	1.6	1	0.4
	3—4—2—1	1	0.2	6	2.7	4	1.3	0	0
	4—3—2—1	0	0	0	0	2	0.6	0	0
	Others	6	1.0	9	4.1	19	6.1	9	3.4
Pod beak	Absent	293	53.3	89	40.5	47	14.9	49	18.6
	Slight	215	39.1	111	50.5	194	61.5	206	76.9
	Morderate	38	6.9	14	6.3	65	20.7	12	4.5
	Prominent	4	0.7	2	0.9	8	2.6	0	0
	Very prominent	0	0	4	1.8	1	0.3	0	0
Pod constriction	None	7	1.3	37	16.9	19	6.1	2	0.7
	Slight	232	42.1	147	66.7	131	41.7	96	36.4
	Morderate	268	48.7	27	12.3	141	44.6	163	60.6
	Deep	42	7.7	5	2.3	23	7.3	6	2.3
	Very deep	1	0.2	4	1.8	1	0.3	0	0
Pod reticulation	Smooth	4	0.7	7	3.2	11	3.5	0	0
	Slight	97	17.8	174	79.1	91	28.9	17	6.4
	Morderate	436	79.1	22	10.0	162	51.3	238	89.0
	Prominent	10	1.8	7	3.2	37	11.8	12	4.6
	Very prominent	3	0.6	10	4.5	14	4.5	0	0
Seed									
Seed colour	One colour	550	100	220	100	307	97.4	267	100
	Variegated	0	0	0	0	8	2.6	0	0
Primary seed colour	Rose	517	94.0	44	20.1	45	14.3	9	3.4
	Flesh	0	0	0	0	237	75.2	240	89.7
	Red	27	5.0	136	61.6	22	7.0	3	1.2
	Purple	4	0.7	40	18.3	8	2.6	0	0
	White	2	0.3	0	0	1	0.3	0	0
	Black	0	0	0	0	2	0.6	15	5.7

春秋作均未達顯著水準。小葉長最長者爲77mm（VB秋作），最短者爲20mm（VB及VR春作），變域範圍以秋作之VB（25～77mm）爲最大，而以秋作之VA（42～69mm）爲最小。變異係數介於9.1～14.3%之間，春作略高於秋作。

2.小葉寬：類型間及期作間之小葉寬並無顯著差異。變域範圍以春作之VB（10～32mm）最大，秋作之SP（19～35mm）最小。變異係數以春作之VB（18.4%）最大，秋作之SP（10.4%）最小，四個類型之小葉寬於春作均較秋作有較大之變異性。

3.單株乾重：期作間比較，四個類型除VA外，其餘三個類型春作之單株乾重均顯著高於秋作；類型間比較，春作之VB及VR皆顯著高於SP及VA，秋作則僅VB高於SP及VA。春作VB平均高達99.7g，VA只有18.8g，秋作仍以VB居首（28.3g），而以SP居末（13.3g）。品種間有高達256g者（VB），亦有小至5g之品種（SP及VA）。變域範圍以春作之VB最大（20～256g），秋作之SP及VA最小（5～29g）。各類型之變異係數均相當大（均超過30%）。

4.主莖高度：一般而言，四個類型於春作之主莖高度均略高於秋作，但未達顯著水準。類型間比較，不管春秋作，均以SP及VA略高於VB及VR。品種中主莖高度有高達96cm（SP及VA），及矮至10cm（VB）者。變域範圍春作遠大於秋作，其中春作SP之18～96cm最大，秋作VR之14～46cm最小。變異係數以春作之VB（31.2%）爲最大，秋作之SP（13.1%）爲最小。

5.分枝長：除VB外，其餘三個類型之分枝長，於春作均大於秋作。分枝長於品種間之變異遠大於類型間之變異，平均分枝長以VA最長，春作67.3cm，秋作41.8cm；VB最短，春作46.8cm，秋作37.2cm。變域範圍以春作之SP（12-92cm）最大，秋作之SP最小（22～60cm）。變異係數以春作之VB最大（25.2%），秋作之SP最小（14.3%）。

6.分枝數：不論春秋作，SP及VA之平均分枝數約爲4枝，VB及VR約爲5～7；除VB外，春秋作間差異不大，類型間僅以春作之VB顯著高於SP及VA。變域範圍以秋作之VB（2～9）最大，秋作之SP（2～4）最小。變異係數介於13.5～21.9%之間。

（三）莢果性狀：

1.莢長：期作間及類型間之莢果長度變化不大，約在24.7～29.4mm之間。變域範圍以秋作之VA（20～54mm）爲最大，春作之SP（18～34mm）最小。變異係數介於11.1～16.4%之間。

2.莢寬：春秋兩期作之平均莢寬大致相同，類型間亦無顯著差異，其中以VB稍大，春秋作皆爲12.7mm；SP略小，春秋作分別爲11.4及11.2mm。變域範圍以秋作之SP最大（7～21mm），春作之VA最小（10～16mm）。變異係數介於8.7～11.7%之間。

3.莢果大小：春秋作並無明顯差異，四種類型間以SP稍小。變域範圍以秋作之VB（105～736mm²）最大，春作之SP（144～464mm²）最小。變異係數以秋作之VA（18.8%）最小，秋作之VR（22.5%）最大。

4.單株莢數：不論任何類型，春作之單株莢數均顯著多於秋作，甚至高出2倍以上。類型間比較，則VB及VR之莢數略多於SP及VA，其中以春作之VB爲最多（24.8），秋作之VA最少（4.3）。變域範圍以春作之VB（2～64）最大，秋作之VA（2～9）最小。四種類型於春秋之變異係數均大，介於31.9～47.8%之間。

5.單株莢重：其趨勢與單株莢數同，春作均明顯高於秋作（約爲2～3倍），VB及VR略重於SP及VA，其中以春作之VB平均26.5g居首，秋作之SP（4.6g）居末。變域範圍以春作之VB（1.4～83.8g）最大，秋作之SP（1.2～11.8g）最小。變異係數均大，SP及VA介於37.2～39.6%之間，VB及VR介44.3～48.3%之間。

（四）籽粒性狀：

1.粒長：春秋兩期作之粒長相近，VA春作平均13.4mm，秋作平均11.7mm變化稍大。類型間以VB粒長較大，秋作平均14.9mm，遠大於春秋作之SP（分別爲11.2及11.5mm）。變域範圍

以秋作之VB（8～22mm）最大，春作之SP最小（8～14mm）。變異係數介於9.1～14.9%之間。

2.粒寬：粒寬於期作間或類型間均無明顯差異，平均介於6.9～7.9mm之間。變域範圍以秋作之VB（4～13mm）爲最大，春作之VR（6～9mm）爲最小。變異係數在6.0～14.2%之間。

3.籽粒大小：期作間比較，以VA及VB在春秋作間之差異稍大，但未達顯著水準。變域範圍以秋作之VB（32～273mm²）最大，春作之VA（72～153mm²）最小。變異係數相差甚大，介於春作之VA（10.7%）～春作之VB（22.9%）。

4.百粒重：百粒重在春作略重於秋作，但未達顯著水準。平均而言，春作介於 35g（SP）～40.1g（VB）之間，秋作則介於 29.2g（SP）～37.0g（VB）之間。變域範圍以春作之 VB（18.6～84.6g）最大，春作之VA（19.1～58.0g）最小；百粒重最重及最輕的分別爲 VB 品種中之 84.6g 及 SP品種中之7.4g。變異係數介於16.6～28.9%之間。

5.剝實率：期作間春作略大於秋作，但未達顯著水準，類型間亦無明顯差異。春作以 SP（74.4%）稍高，VB（69.1%）略小；秋作則以 VA（69.2%）最高，VB（63.9%）最小。變域範圍以秋作之 SP（27～94%）爲最大，春作之VA（60～87%）爲最小。變異係數介於 5.5～14.3%之間。

6.單株粒數：期作間比較，所有四個類型之單株粒數春作均顯著大於秋作（2～3 倍）。類型間比較，秋作大致相近（9.9～12.5），春作相差則大（21.9～45.9）但類型間差異仍不顯著。變域範圍以春作之VB（3～112）爲最大，秋作之VA（4～19）爲最小。變異係數均大，介於32.1～47.8%之間。

7.單株粒重：其趨勢與單株莢數相仿，所有類型間均春作大於秋作。VB及VR 略大於 SP及 VA但未達顯著水準。其中以春作之 VB 平均18.4g最大，秋作之 SP平均3.0g 爲最小。變域範圍以春作之 VB（0.9～64.2g）最大，秋作之SP（0.6～7.4g）最小。變異係數介於 36.8～49.8%之間。

二、形態性狀之頻度分布（表 2）：

（一）莖葉性狀：

1.主莖茸毛：絕大部分之品種其主莖茸毛稀少（Scarce），SP 佔 99.6%、VA 佔 96.8%、VB佔94.3%、VR佔87.5%。

2.小葉形狀：絕大部分品種爲橢圓形（Elliptic），SP佔98.3%、VA佔98.7%，VB佔97.1%，VR佔98.8%；楔形（Cuneate）及披針形（Lanceolate）爲數甚少，披針形爲小葉具狹長而細小之特性。

3.幼葉茸毛：絕大部分品種幼葉茸毛稀少而短（Sparse and short），僅有少部分幼葉茸毛爲稀少而長（Sparse and long）或密而短（Profuse and short）。幼葉茸毛稀少而短之品種，SP佔99.6%，VA佔95.4%，VB佔94.9%，VR佔91.7%。

4.成熟葉茸毛：其情形和幼葉茸毛完全一致，幼葉茸毛少者其成熟葉茸毛亦少。

5.莖色：絕大部分之品種其成熟莖爲有色（Present），大多數之老熟莖較幼莖顏色深，顏色之改變，通常爲幼莖淺綠，至成熟時變爲紅色或暗紅色。少數品種其莖色由幼莖至老莖均無變化，整株爲綠色或淺綠色。

（二）花及莢果

1.子房柄色：如同莖色，絕大部分之子房柄具顏色，僅少數之SP（0.9%）及 VB（3.2%）爲無色（Absent）。

2.旗瓣色：SP及VR之旗瓣全爲橘黃色（Orange yellow）。VA 僅13個品種（5.9%）及VB中之 9 個品種（2.9%）爲橘紅色（Orange red），其餘亦全部爲橘黃色。

3.旗瓣標誌色：SP及VR之旗瓣標誌色全爲紅色。VA中有13個品種及VB中有 9 個品種爲深

紅色外，其餘亦皆爲紅色。標誌色與旗瓣色有密切之關係，標誌色爲深紅色者其旗瓣色必爲橘紅色。

4.每莢粒數：四個類型中，多數品種均以2粒莢佔多數，其中只有VA之3粒及4粒莢佔較高比率。每莢粒數及各類型之分布情形爲 SP：2-1 型94%，2－1－3型3.1%、2－3－4型1.3%。VA：以2－3－1型爲多，佔49.5%，其次爲2－1型佔 17.7%，再其次爲2－3－4－1型，佔12.ε%，多粒型之3－2－4－1及3－4－2－1型共佔有8.6%；VB：以2－1型佔80.2%爲最多，亦有11個品種爲3－2－4－1、3－4－2－1及4－3－2－1等多粒型者。VR：2-1型者有74.9%，2－3－1型者有16.1%，2－1－3型者4.8%。

5.莢喙：SP之莢喙較不明顯，無莢喙者（Absent）佔53.3%，莢喙輕微者（Slight）佔39.1%，中等者（Morderate）有 6.9%。VA多數莢喙亦較不明顯，無莢喙者佔40.5%，莢喙輕微者佔50.5%，中等者佔6.3%，莢喙非常突顯者（Very prominent）佔1.8%。VB 莢喙則較明顯，莢喙輕微者佔61.5%最多，其次爲中等者佔20.7%，突顯者（Prominent）亦有2.6%。VR絕大部分爲莢喙輕微（76.9%），其次爲無莢喙者佔18.6%。

6.莢果腰：四個類型中之大部分品種之莢果腰型均爲中等到輕微，其中 SP 中等者佔48.7%，輕微者佔42.1%；VA輕微者佔66.7%，無果腰（None）佔16.9%，中等者佔 12.3 %；VB中等者佔44.6%，輕微者佔41.7%；VR中等者佔60.6%，輕微者有36.4%。

7.莢果網紋：四個類型之莢果網紋均以淺到中等者居多，其中SP中等網紋之品種最多佔 79.1%，其次淺網紋者佔17.8%；VA淺網紋者最多佔79.1%，其次爲中等者佔 10.0%；VB中等者佔51.3%，其次爲淺網紋者佔28.9%，再其次爲網紋突顯者爲 11.8%；VR中等網紋者佔 89.0%，淺網紋者6.4%，突顯者4.6%。

（三）籽粒性狀：

1.種皮色：四個類型之所有品種中，僅 VB之 8 個品種具有嵌雜色（Variegated）外，其餘全部爲單一顏色（One colour）。

2.主要種皮色（Primary seed colour）：SP 以淡紅色（Rose）居多佔 94.0%，其次爲紅色（Red）5.0%，另外有 4 個品種爲紫色（Purple），2 個品種爲白色（White）；VA則以紅色居多佔61.6%，其次爲淡紅色20.1%，再其次爲紫色 18.3%。VB以肉紅色（Flesh）75.2% 最多，其次爲淡紅色14.3%，再其次爲紅色7.0%，另外還有極少數爲紫色、白色及黑色等。VR亦以肉紅色爲最多佔89.7%，其次爲黑色5.7%，另外有淡紅色及紅色各爲3.4及1.2%。

討　論

綜合以上試驗結果，落花生在氣候環境完全不同之春秋期作下，部分農藝性狀在期作間及類型間均有較大之差異，而形態性狀在期作間則無明顯不同。一般而言，Spanish及Valencia在分類上屬於 *fastigiata* 亞種，其特性爲主莖及分枝可連續產生花序，分枝較少，再分枝則幾乎完全不產生，植株爲直立性，種子不具休眠性；Virginia Bunch及Virginia Runner屬於*hypogaea*亞種，其植株特性爲主莖不開花，分枝及再分枝多，分枝可分爲營養枝及生殖枝，二者交互生長，莢果、籽粒較大，種子具休眠性。此類亞種間之特性爲一般分類之依據 [8,11,12]。不過，目前已發現許多中間型，如主莖不開花之直立植株，和主莖開花之匍匐植株 [22]，這將使落花生之分類工作趨複雜。

本試驗之調查結果顯示，四種類型落花生之某些農藝性狀，如生長習性等，在春秋兩期作間有相當大之差異。春作不論發芽速度、開花期及成熟期均顯著遲於秋作 [2]。一般而言，春作出土約需15～16天，秋作只需 5～7 天；開花期春作需38～52天，秋作只要20～26天；成熟期春作要128～147天，秋作只要97～114天。在各類型比較，出土日數無甚差異，而 VB及V R之開花期及成熟期則顯著遲於SP及VA（尤其是春作）。有些 VA 品種，在秋作僅需11天即可開花，81天即告成熟，爲相當早熟之品種，此與印度極早熟品種 75 天成熟相差無幾 [24]。成熟期及開花期變異係數均低，爲較穩定之性

狀，其遺傳率之估算一般可達90%以上[7,9,10,16,21]。

莖葉性狀方面，單株乾重、主莖高度及分枝長度，春作略大於秋作；而小葉長、小葉寬及分枝數在春秋作間則差異不大。類型間比較，一般來說，VB及VR比SP及VA有稍小之小葉長、小葉寬、主莖高度及分枝長度，但具較多之分枝數及較重之單株乾重。VB中有些品種之單株乾重可達 256g，其營養生長旺盛，分枝及再分枝特別多[9,10]。小葉長、小葉寬在品種間之變化甚大[6,14]，本試驗中四種類型之葉長、葉寬之變異係數均低，亦爲穩定性頗佳之性狀之一。

在莢果及籽粒性狀方面，單株莢數、單株莢重、單株粒數及單株粒重等四種性狀均爲春作顯著高於秋作。類型間比較，SP之莢果稍小；VB莢果，籽粒及百粒重略大，然其剝實率則稍差；VB及 VR具稍多之單株莢數、單株莢重、單株粒數及單株粒重，此與品種特性及較寬之行株距或許有關[2,3]。

在形態性狀方面（表 2），不分類型，絕大多數之品種均爲莖、葉無茸毛，小葉橢圓，莖及子房柄均有色，旗瓣橘黃色，旗瓣標誌紅色。莢果性狀中，SP及VR 爲兩粒莢居多，VA 具多粒性，其中含 3 粒及 4 粒莢者不在少數，VB亦有部分品種爲 3 粒及 4 粒莢型；莢喙以VB最爲明顯，SP、VA及VR 則多數品種爲莢喙不明顯，其中 VA 有少數亦爲極明顯者；四類型之莢果腰型極大多數品種均爲輕微果腰到中等果腰，其中僅 SP及VB各約有 8 %爲深果腰者；莢果網紋亦爲輕微網紋到中等網紋者居多，唯 VA及 VB分別約有 8 及16%爲深網紋者；種子色中具有雜色的只有VB之 8 個品種，其餘均爲單色；種子主色在各類型中有相當大的變化，SP 主要爲淡紅色佔94%，VA紅色佔 61.6%，VB及VR肉紅色（Flesh）則各佔75.2%及89.7%。

綜合以上結果，本所保存之落花生種源，不論其形態或農藝性狀，均有相當大的變異性。落花生育種人員正可利用此種廣泛之變異性，依育種目標，結合所需特性以育成優良之新品種，譬如：臺灣春作落花生容易發生徒長及倒伏，在雜交親本選擇上，可就植株較矮、抗倒伏之品種加以篩選；VB品種具有大莢、大粒之特性，然而籽粒不飽滿爲其缺點，改良之道即可將之與 SP或VA 品種雜交，並於分離後裔中選拔大粒且飽滿之品系，臺南 11 號大粒種落花生之育成即爲一成功例子；另外，VA具有多粒莢及紅色種皮特性，亦爲多樣化產品之至佳育種材料。

本所目前保存之落花生種源雖然已達 1,352 品種，但距印度及美國所搜集、保存之一萬餘品種[13,18,19,20]，則相去甚遠，爲圖落花生產量及品質之不斷提昇，加强引種評估與利用，實在是刻不容緩。本研究提供 IBPGR/ICRISAT 之落花生種源評估方法及35項主要農藝與形態資料，希望對落花生研究者有所助益。至於更詳盡的調查資料，諸如病蟲害、化學成份及植株適應性等，將於另文中詳加討論。

參考文獻

1. 林興 • 1954。落花生性狀及其相關研究。農業研究 4 ：46—67。
2. 林興、陳墀成 • 1967。落花生產量構成因素之研究。II春秋作落花生產量構成因素之分析。中華農學會報新57：35—48。
3. 林興、蘇匡基、王魯滌、陳墀成、林慶雨 • 1964。落花生品種錄。臺灣省農業試驗所編印。
4. 湯文通、蔣瑞民 • 1953。大粒種及小粒種落花生若干性狀之比較。台大研究報告 2（5）：23—33。
5. Banks, D. J., H. A. Melouk, and D. L. Ketring. 1982. Reanut germplasm development. APES. Proceedings abstract pp. 69.
6. Bhagat, N. R., Taslim Ahmad, H. B. Lalwani, and Harender Singh. 1985. Status of national resources of cultivated groundnuts. Indian J. Genet. 45(1) : 171-177.
7. Bhagat, N. R., Taslim Ahmad, H. B. Lalwani, and G. Nagaraj. 1986. Variation, character association and path analysis in improved groundnut varieties. Indian J. Agric. Sci. 56(4) : 300-302.
8. Bunting, A. H., and J. Elston. 1980. Ecophysiology of growth and adaptation in the groundnut:

an essay on structure, partition and adaptation. *In* Advances in legume science. pp. 495-500. Royal Botanic Gardens, Kew, England.

9. Chauhan, R. M., and P. T. Shukla. 1985. Variability, heritability and genetic advance in bunch and spreading types of groundnut. Indian J. Agric. Sci. 55(2) : 71-74.
10. Dixit, P. K., P. D. Bhargava, D. K. Saxena, L. K. Bhatia, and K. N. Sharma. 1971. Variability in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Indian J. Agric. Sci. 41(8) : 685-691.
11. Gibbons, R. W., A. H. Bunting, and J. Smartt. 1972. The classification of varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) . Euphytica 21 : 78-85.
12. Gregory, W.C., M. P. Gregory, *A.* Krapovickas, B. W. Smith, and J. A. Yarbrough. 1973. Structures and genetic resources of peanuts. pp. 47-133 *In* Peanuts-culture and uses. APRES, Inc. Stillwater, Oklahoma.
13. Huang, M. T., and W. L. Tsaur. 1987. Collection, preservation and documentation of peanut germplasm. *In* Hsieh, S. C. (ed.), Crop exploration and utilization of genetic resources. Taichung DAIS. Taiwan. R. O. C.
14. Howard, E. R., D. L. Higgins, G. D. Thomas, and G. E. Simpson. 1985. IBPGR/ICRISAT Minimum descriptors of *Arachis hypogaea* L. collections II. The variability within certain characters. APRES Proceedings abstract pp. 26.
15. IBPGR/ICRISAT. 1985. Descriptors for groundnut (revised).
16. Kushwaha, J. S., and M. L. Tawar. 1973. Estimates of genotypic and phenotypic variability in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Indian J. Agric. Sci. 43(12) : 1049-1054.
17. Metcalfe, D. S., and D. M. Elkins. 1980. Peanuts and other edible legumes. *In* Crop production principles and practices. pp. 563-573. 4th edition. Macmillan publishing Co. Inc. New York.
18. Nigam, S. N. 1987. A review of the present status of the genetic resources of the ICRISAT regional groundnut improvement program, of the Southern African cooperative regional yield trials, and of rosette virus resistance breeding. *In* Proceedings of the second regional groundnut workshop for Southern Africa. ICRISAT, India.
19. Rao, V. R. 1985. Genetic resources and their use in enhancement of peanut at ICRISAT. APRES. Proceedings abstract pp. 27.
20. Rao, V. R. 1980. Groundnut genetic resources at ICRISAT. *In* Proceedings-International workshop on groundnuts. pp. 47-57 ICRISAT. India.
21. Reddi, M. V., D. Subramanyam, B. Krishnamurty, J. Ramachandra Reddy, N. S. Reddy, and A. Dhan Raj. 1986. Variability, heritability and genetic advance in Virginia cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Indian J. Genet. 46(2) : 355-359.
22. Simpson, G. E., A. Krapovickas, J. R. Pietrarelli, and R. O. Vanni, 1986. Evidence on the evolution of *Arachis hypogaea* L. APRES. Proceedings abstract pp. 27.
23. Singh Hari, A. K. Yadava, T. P. Yadava, and M. L. Chhabra. 1982. Genetic variability and heritability for morpho-physiological attributes in groundnut. Indian J. Agric. Sci. 52(7) : 432-434.
24. Vasudeva Rao, M. J., and R. W. Gibbons. 1985. Breeding for earliness in groundnuts. APRES. Proceedings abstract pp. 27.
25. Woodroof, J. G. 1983. The culture of peanut. *In* Peanuts: Production, processing, products. pp. 41-89. 3th edition. Avi. publishing. Westport, Connecticut.

Evaluation and Utilization of Peanut Germplasm[1]

K. H. Yang, W. L. Tsaur and H. S. Lu[2]

Summary

A total of 1352 peanut varieties including 550 Spanish, 220 Valencia, 315 Virginia Bunch, and 267 Virginia Runner types, introduced from overseas institutions or collected locally, are evaluated at the Taiwan Agricultural Research Institute in fall crop of 1987 and spring crop of 1988. Based on the Groundut Descriptors released by IBPGR/ICRISAT, every peanut variety was described by 35 characteristics. This information has been grouped into two parts: agronomic (21 items) and morphologic (14 items) characteristics. Results from this evaluation indicate that there is considerable diversity in characters investigated. In order to assist breeders in making more effective use of the available germplasm, more detail evaluation and documentation for accessions with such specific characters as disease, insect, chemical content and adaptability are needed.

1. Contribution No. 1460 from Taiwan Agricultural Research Institute.

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

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）38(2)：191～200 (1989)

大粒型與小粒型落花生雜交 F_2 族羣之遺傳率與性狀相關研究[1]

曹文隆　楊金興　盧煌勝[2]

摘要　本研究利用二個大粒型（Virginia Bunch type）與二個小粒型（Spanish type）落花生雜交組合之 F_2 族羣及其四個親本爲材料，於臺中霧峰及雲林崙背進行田間試驗，估算莢果與籽粒性狀之遺傳率、基因型相關及外表型相關，藉以鑑定此二雜交組合提供選拔大粒、飽滿、豐產落花生新品系之可能潛力。試驗結果顯示：兩個 F_2 族羣之成熟莢果數、成熟莢果重、飽滿籽粒重、莢果長、莢果寬及籽粒寬等性狀之平均值約略相近。U-5 × Tainung 5 比 Tainan Sel. 9 × Nakate Yutaka 有較高之成熟莢果數及成熟莢果重，與較少之飽滿籽粒數及籽粒長。兩個族羣於兩處試區之莢果與籽粒性狀之遺傳率估值介於0.22～0.97之間。遺傳率值在族羣間與試區間均稍有差異。莢果及籽粒性狀間之基因型相關與外表型相關，多數均爲顯著正相關。本研究結果推測：在大粒、飽滿、豐產落花生育種上，U-5 × Tainung 5 及 Tainan Sel. 9 × Nakate Yutaka 二雜交組合均具選拔潛力，值得繼續分離與利用。

落花生種子含粗蛋白22～30%及油分44～56%，適合食用、油用及加工，用途甚廣。在臺灣，落花生是唯一不必仰賴政府補貼，而每年種植面積仍能長久維持在五萬公頃以上之最重要雜糧作物。近年來，由於消費型態改變，加上拓展落花生冷凍加工外銷成功，需求量日增。然而；面對即將接踵而至之農產品開放進口政策，本省落花生生產必須具備單位面積產量高、品質佳及生產成本低等特點，才有足够的市場競爭能力。

依生長習性分類，栽培落花生可分爲 Virginia、Valencia 及 Spanish 三種。Virginia 型植株具匍匐性、分枝多等特性，此等特性均有利於結莢機會之增加，但其始花期晚。Spanish 型則始花期早，在臺灣頗適於配合輪作栽培，其剝實率高、植株具直立性、分枝數少。爲期育成早熟、分枝數多之高產品種，有賴於利用 Virginia 型與 Spanish 型間或其他亞種間之雜交，以結合各種優異特性於一體[1,2,5,11]。落花生之莢果與籽粒產量均爲相當複雜之遺傳性狀，且易受外在環境的影響，一般雜種後裔中，產量、籽粒重等之變異性最大，莢果長、莢果重則稍小[5]。Coffelt and Hammons[7]報告指出：產量性狀如百粒重、莢果長、莢果寬、莢果長寬比之廣義遺傳率均高，且單株莢果數、單株莢果重、單株籽粒數及莢果長之間均爲顯著正相關。通常莢果產量之狹義及廣義之遺傳率分別介於0.16～0.79及0.28～0.82之間[5,12,23,24]。林[1]發現莢果數及籽粒產量之廣義遺傳率甚低，而單株莢果數及單株莢果重之間爲顯著正相關。Mohammed *et al.* [18]在一 Virginia 和二 Spanish type之

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1461 號。

2.本所農藝系助理研究員、助理及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

雜交後裔（F_2及F_3）中所估得之遺傳率，產量介於0.42～0.82之間，莢果長爲0.79～0.92之間，但成熟期則略低。莢果大小與籽粒大小之特殊組合力通常均很高[14]，而二者間爲顯著之正相關[7,15,20]。

本研究係配合『大粒、飽滿、豐產落花生育種計畫』之執行，利用二個大粒型 Virginia Bunch type 與二個小粒型 Spanish type 雜交組合之 F_2 族羣及其四個親本爲材料，進行兩處田間試驗，估算莢果與籽粒性狀之遺傳率、基因型相關與外表型相關，以瞭解落花生莢果與籽粒性狀之遺傳行爲，並比較二族羣供爲大粒、飽滿、豐產落花生育種之選拔潛能。

材料與方法

一、試驗材料：

本試驗使用之兩個 F_2 落花生族羣，分別來自 U-5 × Tainung 5 及 Tainan sel. 9 × Nakate Yutata 二個雜交組合。親本 U-5 及 Nakate Yutaka 均爲日本引進之 Virginia Bunch type，屬大莢大粒種，U-5 早熟，Nakate Yutaka 中晚熟且具休眠性。Tainung 5（臺農 5 號）及 Tainan sel. 9（臺南選 9 號）分別爲農試所及臺南改良場育成之小粒種落花生，二者同屬 Spanish type。

二、試驗方法：

兩個 F_2 族羣，加上四個親本，合計爲六個參試材料，於民國77年春作，分別在農試所臺中本所及雲林崙背試區進行試驗。兩個地點之田間均採用逢機完全區集設計，四重複，試區行長 3m，三行區，行株距 45×15cm。肥料用量與田間栽培管理同一般落花生栽培法。成熟收穫後，兩處試區均調查所有植株之莢果及籽粒性狀，計有：成熟莢果數（No. of mature pod）、成熟莢果重（Wt. of mature pod）、成熟籽粒數（No. of mature seed）、成熟籽粒重（Wt. of mature seed）、不飽滿籽粒數（No. of ill-filled seed）、不飽滿籽粒重（Wt. of ill-filled seed）、飽滿籽粒數（No. of well-filled seed）、飽滿籽粒重（Wt. of well-filled seed）、莢果長（Pod length）、莢果寬（Pod width）、籽粒長（Seed length）及籽粒寬（Seed width）等十二項。

三、統計分析：

上述十二項以單株爲基準之調查資料，將依試區及雜交組合之不同進行獨立分析，即每一試區之每一 F_2 族羣及其兩個親本單獨作一變方分析。據此，每一變方分析表上所估得之小區內或植株間之親本變異量（Estimates of parental within-plot or plant to plant variability）即爲環境變方（Environmental variance）。每一雜交組合中，F_2 小區內變方（F_2 within-plot variance）減去上述之環境變方即爲該雜交組合之 F_2 基因型變方（Genotypic variance）。F_2 性狀間之遺傳共變方（Genotypic covariance between pairs of traits）仍依小區內親本共變方爲環境共變方（Environmental covariance）估值之方式計算而得。以上方法之假設前提爲：(1)異型結合F_2與同型結合親本間具有相同之環境變方；(2)基因型與環境間之相關不存在。

F_2 小區內變方及共變方可供廣義遺傳率（Broad sense heritability, h_b^2）估算之用。每一試區每一 F_2 族羣之基因型相關（Genotypic correlation, r_g）及外表型相關（Phenotypic correlation, r_p）之估算公式分列如下：

$$h_b^2 = \frac{\sigma^2_{Gi}}{\sigma^2_{F2i}}$$

$$r_p = \frac{\widehat{COV}_{F2ij}}{\hat{\sigma}_{F2i}\,\hat{\sigma}_{F2j}}$$

$$r_g = \frac{\widehat{COV}_{Gij}}{\hat{\sigma}_{Gi}\,\hat{\sigma}_{Gj}}$$

上列公式中，$\hat{\sigma}^2_{Gi}$及$\hat{\sigma}^2_{Gj}$分別爲性狀 i 及性狀 j 之遺傳變方；$\hat{\sigma}^2_{F2i}$及$\hat{\sigma}^F_{F2j}$分別爲性狀 i 及性狀 j 之總外表型或 F_2 小區內變方；$\widehat{COV}_{F2ij}$及$\widehat{COV}_{Gij}$分別爲性狀 i 及性狀 j 間之外表型及基因型共變方。外表型及基因型相關係數大於兩倍其標準偏差即視爲顯著異於 0。

結　果

兩個 F_2 族羣及其四個親本於兩個試區之十二項調查性狀之平均值及標準偏差，列如表 1。四個親本之成熟莢果數差異互見，其中 Nakate Yutaka 平均每株成熟莢僅有 8 個，變異性却爲四個親本之冠（SE=0.4）；兩個 F_2 族羣均分別偏向其較高親本值，族羣間比較，則U-5 × Tainung 5之成熟莢果數顯著多於 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka。成熟莢果重，本地種親本分別高於引進種，U-5 × Tainung 5顯著重於 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka，其中U-5 × Tainung 5平均值偏向於莢重較重之親本（Tainung 5），而 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka 則介於二親本之中間值。成熟籽粒數及成熟籽粒重，在四個親本之趨勢分別與成熟莢果數及成熟莢果重相似，惟二族羣平均值相近，且均介於二親本之中間值。在未飽滿籽粒數及未飽滿籽粒重方面，二引進親本皆顯著高出本地種親本許多，U-5 × Tainung 5此二性狀均大於 Tainansel. 9 × Nakate Yutaka。U-5 × Tainung 5之未飽滿籽粒數偏向於較小親本之一方，Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka 之值則介於二親本之間。二個 F_2 族羣之未飽滿籽粒重均介於二親本之間。二引進親本皆無飽滿籽粒，二本地種親本中以 Tainan sel. 9 具較高之飽滿籽粒數及飽滿籽粒重，二 F_2 族羣均介於二親本之間。族羣間相較，二族羣之飽滿籽粒重相似，Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka有較多之飽滿籽粒數。U-5 及 Nakate Yutaka 屬大莢大粒型，故較本地種親本具較大之莢果及籽粒長寬度。二 F_2 族羣之莢果長、莢果寬及籽粒寬皆相近，Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka 之籽粒長度則顯著長於 U-5 × Tainung 5。二族羣之莢果長度平均值均較偏向於大莢之親本，籽粒寬度介於親本

Table 1. Means and standard errors of pod and seed traits for parental lines and two F_2 populations.

Trait \ Line or cross	U-5	Tainung 5	Tainan Sel. 9	Nakate Yutaka	U-5 × Tainung 5	Tainan Sel. 9 × Nakate Yutaka
No. of mature pod	13.5±0.1	15.0±0.3	12.5±0.3	8.0±0.4	14.3±0.6	12.0±0.6
Wt. of mature pod (g)	8.7±0.3	11.2±0.3	11.0±0.1	8.2±0.5	11.4±0.5	9.2±0.5
No. of mature seed	17.5±0.3	27.0±0.5	23.8±0.3	14.5±0.7	19.7±0.8	19.0±1.1
Wt. of mature seed (g)	5.6±0.2	7.3±0.3	8.1±0.1	5.3±0.3	6.9±0.3	6.2±0.4
No. of ill-filled seed	17.5±0.3	12.0±0.2	5.0±0.1	14.5±0.1	11.6±0.6	9.2±0.8
Wt. of ill-filled seed (g)	5.6±0.2	2.8±0.1	0.9±0.1	5.3±0.1	3.5±0.2	2.6±0.3
No. of well-filled seed	0	15.0±0.5	18.8±0.3	0	8.1±0.6	9.8±0.6
Wt. of well-filled seed (g)	0	4.5±0.3	7.2±0.1	0	3.4±0.2	3.6±0.3
Pod length (mm)	31.0±0.1	24.1±0.1	23.9±0.1	27.7±0.1	28.7±1.5	27.3±1.5
Pod width (mm)	16.1±0.1	12.3±0.1	11.3±0.1	13.9±0.1	12.4±0.7	13.7±0.7
Seed length (mm)	25.5±0.1	15.7±0.1	15.0±0.1	24.2±0.1	17.5±1.1	23.5±1.3
Seed width (mm)	10.0±0.1	7.8±0.1	7.7±0.1	9.6±0.1	8.8±0.6	8.7±0.8

中間值，而在莢果寬度及籽粒長度方面，U-5 × Tainung 5 組合偏向較低值親本，Tainansel. 9 × Nakate Yutaka 則偏向較高值親本。

二個 F_2 族羣之十二項性狀之遺傳率估值列如表 2。遺傳率估值介於0.22～0.97之間，其中莢果長寬及籽粒長寬均屬高遺傳率性狀（0.91～0.97）。依同一試區之不同雜交組合比較之，成熟莢果重、成熟籽粒數、成熟籽粒重、未飽滿籽粒重及飽滿籽粒重等五個性狀爲 U-5 × Tainung 5 高於 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka，其餘七個性狀之遺傳率估值在二族羣間約略相近。若就同一雜交組合之不同試區比較，唯有 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka 族羣之成熟莢果重（霧峰：崙背＝0.35：0.22）及成熟籽粒重（霧峰：崙背＝0.36：0.62）試區間之差異較大。

Table 2. Heritability estimates based on variances for pod and seed traits for two crosses at two locations.

Trait \ Cross	U-5×Tainung 5		Tainan Sel. 9×Nakate Yutaka	
	Wu-feng	Lung-bei	Wu-fen	Lung-bei
No. of mature pod	0.69	0.69	0.69	0.67
Wt. of mature pod (g)	0.87	0.86	0.35	0.22
No. of mature seed	0.82	0.82	0.60	0.57
Wt. of mature seed (g)	0.84	0.82	0.36	0.62
No. of ill-filled seed	0.94	0.93	0.87	0.83
Wt. of ill-filled seed (g)	0.97	0.97	0.77	0.66
No. of well-filled seed	0.43	0.46	0.48	0.56
Wt. of well-filled seed (g)	0.75	0.71	0.45	0.45
Pod length (mm)	0.92	0.91	0.94	0.91
Pod width (mm)	0.95	0.96	0.94	0.94
Seed length (mm)	0.97	0.94	0.95	0.94
Seed width (mm)	0.96	0.97	0.93	0.95

十二項性狀間之基因型相關與外表型相關，除U-5 × Tainung 5 在兩個試區之未飽滿籽粒數與飽滿籽粒數、飽滿籽粒重，及未飽滿籽粒重與飽滿籽粒數、飽滿籽粒重等之相關係數未達顯著水準外，其餘均爲顯著相關（表 3 及 4）。基因型相關（r_g）略大於外表型相關（r_p）。Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka在霧峰試區（表 3）達顯著負相關的爲：未飽滿籽粒數與飽滿籽粒數（$r_p=-0.32$、$r_g=-0.26$）、飽滿籽粒重（$r_p=-0.30$、$r_g=-0.24$）、及未飽滿籽粒重與飽滿籽粒數（$r_p=-0.35$、$r_g=-0.31$）、飽滿籽粒重（$r_p=-0.33$、$r_g=-0.28$）；其餘性狀間均爲顯著正相關（$r_p=0.37$～0.98、$r_g=0.42$～0.99）。在崙背試區（表 4）性狀間之相關性與霧峰試區大致相近，顯著負相關係數 r_p 介於−0.32～−0.28，r_g 介於−0.35～−0.30之間；顯著正相關係數 r_p 介於 0.49～0.98，r_g 介於 0.52～0.99之間。U-5 × Tainung 5 性狀間之相關情形在兩地均與 Tainan Sel. 9 × Nakata Yukata 相若，其在霧峰試區（表 3）之 r_p 介於 0.58～0.97，r_g 介於0.61～0.98之間；而在崙背試區（表 4），r_p 介於0.60～0.97，r_g 介於0.65～0.98之間。

Table 3. Phenotypic (r_p) and genotypic (r_g) correlations among traits for U-5 × Tainnug 5 (above diagonal) and Tainan Sel. 9 × Nakate Yutaka (below diagonal) at Wu-feng.

Trait		No. of mature pod (1)	Wt. of mature pod (2)	No. of mature seed (3)	Wt. of mature seed (4)	No. of ill-filled seed (5)	Wt. of ill-filled seed (6)	No. of well-filled seed (7)	Wt. of well-filled seed (8)	Pod length (9)	Pod width (10)	Seed length (11)	Seed width (12)
(1)	r_p		0.90*	0.94*	0.87*	0.71*	0.63*	0.60*	0.59*	0.95*	0.96*	0.90*	0.92*
	r_g		0.92*	0.95*	0.89*	0.74*	0.68*	0.68*	0.67*	0.97*	0.97*	0.92*	0.94*
(2)	r_p	0.89*		0.92*	0.97*	0.63*	0.65*	0.64*	0.70*	0.94*	0.92*	0.95*	0.93*
	r_g	0.94*		0.96*	0.98*	0.65*	0.70*	0.71*	0.74*	0.96*	0.93*	0.97*	0.94*
(3)	r_p	0.95*	0.92*		0.93*	0.74*	0.67*	0.65*	0.63*	0.95*	0.92*	0.96*	0.95*
	r_g	0.96*	0.93*		0.96*	0.79*	0.69*	0.71*	0.67*	0.96*	0.95*	0.98*	0.97*
(4)	r_p	0.88*	0.97*	0.93*		0.60*	0.63*	0.70*	0.75*	0.94*	0.90*	0.97*	0.95*
	r_g	0.93*	0.93*	0.97*		0.63*	0.70*	0.74*	0.80*	0.97*	0.93*	0.93*	0.95*
(5)	r_p	0.47*	0.42*	0.44*	0.37*		0.93*	0.02	−0.02	0.70*	0.70*	0.68*	0.70*
	r_g	0.62*	0.51*	0.50*	0.42*		0.95*	0.04	−0.04	0.80*	0.76*	0.72*	0.73*
(6)	r_p	0.39*	0.42*	0.36*	0.39*	0.94*		0.05	−0.04	0.67*	0.61*	0.66*	0.65*
	r_g	0.47*	0.46*	0.45*	0.43*	0.98*		0.07	−0.02	0.73*	0.74*	0.71*	0.66*
(7)	r_p	0.63*	0.64*	0.71*	0.69*	−0.32*	−0.35*		0.94*	0.61*	0.58*	0.66*	0.68*
	r_g	0.75*	0.71*	0.73*	0.71*	−0.26*	−0.31*		0.95*	0.67*	0.62*	0.73*	0.73*
(8)	r_p	0.61*	0.68*	0.63*	0.73*	−0.30*	−0.33*	0.93*		0.63*	0.59*	0.63*	0.67*
	r_g	0.70*	0.72*	0.73*	0.79*	−0.24*	−0.28*	0.98*		0.73*	0.61*	0.75*	0.70*
(9)	r_p	0.96*	0.94*	0.95*	0.92*	0.48*	0.44*	0.62*	0.63*		0.96*	0.96*	0.94*
	r_g	0.97*	0.96*	0.97*	0.94*	0.55*	0.48*	0.70*	0.67*		0.97*	0.98*	0.97*
(10)	r_p	0.96*	0.93*	0.94*	0.92*	0.50*	0.45*	0.59*	0.61*	0.96*		0.92*	0.92*
	r_g	0.98*	0.95*	0.97*	0.94*	0.61*	0.47*	0.62*	0.64*	0.97*		0.94*	0.95*
(11)	r_p	0.94*	0.95*	0.98*	0.95*	0.47*	0.43*	0.66*	0.66*	0.97*	0.94*		0.97*
	r_g	0.97*	0.97*	0.99*	0.96*	0.52*	0.45*	0.70*	0.71*	0.98*	0.96*		0.93*
(12)	r_p	0.92*	0.93*	0.98*	0.95*	0.41*	0.37*	0.71*	0.70*	0.93*	0.93*	0.97*	
	r_g	0.94*	0.97*	0.99*	0.96*	0.45*	0.47*	0.75*	0.75*	0.95*	0.94*	0.98*	

* Correlation coefficient exceeds twice its standard error.

Table 4. Phenotypic (r_p) and genotypic (r_g) correlations among traits for U-5 × Tainung 5 (above diagonal) and Tainan Sel. 9 × Nakate Yutaka (below diagonal) at Lung-bei.

Trait	No. of mature pod (1)	Wt. of mature pod (2)	No. of mature seed (3)	Wt. of mature seed (4)	No. of ill-filled seed (5)	Wt. of ill-filled seed (6)	No. of well-filled seed (7)	Wt. of well-filled seed (8)	Pod length (9)	Pod width (10)	Seed ength (11)	Seed width (12)
(1) r_p		0.89*	0.96*	0.89*	0.71*	0.60*	0.66*	0.63*	0.97*	0.94*	0.94*	0.92*
r_g		0.91*	0.97*	0.93*	0.76*	0.65*	0.70*	0.70*	0.98*	0.97*	0.98*	0.94*
(2) r_p	0.87*		0.91*	0.97*	0.65*	0.63*	0.65*	0.70*	0.94*	0.90*	0.95*	0.92*
r_g	0.90*		0.93*	0.98*	0.72*	0.70*	0.70*	0.79*	0.97*	0.93*	0.96*	0.94*
(3) r_p	0.96*	0.89*		0.93*	0.73*	0.62*	0.70*	0.67*	0.96*	0.90*	0.93*	0.96*
r_g	0.97*	0.93*		0.97*	0.81*	0.69*	0.73*	0.69*	0.97*	0.95*	0.99*	0.97*
(4) r_p	0.87*	0.96*	0.89*		0.63*	0.64*	0.71*	0.74*	0.93*	0.89*	0.97*	0.95*
r_g	0.90*	0.98*	0.95*		0.67*	0.72*	0.76*	0.77*	0.95*	0.91*	0.98*	0.97*
(5) r_p	0.58*	0.51*	0.53*	0.49*		0.92*	0.02	0.01	0.73*	0.68*	0.97*	0.69*
r_g	0.66*	0.60*	0.62*	0.52*		0.94*	0.04	0.04	0.82*	0.72*	0.76*	0.73*
(6) r_p	0.49*	0.53*	0.50*	0.52*	0.93*		−0.05	−0.04	0.63*	0.61*	0.66*	0.63*
r_g	0.54*	0.60*	0.56*	0.57*	0.95*		0.06	−0.01	0.68*	0.69*	0.70*	0.71*
(7) r_p	0.57*	0.56*	0.61*	0.58*	−0.28*	−0.32*		0.96*	0.65*	0.61*	0.63*	0.69*
r_g	0.62*	0.61*	0.70*	0.62*	−0.34*	−0.30*		0.97*	0.68*	0.64*	0.75*	0.73*
(8) r_p	0.54*	0.60*	0.57*	0.64*	−0.28*	−0.31*	0.95*		0.64*	0.62*	0.67*	0.68*
r_g	0.61*	0.63*	0.61*	0.69*	−0.30*	−0.35*	0.96*		0.67*	0.70*	0.72*	0.71*
(9) r_p	0.96*	0.94*	0.96*	0.92*	0.60*	0.55*	0.55*	0.53*		0.94*	0.97*	0.94*
r_g	0.97*	0.96*	0.98*	0.95*	0.64*	0.57*	0.63*	0.58*		0.97*	0.98*	0.96*
(10) r_p	0.97*	0.92*	0.95*	0.90*	0.60*	0.55*	0.54*	0.54*	0.97*		0.91*	0.89*
r_g	0.93*	0.94*	0.96*	0.92*	0.63*	0.61*	0.60*	0.62*	0.98*		0.93*	0.93*
(11) r_p	0.94*	0.94*	0.97*	0.94*	0.61*	0.56*	0.56*	0.56*	0.93*	0.95*		0.96*
r_g	0.96*	0.97*	0.98*	0.95*	0.67*	0.62*	0.57*	0.62*	0.99*	0.97*		0.97*
(12) r_p	0.83*	0.81*	0.87*	0.82*	0.50*	0.46*	0.53*	0.52*	0.84*	0.84*	0.86*	
r_g	0.89*	0.84*	0.88*	0.87*	0.63*	0.51*	0.60*	0.57*	0.88*	0.87*	0.92*	

* Correlation coefficient exceeds twice its standard error.

討　論

落花生爲一在地上開花地下結果之作物，此一特徵造成落花生莢果與籽粒產量性狀較其他一般作物產量更易受環境所影響，因此，其遺傳行爲之研究即變得較爲複雜。落花生類型間、品種間之變異頗大，在育種上，很容易找到各具理想特性之不同親本，藉助雜交選拔方法結合成一優異新品種[1,2,5,11]。近年來，消費型態改變，大粒型食用落花生已備受重視，但在本省栽培環境下，大粒型落花生常常遭遇晚熟、籽粒不飽滿及低產諸問題。本試驗中之二個雜交組合，即利用二個早熟、飽滿及豐產之Spanish type 本地種（小粒型）與二個晚熟、不飽滿之 Virginia Bunch type 品種（大粒型）雜交，並希望於分離後裔中選獲大粒、飽滿、豐產新品系。本研究乃在早期世代（F_2）評估二族羣之選拔利用價值。

就本試驗中親本及二個 F_2 族羣之十二項性狀之平均值（表1）觀之，二個 F_2 族羣在多數性狀中，其平均值均介於二親本之間，此結果與林[1]及 Wynne *et al.*[25] 之報告大致相符。二族羣之成熟莢果數及莢果長平均值皆偏向較大值親本之一方。成熟莢果重、未飽滿籽粒數、莢果寬及籽粒長等性狀，在二族羣之間則相當不一致。此種現象或與各性狀之遺傳機制不同或各雜交組合二親本間之差距不等或其他競爭能力、適應性有異等有關。Godoy and Norden[9] 在三個雜交組合之試驗中，發現當親本間之莢果與籽粒大小差距愈大時，其後裔此類性狀之分佈愈爲歪斜，且歪斜度往往偏向值小之親本一方。Chiou and Wynne[5] 亦有類似之試驗結果。一般除了產量外，親本之其他有關性狀之表現，概可作爲預估雜交後裔表現之參考[16]。本試驗中，在多數有利性狀中，二個族羣內均出現許多超越分離個體（transgressive segregants），Chiou and Wynne[5] 及Wynne[25] 在他們的研究中均曾有此發現。這種超越分離個體之出現，更提高了大粒、飽滿、豐產落花生育種之成功機會。就平均值而言，在成熟莢數、成熟莢重方面，U-5 × Tainung 5族羣似乎較優於 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka；在飽滿籽粒數及籽粒長度方面，則適得其反；其他性狀則兩族羣相差不多。

遺傳率值介於0.22～0.97之間（表2），因性狀、雜交組合及試區之不同而稍有變化。某些性狀並不受雜交組合或試區之影響（如成熟莢數、莢果長、莢果寬、籽粒長及籽粒寬等五個性狀），某些則頗受組合或試區之影響。頗多研究報告之莢果與籽粒產量及其相關性狀之遺傳率估值均在 0.20～0.82之間[5,7,8,10,10,12,13,17,18,21,23,24]，本研究結果大致上與此相符，部分則顯得有點偏高。這種偏高估值或與試驗材料、試驗行株距、試驗環境及估算方法等等之不同有關。一般而言，在早期世代利用小區內變方估算廣義遺傳率，當親本間差異較大時，小區內植株間互異之競爭能力即可造成遺傳變方之高估，而導致遺傳率值之偏高。在利用上，以迴歸法（regression estimates）或較能減少非累加性變方及環境 × 基因型交感作用之干預，而達到正確預估遺傳增進之效果。以本試驗資料而言，就兩個 F_2 族羣相比較，在成熟莢果重、成熟籽粒數、成熟籽粒重及飽滿籽粒重方面，U-5 × Tainung 5似乎較 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka 將有稍佳之選拔效果；另就地區來看，U-5 × Tainung 5 在二個試區差異並不明顯，而 Tainan sel. 9 × Nakate Yutaka 在成熟莢果重與成熟籽粒重方面，於臺中霧峰與雲林崙背之間則有顯然不同之反應。臺中霧峰與雲林崙背在氣候環境上類似，在土壤方面，崙背爲砂質壤土，霧峰則爲黏質壤土且每公頃再客粉砂 1,280m³。是否 Tainan Sel. 9 × Nakate Yutaka 對此種環境上之差異較敏感，而 U-5 × Tainung 5 則否，實有待進一步探討。

性狀間之相關可作爲選種之參考。兩個 F_2 族羣間及兩個試區間之十二項性狀之相關係數頗爲相近（表3及4）。顯著負相關部分，r_p 介於 −0.35～−0.28，r_g 介於−0.35～−0.24；顯著正相關，r_p 介於0.49～0.98，r_g 介於0.52～0.99 之間。大多數之相關性均有利於大粒、飽滿、豐產落花生之選種工作。落花生莢果、籽粒產量性狀間之相關性報告甚多，結果大同小異，本研究結果與林[1]、Balaiah *et al.*[3]、Chiou *et al.*[5]、Coffelt and Hammons[7]、Godoy and Norden[9]、Jogloy *et al.*[14]、Kushawaha and Tawar[15]、Layrisse *et al.*[16]、Nigam *et al.*[19]、

Patil[20] 及 Syakudo and Kawabata[21] 之結論相仿。就相關係數而言，在高產育種目標上，選拔單株成熟莢果數、成熟莢果重、成熟籽粒數及成熟籽粒重均同時有利於莢果及籽粒產量之提高。不過可以斷言的，利用此等性狀作指標（index）所行之間接選拔，當不及針對莢果及籽粒產量作直接選拔來得效果大[4,5,8]。

一般而言，自交作物在 F_2 族羣進行選拔常因環境效應、基因型間之競爭及非累加性遺傳變異等之干擾，而使選拔效果不彰。然而，Coffelt and Hammons[6] 及 Gibori *et al.*[8] 在他們的研究結論中均建議：落花生產量性狀之早期選拔爲一可行之育種步驟。Mohammed *et al.*[18] 也曾提出：產量及成熟期等低遺傳率性狀應於較後世代進行選拔較爲有效，若針對莢果大小則於早期世代進行選拔即可奏效。Wynne[22] 亦同意針對莢果長度及成熟籽粒（產量除外）進行早期世代選拔之說法。Iroume and Knauft[13] 比較11個雜交組合之 S_1 早期世代選拔方法，發現雜交組合間之選拔（$h_f^2=0.67\sim0.79$）較單株選拔（$h^2=0.16\sim0.26$）效果爲高，而二法又遠比系統內選拔（Within family selection, $h_w^2=0.03\sim0.05$）來得佳。

本研究乃配合『大粒、飽滿、豐產落花生育種計畫』之執行，故使用之材料僅限於該計畫中選用之4個親本及其所衍生之二個 F_2 族羣進行廣義遺傳率及性狀間之相關係數估算。基本上，以變方分析法求得之廣義遺傳率，因未能將非固定性遺傳效果從遺傳變方中剔除，因此其在育種上之功效稍差。而狹義遺傳率（Narrow sense heritability, h_n^2）因著重累加性遺傳部分，由此求得遺傳率值之大小對於選種上的參考價值，當然比廣義遺傳率高。本研究受使用材料所限，無法進一步作狹義遺傳率之估算。不過，僅就本研究中二個雜交組合之平均值、廣義遺傳率、相關係數比較結果，顯示利用大粒型 Viginia Bunch type 與小粒型 Spanish type 雜交，以進行大粒、飽滿、豐產落花生育種，應是可行。此二具選拔潛力之落花生族羣將繼續分離選拔，並於選拔過程中同時進行單籽後裔法（Single seed descend, SSD）及譜系育種法（Pedigree breeding）之選拔效果比較。

參考文獻

1. 林 興・1966・落花生 Virginia 型與 Spanish 型雜種後裔數量性狀遺傳行爲之研究・中華農學會報新 54：1—7。
2. 盧煌勝、楊金興、曹文隆・1988・不同型間落花生產量及其構成因素之比較・中華農業研究 37（3）：266—277。
3. Balaiah, C., P. S. Reddy, and M. V. Reddi. 1980. Correlation studies of some yield components in the F_2 segregating population of the groundnut cross 'Jll'×'Gujarat Narrow Leaf Mutant'. Indian J. Agric. Sci. 50(3) : 213-215.
4. Bernard, R. L. 1960. The breeding behavior and interrelationship of some pod and seed traits of peanuts. Ph. D. thesis, Dept. of Crop Science, N. C. State Univ., Raleigh. 102p.
5. Chiou, H. Y., and J. C. Wynne. 1983. Heritabilites and genetic correlations for yield and quality traits of advanced generations in a cross of peanut. Peanut Sci. 10 : 13-17.
6. Coffelt, T. A., and R. O. Hammons. 1974a. Early-generation yield trials of peanuts. Peanut Sci. 1 : 3-6.
7. Coffelt, T. A., and R. O. Hammons. 1974b. Correlation and heritability studies of nine characters in parental and intraspecific cross poputations of *Arachis hypogaea*. Oleagineux 29 : 23-27.
8. Gibori, A., J. Hillel, A. Cahaner, and A. Ashri. 1978. A 9×9 diallel analysis in peanuts (*A. hypogaea* L.): Flowering time, tops' weight, pod yield per plant and pod weight. Theor. Appl. Genet. 53 : 169-179.
9. Godoy, J. J., and A. J. Norden. 1981. Shell and seed size relationships in peanuts. Peanut Sci. 8 : 21-24.

10. Green, C. C., J. C. Wynne, and M. K. Beute. 1983. Genetic variability and heritability estimates based on the F_2 generation form crosses of large-seeded Virginia-type peanuts with lines resistant to *Cylindrocladium* black rot. Peanut Sci. 10 : 47-51.
11. Hammons, R. O. 1971. Inheritance of inflorescences in main stem leaf axils in *Arachis hypogaea* L. Crop Sci. 11 : 570-571.
12. Hammons, R. O. 1973. Genetics of *Arachis hypogaea*, P. 135-173. *In* Peanuts-Culture and Uses. Am. Peanut Res. Educ. Assoc. Inc., Stillwater, Okla.
13. Iroume, R. N., and D. A. Knauft. 1987. Heritabilities and correlations for pod yield and leafspot resistance in peanut (*Arachis hypogaea* L.): Implication for early generation selection. Peanut Sci. 14 : 46-50.
14. Jogloy, S., J. C. Wynne, and M. K. Beute. 1987. Inheritance of late leafspot resistance and agronomic traits in peanut. Peanut Sci. 14 : 86-90.
15. Kushawaha, J. S., and M. L. Tawar. 1973. Estimates of genotypic and phenotypic variability in groundnut (*Arachis hypogaea* L .). Indian J. Agric. Sci. 43(12) : 1049-1054.
16. Layrisse, A., J. C. Wynne, and T. G. Isleib. 1980. Combining ability for yield, protein and oil of peanut lines from south American centers of diversity. Euphytica 29 : 561-570.
17. Martin, J. P. 1967. Contribution al étudede certain caracteres dímportance agronomique chezlárachide. Étude de Ihéredité de la richesse en huile, du sendement en décorticage et de la grosseur desgrains dansle groups des varietés tardives. Oléagineux 22 : 673-676.
18. Mohammed, J., J. C. Wynne, and J. O. Rawlings. 1978. Early generation variability and heritability estimates in crosses of Virginia and Spanish peanuts. Oleagineux 33 : 81-86.
19. Nigam, S. N., S. L. Dwivedi, T. S. N. Sigamari, and R. W. Gibbons. 1984. Character association among vegetative and reproductive traits in advanced generation of intersubspecific and intrasubspecific crosses in peanut. Peanut Sci. 11 : 95-98.
20. Patil, S. H. 1972. Induced mutations for improving quantitative characters of groundnut. Indian J. Genet. Plant Breed. 32(3-) : 451-458.
21. Syakudo Katsumi and Syutaro Kawabata. 1965. Studies on peanut breeding with reference to the combination of some main characters. II. Genotypic and phenotypic correlations between all pairs of 15 characters in the F_2 populations. Jap. J. Breeding 15(3) : 19-22.
22. Wynne, J. C. 1976. Evaluation of early generation testing in peanuts. Peanut Sci. 3 : 62-66.
23. Wynne, J. C. and T. A. Coffelt. 1982. Genetics of *Arachis hypogaea* L. pp. 50-94 *In*: H. E. Pattee and C. T. Young (eds.) Peanut Science and Technology. Amer. Peanut Res. Educ. Soc., Inc. Yoakum, TX.
24. Wynne, J. C., and W. C. Gregory. 1981. Peanut breeding. Advan. Agron. 34 : 39-71.
25. Wynne, J. C., J. O. Rawlings, and D. A . Emery. 1975. Combining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. III. F_2 generation of intra- and intersubspecific crosses. Peanut Sci. 2 : 50-54.

Heritability and Correlation Based on the F_2 Population from Two Crosses between Large-seeded Virginia Bunch Type and Small-seeded Spanish Type Peanuts[1]

W. L. Tsaur, K. H. Yang and H. S. Lu[2]

Summary

Two crosses between large-seeded Virginia Bunch type and small-seeded Spanish type peanuts were evaluated to determine the potential for selecting prominent cultivars. Heritabilities, phenotypic and genotypic correlations were determined for pod and seed traits at two locations. Two crosses had similar number of mature seed, weight of mature seed, weight of well-filled seed, pod length, pod width and seed width. Cross of U-5 × Tainung 5 had higher number and weight of mature pod, and less number of well-filled seed and seed length than Tainan Sel. 9 × Nakate Yataka. Heritability estimates for pod and seed traits were moderate to high over crosses and locations.

Most of pod and seed traits were significantly and positively correlated for both two crosses indicating that it is possible to select high-yielding lines with large and well-filled seed from these two populations.

1. Contribution No. 1461 from Taiwan Agricultural Research Institute.

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

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 38(2) : 201～207 (1989)

栽培密度對高粱產量性狀之影響[1]

王強生　林淑雰　劉大江[2]

摘要　試驗以高粱臺中五號爲材料，1985年秋作與1986年春作以每公頃40萬、20萬與10萬株之密度栽培，1987年春作以每公頃40萬、33萬、25萬與20萬株之密度試驗，收穫後續行宿根栽培，探討對產量性狀表現的影響。1985／86年試驗結果發現單株產量雖因疏植而提高，但公頃子粒產量依族羣密度增加而提高，秋作產量又高於春作；公頃株數爲40萬株處理之產量在春作爲 9.7 t/ha，秋作爲 14.5 t/ha ；春、秋作慣行栽培之20萬株處理產量分別爲6.9與11.0 t/ha。密植增產的主因爲單位面積粒數增多，千粒重之影響居次。1987年春作密植雖亦有提高產量的趨勢，但以配合重氮肥處理之效應較爲顯著，且增產幅度小於1985／86年之結果；密植增產亦爲單位面積穗數與粒數增加所致，千粒重的影響不大。宿根作高粱單位面積產量對栽培密度的反應較不明顯，但單株產量則極顯著隨疏植而增加。宿根作子粒產量極高，各處理之產量達 14-17 t/ha 之間，亦即適於密植栽培；但氮肥施用量對宿根高粱產量之影響較不明顯，有關肥力問題猶待確定。綜合而言，臺中五號高粱品種具有極高的生產潛力，再生能力强，耐密植而不倒伏，現行栽培密度應有再予提高的可能。

高粱爲國內重要雜糧作物之一，近年來栽培面積迅速增加，單位面積產量在民國七十六年高達 4,616 kg/ha，超過飼料玉米之每公頃 4,001 kg/ha（農林廳，1988），具有相當的發展潛力。

高粱的產量構成要素包括單位面積穗數、每穗粒數與平均千粒重 (Heinrich et al., 1983)；Eastin (1983) 認爲每穗粒數與產量之關係最爲密切，Beil and Atkins (1967) 也有相同的報告，並認爲千粒重對產量的影響並不重要。Blum (1967) 進一步調查高粱穗部各組成分和產量之關係，發現一穗分枝環節數、每環節分枝數及每一分枝粒數均與產量呈正相關。由於對多數禾本科作物而言，單位面積穗數與每穗粒數互爲影響，所以採用適合的栽培密度，求取最高的單位面積粒數，是提高作物產量的重要考慮因素之一。

國外有關高粱栽植密度的試驗報告頗多，但大多僅注重收穫時產量或產量構成要素之分析(Eastin, 1983; Heinrich et al., 1983; Myers and Foale, 1981)，較少對影響產量之生理機制進行研究。本所作物生理研究室因而擬具試驗，除探討栽培密度對產量性狀的影響外，並針對乾物質累積與分配、光合作用速率及與光合成有關之生理與生化性狀表現進行調查分析，以對高粱產量生理有進一步的瞭解。本文僅報告產量部份結果，其他資料將另文發表。

材料與方法

本試驗以雜交高粱臺中五號爲材料，1985年秋作與1986年春作試驗採用之密度處理分爲三種，即行株距爲 25×10cm（稱爲 D1 處理，合每公頃40萬株）、50×10cm（D2 每公頃20萬株）與 50×

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1462號。本試驗承行政院農業委員會補助部份經費（75農建—7.1—糧—79—1及77農建—7.1—糧—03—18），謹致謝意。

2.分別爲本所農藝系助理研究員、計畫助理及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

20cm（D3 每公頃10萬株）；又於抽穗期將 D1 族羣間拔爲 D2 密度（D1-D2 處理）及 D3 密度（D1-D3）及將 D2 族羣間拔爲 D3 密度（D2-D3）等三種密度變化處理，共計六種處理；小區面積 30（6×5）m^2 重複四次，採用完全逢機區集設計。播種時每穴播四粒種子，出土後間拔留一株。肥料用量爲每公頃硫酸銨 600kg 、過磷酸鈣 500kg 及氯化鉀 100kg ，其中氮肥以基肥與二次追肥分施，磷、鉀肥以基肥方式一次施用。高粱生育期間施用殺草劑與農藥防治雜草與病蟲害，並去除分蘖及行中耕培土。

1987年春作亦以臺中五號品種爲材料，播種時每穴播三粒種子，出土後間拔爲一株，收穫後行宿根處理，每株僅留一個再生芽。試驗採用裂區設計，重複三次，以氮肥用量爲主區，密度處理爲副區，小區面積爲 48m^2 。春作之氮肥（硫酸銨）施用量爲每公頃600與 900kg，每一施肥處理於宿根之夏作再區分爲每公頃施用 600與 1,200kg 兩種氮肥用量；過磷酸鈣及氯化鉀之公頃施用量分別爲500與 100kg ；肥料之施用方法與1985／86年試驗相同。栽培時所採用之株距均爲 10cm ，行距分別爲25、30、40及 50cm ，四處理之公頃株數分別爲400,000、333,333、250,000與200,000株。

於高粱成熟期調查每穗分枝數、有效分枝數、穗長、每穗粒數、千粒重、每穗粒重等產量性狀，並計算公頃子粒產量。所有試驗結果均經變方分析，並以 Duncan's New Multiple Range Test 比較差異之顯著性。

結果與討論

1985／86年試驗不同栽培密度對高粱穗部性狀之影響列於表 1 ；秋作之全穗長均隨密度降低（D1-D2-D3）而增長，與 Fischer and Wilson (1975) 之結果相同，三處理依次爲22.0、24.0與26.8cm ；於抽穗期間拔改變族羣密度三個處理（D1-D2、D1-D3 與 D2-D3）中，僅後二者穗長略

Table 1. Yield characteristics of sorghum Taichung No. 5 as affected by various planting-density treatments.

Treatment*	Panicle Length (cm)	Node No. per Panicle	Branch No. per Panicle	Noneffective Branch Number	Kernel No. per Panicle	1,000-Kernel Weight (g)	Kernel Weight per Panicle (g)	Kernel Yield (t/ha)
	Fall Crop, 1985							
D1	22.0c**	14.4ab	56.1bc	2.3ab	1,193b	30.5b	36.3d	14.5a
D2	24.0b	14.6ab	59.6a	1.6c	1,759a	32.2b	55.2b	11.0b
D3	26.8a	15.0a	62.2a	0.5e	1,939a	34.6ab	67.2a	6.7d
D1-D2	21.5c	14.1bc	54.7c	2.6a	1,135b	36.7n	41.6cd	8.3c
D1-D3	23.2b	13.4c	58.2abc	2.1b	1,290b	36.8a	47.5bc	4.8e
D2-D3	25.1b	14.9a	59.6ab	0.9d	1,943a	34.3ab	66.7a	6.7d
	Spring Crop 1986							
D1	20.0b	13.5a	51.0a	3.7a	811c	29.8b	24.4d	9.7a
D2	21.8a	13.0a	54.2a	2.0b	1,195b	28.9b	34.5b	6.9b
D3	22.6a	13.7a	52.4a	0.7c	1,435a	29.8b	42.7a	4.3d
D1-D2	19.3b	13.7a	49.2a	4.0a	892c	32.2a	28.6cd	5.7c
D1-D3	20.4b	13.0a	51.2a	4.1a	916c	33.1a	31.8bc	3.0e
D2-D3	22.2a	12.9a	52.7a	1.1c	1,315ab	30.1b	39.5a	4.0de

*D1 : Plant spacing 25×10cm, or 400,000 plants/ha; D2: spacing 50×10cm, or 200,000 plants/ha; D3: spacing 50×20cm, or 100,000 plants/ha; D1-D2: plants of D1 thinned to D2 density at heading; D1-D3: plants of D1 thinned to D3 density at heading; D2-D3: plants of D2 thinned to D3 density at heading.

**Means with the same letter within each column of a crop season are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

有增加，但仍較原疏植之 D3 處理爲短，顯示穗長受抽穗前之密度影響較大，抽穗時再予間拔之作用已不明顯，不同於玉米之表現（王等，1987）。春作高粱穗長變化趨勢與秋作相似，但略短於秋作穗長（表1）。

高粱每穗節數與分枝數被認爲與產量有正相關關係存在（Blum, 1967），本試驗各處理間每穗節數差異不大（表1），亦未顯示間拔處理之效應；依據 Lee et al. (1974) 之報告，每穗節數約在幼穗分化完成後已大致決定。在每穗分枝數方面，秋作呈現族羣密度較高者（D3-D2-D1）而分枝數較少（62.2—59.6—56.1）之明顯效應；春作則不然，處理間全無差異，可能受生育前期低溫與低日射量之影響。

無效分枝數亦隨密度增高（D3-D2-D1）而增加，兩個期作的表現一致；以春作爲例，三個處理依序爲 0.7、2.0 與 3.7（表1）。雖然無效分枝數甚少，然而由實際觀察發現，無效分枝絕大多數位於穗之基部，此部位每一分枝粒數頗多，依栽培密度不同而異，最高可達百粒以上，有可能因粒數大量減少而影響產量。抽穗期行間拔的處理中，除 D2-D3 外，亦均未能有效減少無效分枝數，顯示分枝有效與否，與抽穗前之生長關係較爲密切。

產量與產量構成要素的表現亦示於表1；每穗粒數因密度減少（D1-D2-D3）而大幅增加，兩期作之表現一致；秋作三處理每穗粒數依序爲 1,193，1,759 與 1,939 粒，而經間拔後族羣除秋作之 D1-D2處理外，均較其未間拔前原處理族羣之粒數爲多。與表1中無效分枝數配合比較，顯示每穗粒數之變化受到無效分枝數的影響。

1985年秋作 D1、D2 與 D3 處理之千粒重分別爲 30.5、32.2與 34.6 g，雖呈隨族羣密度減小而增加的趨向，但並未達顯著水準；經間拔減小族羣密度之處理中，D1-D2 與 D1-D3 分別爲36.7 與 36.8 g，均高於原族羣（D1）之千粒重（表1），顯示抽穗後間拔減小族羣密度可經由提高田間透光率增加單株光合有效日射量（資料未列出），有可能提高千粒重。春作高粱千粒重亦未對三個栽培密度呈現反應，介於28.9至 29.8 g 之間；間拔效應亦與秋作相同。

在每穗粒重（即單株產量）方面，均以密植植株爲低，秋作 D1、D2 與 D3 處理分別爲36.3、55.2 與 67.2 g，春作爲 24.4、34.5 與 42.7 g，期作內處理間差異均達顯著水準（表1）。間拔減小族羣密度有提高子粒產量的可能，如春、秋作之 D1-D3 處理產量較原 D1 處理爲高，但仍不及原 D3 處理，亦與玉米的表現不同（王等，1987）。

1985／86年試驗公頃產量（t/ha）於期作間之表現一致，即族羣密度愈大者產量愈高，如秋作 D1、D2 與 D3 處理之子粒產量依序爲14.5、11.0與 6.7 t/ha（表1），主要係受單位面積穗數或粒數之影響；其中密植 D1 處理產量極高，與 Pickett and Frederick & (1959) 所報告之 16.5 t/ha 高產記錄（cf. Eastin, 1983）頗爲接近，且高粱植株不因密植倒伏，因此以適當密植配合良好管理，應有提高產量之可能。春作 D1、D2 與 D3 處理之產量爲 9.7、6.9 與 4.3 t/ha，雖遜於秋作，但仍呈現極明顯之密植增產效應（表1）。三個間拔處理之產量因受原栽植密度與最終單位面積株數的共同影響，產量以 D1-D2 最高，D2-D3 次之，D1-D3 最低，秋作三處理依序爲8.3、6.7與 4.8 t/ha，春作爲 5.7、4.0與 3.0 t/ha（表1）；就 D1-D2 與 D1-D3 而言，產量均低於間拔前原密度（D1）與間拔後原密度（D2 或 D3）處理之產量，亦即未顯示間拔效果；王等（1987）以玉米爲材料，發現於吐絲期間拔族羣至二分之一或四分之一密度時，公頃產量較間拔後原處理爲高，並推測爲間拔可提高族羣透光度所致，與本試驗結果有異，顯示不同作物對密度變化之反應並不相同。

1987年春作不同栽培密度與氮肥用量對高粱產量及穗部性狀的影響示於表2；在穗長方面，隨栽培密度增高而遞減，與前述1985／86年及 Fischer and Wilson (1975) 的結果相同，氮肥的影響則除 50×10cm 處理外，均不明顯；綜合而言，穗長介於 22—27cm 之間。本試驗中各密度處理間總分枝數的變異並不非常明顯，以氮肥用量 900 kg 處理爲例，除最疏植之 50×10cm 處理穗部分枝數最高（53.2）外，其他各處理間並無顯著差異（50.9—51.7，參看表2）；低氮肥用量各處理之分

枝數與高氮肥處理比較，有偏低趨向，顯示肥料效應。至於千粒重方面，各處理之結果介於 26.98—30.33 g 之間，差異均未達顯著水準。每穗粒數以行距 40 及 50cm 處理爲高，行距 25 與 30cm 處理爲低，差異極爲明顯；在疏植條件下，增施氮肥可以增加每穗粒數，如行距同爲 50cm，重肥處理之每穗粒數爲 1,915 粒，輕肥處理僅爲 1,395 粒；行距同爲 40cm 時，每穗粒數分別爲 1,602 與 1,345粒；但在密植條件下，氮肥影響即不顯著，行距爲 30cm 時，粒數介於 1,186—1,191 之間，行距爲 25cm 時則爲 934—1,078（表 2）。

Table 2. Influence of planting density on the yield performances of Taichung No. 5 sorghum grown in the spring crop season of 1987

Plant Spacing (cm)	Panicle Length (cm)	Branch No. per Panilce	Non-effective Branch No.	Kernel No. per Panicle	1,000-Kernel Wt. (g)	Kernel Yield	
						g/panicle	t/ha
600 kg ammonium sulphate/ha							
25×10	22.2cd*	47.7d	2.4a	934f	29.43a	27.44e	10.98bc
30×10	22.4cd	51.7b	1.5b	1,191de	26.98a	32.14de	10.71bc
40×10	23.8bc	49.2c	0.8c	1,345cd	28.91a	38.65c	9.66cd
50×10	24.3b	50.7bc	0.6c	1,395c	30.33a	42.44bc	8.49d
900 kg ammonium sulphate/ha							
25×10	21.7d	51.3b	1.3b	1,078ef	29.73a	31.93de	12.77a
30×10	22.2cd	50.9bc	1.2b	1,186de	27.81a	33.00d	11.00bc
40×10	25.1b	51.7b	0.7c	1,602b	28.24a	45.13b	11.28b
50×10	26.9a	53.2a	0.7c	1,915a	27.05a	51.78a	10.36bc

*Means with the same letter within each column are not significantly different at 1% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

春作子粒產量資料亦列於表 2。就一穗產量而言，多以疏植（行距40與 50cm）高於密植（行距25與 30cm）處理；如於不同肥料用量間比較，則於密植條件下顯示重肥有利於產量表現，疏植時之影響不顯著，即肥料與栽培密度間有交感效應存在。公頃產量表現則有不同（表 2），以重肥與25cm 行距處理最高 (12.77 t/ha)，即密植配合高氮肥可獲致高產，而輕肥與行距40 與 50cm 處理之產量最低 (8.49—9.66 t/ha)，其他處理之子粒產量介於其間，且彼此間無顯著差異存在。與前述1985／86年試驗結果比較，密度處理之效應雖較不明顯，但足以證明密植栽培對臺中五號高粱並未產生倒伏等不利影響，且如能配合施肥，仍有提高產量的可能。

於春作收穫後續行宿根栽培，並將氮肥用量分爲每公頃600與 1,200 kg 兩種處理，所得之產量性狀表現亦於表 3。在穗長方面，仍顯現疏植植株高於密植植株之現象，而肥料處理之效應並不顯著。本試驗於春作收穫行宿根栽培，每株只留一個再生芽；疏植處理之每株粒數在 2,800以上，恆高於密植處理（1,845—2,145）；此外，在同一行距時，完全未顯示任何氮肥處理效果表（3）。宿根作高粱各處理之千粒重大致相近，變域介於29.20—33.90 g 之間，氮肥與密度之作用並不明顯。

宿根作之單株子粒產量亦示於表 3，綜合而言，仍以行距爲50與40cm 之疏植處理高於行距爲30與25cm 之密植處理；值得注意的是宿根作單株產量約兩倍於春作表現，與1985／86年試驗相同，有

Table 3. Influence of planting density on the yield performances of Taichung No. 5 sorghum grown as a ratoon crop in the summer/fall season of 1987

Plant Specing (cm)	Panicle Length (cm)	Kernel No. per Panicle	1,000-Kernel Wt. (g)	Kernel Yield	
				g/plant	t/ha
	600 kg ammonium sulphate/ha				
25×10	24.7c*	1,845b	30.08bc	55.51d	15.19ab
30×10	25.7c	2,002b	29.61bc	59.23d	14.16b
40×10	27.6ab	2,826a	29.20c	81.64bc	15.41ab
50×10	27.6ab	3,070a	31.14abc	95.86ab	15.85a
	1,200 kg ammonium sulphate/ha				
25×10	24.9c	1,785b	32.26abc	57.65d	15.48ab
30×10	26.1bc	2,145b	30.79abc	66.33cd	15.37ab
40×10	28.4a	2,818a	33.06ab	92.81ab	17.70a
50×10	28.9a	3,177a	33.90a	107.87a	17.24a

*Means with the same letter within each column are not significantly different at 1% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

期作性因素的影響，春作子粒充實期間多雨高溫，可能爲低的主要產原因。至於公頃產量方面，具有兩項特色，其一爲處理間幾無差異存在，其二爲子粒產量特高，在 14.16—17.70 t/ha 之間，40×10cm 與 50×10cm 處理甚至超過 16.5 t/ha 之最高記錄（cf. Eastin, 1983）。處理間無差異的直接原因爲單株產量對栽培密度之反應極爲明顯，密植處理株數增多並不能彌補單株產量低落的作用，因而未能提升單位面積產量，與1985年秋作直播試驗結果有異，是否宿根栽培高粱與一般栽培方法之表現不同，尚難確定，將繼續進行試驗以究明原因；此外，宿根作是否需增施氮肥以求提高產量，仍有商榷餘地，可能應由土壤肥力方面再做探討。產量極高的主因爲單位面積粒數增多，除證明 Beil and Atkins (1967) 所稱粒數的重要性超過千粒重外，亦顯示臺中五號品種之高產潛能及適於密植栽培特性。

綜合本試驗各項結果，兩個年度試驗間高粱族羣對密度的反應雖有不同之處，但仍足以推論栽培密度與氮肥用量可影響高粱臺中五號部份產量構成要素，進而表現於產量，如能適度密植，極有提升產量之可能。又試驗結果均獲得極高之產量，其數值係由小區估算而得，不免有高估可能，有必要進行大面積栽培試驗，以證實本項結果。有關栽培密度如何經由影響植株生理活性，進而作用於產量表現，本研究室亦已完成試驗，經由光合作用性狀測定與分析，對單株生產力因密植而降低之機制提供初步說明；就族羣整體而言，亦曾探討葉面積指數與透光率的作用，試圖確定密度、環境與作物內在因子間的關係，其結果將以另文發表。

引用文獻

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. 臺灣省政府農林廳 • 1988 • 臺灣農業年報（民國七十七年版）。臺灣省南投縣。
3. Beil, G. M. and R. E. Atkins. 1967. Estimates of general and specific heritability and its compon-

ents in grain sorghum, Sorghum vulgare, Crop Sci. 7 : 225-228.

4. Blum, A. 1967. Effect of soil fertility and plant competition on grain sorghum panicle morphology and panicle weight components. Agron. J. 59 : 400-403.
5. Eastin, J. D. 1983. Sorghum. In: Potential productivity of field crop under different environments. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
6. Fischer, K. S. and G. L. Wilson. 1975. Studies of grain production in sorghum (Sorghum bicolor L. Moench). V. Effect of planting density on growth and yield. Aust. J. Agric. Res. 26 : 31-41.
7. Heinrich, G. M., C. A. Francis and J. D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. Crop Sci. 23 : 209-212.
8. Lee, K. W., R. C. Lommasson and J. D. Eastin. 1974. Developmental studies on the panicle initiation in sorghum. Crop Sci. 14 : 80-84.
9. Myers, R. J, K. and M. A. Foale, 1981. Row spacing and population density in grain sorghum : a simple analysis. Field Crop Res. 4 : 147-154.

Influence of Planting Density on the Yield Charaeteristics of Sorghum[1]

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

Summary

Sorghum hybrid Taichung No. 5 was grown in the fall crop of 1985 and spring crop of 1986 at three planting densities, i. e., 400,000, 200,000 and 100,000 plants/ha. In the spring crop of 1987, sorghum was cultivated at row-spacings of 25, 30, 40 and 50cm, with between-plant spacing of 10cm. Two N rates, i. e., 600 and 900 kg ammonium sulphate per hectare were also included in the experiment. Ratoon crop was followed after the harvest of the spring crop with a design including N fertilization rates of 600 and 1,200 kg ammonium sulphate per hectare. In the 1985/86 experiment, significant increase of grain yield was associated with increasing planting densities. Among various yield components, panicle number or grain number per unit area was considered the most important in affecting grain yield, whereas 1,000-kernel-weight showed less influence. Similar effect was found in the spring crop of 1987, but only when heavey N fertilization was included in the cultural system. Grain yield per hectare but not per plant of the ratoon crop did not respond significantly to planting density. The main cause was that higher number of plant per unit area was not able to compensate lower yield plant in the dense-planting treatment, hence a higher yield per hectare was not observed. Very high grain yield was recorded in the ratoon crop, which indicated that dense planting was probably suitable for ratoon culture of sorghum. On the other hand, N fertilization treatments showed little effect on grain yield. The relationship between soil fertility and ratoon crop yield remained to be clarified. Results derived from this experiment suggested that hybrid Taichung No. 5 is very high in yielding potential and ratoon ability. It is dwarf and resistant to lodging and hence is suitable to be cultured under high population density.

1. Contribution No. 1462 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was support in part by grants from Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.

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

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）38(2)：208～215 (1989)

非介量穩定性分析法之研究

I. 非介量與介量穩定性測量值間的比較[1]

呂 秀 英[2]

摘要 變異係數（cv）與直線迴歸係數（b）爲目前用來評價各基因型之穩定性的方法中最常用且有效的穩定性介量，但是在實際應用上，不但須滿足一些統計前提，同時，在樣本數少時，其估計值亦容易受離值的影響而造成甚大的變異。基此，本研究即就 Nassar 及 Hühn 在1987年所提出的以順位觀點爲主之非介量統計分析法的理論，配合 Yates 和 Cochran（1938）之 5 個大麥品種在 6 種相異環境下的收量試驗資料作爲應用上分析的材料，分別就全部資料及刪除高產區或低產區的離值資料進行分析，並與cv 及b之評估結果作一比較，以測試該非介量法用以解釋穩定性問題的可靠性與適用性。

其結果顯示：非介量法較少受統計前提之限制，操作簡便，且增添或刪除一個以上的觀測值也不會造成估計值太大的變異，而其所表達的穩定性意義偏重於生物觀點。cv 及b 兩種穩定性介量之估計值間存在顯著正相關，但其與非介量穩定性測量值之間則無顯著相關。

穩定性爲品種特徵之一，可有兩種不同的意義：㈠從純粹生物在自然界中生存的觀點，一個穩定的基因型係其表現型在所有變動環境下，均無大改變；㈡就農作物生產的立場，所謂穩定品種，是其在有利環境中產量可獲得增進，而在惡劣環境下也不致表現太差。表示穩定性的大小，由於著眼點之不同，有關的測定方法也往往不同。其中，變異係數（coefficient of variation, cv）是第一種意義下最具代表性的穩定性統計量，可用以測試各基因型在整個環境範圍內的穩定程度； cv 值小者，表示不論外在環境如何改變，其均能保持一致的表現[5]。但是就人類的經濟立場而言， 當以育成具有高度穩定性及高生產力的品種爲主要目標，因此根據第二種意義的農業觀點穩定性所提出的評價方法甚多，其中則以直線迴歸分析（linear regression analysis）爲目前最常用且有效的方法。直線迴歸分析法係最早由 Yates 和 Cochran[10]（1938）將大麥品種的平均產量，隨某環境下之平均產量作迴歸，而發現其可應用於評估基因型的穩定程度，繼之 Finlay 和 Wilkinson[4]（1963）則在參試基因型甚多的前提下，將各基因型收量隨環境指標[3]（environment index，以各環境之平均收量與整個試驗的總平均收量之偏差估計之）作迴歸；該直線迴歸係數可以同時作爲評價基因型是否符合生物或農業兩種不同觀點之穩定性的依據：就生物學觀點而言，迴歸係數 b 值接近 0，表示該基因型不論環境如何改變，均能保持其一致的表現，倘若迴歸係數 b 值接近 1，則該基因型會隨著環境改善而表現增進，但也會因爲環境不利而表現變差，基此，一般多以各基因型之表現平均值（m）與迴歸係數來選出產量高（m值大於總平均值）且最穩定（b=1）的品種，以符合農業觀點上穩定的要求。

以上方法均是在母族羣的分布已知或作特別的假設下進行擬定，屬於介量統計分析法（parametric method）。其中，利用直線迴歸分析法來解釋穩定性的問題，不但性狀觀測值要服從常態分

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1463 號。

2.本所農藝系副研究員。 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

布，尙須滿足兩個前提：(i) 直線關係成立，(ii) 所有基因型之迴歸剩餘機差均方互爲均質 (homogeneous)[7]。當這些任一條件不符合時，所求得之穩定性介量的估計值便不足以代表基因型對環境之適應能力。除此外，如參試基因型與環境數不够多時，增添或刪除一個以上的觀測值，也容易造成估計值上極大的變異[9]。基此，最近 Nassar 及 Hühn[8] (1987) 嘗試以非介量統計分析法 (nonparametric method) 來評價不同基因型的穩定性。一般而言，非介量統計分析具有計算簡便及毋需對母族羣的分布型作特別假設的特性，特別是樣本數少時，無法推定其分布型，也無法確知其介量，其測定結果爲順序 (位) 或等級的大小關係，此時利用非介量統計分析法，其效率可比介量法爲高；而即使已知母族羣爲常態，該小逢機樣本採用以順位觀念爲主之非介量法進行檢定，較利用一般常態檢定法所損失的效率也不致太大 (相對效率爲 0.95, Conover[2] 1980)。但是，將非介量統計分析的觀念引用到穩定性分析，其實際應用上是否仍具有變異係數及直線迴歸分析法同樣的優點：操作簡單與符合生物解釋，並從而改善它們的缺點，實尙有待進一步考榷與評鑑。

因此本研究之目的即針對此問題，利用 Yates 和 Cochran[10] 之 5 個大麥品種在 6 種相異環境下的產量區域試驗資料，配合 Nassar 及 Hühn 的非介量統計分析法，分別就全部資料及刪除離值 (高產區或低產區) 後的資料進行分析，並將其估得結果與變異係數、直線迴歸分析法所評估者作一比較，以測試該法的可靠性與適用性。

統計方法

非介量統計分析法[8]

此法係在各逢機樣本須滿足獨立性之前提下，設定虛無擬說 (null hypothesis) 爲 Ho：所有基因型均具有相等的穩定性，即不同基因型在相異環境下都有相等的表現，因此，若是就每一環境內按不同基因型之性狀觀測值大小，由小到大給予順位 (rank)，則所有基因型在不同環境中的順位應無顯著之差異，在此觀點下，該相等穩定性之虛無擬說實包含了兩層涵義：基因型間沒有差異且基因型與環境間之交感效應不存在，但一般穩定性大小，是僅以基因型與環境之交感效應一項爲分析對象，交感效應不存在，表示基因型穩定，其不易受外在環境的影響，並不包含基因型本身之間遺傳上的差異；爲保證基因型間穩定程度不等係純粹由於交感效應的作用所引起，故須首先將基因型 i (i=1 …K) 在環境 j (j=1…N) 之性狀觀測值 x_{ij} 減去基因型效應 ($\bar{x}_i-\bar{x}..$) 以進行矯正，然後就每一環境內按不同基因型之矯正值 $x^*_{ij}(=x_{ij}-(\bar{x}_i-\bar{x}..))$ 大小，決定順位 r_{ij}，並利用此結果定義兩個非介量穩定性測量值 (nonparametric measures of stability)：

$$\text{絕對順位差}\quad S_i^{(1)}=2\sum_{j=1}^{N-1}\sum_{j'=j+1}^{N}|r_{ij}-r_{ij'}|/[N(N-1)] \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\text{及順位變方}\quad S_i^{(2)}=\sum_{j=1}^{N}(r_{ij}-\bar{r}_i.)^2/(N-1), \quad \cdots\cdots (2)$$

其中 $\bar{r}_i.=\sum_{j=1}^{N} r_{ij}/N$。當 $S_i^{(1)}$ 及 $S_i^{(2)}$ 均等於 0 時，表示該基因型具有最大的穩定度。由於對一給定基因型 i 而言，在上述虛無擬說下，其順位 r_{ij} 爲範圍自 1 到 K 之分立一致分布 (discrete uniform distribution) 的一個逢機樣本，故該兩個統計量近似於常態分布[1]。所以可再利用統計量

$$S^{(m)}=\sum_{i=1}^{K}Z_i^{(m)}=\sum_{i=1}^{K}[S_i^{(m)}-E(S_i^{(m)})]^2/\mathrm{Var}(S_i^{(m)}),\quad m=1,2 \quad \cdots\cdots (3)$$

而以自由度爲 K 的 χ^2 (chi-square) 分布進行擬說測驗。式中 $S_i^{(m)}$ 的期望值 (平均值) $E(S_i^{(m)})$ 及變方 $\mathrm{Var}(S_i^{(m)})$ 則利用分立一致分布求得如下：

$$E[S_i^{(1)}]=(K^2-1)/(3K), \quad \cdots\cdots (4)$$

$$E[S_i^{(2)}]=(K^2-1)/12, \quad \cdots\cdots (5)$$

$$Var(S_i^{(2)})=\frac{m_4}{N}-\left[\frac{N-3}{N(N-1)}(E[S_i^{(2)}])^2\right], \quad \cdots\cdots (6)$$

其中 $m_4=E[y-\mu]^4=E[y^4]-4\mu E[y^3]+6\mu^2E[y^2]-3\mu^4$, ... (7)

而 $y=S_i^{(2)}$, ... (8)

$$\mu=E[y]=(K+1)/2, \quad \cdots\cdots (9)$$

$$E[y^4]=(K+1)(2K+1)(3K^2+3K-1)/30, \quad \cdots\cdots (10)$$

$$E[y^3]=K(K+1)^2/4, \quad \cdots\cdots (11)$$

$$E[y^2]=(K+1)(2K+1)/6, \quad \cdots\cdots (12)$$

但 $Var(S_i^{(2)})$ 不易以公式求得，須利用 Nassar 及 Hühn [8] 經電腦模擬 (simulation) 所得的表 1 數值估計之。

Table 1.* Variance of $S_i^{(1)}$ for different combinations of K (number of genotypes) and N (number of environments) generated from a discrete uniform distribution (1, 2, ··· K). Values are based on 5000 replications.

K	N																
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	0.20	0.13	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
5	0.31	0.21	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
6	0.46	0.30	0.23	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04
7	0.61	0.42	0.32	0.25	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06
8	0.81	0.56	0.42	0.33	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08
9	1.04	0.72	0.53	0.40	0.35	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.12	0.11	0.10
10	1.25	0.87	0.65	0.53	0.44	0.37	0.32	0.26	0.26	0.21	0.19	0.19	0.16	0.16	0.14	0.13	0.13
11	1.63	1.06	0.86	0.57	0.52	0.43	0.38	0.34	0.29	0.26	0.24	0.23	0.20	0.19	0.18	0.16	0.16
12	1.87	1.25	0.94	0.74	0.59	0.51	0.45	0.40	0.34	0.32	0.29	0.28	0.24	0.26	0.22	0.20	0.19
13	2.24	1.51	1.03	0.93	0.69	0.60	0.55	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.29	0.23	0.26	0.24	0.23
14	2.62	1.69	1.36	1.00	0.86	0.74	0.64	0.52	0.47	0.45	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26
15	2.96	2.02	1.56	1.10	1.03	0.84	0.71	0.65	0.54	0.50	0.44	0.42	0.39	0.37	0.34	0.31	0.29
16	3.30	2.18	1.60	1.35	1.08	0.92	0.77	0.73	0.61	0.60	0.52	0.47	0.45	0.40	0.38	0.35	0.34
17	3.78	2.51	1.86	1.63	1.22	1.05	0.89	0.80	0.72	0.66	0.60	0.53	0.49	0.48	0.43	0.41	0.37
18	4.25	2.89	2.03	1.75	1.46	1.22	1.04	0.87	0.75	0.72	0.67	0.61	0.55	0.53	0.50	0.46	0.44
19	4.62	3.11	2.36	1.98	1.61	1.33	1.14	1.02	0.93	0.82	0.73	0.69	0.63	0.58	0.54	0.50	0.49
20	5.08	3.56	2.76	2.17	1.85	1.46	1.23	1.19	0.99	0.90	0.86	0.74	0.70	0.66	0.61	0.57	0.52
21	5.90	3.83	3.13	2.34	1.87	1.56	1.34	1.27	1.09	1.02	0.91	0.82	0.78	0.73	0.67	0.63	0.60
22	6.28	4.23	3.29	2.55	2.14	1.77	1.49	1.32	1.22	1.12	1.01	0.93	0.85	0.79	0.71	0.67	0.65
23	6.82	4.77	3.57	2.79	2.27	1.86	1.67	1.45	1.32	1.21	1.11	0.98	0.94	0.86	0.80	0.85	0.77
24	7.48	5.18	3.61	2.93	2.45	2.23	1.76	1.60	1.44	1.29	1.21	1.09	1.02	0.96	0.86	0.85	0.77
25	8.29	5.61	4.31	3.41	2.60	2.33	2.04	1.73	1.59	1.45	1.32	1.22	1.11	1.04	0.92	0.89	0.84
26	8.45	6.07	4.46	3.62	3.05	2.45	2.19	2.01	1.75	1.48	1.40	1.29	1.20	1.08	1.01	0.97	0.90
27	9.60	6.67	4.72	3.92	3.21	2.77	2.37	2.13	1.81	1.63	1.51	1.36	1.23	1.21	1.12	1.05	0.99
28	9.97	7.03	5.15	4.07	3.63	2.85	2.44	2.23	1.84	1.77	1.59	1.47	1.38	1.28	1.22	1.11	1.04
29	10.98	7.47	5.54	4.53	3.73	2.98	2.59	2.34	2.09	1.98	1.77	1.58	1.50	1.32	1.26	1.21	1.14
30	11.52	7.80	5.77	4.78	3.77	3.46	2.85	2.60	2.11	2.01	1.87	1.70	1.57	1.48	1.39	1.27	1.20

*This table is taken from Nassar and Hühn (1987).

$S^{(m)}$ (m=1, 2) 的測驗結果，如不顯著，表示接受虛無擬說，即所有基因型均具有相等的穩定性；若是顯著，則拒絕虛無擬說，即至少有一基因型與其他基因型之穩定性不等，因此可再進行 $S_i^{(m)}$ 間的個別差異比較。由於 $S_i^{(m)}$ 近似於常態分布，故可按照一般多變域比較法(multiple comparisons) 來測驗其之間的差異，而測驗臨界值可利用顯著學生氏變域表 (Significant Studentized Ranges)

查得自由度爲∞，顯著水準爲α%的顯著學生氏變域值以進行檢定。(因 $S_i^{(m)}$ 之變方已知，故自由度爲無限值)。

除此，若只著重於某一特定基因型 i 是否穩定的問題，而並非考慮不同基因型之間穩定性的差異，則採以近似於自由度爲 1 之 χ^2 (chi-square) 分布的 $Z_i^{(m)}$ 值來檢定。但是，這種測驗法錯放棄眞的擬說的機會比一般限定的α%顯著水準爲高。

直線迴歸分析法 [4]

$$x_{ij} = m_i + b_i z_j + e_{ij}, \quad \cdots\cdots (13)$$

即基因型 i 在環境 j 的性狀觀測值 x_{ij} 隨環境指標 z_j ($=\bar{x}_{.j}-\bar{x}_{..}$) 作迴歸，利用最小自乘法 (least square method) 可估得截距 (平均收量) m_i 及迴歸係數 (穩定性係數) b_i；而 e_{ij} 爲迴歸剩餘機差項，滿足平均爲 0，變方爲 σ^2 之常態分布。當直線性顯著存在，且各基因型之迴歸剩餘機差均方互爲均質時，該直線迴歸分析法始具利用價值，可用以評估不同基因型間穩定性的差異。

變異係數 [5]

$$cv_i = \frac{s_i}{\bar{x}_i} \times 100 \quad \cdots\cdots (14)$$

式中 $s_i^2 = \sum_{j=1}^{N} (x_{ij}-\bar{x}_{i.})^2/(N-1)$，$s_i$ 爲 s_i^2 之開根方值。

結　果

利用 Yates 和 Cochran 之 5 個大麥品種在 6 種環境下生長的 3 次重覆平均之試驗資料(表 2)，依照非介量統計分析法的估算步驟，首先將各觀測值予以矯正後，再決定順位，其矯正值及順位列於

Table 2. Data on five barley varieties grown in six sites, used by Yates and Cochran (1938). Totals of three plots, in bushels per acre.

Site	Variety						Site Effect
	1	2	3	4	5	Mean	
1	161.7	187.7	200.1	196.9	182.5	185.8	− 16.4
2	247.0	257.5	262.9	339.2	253.8	272.1	69.9
3	185.4	182.4	194.9	271.2	219.2	210.6	8.4
4	218.7	183.3	220.2	266.3	200.5	217.8	15.6
5	165.3	138.9	165.8	151.2	184.4	161.1	− 41.1
6	154.6	143.8	146.3	193.6	190.1	165.7	− 36.5
Mean	188.8	182.3	198.4	236.4	205.1	202.2	

Table 3. Corrected values and their ranks on barley varieties grown in six sites. Totals of three plots, in bushels per acre.

Site	Variety				
	1	2	3	4	5
1	175.1(2)	207.6(5)	203.9(4)	162.7(1)	179.6(3)
2	260.4(2)	277.4(4)	266.7(3)	305.0(5)	250.9(1)
3	198.8(2)	202.3(3)	198.7(1)	237.0(5)	216.3(4)
4	232.1(5)	203.2(2)	224.0(3)	232.1(4)	197.6(1)
5	178.7(4)	158.8(2)	169.6(3)	117.0(1)	184.4(5)
6	168.0(4)	163.7(3)	150.1(1)	159.4(2)	187.2(5)

Table 4. Computations of the $S_i^{(m)}$ (m=1, 2) statistics and the chi-square tests for 5 varieties of balrey grown in 6 sites. The expected mean and variance under the null hypothesis are presented for each $S_i^{(m)}$ statistic.

Variety	$\bar{r}_{i\cdot}$	$S_i^{(1)}$	$Z_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$Z_i^{(2)}$
1	3.17	1.53	0.03	1.77	0.07
2	3.17	1.40	0.25	1.37	0.55
3	2.50	1.40	0.25	1.50	0.34
4	3.00	2.27	2.78	3.60	3.49
5	3.17	2.20	2.25	3.37	2.55
$S^{(m)}$			5.56		7.00
Ho: $E[S_i^{(m)}]$		1.60		2.00	
$Var(S^{(m)})$		0.16		0.73	

表 3 。然後將這些順位值，利用上述(1)～(12)式的計算式，可求得各種統計量及其期望值於表 4 。$S^{(1)}=5.56$ 及 $S^{(2)}=7.00$ 均小於顯著卡方臨界值 ($\chi^2_{5,0.05}=11.1$)，故整體言之，該 5 個大麥品種之穩定性並無顯著差異。同時，就各單一品種來看，因無一 $Z_i^{(1)}$ 或 $Z_i^{(2)}$ 大於顯著卡方臨界值 ($\chi^2_{1,0.05}=3.84$) ，故根據非介量法評估結果，該 5 個大麥品種都屬於穩定的品種。

由表 2 之各環境效應值 (site effect) 可知，以地點 2 的效應值 69.9最大，爲最有利於生產的地區，而地點 5 之—41.1值最小，爲低產區；該兩個地點列入區域試驗與否，皆可能會引起穩定性估計值極大的變異。因此，本研究即就不考慮地點 2 或地點 5 ，分別利用 cv、b及兩非介量穩定性測量值 $S^{(1)}$ ，$S^{(2)}$ 重新測定該 5 個大麥品種在 5 種相異環境下的反應， 結果列於表 5 。 其中各基因型之迴歸係數均顯著異於 0 ，且其迴歸剩餘機差均方之缺適性 (lack of fit) 檢定亦不顯著，即直線關係存在，同時各基因型之迴歸剩餘機差均方亦互爲均質 (表 6) ，故在此試驗中，直線迴歸分析滿足統計

Table 5. Phenotypic mean(m), regression coefficient(b), coefficient of variation (cv) and two nonparametric measures of stability ($S^{(1)}$, $S^{(2)}$) for the yields of the barley varieties.

		Variety				
		1	2	3	4	5
m	All+	188.8	182.3	198.4	236.4	205.1
	−H	177.7	167.2	185.5	215.8	195.3
	−L	193.5	190.9	204.9	253.4	209.2
b++	All	0.84	0.99	0.95	1.61	0.61
	−H	0.87	0.79	1.00	1.92	0.43
	−L	0.93	0.96	0.99	1.46	0.65
cv	All	19.46	23.34	20.69	28.89	13.36
	−H	14.62	14.21	15.79	23.90	7.71
	−L	20.16	21.58	20.64	23.85	13.61
$S^{(1)}$	All	1.53	1.40	1.40	2.27	2.20
	−H	1.60	1.40	1.40	2.40	2.00
	−L	1.60	1.60	1.60	2.40	2.20
$S^{(2)}$	All	1.77	1.37	1.50	3.60	3.37
	−H	1.70	1.70	1.30	4.20	2.80
	−L	1.70	1.70	1.70	4.00	3.20

+: All=All site
−H=Exculding highest yielding site.
−L=Exculding lowest yielding site.
++: All regression coefficients are significant at 5% level under Ho : b=0 and their residual error are also nonsignificant when test against the experimental error.

前提，其評估結果具有相當的可靠性。但，顯然cv及b若作爲穩定性介量，極易因某一地區資料的刪除，而改變其數值，尤其是刪除高產區的變異最大，此係因爲高產的地點2離總平均效應(0)較遠於低產的地點5。這三種穩定性分析法估得之四種穩定性係數（b, cv, $S^{(1)}$ 及 $S^{(2)}$），由於刪除某些地區的觀測值所造成的變異程度，若以變異係數表示，則如表7可獲知，cv 的變異最大，而 $S^{(1)}$，$S^{(2)}$ 較cv及b都爲小（除品種3），顯示採用非介量統計分析法來評估基因型之穩定性，確不易因增添或刪除一個以上的觀測值而造成估計值太大的變異。

由表8之相關分析結果，b 及 cv，$S^{(1)}$ 及 $S^{(2)}$ 之間均存在顯著或極顯著正相關，但穩定性介量（cv及b）與兩非介量穩定性測量值之間則無顯著關係存在，故其所評估之結果並不一致。另外，平均收量 m 與 $S^{(1)}$，$S^{(2)}$ 之間可能存在正相關的關係，不過從本研究的結果中，由於相關性並非總是存在，所以尚無法完全確定。

Table 6. Bartlett's test of homogeneity of variance on the regression error mean squares.

	Variety					
	1	2	3	4	5	χ^2
All	175.6	198.6	207.0	339.6	136.7	0.85
−H	233.4	213.6	272.6	332.5	139.6	0.72
−L	168.6	260.5	255.2	260.2	171.3	1.93

$\chi^2_{5,0.05}=9.488$.

Table 7. Coefficient of variation of b, cv, $S^{(m)}$ (m=1, 2) for 5 varieties of barley.

	Variety				
	1	2	3	4	5
b	5.21	11.81	2.70	14.10	20.80
cv	16.69	24.58	14.78	11.33	28.86
$S^{(1)}$	2.56	7.87	7.87	3.18	5.41
$S^{(2)}$	2.35	11.98	13.33	7.77	9.37

Table 8. Correlation among m, b, cv, $S^{(1)}$ and $S^{(2)}$.

		b	cv	$S^{(1)}$	$S^{(2)}$
m	All	0.71	0.47	0.82	0.84
	−H	0.66	0.49	0.92*	0.89*
	−L	0.75	0.35	0.86	0.89*
b	All		0.95*	0.30	0.32
	−H		0.98**	0.57	0.64
	−L		0.88*	0.35	0.43
cv	All			0.03	0.04
	−H			0.40	0.48
	−L			− 0.12	− 0.04
$S^{(1)}$	All				1.00**
	−H				0.98**
	−L				1.00**

*, **=significant at 5% and 1% level, respectively.

討 論

根據上述結果得知，利用非介量統計分析法來評估各基因型的穩定性，可具下列優點：㈠性狀觀測值毋須服從常態分布，㈡操作簡便，㈢增添或刪除一個以上的觀測值不會引起估計值太大的變異。不過，非介量法一般僅適用於樣本少時，當樣本數多時，已趨於常態分布，同時，少數一、二個離值的影響也不致太大，這時，再用非介量法效率已降低，而且對大樣本排順位亦有失操作簡便、計算容易的特性。

兩個非介量穩定性測量值在統計意義之解釋上雖然不同，但其間則存在極顯著之正相關，其所表達的穩定性觀點，應屬於第一種意義的穩定性（生物觀點），即一個穩定的基因型之表現在所有變動環境下均無大改變（絕對順位差 $S^{(1)}=0$ 及順位變方 $S^{(2)}=0$）。因此，非介量法與變異係數（cv）較著重於測定各基因型在整個環境範圍內的穩定性，而無法如同直線迴歸係數（b）一般，可觀察出各基因型隨環境變化的反應趨勢，使有利於選拔出符合生物觀點（b=0）或農業觀點（b=1）的理想品種。

利用介量法 cv 或 b 來評價各基因型的穩定性，由於一些統計前提的限制，如樣本數須甚多，直線關係存在，及環境指標之設定不符合直線迴歸中自變數爲獨立變數等[6]，往往造成穩定性估計值的偏誤，因而，其評價結果會受離值之影響而有不同，換言之，其所表達者祇是一種相對穩定性的觀念，故無法將所得結果進行試驗以外的預測。反之，非介量法在獨立逢機樣本之前提下，不需要假定母族羣的分布爲已知，其所檢定之假設亦不爲族羣上之任何介量，故較少受統計前提之限制，尤其是在小樣本的場合，效率反可比一般介量法爲高，其用以檢定之統計量的估計值變異性甚小，增添或刪除一個以上的觀測值也不致影響穩定性之評估結果，可近似於絕對穩定性的觀念。因爲，一個相對穩定的基因型，不一定就是絕對穩定，而一絕對穩定的基因型，在與其他絕對穩定的基因型相比較時，可能相對地反呈不穩定（如本研究的品種 4），所以穩定性的介量（cv及b）與非介量穩定性測量值所評估之結果不盡然一致。cv 及 b 兩穩定性介量之擬定均係建立在以性狀觀測值之變方成份爲主之基礎，基本上互爲等義，其所得結論誠然一致。綜言之，利用非介量法來評估各基因型的穩定性，是針對介量法的限制多、估計值變異性高等的缺點而被提出的一個極新的統計方法，尤其是適用於小樣本的場合，同時，其所表達的穩定性觀點更爲如何建立一預測性穩定模式提供了一個可能的解決方向；唯，若能將之應用於農業試驗資料，以選出符合農業觀點的理想品種，則更能提高實際的利用價值，此當值得進一步地研究。

參考文獻

1. Belz, M. H. and R. Hooke. 1954. Approximate distribution of the range in the neighbourhood of low percentage points. J. Am. Stat. Assoc. 49 : 620-636.
2. Conover, W. J. 1980. Practical Nonparametric Statistics. 2nd. ed. John Wiley & Sons, Inc. pp213.
3. Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6 : 36-40.
4. Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. Aust. J. Agric. Res. 14 : 742-754.
5. Francis, T. R. and L. W. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. Can. J. Plant Sci. 58 : 1029-1034.
6. Freeman, G. H. and J. M. Perkins. 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. Heredity 27 : 15-23.
7. Lin, C. S., M. R. Binns, and L. P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop

Sci. 26 : 894-900.
8. Nassar, R. and M. Hühn. 1987. Studies on etimation of phenotypic stability: tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. Biometrics 43 : 45-53.
9. Westcott, B. 1986. Some methods of analysing genotype-environment interaction. Heredity 56 : 243-253.
10. Yates, F. and W. G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. J. Agric. Sci. 28 : 556-580.

Studies on Nonparametric Method of Phenotypic Stability. I. Comparison Between Nonparametric and Parametric Measures[1]

Hsiu-Ying Lu[2]

Summary

Coefficient of variation (cv) and linear regression (b) are useful to evalute the phenotypic stability of genotypes over environments. However, a proper use of these two parametric measures requires some statistical assumptions, and their estimates can be unduly influenced by one or two outliers for small samples. A nonparametric method for stability based on the ranks of genotypes in each environment is proposed by Nassar and Hühn (1987). The purpose of this study is to test the reliability and applicabillity of the nonparametric method by comparing the nonparametric with the parametric stability measures. The comparsion is made using data on 5 genotypes (varieties) of barley in 6 environments (sites) from the yield trials of Yates and Cochran (1938), with and without excluding the highest or lowest yielding site.

Nonparametric measures requires less statistical assumptions, and are easy to use. Furthermore, addition or deletion of one or a few observations is not as likely to cause great variations in the estimates as would be the case for parametric stability measures. The nonprarmetric measures correspond to a biological concept of stability. The results indicated significant positive correlation between the cv and b, and showed no correlation between nonparametric and parametric stability measures.

1. Contribution No. 1463 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Statistician, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, R O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）38(2)：216～228 (1989)

本省稻白葉枯病菌病原羣之研究

Ⅰ、判別品種之探討[1]

簡錦忠　謝麗娟[2]

摘要　由本省中、南部分離所得之20個稻白葉枯病菌（*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*）菌株，依其對日本5個判別品種（Kinmaze, Rantai-Emas, Chugoku 45, Kogyoku及Java 14）的抗或感性，可分爲5種病原羣，其中病原羣Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ與日本之病原型相同，病原羣Ⅲ及Ⅳ則與日本各羣均不相同；若依對菲律賓判別品種其中之4個品種（IR 8, IR 20, DV 85及IR 1545-339）之反應，可將供試20個菌株分爲4種病原羣，除Ⅳ羣可能與菲律賓Ⅰ羣相同外，其餘均與菲律賓之病原羣不相同。由此可知本省稻白葉枯病菌病原羣與日本、菲律賓比較，一部份之反應相同，而另一部份之反應則不相同。供試20個白葉枯病菌菌株，各接種於另搜集之稻種50個品種上，測定各品種之反應，可類別5個稻品種羣，如果自此5個品種羣中各選出1品種作爲本省暫定判別品種（即臺農67號、臺農70號、臺中秈10號、臺中186號及臺農秈18號），分析本省白葉枯病菌菌株，可區分5個病原羣，此5個暫定判別品種是否能作爲本省的判別品種，須待測定更多的菌株及分析各品種之抗（感）病基因後，方能確定。

稻白葉枯病爲稻作主要病害之一，多發生於氣候溫暖，土壤肥沃之稻田，尤其當稻葉受傷痍時易受感染[9]，故於颱風後發病更爲嚴重。近年來，本省第二期作發病面積又有增加的趨勢[4]，例如民國74年第二期作，全省發病面積達42,845公頃，75年第二期作遭遇二次（韋恩及艾貝）颱風，中、北部亦受害相當嚴重。日本、菲律賓等國已有關於稻白葉枯病菌（*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*）具有不同病原羣之報告[7.8.10.11.13.16.17]。在日本並已知由三組基因來決定稻對 *X. campestris* pv. *oryzae* 的抗病性，這些基因以單一組或多組分別存在於不同的水稻品種中[15.16.18]，而根據不同品種抗性之反應，可將病原菌分爲三種病原型（Pathotypes, races）。Pathotype Ⅰ只爲害Kinmaze羣的稻品種；Pathotype Ⅱ則會感染Kinmaze及Kogyoku羣，但不感染 Rantai-Emas 羣；Pathotype Ⅲ 可感染以上三羣之稻品種。山田氏[7]比較由印尼所得之病原菌時，發現有些菌株除可感染以上三種稻羣外，還可感染愛國早稻羣及Java羣。堀野氏[11.12]將日本各地所採集的453個菌株作比較，發現各菌株均分別隸屬於 Pathotype Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ 及Ⅴ，而且各病原型之分布頻度，二年之試驗結果頗一致。苗氏[17.18]以 IRRI 之判別稻種將菲律賓國內稻白葉枯病菌分成四個病原羣（Pathogenic groups）。Horino氏等[15]以日本及 IRRI 之稻白葉枯病菌菌株比較兩地菌系羣之判別體系，結果發現兩地的菌系與判別品種之反應有甚大差異。例如以日本稻判別品種而言，Tetep品種抗日本Ⅴ羣菌系，對IRRI之Ⅳ羣菌系感病，但早稻愛國3號對日本Ⅴ羣菌系感病，却抗 IRRI 之Ⅳ

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1464 號。

2.臺灣省農業試驗所植物病理系研究員、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

羣菌系。故同氏等 [14,15] 認爲各地域有不同的病原羣分佈，建議應以各地域之判別品種來建立一個共同可以接受之系統。本省過去的研究資料尚不多，郭氏等 [1,2] 曾採集本省病原細菌經單菌落純化後，以噬菌體（bacteriophage）接種，觀察其對不同噬菌體的反應，結果病原細菌可類別A, B, C, D 等四個菌系，而以A菌系之分佈最廣，由此結果很明顯地可以看出，病原細菌在本省有生理小種存在。雖然測定方法是以其寄生物—噬菌體做爲鑑別，但可以很清楚地看出本病原細菌在自然界中有變異性存在。另謝氏 [5]、簡、洪氏等 [6] 報告不同稻品種對單一菌株有不同的反應。筆者等 [3] 曾自本省各地分離得72個菌株，並利用日本5種判別品種測定其致病反應，可分爲四種病原型；另以菲律賓5種判別品種測定，亦可類別四種病原型。同時還發現各菌株在上述10個品種上之反應，與日本或菲律賓的菌株亦有甚大差異。

近年來稻白葉枯病普遍地發生，除氣候因子影響外，稻品種本身之抗病性亦扮演重要角色。欲育出强而穩定的抗病品種，首先需瞭解本省稻白葉枯病菌之病原羣（或菌系羣），進而分析各病原羣相對稻品種之抗（感）病基因，才能收到事半功倍之效果。根據以往國內外之研究結果，稻白葉枯病菌之病原羣頗具有地域性，因此各地域均需有一套適用的判別體系。本研究即針對此目標，首先探討適用於本省病原羣判別用之稻品種，並已初獲心得，特整理如本文。

材料及方法

（一）採集病原菌及培養

由本省中、南部（表一）採集之水稻罹病葉，切取病斑部位，於70%酒精中浸漬5秒鐘後，移入

表 1. *X. campestris* pv. *oryzae* 菌株來源

Table 1. The sources of tested isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*.

菌株代號	稻品種名稱	採集地點	採集及分離日期
XF 2-a	蓬萊稻	臺中縣石岡	75年10月2日
XF 5	蓬萊稻	臺中縣石岡	75年10月2日
XF 23	DV 85	臺中縣萬豐	75年10月15日
XF 24	DV 85	臺中縣萬豐	75年10月15日
XF 25	DV 85	臺中縣萬豐	75年10月15日
XF 26-b	Rantai-Emas	臺中縣萬豐	75年10月15日
XF 27	Rantai-Emas	臺中縣萬豐	75年10月15日
XF 28	Rantai-Emas	臺中縣萬豐	75年10月15日
XF 37	Java 14	臺中縣萬豐	75年10月15日
XH 3	臺農67號	南投縣草屯	75年10月14日
XH 6	臺中秈10號	南投縣草屯	75年10月7日
XM 1	蓬萊稻	屏東縣昌隆	75年9月10日
XM 2	蓬萊稻	屏東縣竹田	75年9月10日
XM 5	蓬萊稻	屏東縣竹田	75年9月10日
XM 7	蓬萊稻	屏東縣竹田	75年9月10日
XM 9	蓬萊稻	屏東縣竹田	75年9月10日
XM 10	蓬萊稻	屏東縣竹田	75年9月10日
XM 12-a	蓬萊稻	屏東縣壽元	75年9月10日
XM 39-a	蓬萊稻	屏東縣三千	75年9月10日
XN 1-b	蓬萊稻	臺東縣豐谷	75年10月2日

稀釋1,000倍之昇汞水浸漬1分鐘，再以無菌水漂洗3次，最後移 Wakimoto's培養基中，並於 25°C 恆溫箱中培養，約48—72小時自病斑切口產生菌落時，挑取該菌落作數次單菌落分離，最後取純化過之單一菌落培養於Wakimoto's培養基斜面試管內，25°C 下培養48小時，再移入4°C定溫箱內保存備用。

（二）病原性之檢定

接種之準備係將供試菌株以Wakimoto's斜面培養基，在25°C恆溫箱中培養 48小時，再以無菌水調製爲 10^7—10^8cells/ml 懸浮液，以剪葉接種法接種於株齡60天左右之臺中在來一號水稻，每株接種10—15片葉子，經14天後調查病原性之有無，再取具有病原性之菌株，以Wakimoto's 斜面培養基培養後，置於4°C低溫保存以備用。

（三）稻白葉枯病菌病原羣之判定

供試稻除包括 Kinmaze, Rantai-Emas, Chugoku 45, Kogyoku及Java 14等5個日本判別品種及IR8, IR20, IR1545-339及DV85等4個菲律賓判別品種，原菲律賓判別品種之一，Cas 209因在本省無法採種，所以本次試驗無法參加測定。另覓本省常用稻品種包括粳稻24個品種，秈稻26個品種，計50個品種（如表四內所列）。將這些稻品種播種於塑膠製育苗盤（30×45×7cm）內，每盤播30個品種，俟生長至40天株齡時，供剪葉接種法接種。供試病菌係自上述經測定具有病原性之 183個菌株中，先選取20個菌株供試。接種源之準備與上述病原性測定同法。接種後經14天再調查罹病度。

（四）發病之調查

由葉片剪口向下量取病斑長度。每株量取1—2個葉片，每品種共量15—20個葉片，再求其平均值。並依 Ezuka [13] 之方法，將其平均值在 2.0 及以下者訂爲 R（Resistant），2.0以上者爲 S（Susceptible）。

結　果

（一）各供試菌株對日本及菲律賓判別品種之反應

供試5個日本判別品種，以剪葉法接種14天後量取葉片之病斑長度，依照Ezuka [13] 之方法，可

表 2. 5個日本稻判別品種對本省20個白葉枯病菌菌株之反應

Table 2. Reaction of 5 Japanese differential varieties of rice to 20 Taiwanese isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*.

判別品種	病原羣						
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ		
Kinmaze	S	S	S	S	S		
Rantai-Emas	R	R	S	S	S		
Chugoku 45	R	R	S	S	S		
Kogyoku	R	S	R	S	S		
Java 14	R	R	R	R	S		
菌株代號	XM 4	XM 1	XF 5	XM 7	XF 2-a	XF 28	XM 5
	XM 6				XF 23	XF 37	XM 10
					XF 25	XH 3	XM 38
					XF 26-b	XH 6	XM 39-a
					XF 27	XM 2	XN 1-b

將20個供試菌株類別爲5個病原群（Pathogenic group）（見表二）。即group I 只爲害Kinmaze之反應爲S（2個菌株，佔10%），對其他品種均引起R反應；group II對Kinmaze及Kogyoku兩個品種之反應爲S（1個菌株，佔5%），其他3個品種之反應爲R；group III 對Kinmaze, Rantai-Emas及Chugoku 45 等3個品種引起之反應爲S（1個菌株，佔5%）；group IV只對 Java 14品種之反應爲R，而對其他4個品種之反應均爲S（1個菌株，佔5%）；group V 對日本判別稻5個品種均引起S反應（15個菌株，佔75%），由本次測定中，觀察本省白葉枯病菌對5個日本判別品種之反應，發現大多數菌株皆可感染該5個判別品種。

供試稻白葉枯病菌菌株在菲律賓判別品種上之反應，依測定結果（如表三），可將這些病菌菌株類別爲4個病原群。即 group I 對 IR 1545-339 引起R 反應之外，其餘3個品種皆呈S反應（2個菌株，佔10%）；group II 在IR 20 及IR 1545-339上引起R反應，而其他2個判別品種均呈S反應（14個菌株，佔70%）；group III在 IR 20 上引起R反應之外，其餘3個判別品種均呈S反應（3個菌株，佔15%）；group IV 在 IR 8呈S反應之外，其餘3個判別品種均呈R反應（1個菌株，佔5%）。

表 3. 4個菲律賓稻判別品種對本省20個白葉枯病菌菌株之反應

Table 3. Reaction of 4 Philippine differential varieties of rice to 20 Taiwanese isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*.

判別品種	病原羣			
	I	II	III	IV
IR 8	S	S	S	S
IR 20	S	R	R	R
DV 85	S	S	S	R
IR 1545-339	R	R	S	R
菌株代號	XH 3	XF 2-a	XF 24	XM 6
	XM 10	XF 5	XF 37	
		XF 23	XM 7	
		XF 25		
		XF 26-b		
		XF 27		
		XF 28		
		XH 6		
		XM 1		
		XM 2		
		XM 5		
		XM 9		
		XM 39-a		
		XN 1-b		

（二）、各菌株對50個稻品種之反應

供試粳稻24個品種，籼稻26個品種，計50個品種。在溫室播種於育苗盤內，約40天左右時以剪葉法接種，再14天後做病害調查，自葉片剪口向下量取病斑之長度。其結果詳列於表四，稻白葉枯病菌各菌株對稻品種間之感染程度具有顯著之差異。有的病斑進展頗快達10cm 以上，有的只有小病斑不到1cm。又各菌株之間，其病原性亦有差異，例如XM 12-a 對所有稻品種中，病斑最長者僅達 4cm（Natala），而XF 2-a病斑大部分都達 5cm 以上，有的品種（臺北309號，桃園硬尾及臺南5號等）甚至達10cm以上。

依Ezuka之方法，將表四之病斑平均長度在 2.0（包括2.0）以下者訂爲R（Resistant），2.0以

表 4. 稻白葉枯病菌各菌株在50個品種之病斑長度之比較

Table 4. Comparison of the lesion length caused by 20 Taiwanese isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* on 50 rice varieties.

稻品種	菌株																			
	XF 2-a	XF 5	XH 3	XH 6	XM 12-a	XM 39-a	XN 1-b	XF 26-b	XF27	XF28	XF23	XF24	XF25	XF37	XM01	XM02	XM05	XM07	XM09	XM10
臺農61號	7.2	5.5	5.7	3.6	3.4	5.8	5.9	6.3	6.7	7.1	6.8	5.7	5.5	5.3	4.2	4.5	4.2	3.6	2.6	4.7
臺農67號	8.3	4.3	6.3	4.7	2.9	6.4	6.8	7.7	6.9	7.0	6.6	5.9	4.8	6.7	5.8	9.0	4.8	4.8	4.7	5.9
臺農68號	3.0	5.3	6.9	5.1	2.9	6.4	5.7	7.9	6.3	6.5	6.9	6.2	3.6	6.9	4.1	4.4	4.6	3.5	2.5	6.1
光復401號	8.3	6.4	6.2	3.6	2.7	6.9	5.8	5.3	5.3	7.0	7.0	5.8	6.6	7.2	4.0	4.2	5.8	2.7	3.1	3.8
嘉農242號	6.2	5.9	4.8	2.4	2.2	4.6	2.7	4.4	4.0	6.3	3.0	5.1	2.7	5.9	5.8	3.4	5.9	3.3	3.5	3.1
嘉農秈11號	8.2	5.8	5.2	2.3	2.2	4.0	4.4	2.8	7.6	4.2	5.5	4.1	4.2	5.4	6.1	5.4	6.2	4.6	4.6	3.5
高脚柳州	9.7	8.6	8.1	4.7	2.9	5.6	5.5	5.9	9.0	6.9	6.6	8.8	7.0	4.9	8.8	2.7	5.4	3.5	3.2	4.3
臺中低脚烏尖	8.5	7.4	7.5	3.3	2.6	3.3	6.5	3.6	8.9	6.2	5.9	8.3	5.3	5.3	5.9	5.2	7.1	4.7	2.5	4.0
臺農70號	7.1	5.5	6.3	3.9	1.1	7.1	5.2	6.5	6.3	6.6	8.3	5.5	4.6	6.4	3.2	3.1	4.2	4.4	2.9	5.5
新竹56號	9.0	5.5	8.6	4.7	0.8	6.5	6.2	6.0	5.8	6.0	5.8	4.8	2.5	5.0	4.1	4.8	4.0	3.1	2.5	6.3
臺中189號	6.7	5.1	7.5	3.1	1.9	4.2	6.2	5.8	4.3	7.0	6.5	5.6	4.2	6.3	4.3	4.1	3.5	3.1	3.4	4.0
高雄141號	5.1	7.0	8.4	2.4	1.2	5.1	5.1	6.0	5.0	7.0	7.0	5.4	3.4	6.4	5.6	5.0	4.6	4.1	3.9	2.9
嘉南8號	6.1	5.9	6.1	2.7	1.2	5.6	6.0	6.2	4.9	7.1	5.0	6.0	5.1	5.6	4.8	5.1	4.9	2.7	2.9	3.2
臺東27號	6.1	6.5	8.1	5.3	1.7	6.4	5.7	6.9	5.5	7.2	6.7	6.3	6.5	6.7	2.7	5.9	5.2	3.1	4.2	3.0
烏粒	7.5	8.5	9.4	3.0	1.5	4.6	4.8	5.5	7.9	6.5	3.2	5.5	5.0	3.7	6.7	3.3	5.7	2.4	3.0	2.5
青心仔	7.6	7.0	5.1	2.3	1.3	4.9	5.2	5.2	7.3	6.1	4.6	4.4	4.7	5.1	4.1	4.1	3.0	2.3	2.1	2.6
赤殼	8.4	0.2	6.9	3.9	3.0	5.7	6.2	7.1	7.5	7.3	5.3	4.6	4.8	5.2	5.0	4.4	5.0	2.7	2.6	4.2
新竹矮脚尖	5.4	1.5	5.7	3.6	2.9	3.6	4.7	5.4	7.7	8.4	5.1	6.3	6.8	4.5	6.5	5.9	6.9	3.3	3.1	2.9
臺中在來1號	5.5	4.0	5.5	4.7	2.5	4.3	4.3	3.5	5.0	6.0	6.1	7.4	8.1	4.2	0.3	6.0	6.1	3.7	3.4	2.2
臺中65號	4.1	5.7	4.0	2.4	2.4	4.5	5.7	2.9	5.6	5.6	5.9	4.5	4.0	4.0	3.4	3.9	4.1	2.6	1.8	3.9
臺中171號	8.4	5.6	6.6	4.3	2.6	6.0	5.3	4.2	4.5	6.6	5.0	5.4	4.6	5.7	3.3	3.5	4.7	3.1	3.7	1.9
低脚烏尖	6.9	8.7	6.7	3.9	2.8	4.2	4.9	4.7	7.1	6.4	5.8	7.3	8.0	5.2	8.1	5.3	7.9	3.3	4.0	1.9
高雄大粒清油	7.8	6.9	7.2	4.2	2.8	4.2	5.3	5.1	8.3	6.5	6.3	8.5	5.0	4.7	8.8	4.2	6.4	4.3	2.1	0.1
臺北309號	10.6	7.7	7.9	2.3	2.6	7.0	7.3	6.4	5.7	7.6	6.9	5.9	4.2	6.8	6.2	4.3	6.8	1.9	4.2	1.6
Natala	10.3	9.1	7.3	4.5	4.0	4.0	7.1	2.7	15.4	7.0	9.4	5.6	6.0	9.5	7.1	6.1	5.6	1.9	3.8	1.4

（續表4）

稻品種	菌株																			
	XF 2-a	XF 5	XH 3	XH 6	XM 12-a	XM 39-a	XN 1-b	XF 26-b	XF27	XF28	XF23	XF24	XF25	XF37	XM01	XM02	XM05	XM07	XM09	XM10
臺中秈3號	4.0	4.6	3.3	1.1	1.5	4.1	5.0	3.9	4.5	4.7	6.9	4.2	4.1	3.3	5.5	4.9	4.9	2.9	2.5	4.0
臺中178號	7.0	5.3	7.8	2.0	1.2	5.9	4.2	5.4	3.3	5.4	5.7	3.8	6.3	5.0	5.1	4.6	4.2	3.8	2.1	3.5
臺北311號	8.8	8.9	7.9	3.4	1.7	6.6	6.5	6.8	6.6	8.4	8.4	6.7	4.1	7.1	5.4	4.9	6.4	3.3	4.7	0.8
高雄139號	6.2	0.1	8.5	2.7	1.5	7.2	5.9	5.4	5.5	7.1	6.4	3.9	4.7	6.3	2.7	3.5	5.9	2.8	5.8	2.2
烏尖2號	8.7	11.2	8.5	3.5	1.8	4.6	7.6	6.3	8.5	8.4	7.5	7.2	9.4	7.1	6.4	4.2	6.0	1.6	4.4	2.1
Cutsuglcul	9.3	7.2	7.5	4.1	1.6	4.4	6.5	2.5	8.0	5.1	4.9	6.4	5.6	5.9	5.4	7.3	4.3	3.5	0.1	3.3
崑山五香粳	2.9	6.8	4.8	2.4	2.8	5.8	4.2	3.1	4.4	6.4	6.2	6.1	2.7	4.6	3.8	3.6	3.4	0.1	1.9	3.9
臺中秈10號	4.3	4.6	2.8	0.9	1.8	3.8	3.8	2.6	2.6	4.8	5.0	4.6	3.3	3.5	3.3	3.6	3.8	2.3	2.1	3.2
桃園硬尾	11.4	1.0	8.2	4.7	2.5	6.5	5.9	8.0	9.6	8.4	7.0	8.1	7.5	6.3	5.8	4.4	5.9	1.6	4.0	6.2
新竹64號	6.7	5.0	4.0	2.9	1.8	4.7	4.6	3.4	3.3	4.3	3.0	3.2	4.8	2.7	3.7	2.6	2.5	2.2	0.5	1.5
光復1號	4.4	4.4	5.0	2.1	1.8	5.9	5.5	1.9	2.6	7.6	6.9	7.9	2.4	4.9	5.7	2.6	5.9	1.1	2.4	4.1
高雄秈1號	7.6	4.0	7.6	2.3	2.4	6.2	4.7	2.0	5.9	6.3	4.2	6.0	3.4	5.3	5.0	4.1	5.7	3.4	3.0	5.2
稗稈稻	3.8	4.7	4.5	1.2	2.3	4.7	4.7	2.0	3.9	6.5	6.4	5.9	4.7	4.1	4.5	4.3	4.8	0.5	3.8	3.9
臺南5號	10.0	6.1	7.9	2.5	1.7	4.7	6.7	5.3	3.7	6.5	7.5	6.5	3.8	6.1	4.8	4.9	2.7	2.0	1.8	0.3
臺中186號	8.9	6.1	8.4	1.8	1.1	5.3	5.7	5.5	3.7	6.8	5.8	6.8	5.0	5.6	5.1	3.3	4.2	1.9	2.7	1.7
臺南6號	8.1	6.7	6.4	1.5	2.7	4.4	5.6	4.9	3.8	6.1	4.9	5.8	4.6	5.3	5.2	4.8	2.5	1.6	1.5	0.9
高雄秈7號	5.2	0.9	3.7	0.7	1.2	3.4	2.0	1.0	3.5	5.5	5.7	6.9	2.4	4.2	5.0	4.1	5.7	3.4	3.0	5.2
Tetep	6.4	0.0	5.7	2.5	2.8	2.7	5.4	0.1	6.9	6.8	6.5	4.1	4.0	3.6	0.6	3.8	5.8	1.7	1.4	4.1
臺中秈16號	4.0	2.7	3.0	1.0	1.2	3.4	3.4	2.0	3.3	5.1	4.4	5.0	2.2	3.7	2.9	2.9	4.7	1.6	1.9	1.7
臺中秈17號	3.0	0.5	2.5	1.6	1.2	2.2	3.0	0.8	1.6	3.8	2.6	1.9	2.9	1.6	0.2	1.5	1.1	0.3	0.8	3.4
臺南秈15號	1.9	1.0	1.1	0.7	1.1	0.6	1.5	0.1	0.5	1.2	1.5	3.5	1.5	0.9	0.9	0.1	1.1	0.1	0.4	2.9
臺農秈19號	2.0	0.5	1.9	0.7	0.2	0.7	1.2	0.2	1.0	1.2	1.5	1.0	0.9	1.2	1.5	0.1	1.8	0.1	0.8	3.4
臺農秈12號	0.9	0.3	0.7	0.2	0.2	0.5	0.7	0.3	0.2	0.8	0.7	0.8	0.5	0.5	1.8	0.9	0.4	0.1	0.5	3.6
嘉農秈6號	1.2	0.1	1.5	0.2	0.1	0.4	0.8	0.2	0.5	0.4	1.1	0.7	0.9	0.6	1.1	0.1	0.7	0.1	0.5	2.4
臺農秈18號	2.5	0.2	0.9	0.2	0.3	0.3	0.4	0.1	0.2	0.5	1.3	0.7	0.5	0.8	0.8	0.2	1.7	0.1	0.5	1.6

表 5. 50個供試稻品種對本省20個白葉枯病菌菌株之反應

5. Reaction of 50 rice varieties to 20 Taiwanese isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*.

稻品種	菌株																			
	XF 2-a	XF 5	XH 3	XH 6	XM 12-a	XM 39-a	XN 1-b	XF 26-b	XF27	XF28	XF23	XF24	XF25	XF37	XM01	XM02	XM05	XM07	XM09	XM10
臺農61號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺農67號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺農68號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
光復401號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
嘉農242號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
嘉農秈11號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
高脚柳州	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺中低脚烏尖	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺農70號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
新竹56號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺中189號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
高雄141號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
嘉南8號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺東27號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
烏粒	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
青心仔	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
赤殼	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
新竹矮脚尖	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺中在來1號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S
臺中65號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S
臺中171號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
低脚烏尖	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
高雄大粒清油	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
臺北309號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R
Natala	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R

（續表5）

稻品種	菌株																			
	XF 2-a	XF 5	XH 3	XH 6	XM 12-a	XM 39-a	XN 1-b	XF 26-b	XF27	XF28	XF23	XF24	XF25	XF37	XM01	XM02	XM05	XM07	XM09	XM10
臺中秈3號	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺中178號	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
臺北311號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
高雄139號	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
烏尖2號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
Cutsuglcul	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S
崑山五香粳	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S
臺中秈10號	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
桃園硬尾	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
新竹64號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
光復1號	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
高雄秈1號	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
稗稈稻	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
臺南5號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R
臺中186號	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R
臺南6號	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R
高雄秈7號	S	R	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tetep	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	S
臺中秈16號	S	S	S	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R
臺中秈17號	S	R	S	R	R	S	S	R	R	S	S	R	S	R	R	R	R	R	R	S
臺南秈15號	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	S
臺農秈19號	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S
臺農秈12號	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S
嘉農秈6號	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S
臺農秈18號	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

上者爲S (Susceptible)，可得結果如表五、六。即供試50個稻品種可類別爲五個稻品種群，第一品種群爲對20個病菌菌株皆呈S反應者有 8 個品種（臺農61，67，68號，光復401號，嘉農 242號，嘉農秈11號，高脚柳州及臺中低脚烏尖），佔供試品種的16%；第二品種群爲對供試各菌株中，有 1 個菌株呈R反應，而其他各菌株皆爲S反應者有 15 個品種（臺農70號、新竹56號、臺中189、65、171號、

表 6. 對本省20個白葉枯病菌菌株不同反應之 5 個稻品種群

Table 6. The reaction of five group of rice varieties to 20 Taiwanese isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*.

群別	稻品種名稱
第一群	臺農61、67、68號，光復401號，嘉農242號，嘉農秈11號，高脚柳州，臺中低脚烏尖。
第二群	臺農70號，新竹56號，臺中189、65、171號，高雄141號，嘉南 8 號，臺東 27號，臺中在來 1 號，烏粒，青心仔，赤殼，新竹矮脚尖，低脚烏尖，高雄大粒清油。
第三群	臺北309、311號，臺中178號，高雄139號，崑山五香粳，臺中秈 3 、10號，Natala，烏尖 2 號，Cutsuglcul，桃園硬尾。
第四群	新竹64號，光復 1 號，稗稈稻，臺南 5 、6 號，臺中186號，高雄秈 1 、7 號，Tetep，臺中秈16、17號。
第五群	臺南秈15號，臺農秈12、18、19號，嘉農秈 6 號。

高雄141號、嘉南 8 號、臺東 27號、臺中在來 1 號、烏粒、青心仔、赤殼、新竹矮脚尖、低脚烏尖及高雄大粒清油），佔30%；第三品種羣爲對各菌株中有 2 個菌株爲R反應，而其他各菌株均爲 S 反應者有11個品種（臺北309、311號、臺中178號、高雄139號、崑山五香粳、臺中秈 3 、 10號， Natala，烏尖 2 號，Cutsuglcul及桃園硬尾），佔22%；第四品種羣爲對各菌株中有 3 —12個菌株呈R反應，而對其他菌株呈S反應者有11個品種（新竹64號、光復 1 號、稗稈稻、臺南 5 、 6 號、臺中186號、

表 7. 本省 5 個暫定稻判別品種對本省20個白葉枯病菌菌株之反應

Table 7. Raction of 5 temporary differential varieties of rice to 20 Taiwanese isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*.

暫定判別品種	病原群				
	I	II	III	IV	V
臺農67號	S	S	S	S	S
臺農70號	S	S	S	S	R
臺中秈10號	S	S	S	R	R
臺中186號	S	S	R	R	R
臺農秈18號	S	R	R	R	R
菌株代號	XF 2-a	XF 5 XF 27 XM 2 XF 23 XF 28 XM 5 XF 24 XF 37 XM 9 XF 25 XH 3 XM 39-a XF 26-b XM 1 XN 1-b	XM 7 XM 10	XH 6	XM 12-a

高雄秈1、7號、Tetep、臺中秈16、17號），佔22%；第五品種羣爲對各菌株中僅有1個菌株呈S反應，而其他菌株皆呈R反應者有5個品種（臺南秈15、臺農秈12、18、19號、嘉農秈6號），佔10%。

如果自五個品種羣中，各羣依目前較普遍被栽植之品種，選出一代表品種暫作爲本省判別品種，其反應列於表七。即第一羣選臺農67號，第二羣臺農70號，第三羣臺中秈10號，第四羣臺中186號，及第五羣臺農秈18號。按此5個品種之反應，可類別目前本省白葉枯病菌之病原羣爲5羣。group I對5個品種皆引起S反應（佔5%）；group II對臺農秈18號引起R反應，其他4個品種呈S反應（佔75%）；group III對臺中186號及臺農秈18號引起R反應，其他3個品種呈S反應（佔10%）；group IV對臺中秈10號，臺中186號及臺農秈18號均引起R反應，其他2個品種呈S反應（佔5%）；group V只對臺農67號引起S反應，而其他4個品種皆呈R反應（佔5%）。其中group II所佔比率最高，達75%，故本次的測定結果，大部份菌株皆屬於group II。

討　論

稻白葉枯病菌（*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*）種內分類，以寄主反應，又可分成不同羣或型。無論稱爲病原菌系（Pathogen strains）[11]或病原羣（Pathogenic groups, Virulence groups）[15,18]或病原型（Pathotypes）[15,17]，均證實不同地區有不同的菌系存在。爲方便計，本報告均暫以病原羣稱之。依研究結果，由對日本判別品種（Kinmaze, Rantai-Emas, Chugoku 45, Kogyoku, Java 14）之反應，可類別爲五個病原羣（表二），其中以第V羣爲最多，又第I、II及V羣與日本所類別的第I、II、IV病原型相同。第IV羣與本省廖氏[3]等之區分相同，而第III羣於日本或廖氏等尚未發現，可能爲新羣之一。另依對菲律賓判別品種（IR 8, IR 20, DV 85 及 IR1545-339）之反應，可類別爲四個病原羣（表三），其中雖缺乏 Cas 209 品種，但此品種在菲律賓病原羣之區分上，只對第II型呈R反應，其他3羣則均呈S反應，故對本次測定之判斷無甚大之影響。經分析之供試菌屬第II羣爲最多，第I、II羣與廖氏等[3]區分的第II、I型相近，除第IV羣可能與菲律賓之第I羣相同之外，其餘3羣均與菲律賓所訂各羣不同。其主要不同在 DV 85 品種對菲律賓菌株皆呈R反應，而對本研究菌株，則僅對IV羣呈現R反應，對其餘3羣則均呈S反應。由此可知本省白葉枯病菌與日本或菲律賓之菌株可能有區域性之差異。如果利用日本或菲律賓之判別品種，將難以測定本省白葉枯病菌的病原羣。其主要原因可能因日本的栽培稻屬日本型（Japonica type）稻爲多，菲律賓屬印度型（Indica type）稻爲多，而本省則此兩型稻均有栽植，且粳稻中，很多品種均引進秈型血統，故栽培之稻品種較爲複雜，引起病菌之變異亦趨於複雜。關於此問題，Horino氏等[15,17]曾發現 IRRI 及日本兩系統間之判別品種在反應上無共同現象，即各系統有其獨立性，而無法互用，因各地有不同的病原羣分佈，故應以各地之判別品種來建立一個共同可以接受之系統。

爲探討適合本省判別品種，所搜集50個稻品種及20個供試白葉枯病菌菌株接種之結果（表四、五），依各品種對菌株呈現S或R型反應區分爲第一、二、三、四、五等5個稻品種羣（表六）。其中以第一羣最感病，第五羣最抗病。各品種羣之品種數分別爲8（16%）、15（30%）、11（22%）、11（22%）及5（10%）。在本省一般認爲秈稻之抗病性較粳稻弱，但由本研究結果，屬於第五品種羣者皆爲秈稻（臺南秈15，臺農秈12、18、19號及嘉農秈6號）誠實意料之外。其原因可能係本省白葉枯病菌已有很大的變異，或可能因自民國63年第二期作本省中、南部水稻急性萎凋型（Kresek）白葉枯病的大發生後，認爲在稻育種過程中，有需要作白葉枯病抗病檢定，而自翌年（64）開始，由中央研究院植物研究所供給白葉枯病菌菌株 604，並由臺中區農業改良場負責統一檢定工作，至今已有10餘年之累積成果。這些較具抗性的秈稻，可能皆引入了 IRRI 的IR品種之抗白葉枯病遺傳因子，才育成較粳稻更爲抗病之品種。自5個品種羣中，每羣選出一代表品種（第一羣臺農67號；第二羣臺農70號；第三羣臺中秈10號；第四羣臺中 186號；第五羣臺農秈18號）暫定爲判別品種。依白葉枯病

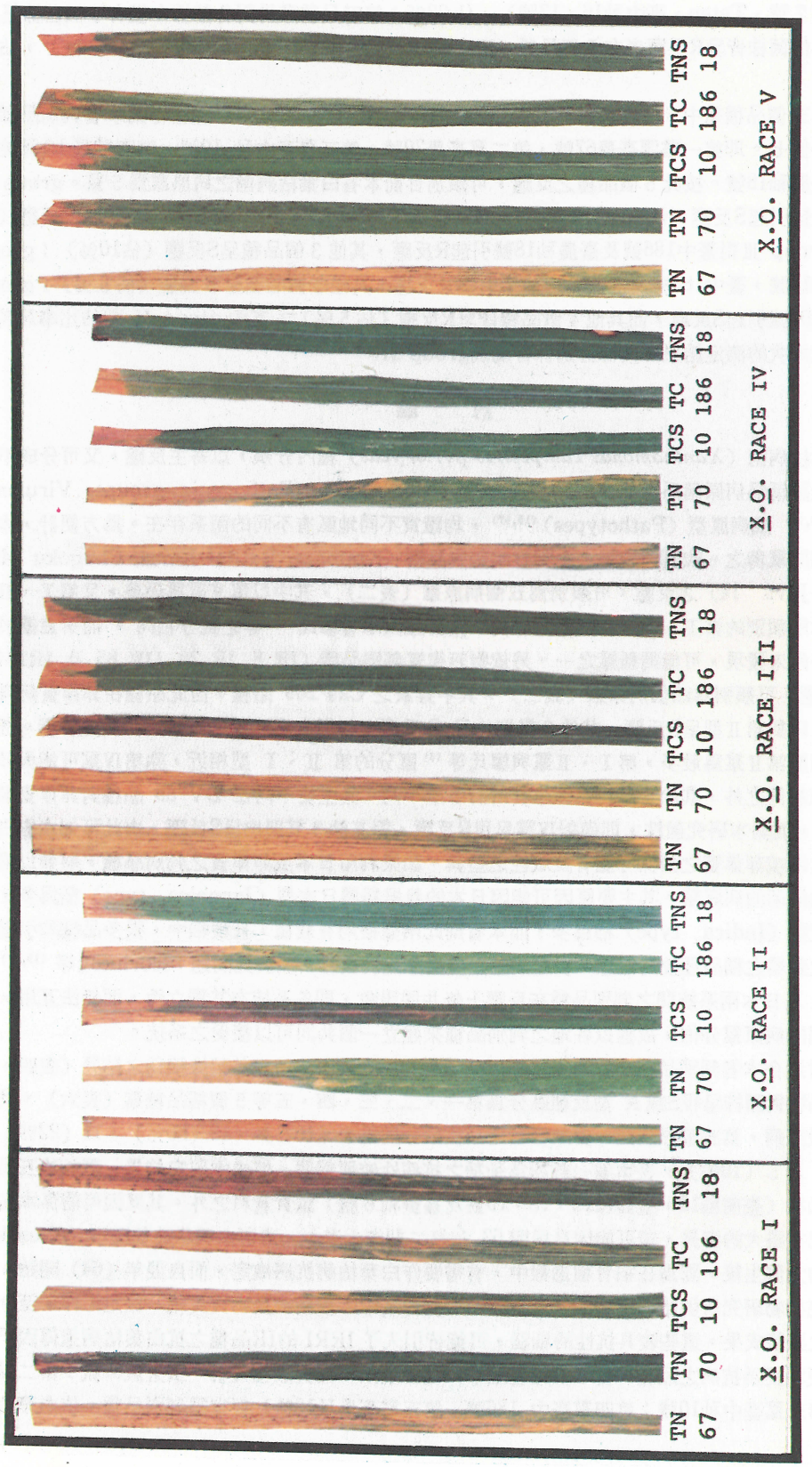


圖 1. 稻白葉枯病菌五種生理小種在本省暫定判別品種（臺農67號、臺農70號、臺中和10號、臺中186號及臺農和18號）上之反應。

Fig 1. Reaction of 5 isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* on 5 temporary differential varieties (Tainung 67, Tainung 70 , Taichung Sen 10, Taichung 186 & Tainung Sen 18)

菌菌株對此5個暫定判別品種（臺農67號、臺農 70號、臺中秈10號、臺中186號、臺農秈18號）之反應，可將供試菌株區分5個病原羣。則 group Ⅰ 對5個判別品種均引起S反應（1菌株佔5%）；group Ⅱ僅對臺農秈18號引起R反應，其餘品種呈S反應（15菌株佔75%）；groupⅢ對臺中186號及臺農秈18號引起R反應，其餘品種呈S反應（2菌株佔10%）；group Ⅳ 對臺農67號及臺農70號引起S反應，其餘品種呈R反應（1菌株佔5%）；groupⅤ僅對臺農67號引起S反應，其餘品種均呈R反應（1菌株佔5%）。是否能作爲本省的判別品種，則有待更多供試菌株的測定，及分析此五個暫定判別品種之抗（感）病基因後，方能確定。

參考文獻

1. 郭宗德、楊晴美、楊玉露、謝式坤鈺 1968 臺灣水稻白葉枯病病原細菌及其噬菌體之品系與分佈，植保學會會刊10（3）：1—8。
2. 郭宗德 1971 水稻白葉枯病菌噬菌體 稻作病害 農復會編印 P. 123-134.
3. 廖英明、簡錦忠 1982 水稻白葉枯病菌病原型之研究 中華農業研究 31（4）：321—333。
4. 臺灣省政府農林廳 1985 臺灣省水稻病蟲害發生預測（1966—1984）農林廳編印 P. 117-126.
5. 謝式坤鈺 1971 稻白葉枯病抗病性檢定 稻作病害 農復會編印 P. 113-122.
6. 簡錦忠、洪雲卿 1970 稻白葉枯病之研究，1.接種方法之檢討及稻品種抗病性測定 中華農業研究 19（1）：1—5。
7. 山田利昭、堀野修、佐本四郎 1979 イネ白葉枯病抵抗性に關する遺傳育種學的研究，第一報 白葉枯病菌Ⅰ—Ⅴ菌群に對するニつの新しい反應型品種群の發見 日植病報 45（2）：240—246。
8. 守中正、木村俊彥、堀眞雄 1978 近畿、中國、四國地方に分布するイネ白葉枯病菌の菌系 中國農試報 E(14)：1-6.
9. 守中正、加來久敏、堀眞雄、木村俊彥 1978 イネ白葉枯病の剪葉接種法の通用條件に關する研究，中國農試報 E (13)：1-16.
10. 吉村彰治 1962 稻白葉枯病の發生生態に關する診斷學的研究 北陸農試報 5：27—176。
11. 堀野修 1978 最近の日本におけるイネ白葉枯病菌菌系の分布 日植病報 44（3）：297—304。
12. 堀野修 1981 1977年、1979年の日本におけるイネ白葉枯病菌菌系の分布 日植病報 47（1）：50—57。
13. Ezuka, A. and O. Horino 1974 Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions Bull. Tokai-kinki Natl. Agr. Exp. Sta. 27：1-19.
14. Horino, O. and T. W. Mew 1980 Resistance of Japanese and IRRI differential to pathotype of *Xanthomonas oryzae* in the Philippines. Collaborative research project on bacterial blight between IRRI-TARC.
15. Horino, O., T. W. Mew, G. S. Khushi and A. Ezuka 1981 Comparison of two differential systems for distinguishing pathogenic groups of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. Ann. Phytopath. Soc. Japan 47(1)：1-14.
16. Kaku, H. and T. Kimura 1978 Reaction types of rice cultivars to strains of *Xanthomonas oryzae*. Bull. Chugoku Natl. Agr. Exp. Sta. Ser. E. No. 13：17-35.
17. Mew, T. W. and C. M. Vera Cruz 1979 Variability of *Xanthomonas oryzae*. Specificity in infection of rice differentials. Phytopathology 69(2)：152-155.
18. Mew, T. W., C. M. Vera Cruz and R. C. Reyes 1981 Characterization of resistance in rice to bacterial blight. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 47：58-67.

Pathogenic Groups of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in Taiwan

I. Studies on the Differential Varieties of Rice[1]

C. C. Chien and L. J. Shieh[2]

Summary

Twenty out of 183 isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* isolated from southern and central Taiwan were used by the reaction of 5 Japanese differentials (Kinmaze, Rantai-Emas, Chugoku 45, Kogyoku and Java 14). Three groups of them, group I, II and V, were corresponding to the same groups of Japanese groups. The other groups, group III and IV, were different from Japanese groups. Besides, the tested isolates were identified as 4 pathogenic groups by the reaction of 4 out of IRRI differentials (IR 8, IR 20, DV 85 and IR 1545-339). One of them, group IV, might be corresponding to group I of Philippine isolates. The other groups were different from Philippine groups due to the susceptible reaction of DV 85. The results indicated that Taiwanese isolates of *X. campestris* pv. *oryzae* were somewhat different to Japanese and Philippine isolates.

In order to develop a set of Taiwanese differentials, fifty additional varieties were tested for their reactions to Taiwanese isolates of *X. campestris* pv. *oryzae*. The results showed that these 50 varieties could be divided into 5 reaction patterns. Five temporary differentials (Tainung 67, Tainung 70, Taichung Sen 10, Taichung 186 and Tainung Sen 18) were individually chosen from each reaction patterns. The tested isolates were divided into 5 pathogenic groups by the reaction of 5 temporary differentials. However, the 5 temporary differentials will be tested their reaction to more isolates and their resistant genes to confirm their suitability.

1. Contribution No. 1464 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior Plant Pathologist and Asistant, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 38(2)：229～241 (1989)

金針菇優良栽培品系之選拔[1]

廖 英 明[2]

摘要 利用單胞雜交法，進行四種來源不同的金針菇品種間的雜交。首先由70種雜交組合中得到18種可在洋菜培養基上生長良好且可出菇的雜交體。這些雜交體在每 100ml 培養液中可產生0.3518到 0.8281g 的菌絲體，其間差異極大。將其培養在木屑培養基時，若接種源爲液體培養菌種則其生長速快於洋菜培養菌種。由其中選取12種生長勢較優之雜交體進行栽培試驗，發現其中之 F8015×F8045 及 F2004×9039 生長勢强且可產生良好品質具經濟效益之子實體，可作爲栽培品種或進一步育種之材料。在進行所有12種雜交體之栽培試驗後，顯示金針菇之子實體含水量爲87～91%，而在 800ml 鋸屑之瓶中可產生603～1,039枝子實體，但其中可發育成型的佔33～47%；而若比較切脚與不切脚之產量時，發現切脚後損失率爲15～24%，因此每瓶之經濟產量爲 122～169g。而從接種到出菇採收所需時間爲53～60天。由本試驗結果顯示，金針菇可經由雜交育種方法選拔出具有優良品質及高產量之雜交體，供作大量栽培之用。

金針菇 (winter mushroom) 學名 *Flammulina velutipes* 是本省重要之食用菇類之一，在全世界金針菇之栽培上佔有相當重要的地位，不但栽培規模大，而且設備也精良，因此除了內銷外，也部份銷往國外。

金針菇屬於四極性蕈類，需靠異核菌絲來雜交[30]，過去品種均由日本引入，然其不耐貯存及含水量太多是業者極思改善的缺點，有鑑於此，本研究即利用雜交育種法將選拔出各品系之特性而予以組合，以達到改良品種的目的。品種雖是決定生產的重要因素，而除了品種外，過去學者對金針菇的生化方面研究也很多，如酵素，醣類及核酸變化等[12,13,14,15,16,18]，而在子實體形成機制及影響因子亦有許多報告[19,20,21,22,23,24,25,31]。由於冷氣設備的改良，使得金針菇由過去的僅能在冬天栽培變爲全年可栽培[2]，當然在品種的需求方面必須爲生長快，子實體發育佳，而色澤白者[1,3]。因此在育種時，其交配來源可選擇子實體產量多，出菇早的品種作爲材料[9]，當然如果能利用單核可以產生子實體的野生種來與栽培種之單核作雜交，則可以節省許多雜交上的繁雜工作[8]，但是此類野生種不易獲得，因此仍以單核雜交育種法爲多。在取得單胞或單核菌絲後，經雜交配對所得之雙核菌絲與單核菌絲之區別，可採用檢查扣子體或由生長速度之不同來識別。金針菇之二核菌絲比一核菌絲之生長快[29]，且其維生素 B_1 (Thiamine) 之含量及脂肪酸成份也不同[17,22]。單核菌絲之取得，除由單胞而來，亦可由雙核菌絲經一核化獲得[27]。在菌絲生長方面，衣川[6]發現產生菌絲量多者其產生子實體的能力較高，此點亦可作爲選拔時的一種指標。雜交育種後，栽培試驗極爲重要，本試驗即利用栽培法，選取子實體之柄同傘大小相似，不畸型彎曲，柄爲硬質，含水量在86～87%，全體白色，柄强韌，易貯存運送[4]等特性，而獲得消費者所希望之金針菇品種。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告 1465 號。本研究承臺中縣霧峰鄉戴養菌園協助栽培試驗，謹此致謝。

2.本所植物病理系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

一、供試品系來源：本試驗所使用之金針菇品系包括試驗品系九種及對照品系一種，其來源特性如表一所示。

[表1. 本試驗所使用之品系特性

Table 1. Characteristics and source of 10 strains of *Flammulina velutipes* in this study

品系 Strain	形態特性 Shape	菌傘色澤 Color	來源 Source
F1	菇型大，菌柄長	淡褐色、中央褐點	分離自本省栽培之子實體
F2	菇型大，菌柄長	淡黃色	分離自本省栽培之子實體
F3	菌柄細	淡褐色	分離自本省栽培之子實體
F4	菌傘小，易產生畸型	淡褐色	分離自本省栽培之子實體
F5	菇型中等	淡黃色	分離自本省栽培之子實體
F6	菇型中等，菌柄長	淡黃色	分離自本省栽培之子實體
F7	菇型大，產量高	乳白色	分離自本省栽培之子實體
F8	菇型好，菌柄細	乳白色	日本引入
F9	菇型中等，菌柄細	乳白色	日本引入
Fv	菇型中等，菌柄細	淡黃色	日本引入，本省栽培品系

二、單胞分離：由以上九種品系經栽培而得之子實體，將其置於 5°C 作低溫處理，以促進其胞子落下。以載玻片收集胞子，並在 Czapeck 培養液中培養二天，後倒入 1%MYP 培養基中（Malt extract 1g, soytone 1g, yeast extract 0.5g, agar 10g、Dist water 1000ml）經稀釋平板法，切取已經發芽之單核菌絲，分別加以培養，並依序編號後保存於低溫石蠟油中，作供雜交育種試驗用。

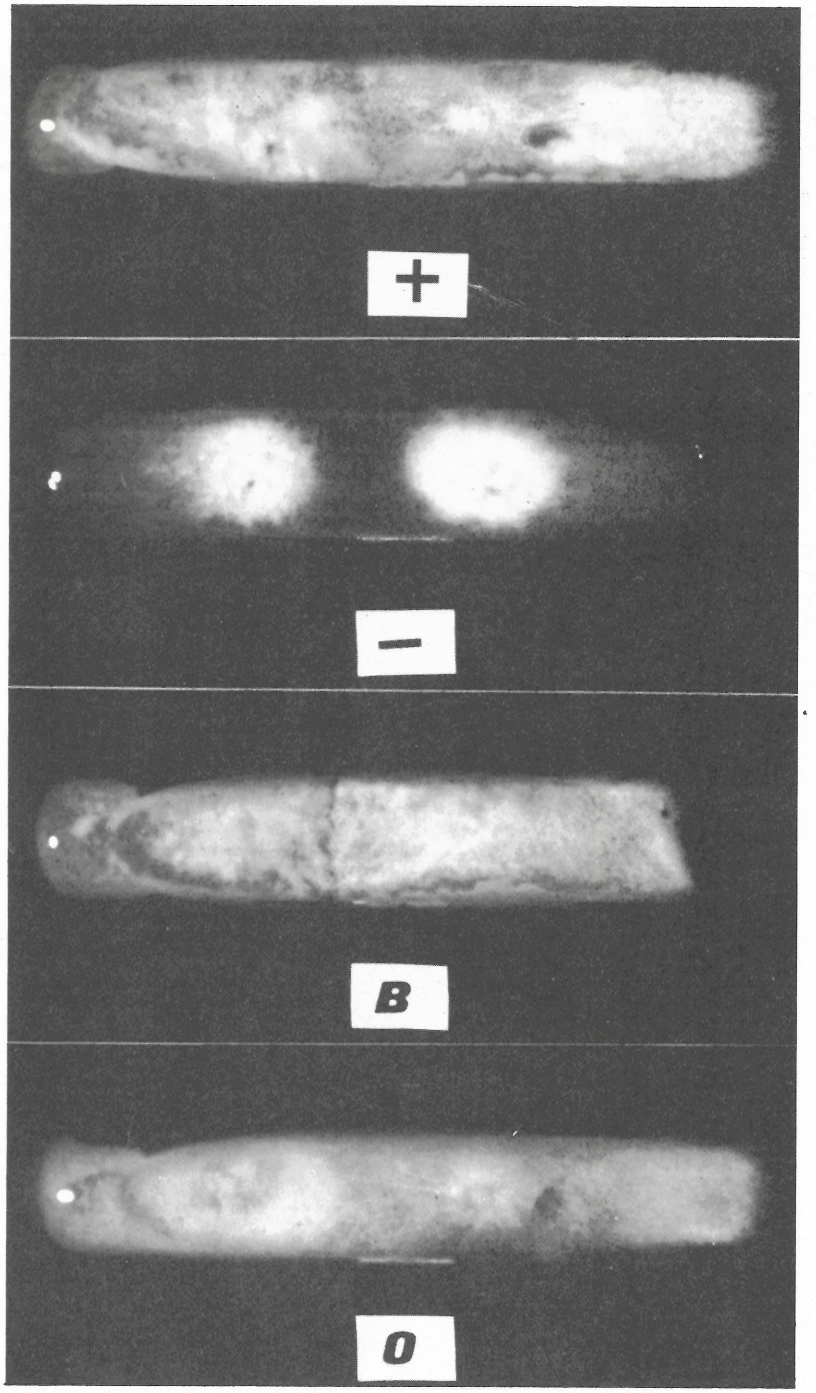
三、單核菌絲間之雜交：由於金針菇爲四極性遺傳之蕈類，因此將每品系作其自身單胞之雜交，而得其交配型，其交配後之反應如圖一所示。在每一交配型中選取四個菌株作爲不同菌系間雜交之材料。雜交時係將二個不同品系來源之單核菌絲置於 MYP 培養基上，其間間隔約 3 公分，置於 24°C 培養，在10～14天間檢查其扣子體產生情形，檢查時由兩菌落交接處及菌落邊緣檢查，共計三處。

四、雜交雙核體之培養特性試驗：經扣子體之檢查，若在三處均可產生時，則選取交界處之菌絲，分別加以挑取培養，並供作下列試驗之用。

（一）菌絲生長勢測定：將同一大小（直徑 0.5cm）之菌絲塊培養於 PDA 平板（直徑 8cm）中央，置於 24°C 培養，於10天後量取菌落直徑。每雜交體接種四培養皿，求其平均值，並於不同時間作三次試驗。

（二）液體培養試驗：由上項方法中選出生長較爲優良之雜交菌株，共計有18個。將其菌絲塊（直徑 0.5cm）分別接種於 ASA 液體培養基中（Asparagine 1g, sucrose 35g, K_2HPO_4 5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 2.5g, ferric citrate 5mg, $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ 20mg, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 20mg, NaCl 100mg, $CaCl_2$ 100mg, thiamine 50ug, D. W. 1000ml），每 300ml 之三角瓶內裝 100ml 培養液，置於 24°C 培養。經14天後，將菌絲塊過濾，並在 60°C 烘乾24小時，稱其菌絲乾重量，求三重複之平均值。

（三）試管出菇試驗：將菌絲塊接種於 18×180mm 之 PDA 試管中，於 15°C 培養，以促進



圖一、金針菇之單核菌絲雜交反應(+)親和型（A≒B≒）；(−)扁平型（A=B≒）；(B) 阻隔型（A≒B=）及（O）不親和型（A=B=）

Fig. 1. Monosporous mycelial interaction in *F. velutipes* (+) compatible type (A≒B≒) ; (−) flat type (A=B≒) ; (B) barrage type (A≒B=) ; and (O) imcompatible type (A=B=).

其子實體之形成，並調查子實體數量及菌傘是否展開。

（四）木屑培養生長勢調查：由㈡及㈢項選出菌絲體生長良好且可在試管出菇之菌絲體分別接種於木屑培養基，並比較用洋菜塊及液體培養所得之菌絲體作爲接種源之優劣。木屑培養基成份爲杉木屑：米糠＝3：1，水份 65～67%，pH6.5。木屑培養基混合後裝入圓型瓶中，瓶高12.5公分，直徑 6 公分，內裝 250ml 培養基，培養於 24°C，18天後量取菌絲伸長長度，求三重複之平均值。

五、雜交體之試種及調查：由以上試驗結果選出12種具生長勢强、菌絲產量高、可在試管出菇及木屑培養基之利用性高等優良特性之雜交體，進行栽培試驗，並以目前使用之栽培品種（FV）做爲對照，按一般栽培方法進行。每瓶內裝 800ml 木屑培養基，其配方如㈣所示。於臺中霧峰鄉戴養菌場進行，接種時使用液體菌種。調查其切脚及不切脚重量，菌傘大小，菌柄長度及含水量等，供作爲未來栽培之參考。每雜交體接種20瓶，求其平均數，其中有效枝數表示其菌柄長度 7.5cm 以上，且菌傘直徑在 0.4cm 以上者，切脚時以切去 2cm 爲準。

結　果

一、雜交體菌絲培養試驗：由於金針菇屬於四極性蕈類，其交配由二對因子 A、B 所控制，因此由同一菌株所得之單核菌絲，其經交配後，可得四種交配型，如圖一所示，即親和型（+），A、B 二個交配因子均不同，可全面二核化，產生正常子實體；不親和型（O），A, B 二個因子均相同，二種菌絲互相重叠，沒有扣子體，若由菌絲塊培養則可恢復原來二種不同菌絲型態；扁平型（−），即 A 因子相同而 B 因子不同，菌絲全面互相抑制，菌落外觀平貼及阻隔型（B），A 因子不同而 B 因子相同，其接觸部份之菌絲局部受抑制而產生溝狀，有明顯界限。經單核菌絲雜交後，選出具扣子體之雙核菌絲共70個，培養於 PDA 培養基後量取菌落直徑（cm），其三次試驗分別所得之平均值列於表二。而由於供試之九種菌株其子實體形狀及出菇量不同，因此由其中選出 F2, F6, F8 及 F9 等較優良之子實體供作育種材料，其他則不採用。

表二、70種雜交體菌絲之培養試驗

Table 2. The mycelial growth rate (cm) of 70 dikaryons of *Flammulina velutipes*

代號 Isolate	菌落大小（長×寬）Size of colony (Length (cm) ×Width (cm))			
	第一次試驗 1st test	第二次試驗 2nd test	第三次試驗 3rd test	平均 average
F1	6.0×6.3	6.0×5.8	5.4×5.2	5.8×5.8
F2	6.4×6.3	5.7×5.3	6.4×6.4	6.2×6.0
F3	5.6×5.3	5.5×5.4	5.4×5.4	5.5×5.4
F4	5.4×5.3	6.0×5.6	6.0×5.2	5.8×5.4
F5	5.8×5.3	6.0×4.4	6.0×5.8	5.9×5.2
F6	6.0×5.7	5.6×5.3	6.0×5.8	5.9×5.6
F7	5.7×5.3	5.8×5.7	6.0×4.7	5.8×5.2
F8	6.5×6.3	6.3×6.2	5.8×5.5	6.2×6.0
F9	6.2×5.9	6.0×5.8	6.2×6.2	6.2×6.0
FV	6.9×6.5	6.1×6.0	6.0×5.7	6.3×6.1
F2001×6006	6.4×6.2	6.2×6.0	6.4×6.4	6.3×6.2
F2001×6007	5.0×5.0	5.4×4.4	5.5×5.5	5.3×5.0
F2001×6009	6.4×6.2	6.8×6.6	6.4×6.3	6.5×6.3
F2001×6010	5.4×5.2	5.0×4.6	5.4×5.0	5.3×5.0
F2001×6015	6.5×6.0	6.8×6.6	6.5×6.3	6.6×6.3
F2001×6016	6.2×6.0	6.3×6.0	6.4×6.2	6.3×6.1
F2001×6035	6.2×6.2	6.4×6.2	6.0×6.0	6.2×6.1
F2001×6036	6.2×6.0	6.0×6.0	6.2×6.0	6.1×6.0

Table 2. (續)

代號 Isolate	菌落大小 (長×寬) Size of colony (Length (cm) ×Width (cm))			
	第一次試驗 1st test	第二次試驗 2nd test	第三次試驗 3rd test	平均 average
F 2004×6001	4.8×4.8	4.8×4.6	4.9×4.7	4.8×4.7
F 2004×6006	6.0×5.8	5.4×5.4	6.0×5.6	5.8×5.6
F 2004×6010	4.8×4.7	4.4×4.4	4.3×4.1	4.5×4.4
F 2004×6013	6.4×6.3	6.3×6.2	6.0×6.0	6.2×6.2
F 2004×6019	6.0×6.0	5.4×4.5	5.5×5.5	5.6×5.3
F 2004×6035	6.0×5.8	5.9×5.8	5.8×5.7	5.9×5.8
F 2004×6036	5.7×5.6	5.7×5.5	5.7×5.6	5.7×5.5
F 2004×6110	6.5×6.5	6.5×6.0	6.8×6.7	6.6×6.4
F 2004×9039	7.2×6.8	7.0×7.0	7.0×6.8	7.1×6.9
F 2004×9040	6.5×6.3	6.5×6.0	6.5×6.3	6.5×6.2
F 2008×8098	5.3×5.0	6.5×6.0	5.7×5.3	5.8×5.4
F 2008×8011	6.0×5.7	5.6×5.3	5.5×4.8	5.7×5.3
F 2008×8014	5.5×4.5	6.4×5.0	5.5×5.4	5.8×5.0
F 2008×8017	3.8×3 6	3.5×3.4	3.7×3.4	3.7×3.5
F 2077×6006	6.3×6.3	6.5×6.5	6.0×6.0	6.3×6.3
F 2077×6013	4.6×4.5	5.3×5.3	4.6×4.4	4.8×4.8
F 2077×6025	6.0×5.9	5.7×5.4	5.4×4.8	5.6×5.5
F 2077×6027	4.0×4.0	3.5×3.5	4.6×4.4	4.0×4.0
F 2049×8013	6.1×6.0	6.0×5.0	5.6×5.5	5.9×5.5
F 2049×8046	5.8×5.5	6.0×5.7	5.9×5.8	5.9×5.7
F 2049×8047	6.2×6.4	6.8×6.2	6.2×6.2	6.4×6.3
F 2049×8048	6.5×6.0	6.6×6.4	6.6×6.6	6.6×6.3
F 2014×6006	6.0×5.8	5.3×5.3	5.7×5.4	5.7×5.5
F 2014×6007	4.9×4.9	5.3×5.0	4.8×4.6	5.0×4.8
F 2014×6009	4.5×4.4	5.8×5.8	5.9×5.9	5.4×5.4
F 2014×6021	6.7×6.7	6.7×6.7	6.4×6.4	6.6×6.6
F 2014×6022	5.6×5.9	5.7×5.5	5.5×5.5	5.6×5.6
F 2014×6035	4.8×4.5	5.8×5.8	5.7×5.3	5.4×5.2
F 2014×9001	4.1×4.1	4.3×4.2	5.1×5.0	4.6×4.4
F 2014×9005	4.9×4.7	4.9×4.9	4.8×4.7	4.9×4.8
F 2014×9022	5.2×5.0	5.8×5.4	5.7×5.2	5.6×5.2
F 2014×9024	5.8×5.6	5.8×5.7	5.5×5.5	5.7×5.6
F 2014×9025	4.6×4.2	5.5×5.4	5.8×5.8	5.3×5.1
F 8002×6009	5.4×5.0	5.8×5.0	5.5×5.5	5.6×5.2
F 8002×6010	5.2×5.2	5.3×5.3	5.7×5.7	5.4×5.4
F 8002×6020	4.8×4.7	4.7×4.6	4.2×4.0	4.6×4.4
F 8002×6035	5.5×5.0	5.4×5.3	5.2×4.9	5.4×5.1
F 8002×6036	3.7×3.5	3.8×3.8	3.8×3 8	3.8×3.7
F 8043×9001	5.7×5.5	5.0×5.0	5.0×5.0	5.2×5.2
F 8044×9003	5.4×4.4	5.3×5.0	5.7×5.3	5.5×5.0
F 8044×9022	4.3×4.8	4.8×4.4	4.0×3.0	4.4×3.7
F 8044×9028	5.5×5.3	5.7×5.5	5.8×5.7	5.6×5.5
F 8045×8015	6.2×6.0	6.4×6.2	6.0×6.0	6.2×6.1
F 8045×9022	4.0×3.7	4.3×3.8	5.3×6.0	4.4×4.5
F 8045×9040	6.2×6.0	5.8×5.7	5.5×5.5	5.8×5.7

Table 2. (續)

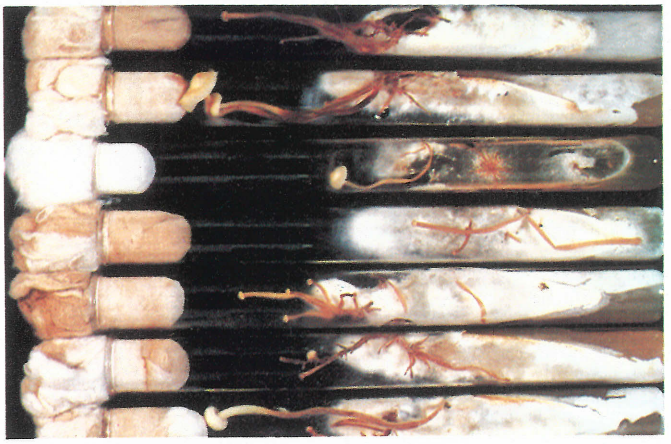
代號 Isolate	菌落大小(長×寬) Size of colony (Length (cm) ×Width (cm))			
	第一次試驗 1st test	第二次試驗 2nd test	第三次試驗 3rd test	平均 average
F8046×9037	5.2×4.8	5.5×5.4	5.4×5.0	5.4×5.1
F8046×9040	6.0×6.0	6.0×5.3	5.7×5.3	5.9×5.5
F9001×8001	5.0×4.6	4.1×3.8	4.8×4.7	4.6×4.4
F9001×8016	4.0×3.8	4.3×3.6	4.1×3.1	4.1×3.5
F9001×8044	5.7×5.1	5.2×5.0	6.0×5.2	5.6×5.1
F9001×8051	6.2×6.0	6.0×6.0	6.2×6.1	6.1×6.0
F9001×8067	3.8×3.7	4.2×3.7	3.9×3.6	4.0×3.7
F2045×8002	6.6×6.4	7.5×7.0	7.0×6.5	7.0×6.6
F2045×8008	6.2×6.0	6.2×6.2	6.6×6.2	6.3×6.1
F2045×8013	5.0×4.8	5.5×5.0	5.0×4.8	5.2×4.9
F2045×8015	6.2×5.9	5.7×5.1	5.5×5.4	5.8×5.5
F2045×8021	6.7×6.5	6.0×6.0	6.0×6.0	6.2×6.2
F2045×8027	5.7×5.5	5.7×5.5	5.7×5.6	5.7×5.5
F2045×8029	7.3×7.3	6.8×6.6	6.7×6.6	7.0×6.8
F2045×8031	4.4×4.6	4.8×4.8	4.5×4.6	4.6×4.7
F2045×8033	5.9×5.7	5.3×4.9	5.3×5.3	5.5×5.3
F2045×8034	3.3×3.3	3.2×2.9	3.5×3.1	3.3×3.1

二、液體培養試驗： 將由前項所得之菌絲生長優良雜交體，即菌落直徑在 6.0×6.0cm 以上者，共18種，接種於 ASA 培養基，而該培養基不加入洋菜，經14天之培養後測其菌絲乾重量可知其間之差異極大，從 0.8281g 到 0.3518g，因此由其中選出 0.5g 以上者，共計12種，供作進一步試驗用。

表三、各雜交體在液體培養基之菌絲生長情形

Table 3. The dry weight (g) mycelium of dikaryons in the 100ml liquid medium

雜交體 dikaryon	重複 (duplicate)			平均(克) average (g)
	I	II	III	
F2001×6006	0.8111	0.8391	0.8342	0.8281
F2001×6015	0.4814	0.4752	0.4886	0.4817
F2001×6016	0.6704	0.6603	0.6632	0.6646
F2001×6035	0.5286	0.5414	0.5316	0.5339
F2001×6036	0.7003	0.7122	0.7077	0.7067
F2004×6110	0.4007	0.4416	0.4527	0.4317
F2004×6013	0.3591	0.3342	0.3622	0.3518
F2004×9039	0.7734	0.7628	0.7724	0.7695
F2004×9040	0.6536	0.6448	0.6286	0.6423
F2014×6021	0.7902	0.7829	0.7754	0.7855
F2045×8002	0.4952	0.4876	0.4551	0.4793
F2045×8008	0.5190	0.5441	0.5745	0.5459
F2045×8021	0.7824	0.7764	0.7682	0.7757
F2045×8029	0.3783	0.3842	0.3775	0.3800
F2049×8047	0.4226	0.4414	0.4575	0.4405
F2049×8048	0.4585	0.4851	0.4742	0.4726
F2077×6006	0.7124	0.7245	0.7015	0.7128
F8015×8045	0.7190	0.7221	0.7282	0.7231
FV	0.7220	0.7310	0.7086	0.7205



F 2045 × 8021

F × 8015 × 8045

FV

F 2001 × 6035

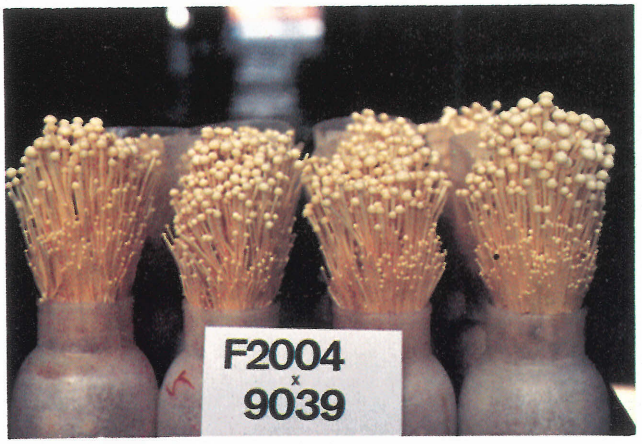
F 2001 × 6036

F 2001 × 6006

F 2004 × 9039

圖二、不同雜交雙核體在試管之出菇情形

Fig. 2. The fruiting of some different dikaryons grown in artificial medium.





圖三、雜交雙核體 F 2004 × 9039 及 F 8015 × 8045 在木屑瓶之試種出菇情形。

Fig. 3. The fruiting bodies of dikaryons F2004 × 9039 and × 8015 × 8045 grown in the sawdust medium

三、試管出菇試驗：由㈠選出之雜交體18種，接種於大型試管中，配合溫差處理之操作，觀察其在試管之出菇情形。結果顯示僅有12個雜交體及對照（FV）可在試管內出菇，而其中僅有7個雜交體之菌傘可展開（圖二及表四），比較本項結果與㈡項結果可知在液體培養基產生大量菌絲之雜交體其產生子實體之能力亦較強。

表四、各雜交體在試管內出菇能力測定

Table 4. The ability of fruiting of dikaryons on the agar medium.

雜交體	子實體數（支） No. of individual			平均 Average	開傘能力 Cap opened
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ		
F2001×6006	10	11	10	10.3	不
F2001×6015	9	11	11	10.3	不
F2001×6016	8	8	9	8.3	可
F2001×6035	—	—	—	—	—
F2001×6036	4	4	5	4.3	可
F2004×6110	8	7	8	7.7	不
F2004×6013	—	—	—	—	—
F2004×9039	8	8	9	8.3	可
F2004×9040	4	5	5	4.7	可
F2004×6021	12	11	11	11.3	不
F2045×8002	8	8	7	7.7	不
F2045×8008	—	—	—	—	—
F2045×8021	4	4	3	3.7	可
F2045×8029	—	—	—	—	—
F2049×8047	—	—	—	—	—
F2049×8048	—	—	—	—	—
F2077×6006	8	8	10	8.7	可
F8015×8045	12	12	11	11.7	可

四、各雜交體在木屑培養基之生長情形：由於各雜交體最後必須製作成菌種來作爲栽培之用，因此其對木屑之腐朽能力極爲重要。由前項選拔出菌絲生長量多及可在試管出菇之雜交體共計12個，將之接種於木屑培養基中，結果顯示其間差異不大，僅 F2001×6036 及 F2045×8021 生長勢較弱外，其餘生長勢均強。若用液體培養之菌絲塊作爲接種源則其生長速度均較用洋菜塊爲強（表五）。

表五、各雜交體在木屑培養基培養18天之生長情形[1]

Table 5. The growth rate (cm) of mycelium of 12 dikaryons incubated on sawdust medium for 18 days

雜交體 dikaryon	重複 duplicate			平均 average	顯著性[2] significant at 1%
	I	II	III		
F2001×6006	7.8(6.7)	7.6(6.8)	7.8(6.8)	7.7(7.8)	b (b)
F2001×6015	7.2(6.4)	7.3(6.4)	7.3(6.5)	7.3(6.4)	b (b)
F2001×6016	8.2(7.3)	8.2(7.2)	8.3(7.4)	8.2(7.3)	a (a)
F2001×6035	7.5(7.0)	7.5(7.1)	7.6(7.0)	7.5(7.0)	b (a)
F2001×6036	6.5(5.8)	6.4(5.9)	6.8(5.8)	6.6(5.8)	c (c)
F2004×9039	7.8(7.0)	7.8(7.1)	7.6(7.0)	7.7(7.0)	b (a)
F2004×9040	7.6(6.7)	7.6(6.6)	7.8(6.8)	7.7(6.7)	b (b)
F2014×6021	7.5(6.7)	7.4(6.6)	7.4(6.8)	7.4(6.7)	b (b)
F2045×8008	7.5(6.8)	7.5(7.2)	7.6(6.6)	7.5(6.7)	b (b)
F2045×8021	6.0(5.5)	6.2(7.1)	6.1(5.5)	6.1(5.4)	c (c)
F2077×6006	8.1(7.0)	8.3(6.8)	8.2(7.0)	8.2(6.9)	a (b)
F8015×8045	8.1(7.3)	8.0(7.2)	8.0(7.0)	8.0(7.2)	a (a)

1.表中數字爲用液體培養菌絲塊接種之生長速度，（ ）內爲用洋菜菌絲塊接種者。
Growth rate (cm) were based on the inoculation of liquid mycelium. ( ) was indicated the inoculation of agar block of mycelium.

2.小寫部份英文相同者爲依鄧肯氏多變域測驗法在 LSD 1% 下不顯著者。
Within columns, mean followed by the same lettes are not significantly different (P=0.01) according Duncan's multiple range test.

五、木屑培養基之栽培試驗：將12種雜交體與對照（FV）製作成菌種，按一般管理方式進行試種。結果發現 F2004×9039 及 F8015×8045 在產量方面優於對照組（FV），且其含水量較低，較耐貯存（圖三）。而每一內裝650公克木屑培養基之塑膠瓶可產生608—1039枝子實體，但其中僅有38—47%可產生正常子實體，其中 F2045×8008 無法正常生長，產量僅有 75g／瓶，是較爲特殊的組合。含水量方面，則介於87與91%，當子實體切脚後產量損失爲15～24%，因此每瓶之經濟產量爲122—169g，其他特性列於表六。

表六、各雜交體之實體特性表

Table 6. Comparison on the characteristics of fruiting bodies of dikaryons

雜交體 dikaryon	產量 (克/瓶)* yield (g/bottle)				菌柄** Stalk			展開菌傘** Cap opened		枝數 individual			含水量 (%)	色澤
	不切脚	***切脚	顯著性 1%	損失比 (%)	長度 (cm)	直徑 (mm)	重量 (g)	直徑 (cm)	重量 (g)	總數	有效	比率 (%)	water cotent	Color
F2001×6006	163	130	c	20	13.2	3.5	0.4549	1.05	0.1621	836	337	40	88.0	白
F2001×6016	160	128	c	20	14.5	3.5	0.6337	0.80	0.1117	608	224	40	88.6	淡黃
F2001×6035	160	133	c	17	12.6	3.5	0.4411	1.15	0.1223	850	340	40	87.6	乳白
F2001×6036	155	122	c	21	13.2	4.0	0.6410	0.80	0.2410	841	344	41	88.5	白
F2004×9039	204	168	a	18	15.5	4.0	0.4340	0.80	0.1215	811	322	40	87.0	白
F2004×9040	155	132	c	15	12.3	3.5	0.3266	1.05	0.2231	855	357	42	88.0	淡黃
F2014×6021	180	152	b	16	12.6	4.0	0.3422	0.90	0.1527	856	334	39	86.0	淡黃
F2045×8008	75	33	d	56	7.1	3.0	0.3517	0.40	0.0595	422	194	46	91.0	褐黃
F2045×8021	165	138	c	16	14.0	3.0	0.5584	0.80	0.1364	642	299	47	87.5	淡黃
F2001×6015	168	138	c	18	14.2	3.5	0.5374	0.86	0.1512	842	370	44	88.4	乳白
F8015×8045	205	169	a	18	16.7	4.0	0.4881	1.10	0.1360	839	355	42	88.0	白
F2077×6006	163	123	c	24	15.0	4.5	0.5518	0.85	0.1315	1039	396	38	89.4	乳白
FV	196	160	b	18	14.2	3.5	0.4998	0.90	0.1751	875	358	41	90.0	乳白

* 產量爲20瓶之平均，數顯著性之小寫部份相同者爲依鄧肯氏多變域法在 LSD1% 下不顯著者。
Data were based on the average of 20 bottles, and within columns, mean followed by the same letters are not significantly different (P=0.01) according Duncan's multiple range test.

** 數字爲100個子實體之平均數。
Means of one hundred of fruiting bodies.

*** 切脚時爲由基部切去2公分長。
Two centimeter of the stalk from basal position is cutting.

討 論

由不同來源的金針菇品系間之雜交育種，可選別到符合吾人希望之品系，如 F2004×F9039 及 F8015×8045 等。然而一個品系是否可表現出其特性，與栽培技術及菌種製作技術有關。例如環境因子中之光線，金針菇對其感受性高，用 20—30lux 之黃色光即可改善蕾色問題[3]，但在完全無光時也不會產生正常子實體[5,10,11,26,28]。而金針菇對二氧碳之忍受程度比其他菇類爲高，但在濃度達到5%時則菌傘不生長而只有柄伸長[26]。由本試驗得知液體菌種之生長勢强於洋菜菌種，因此未來似可考慮以液體菌種爲接種源。金針菇之木屑培養基質仍以杉木及米糠爲主，目前業者所使用之配方（杉木屑：米糠＝3：1）已可符合經濟栽培的目的，然而在生物效率方面，應以突破 250g/瓶爲目標。當然出菇所需日數及是否整齊也是經濟栽培時重要的考慮因素，由本試驗可知，各雜交體之出菇採收日數在58—60天，與對照無差異，但與永野氏[8]等所謂之45天左右產量最好有所不同，需進一步試驗。而在整齊度方面，則 F2004×9039 及 F8015×8045 均優於對照組。切脚與不切脚時產量損失約在15—24%，而並非所有枝體均可成型，其成型之比例爲38—47%，雖然每瓶可產生 608—1039支的個體。含水量與貯存運送有很大的關係，各雜交體含水量在86—91%，其中部份低於對照組。金針菇的事業推展，不外品種，栽培技術及市場，而品種佔有極重要的地位，國人喜由日本引入品種的觀

念在短期內不易改正，然必須由本國自行選種育種，才能不受制於人。而市場的需求往往可決定育種或選種的方向，如市場對色白，耐運品系之要求，但未來不知市場所需方向將如何？因此育種選種工作必須不斷進行，以符合需求。在試驗過程中，亦發現一些金針菇病蟲害，如細菌性斑點病及放射菌等對子實體之爲害，另外蟎類對菌種及菌絲培養期之爲害，均是未來影響金針菇生產的重要病蟲害，值得去研究克服。又金針菇之包裝貯存及乾燥保存方法之研究，更可推展金針菇之商品價值，也是日後應努力的工作。

參考文獻

1.江金標譯。Zadrazil、F 及 G. pump 原著，1974，金針菇之一般栽培技術，中國園藝20（1）：41—43。

2.楊盛清，仲里正宏譯，松山幸雄原著。1974。金針菇栽培方法簡介。中國園藝20（3）：179—183。

3.內山虎歲男。1976。白いエノキタケを作る。農耕と園藝卷6：228—230。

4.白鳥保。1986。エノキタケの良品生產。農耕と園藝卷8：214—217。

5.衣川堅二郎。1977。エノキタケは完全黑暗で發芽する。Soc. Japan. 18：353-356.

6.衣川堅二郎、中木成忠。1984。エノキタケの育種（3）菌絲體生產調節する遺傳子について。近畿大學農學部記要第17號：131—140。

7.永野正造，大森茂俊，吉田榮一，1983。ヒラタケおよびエノキタケ菌の培養期間について。岩手大學農學部報告16（3）：163—168。

8.李璧如，衣川堅二郎，1981。エノキタケの育種。1.檢定系統による優良單核系統の選拔。Trans. mycol. Trans mycol. Soc. Japan 22：89-102.

9.李璧如，衣川堅二郎，1982。エノキタケの育種。2.羣間交配とそれに續く羣內交配からの選拔結果。Trans. mycol. Soc. Japan 23：177-186.

10.赤井重恭，1940エノキタケの子實形成に及ぼす光線の影響。植物及動物8（4）：17—23。

11.赤井重恭，1940。エノキタケの子實體形成に及ぼす光線の影響。植物及動物8（4）：687—693。

12.佐佐木堯。1986。キノコのプロトプラスト。遺傳40（6）：15—20。

13.脇田正二。1961。えのきたけの生化學的研究（第9報）。菌絲體碳水化合物の經時的消長。農化 35（7）：690—693。

14.脇田正二，1961。えのきたけの生化學的研究（第8報）。培養液のリボ核酸分解酵素について。農化35（6）：686—689。

15.脇田正二，1961。えのきたけの生化學的研究（第10報）。培養液 Polysaccharide の經時的消長。農化35（8）：788—791。

16.脇田正二。1961。えのきたけの生化學的研究（第11報）。菌絲體に$MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$の生成する機構について。農化35（8）：792—795。

17.榮井明，飯島隆志。1981。エノキタケのチアシンとその分解因子について。信州大學農學部記要。18（1）：93—102。

18.廣井勝。1982。エノキタケの子實體と菌絲の脂肪酸組成について。Trans. mycol. Soc. Japan. 23：85-89.

19. Gruen, H. E. 1969. Growth and rotation of *Flammulina velutipes* fruit bodies and the dependence of stipe elongation on the cap. Mycologia 61：149-166.

20. Gruen, H. E. and S. H. Wu. 1972. Promotion of stipe elongation in isolated *Flammulina velutipes* fruit bodies by carbohydrates, natural extracts, and amino acid. Canadian Journal of Botany 50：803-818.

21. Gruen, H. E. 1976. Promotion of stipe elongation in *Flammulina velutipes* by a diffusate from excised lamellae supplied with nutrients. Can. J. Bot. 54：1306-1315.

22. Gruen, H. E. 1979. Control of rapid stipe elongation by the lamellae in fruit bodies of *Flammulina velutipes*. Can. J. Bot. 57：1131-1135.

23. Gruen, H. E. and W. M. Wong. 1982. Distribution of cellular amino acids, proteins, and total

organic nitrogen during fruitbody development in *Flammulina velutipes*. I. Growth on sawdust medium. Can. J. Bot. 60 : 1330-1341.

24. Gruen, H. E. and W. M. Wong. 1982. Distribution of cellular amino acids, proteins, and total organic nitrogen during fruitbody development in *Flammulina velutipes* II. Growth on potato-glucose solution. Can. J. Bot. 60 : 1342-1351.
25. Gruen, H. E. 1983. Effects of competition among *Flammulina velutipes* fruitbodies on their growth. Mycologia 75(4) : 604-613.
26. Ingold, C. T. 1980. *Flammulina velutipes*. Transactions of the British Mycological Society 77 : 112-117.
27. Kimura, K. 1954. Diploidisation in the Hymenomycetes. I. Preliminary experiments. Biological Journal of Okayama University 1 : 226-233.
28. Kinugawa, 1977. *Collybia velutipes* can fruit under total darkness. Trans. mycol. Soc. Japan. 18 : 353-356.
29. Takemura, T. 1957. Genetics of *Collybia velutipes*. III. Growth rates of certain strains. Biological Journal of Okayama University 3 : 182-186.
30. Takemura, T. 1961. Genetical studies on Fungi X. The mating system in Hymenomycetes and its genetical mechanism. Biological Journal of Okayama University 7 : 133-211.
31. Wong, W. M. and H. E. Gruen. 1977. Changes in cell size and nuclear number during elongation of *Flammulina velutipes* fruitbodies. Mycologia 69 : 899-913.

Selection of Elite Lines of Winter Mushroom for Cultivation in Taiwan[1]

Ying-ming Liao[2]

Summary

Winter mushroom (*Flammulina velutipes*) is one of the important mushroom in Taiwan. Most of the currently grown lines/strains were introduced from Japan. After a certain period of cultivation, degeneration is commonly observed. This study is aimed at obtaining elite lines/strains of winter mushroom for cultivation in Taiwan. Four groups of monokaryons from Japan and Taiwan were used for intercrossing. 18 out of the 70 dikaryons were with good mycelial growth and fruit-body formation in agar medium. The 18 dikaryons produced between 0.3518 and 0.8281g of dry myclia in 100ml of liquid medium. In terms of mycelial growth velocity, all dikaryons were faster by using liquid spawn than using agar spawn. Among the 12 dikaryons tested, F2004×9039 and F8015×8045 were with stronger vigor then the others and produced economic yields in sawdust medium. The quality of the fruiting bodies was also quite promosing. Water content of the sporophores of the 12 testers were found between 87 and 90%. In each saw-dust bottle, 608 to 1039 needle/individual heads were produced and 38—47 % of the needles became normal fruiting bodies. Foot cutting of the fruiting bodies lost 15—24% of the yield. The economic yield or harvested yield per bottle was ranged between 122 and 169g. Appearance of sporophors was found between 58 and 60 days by using liquid spawn. Results of this study indicated that dikaryons F2004×9039 and F8015×8045 can be used in commercial cultivation or used as a breeding material for further improvement. Development or selection of elite hybrids can also be explored to increase the quality and quantity of winter mushroom cultivation in Taiwan.

1. Contribution No. 1465 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res, China）38(2)：242～260（1989）

高粱穗之基本乾燥試驗[1]

陳加忠　賴建洲　曹之祖[2]　游祥芳[3]

摘要　爲設計實用性高粱種穗乾燥設備，在此研究中進行高粱穗乾燥特性試驗。試驗結果顯示移動層乾燥的乾燥率偏低，所需能量大，因而隧道式乾燥並不適用。傳統型厚層靜置方式爲一可行方式，而雙向通風方式可用以解決上下層含水率不均之問題，由薄層試驗之結果可得良好乾燥效果時穀層溫度分佈之需求情況。各階段不同風量與溫度之乾燥方式將可應用於靜置式厚層乾燥作業。

雜交高粱臺中5號種子爲政府推行水田轉作高粱之品種。發芽率偏低爲此品種推廣之嚴重問題。其原因除了品種特性，病蟲害等因素外，由於種穗無適用之乾燥設備以致於以人工方式進行晒場曝晒乾燥而造成乾燥作業無法及時完成之問題。高粱種穗採收時種子含水率約32%，以人力方式晒乾至適合脫莢作業之20%含水率約需7至10天，乾燥速率緩慢。加以夜間露水高濕回潮作用，種穗容易變質，因而影響萌芽率，增加高粱種子成本提高。爲提高農民水田轉作高粱之收益，急需研製適用之高粱種穗乾燥設備。而高粱種穗之乾燥特性爲設計加工設備所需之基本資料，實有加以研究之必要。

本試驗在於研究比較靜置式和隧道式之乾燥方式，探討風量，乾燥厚度對高粱種穗乾燥之影響，以期能設計一套實用之高粱種穗乾燥設備，並以此瞭解不規則形狀之農產品乾燥特性。

材料與設備

一、材料：採自宿根田區，平均長度25公分（含穗柄3～5公分）。

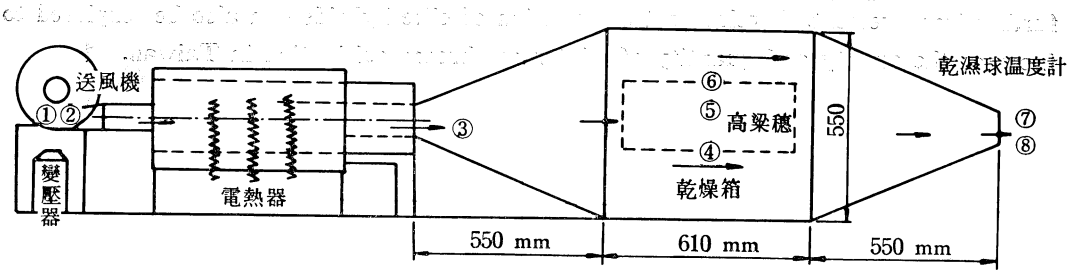
二、設備：

1.乾燥試驗設備分爲下列三種型式：

（1）移動層乾燥系統，其主要配備如圖1所示，用以瞭解隧道式乾燥性能。

（2）靜置式薄層系統，其主要配備如圖2所示，用以瞭解種穗乾燥特性。

（3）靜置式厚層乾燥系統，其主要配備如圖3所示，用以瞭解厚層乾燥性能。



1～8—爲溫度記錄測點

圖1.　高粱穗移動層乾燥試驗設備

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1467號。

2.臺灣省農業試驗所農機系副研究員、助理研究員、技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

3.臺灣省種苗繁殖場助理研究員。臺灣省　臺中縣　新社鄉。

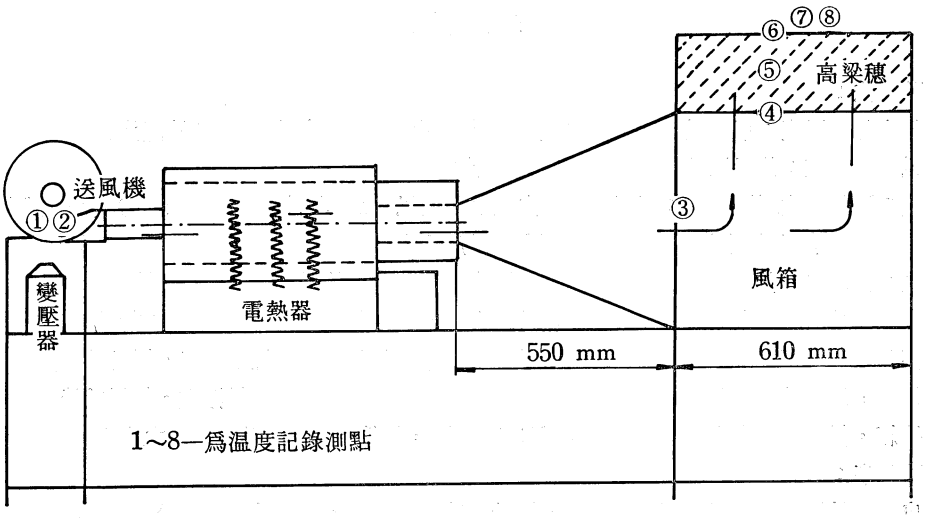


圖2. 高粱穗薄層乾燥試驗設備

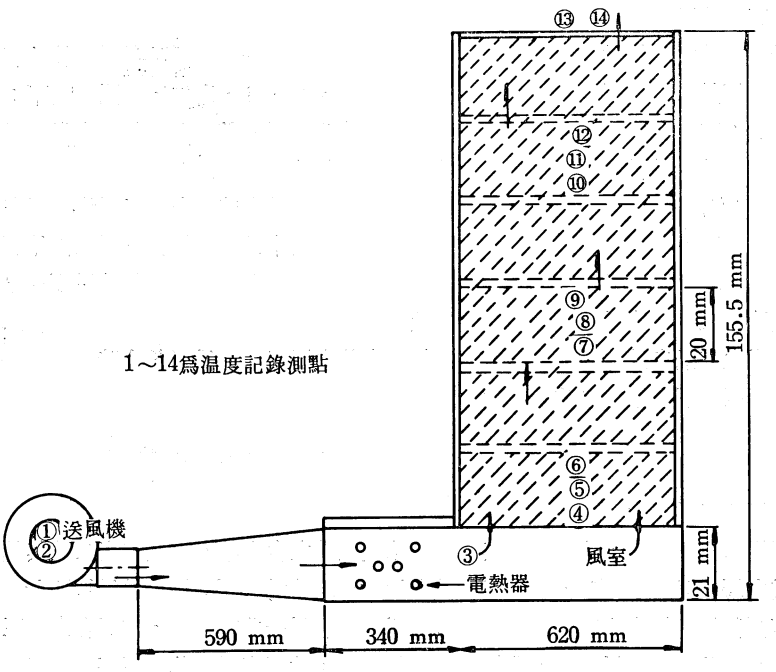


圖3. 高粱穗厚層乾燥試高設備

2.計測儀器：

0～50kg 磅秤，共立牌風速儀，玻璃溫度計（0～200°C），掛式乾濕球溫度計，Metter PE3000 型電子秤（0～3kg），溫度自動記錄器（Autodate Logger）40點輸入及 10點輸入各乙台。

3.其他設備：

自動溫度控制烤箱，高粱脫粒機。

方法與程序

一、試驗方法：

1.設定加熱溫度：以不致傷害種子之發芽的熱風 40°C 並用自動控制器保持恆溫。

2.風量的設定：依通風的方式而不同分述如下：

（1）靜置式厚層試驗：以通風入口之大小分別以（a）全開（46.8m³/min）（b）半開（23.4 m³/min）（c）開五分之一（10.0m³/min）。

（2）靜置式薄層試驗及移動層試驗，兩者均以變壓器的電壓改變風扇旋轉數以調整風量，計分（a）靜置薄層之 3、6、9m³/min 三種風量（b）隧道移動層的 6m³/min 風量。

3.高粱穗含水率之取樣與測量：在乾燥試驗過程中，爲了避免取樣不均勻，採用重量減輕法進行觀察，即在乾燥前先測得該框內穗的淨重後並在間隔時間分段測得淨重，乾燥前後將樣品置於烤箱，得一實際含水率作基準（130°C, 36hr），換算乾燥過程時各階段之含水率變化。

二、試驗程序：

1.自嘉義朴子鄉宿根田中刈取高粱穗，置於冷凍庫中保存，實驗前先取出於常溫室中使其溫度回升，待試驗材料之溫度已近於常溫，分別裝於預製之鐵網框中，以自然平整之高度，並取部份材料進行乾燥前含水率及發芽率之測定。

2.裝設溫度記錄器：

於各試驗之設備送風入口及乾燥室的出口處各裝置一具懸掛式溫濕度計並將自動記錄器的熱耦線的探針分別接至試驗設備內，情形如圖 1 、 2 、 3 、所示，並說明如下：

圖 1 、 2 ：(1)進風口乾球(2)進風口濕球(3)加熱後入乾燥室前(4)試驗材料底部(5)試驗材料中部(6)試驗材料頂部(7)出風口濕球(8)出風口乾球。

圖 3 ：(1)進風口乾球(2)進風口濕球(3)加熱後入乾燥室前(4)底層底部穗間(5)底層中部穗間(6)底層頂部穗間(7)第三層底部穗間(8)第三層中部穗間(9)第三層頂部穗間(10)第五層底部穗間(11)第五層中部穗間(12)第五層頂部穗間(13)頂層出口處乾球(14)頂層出口處濕球。

3.利用風速儀測量風速以調整各裝置之風量。

4.開機乾燥之前以自動控制設定溫度進入乾燥室前之溫度固定爲 40°C 時，開始進行試驗，依不同時間間隔量取高粱穗之重量變化。

結果與討論

一、全穗、穗梗與高粱粒含水率之關係

取樣60個高粱穗，分別測定其全穗、穗梗與粒之含水率。穗梗和高粱粒其乾物重分別佔總乾物重之15.3%和84.7%，粒重與梗重之比例平均值爲5.55，變異數爲1.905。

高粱穗梗與粒含水率之關係如圖 4 所示。兩者爲一曲線關係，在低含水率區（10%以下）和高含水率區（28%以上），曲線關係更加顯著，此即表示在此兩區高粱粒與穗梗吸收水份的能力差異極大。而高粱穗自田間採收時高含水率在於穗梗含有較高的水份。

全穗與粒含水率之關係如圖 5 。粒之含水率於12%至28%之間，兩者爲直線關係。此關係用以研究此乾燥過程中，粒與全穗含水率的變化。

二、移動層高粱乾燥

1.溫度之變化

移動層乾燥方式之穀溫變化如圖 6 、 7 。在乾燥層厚度10公分時，穀層最下層（曲線 4 ）與最上層（曲線 6 ）始終低於熱風出口溫度（曲線 7 ），顯示乾燥空氣中之熱量並未完全由高粱穗所吸收。穀層中間（曲線 5 ）始終處於最低溫狀態，於乾燥後22小時，方增加至 33°C。

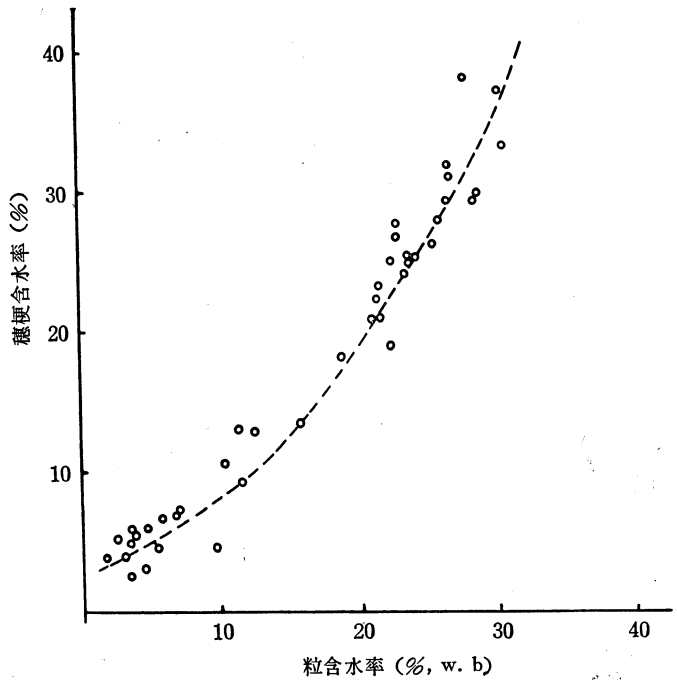


圖4. 高粱穗梗與高粱粒含水率之關係

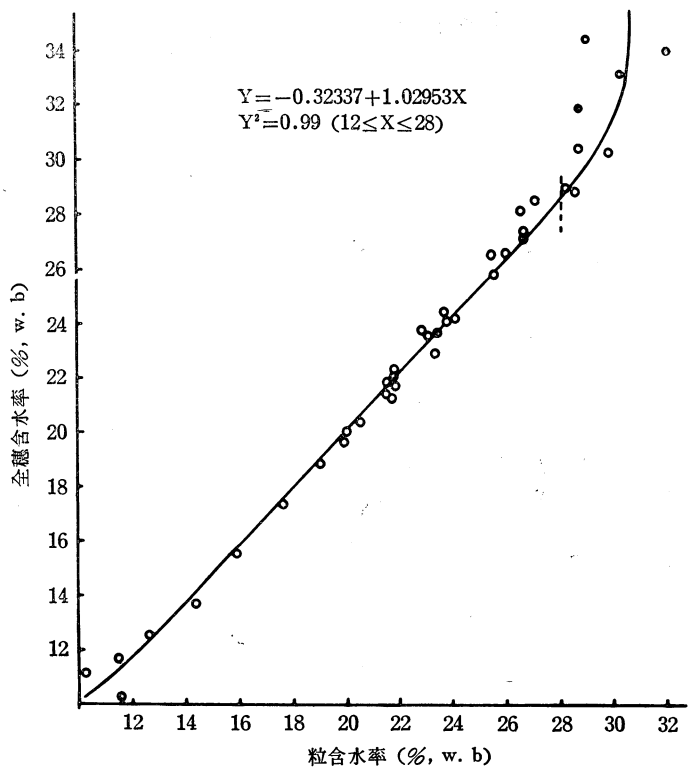


圖5. 高粱全穗與高粱含水率之關係

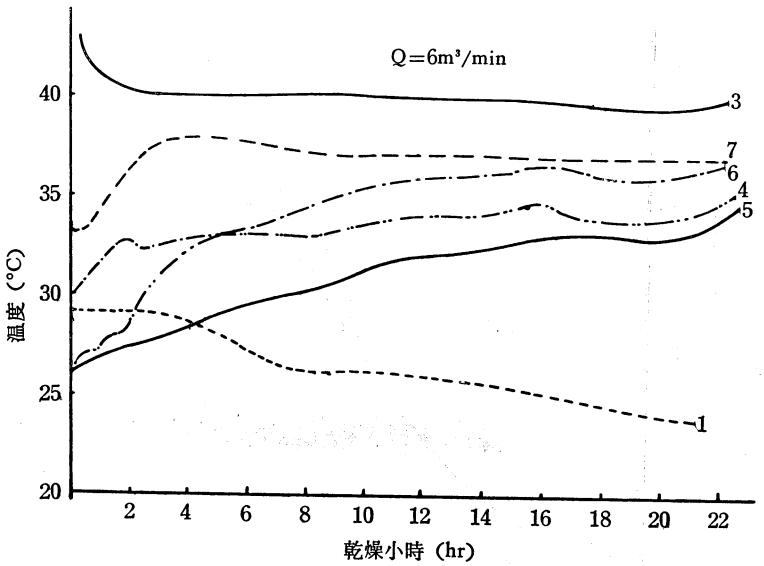


圖6. 移動層乾燥粒層溫度之變化（10cm）

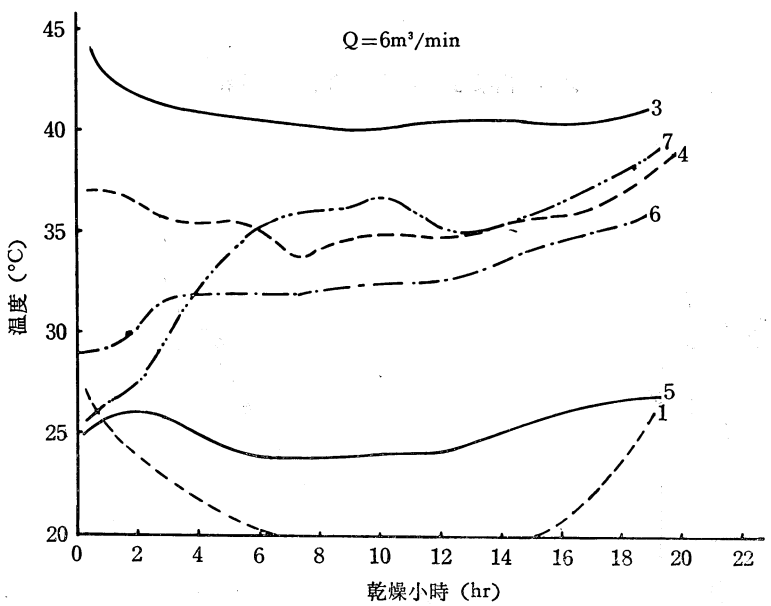


圖7. 移動層乾燥粒層溫度之變化（30cm）

移動層乾燥厚度爲30公分（圖 7）時，溫度分佈之差異性更爲嚴重。出口熱風溫度（曲線 7）於 6 小時後才增加接近至穀層下層溫度（曲線 4）。比較厚度 10cm 時之乾燥曲線，熱風爲底層吸收之部分較多。最高層穀溫（曲線 6）低於下層約 6～7°C。而中間之高粱穗（曲線 5）始終處於低溫狀態，乾燥效果十分不良，更導至穀層含水率的分佈不均勻。

2.含水率之變化

含水率之變化如圖 8 所示。自最初含水率至20%所需時間大致如下：10cm (14hr), 20cm (11hr), 30cm (14hr)，在此研究中，以 10cm 厚度之穀物每小時所能移走的水分（kg）爲

比較標準，移動層乾燥三種厚度之平均乾燥率如表 1 。穀層厚度不同，其每小時所能移走之水份極爲接近。

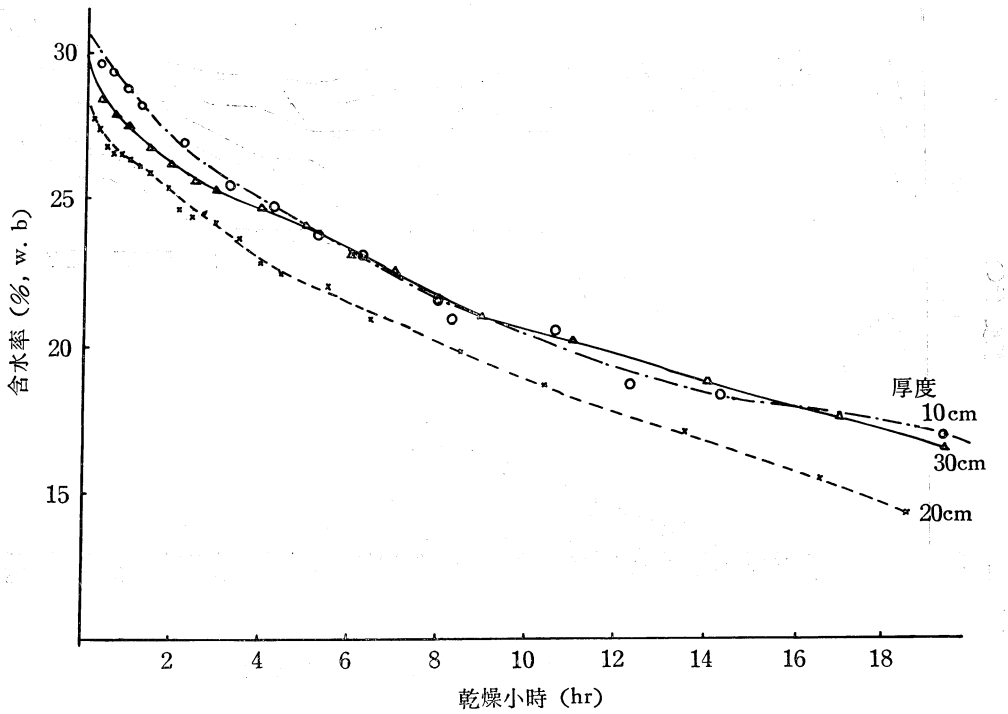


圖8. 移動層乾燥含水率之變化

表 1. 移 動 層 和 厚 層 乾 燥 率

一、移動層乾燥

厚　　度（cm）	10	20	30
乾 燥 率（kg/hr-10cm）	0.061	0.062	0.061

二、厚層乾燥

風　　量（m^3/min）	46.8	23.4	10.0
乾 燥 率（kg/hr-10cm）	0.080	0.074	0.053

3.發芽率

三種厚度乾燥後的發芽率測定如下：10公分（78.5%），20 公分（78.3%），和 30 公分（76.0%），均低於標準要求值（80%）。

三、厚層乾燥

1.穀層溫度之變化

最大風量（46.8m^3/min）時厚層穀溫之變如圖 9 。出口熱風溫度（曲線13）之分佈介於底層和中層之間，由此可知熱風熱量並未充份利用而造成能源損失。底層之溫度於第一小時內提升至 37°C 。中層和上層之穀溫於第二小時後升至30與 35°C 之間，在15小時後才緩慢上升。

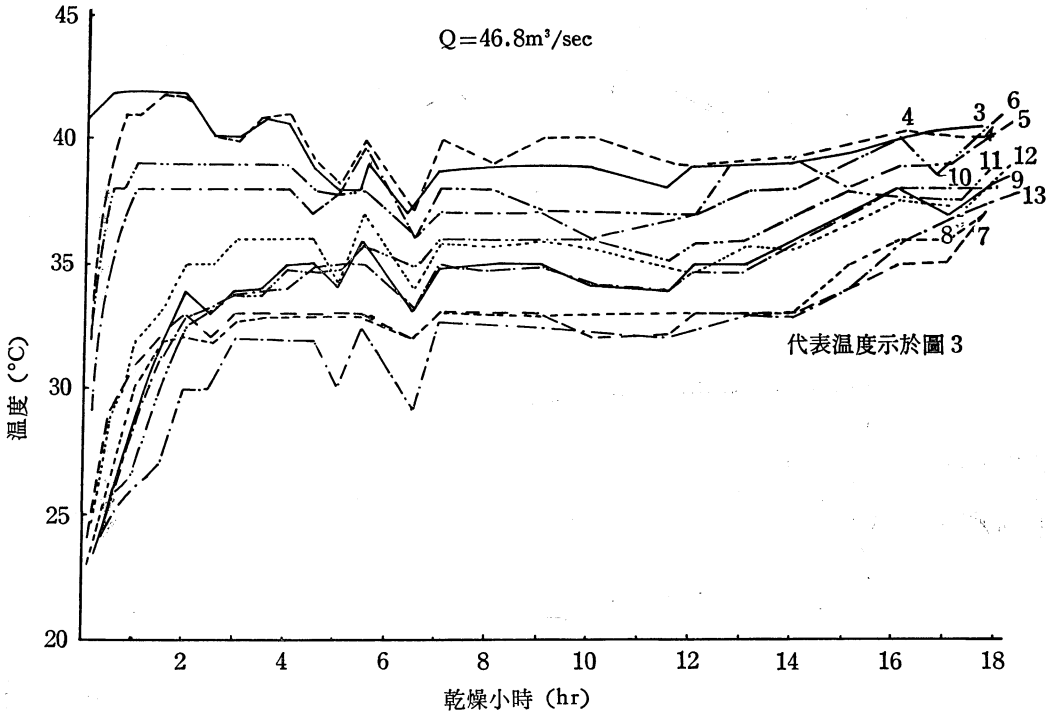


圖9. 厚層乾燥粒層溫度之變化 (Q=46.8m³/min)

最小風量 (10.0m³/min) 之穀溫分佈於圖 10。穀層的溫度差距更大。出口熱風溫度介於中層 (曲線 7、8、9) 與上層 (曲線10、11、12) 之間。顯示此熱風所帶能量被利用比例比大風量時爲高。在最初 6hr 之內，中、上層穀溫增加有限，乾燥作用不良，此爲厚層乾燥作業

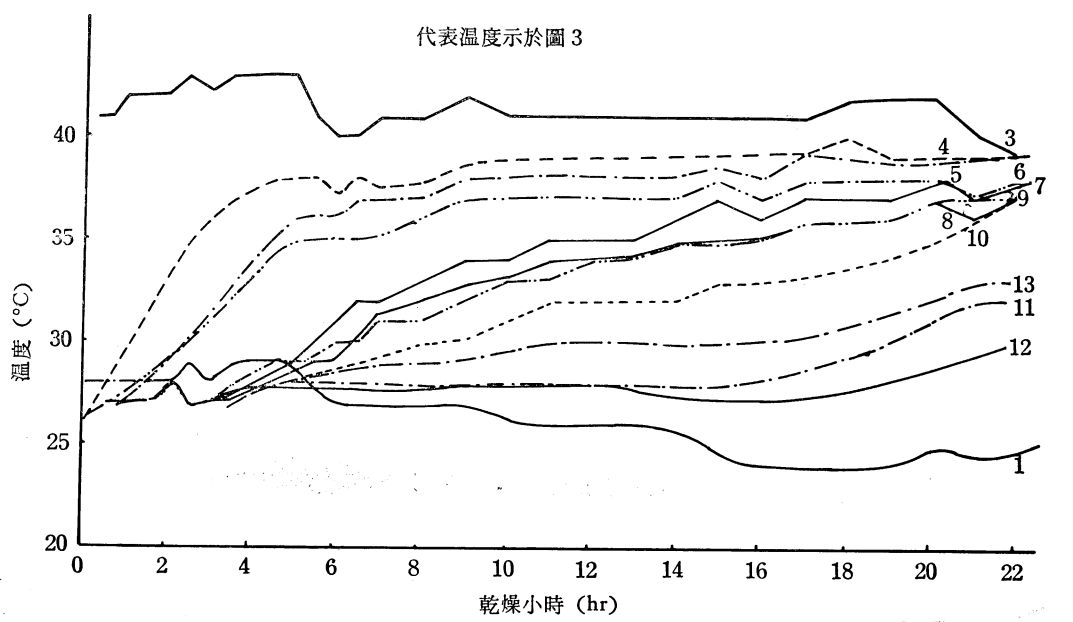


圖10. 厚層乾燥粒層溫度之變化 (Q=10.0m³/min)

低風量應解決之問題。

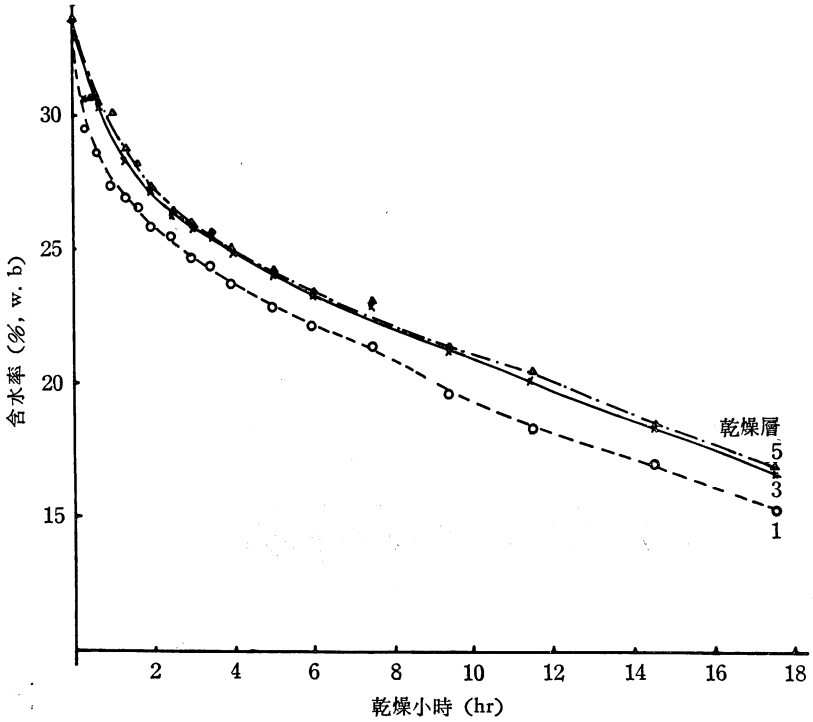


圖11. 厚層乾燥含水率之變化 (Q=46.8m³/min)

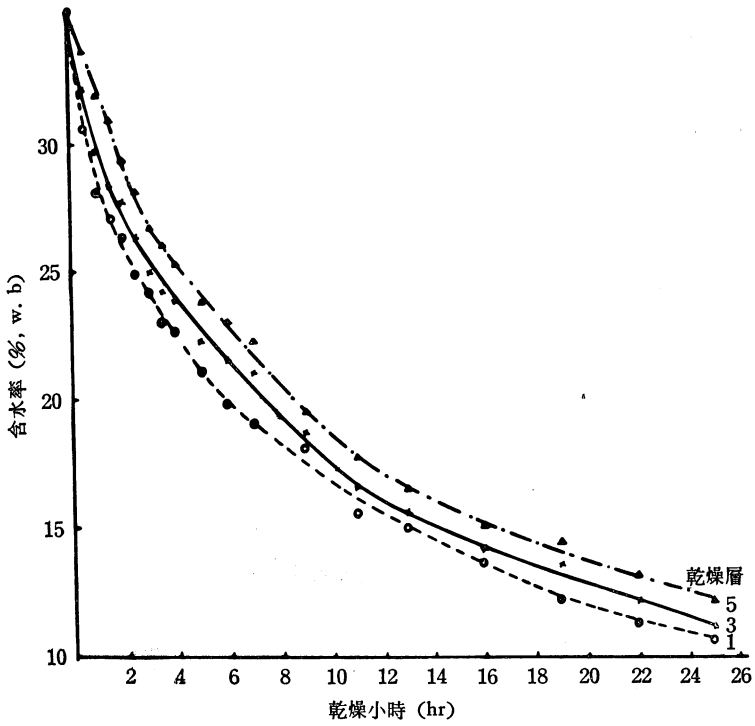


圖12. 厚層乾燥含水率之變化 (Q=23.4m³/min)

2.含水率之變化

三種風量對高粱穗乾燥時含水率遞減之影響如圖11，12與13，隨著風量之遞減，層間含水率之差距也隨之加大。風量最大時（46.8m³/min, 圖11），第三、五穀層之含水率相近，風量爲 23.4m³/min 時（圖 12），各層含水率之差異性逐漸增大，風量最小時（圖 13），此差距著性更加顯，在小風量，上層的含水率有先增加而後減少的現象。由此可知風量與穀層溫度對於乾燥效果的影響極大。

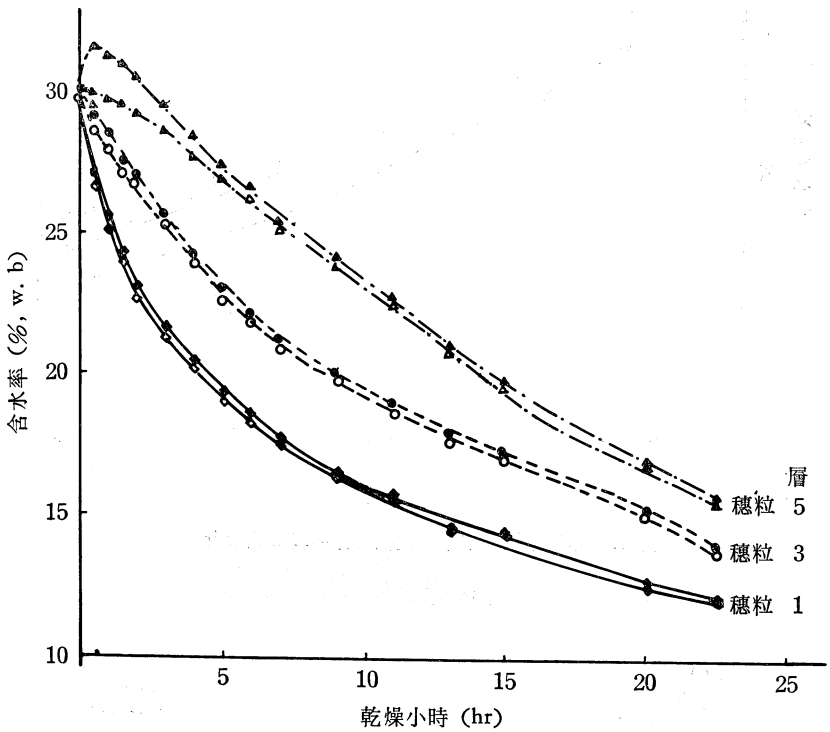


圖13. 厚層乾燥含水率之變化（Q=10.0m³/min）

各層乾燥率於表 1 。最小風量約爲最大風量20%。然而乾燥率僅降低四分之一，以能源利用之觀點，大風量極不經濟。

3.發芽率

厚層乾燥中，各層發芽率於圖14。最小風量時發芽最高。比較六穀層的發芽率，兩種風量都有類似之趨勢。底層的發芽率最低，此原因可能因熱風之直接接觸時間較長所影響。中層之發芽率最好。上層之發芽率低於中層，此原因可能受到乾燥初期部分回潮引起摧芽作用而降低了發芽率。

4.乾燥能力比較

在此研究中，以移走高粱穗內每公斤水份所需之供應熱量以比較乾燥能力，單位爲KJ/kg。移動層和厚層乾燥的作業能力列於表 2 。兩種方式之乾燥率差異性不大，但其所需供應熱量差異極大，因此移動層乾燥所應用之隧道式乾燥方式不適用於高粱穗乾燥作業。對於厚層乾燥而言，大風量（46.8m³/min）的耗費熱量爲小風量（10.0m³/min）的 3.3 倍，乾燥率僅爲 1.4倍，因此大風量厚層乾燥作業並不經濟。

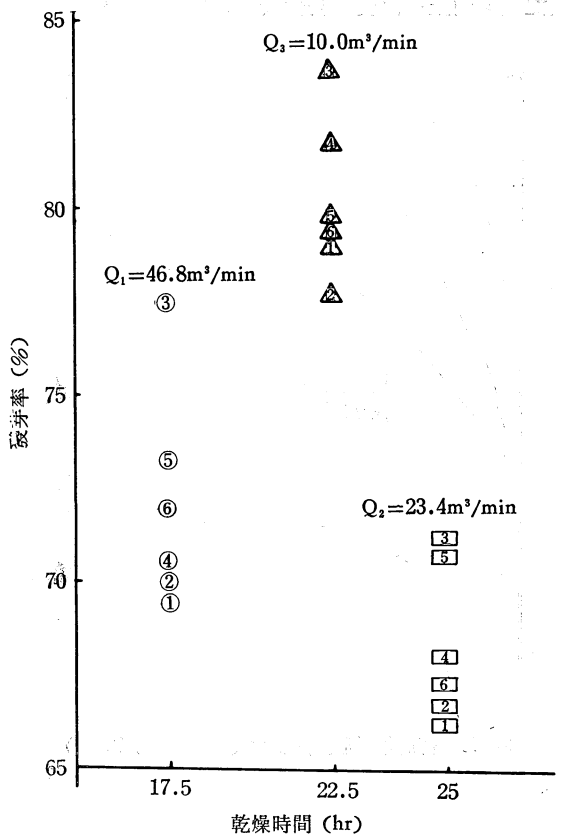


圖14. 厚層乾燥與發芽率之關係

表2. 乾 燥 能 力 之 比 較

一、移動層乾燥

厚　　度 (cm)	10	20	30
乾燥能力 (kJ/kg)	145,993	136,867	84,974

二、厚層乾燥

風　　量 (m³/min)	46.8	23.4	10.0
乾燥能力 (kJ/kg)	60,950	43,702	18,534

三、薄層乾燥

薄層乾燥中三種乾燥層厚度和三種風量對穀層溫度分佈之影響圖示於圖15至19。

以 3m³/min 的風量進行乾燥作業時，乾燥層厚度 10cm（圖15），最底層（曲線4）的高粱穗在3小時後接近熱風溫度，中層（曲線5）和上層（曲線6）的溫度也在此階段趨向平衡，出口熱風溫度始終低於殺溫。因此乾燥層內高粱穗都受到熱風加溫作用，水份亦能隨熱風移走。乾燥層爲20公分時（圖16），下層穀層於2.5小時內與熱風達到熱平衡。中層和上層穀溫於3.5hr時與出口熱風相近。乾燥層30公分時（圖17），底層高粱穗與進口熱風迅速達成熱平衡。中層溫

度於 5hr 後接近熱風溫度，而上層溫度始終低於出口熱風溫度。

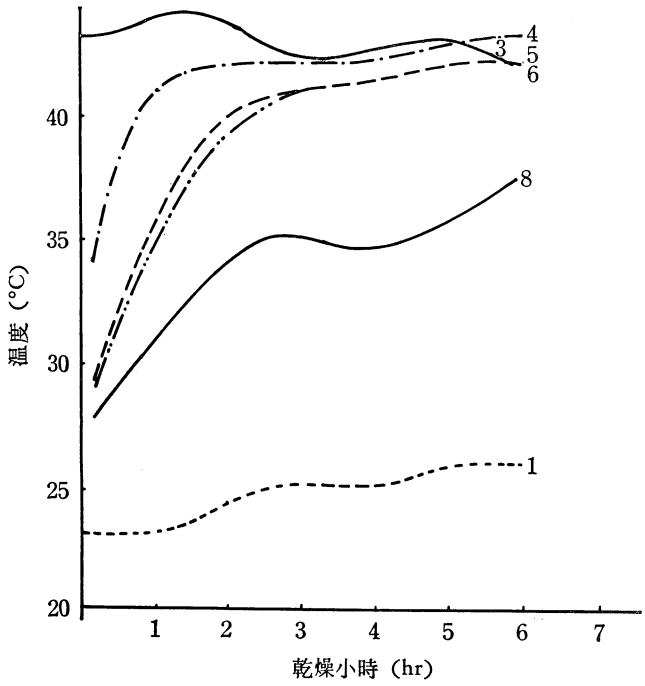


圖15. 薄層乾燥溫度之變化 (3m³/min, 10cm)

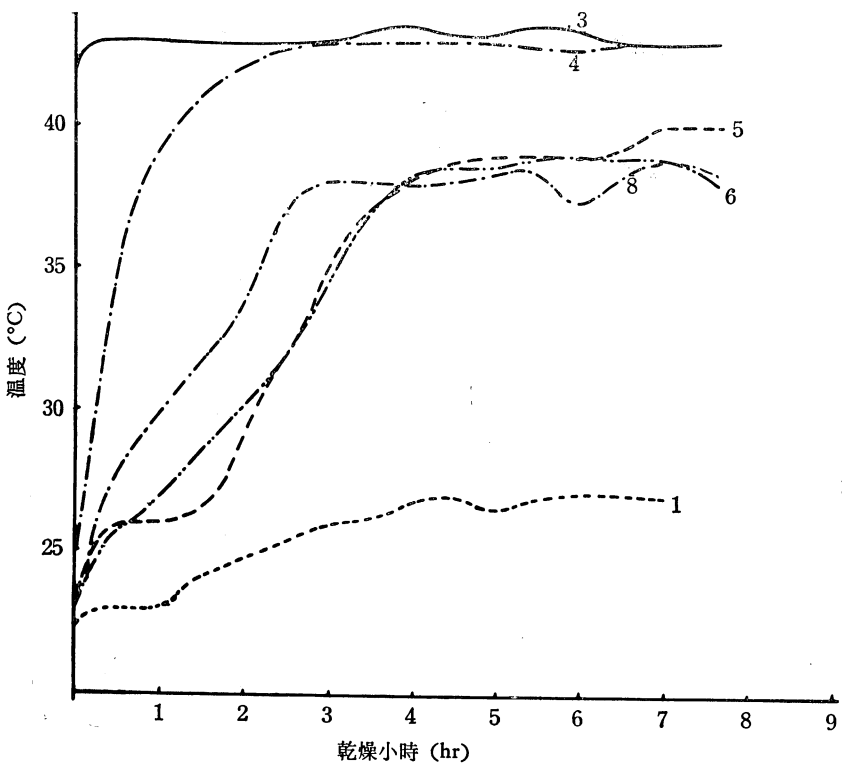


圖16. 薄層乾燥溫度之變化 (3m³/min, 20cm)

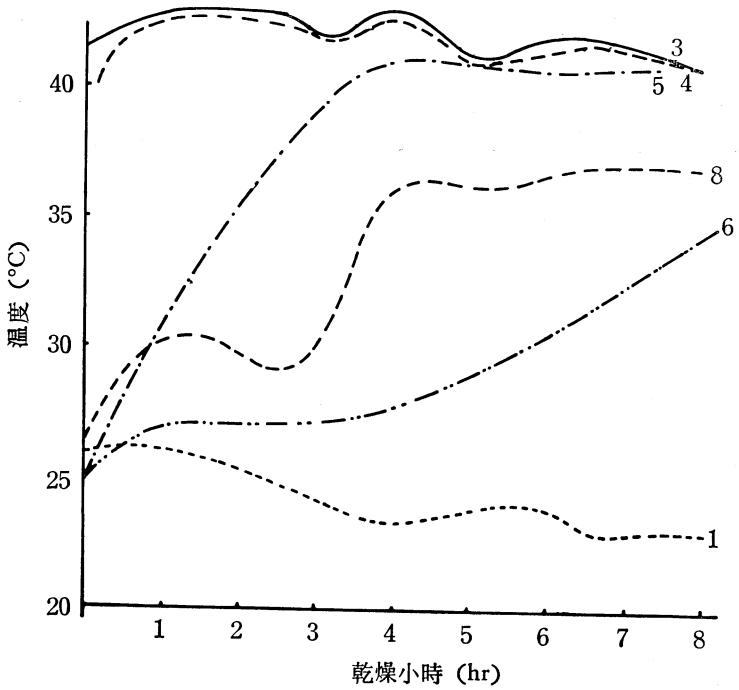


圖17. 薄層乾燥溫度之變化 (Q=3m³/min, 30cm)

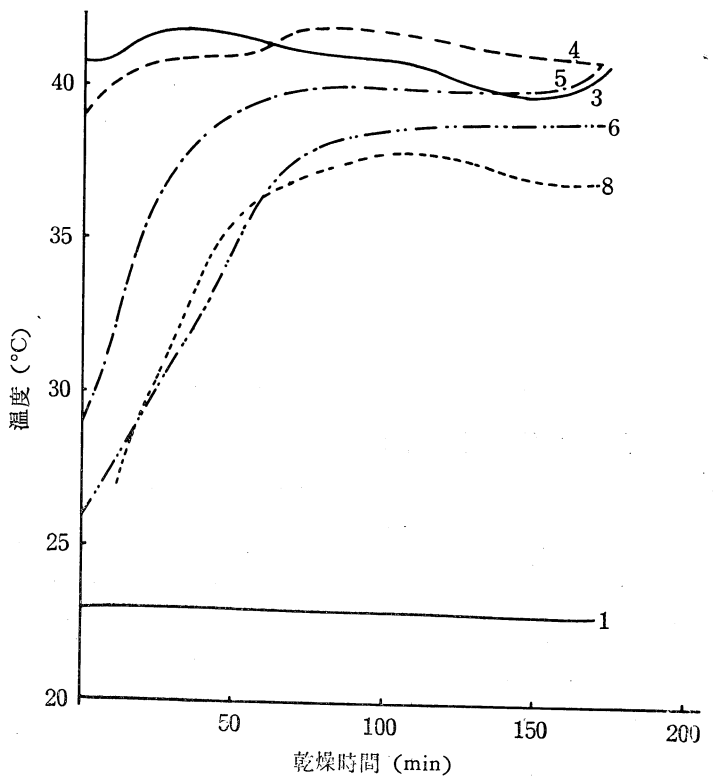


圖18. 薄層乾燥溫度之變化 (6m³/min, 10cm)

熱風風量 6m³/min 之乾燥作業結果討論如下：乾燥層10公分時（圖18），底層之溫度急速提高而接近熱風溫度，中層溫度介於上下層之間。底層溫度在 1hr 之內起過熱風溫度且接近熱風出口溫度。乾燥層厚度爲20公分時（圖19），穀層中層溫度於 2hr 時與進口溫度相近，上層溫度接近熱風出口溫度。乾燥層30公分之溫度變化接近10公分之穀層，但中層在 3hr 才提高至一定值，上層在 3hr 左右與出口熱風相近。

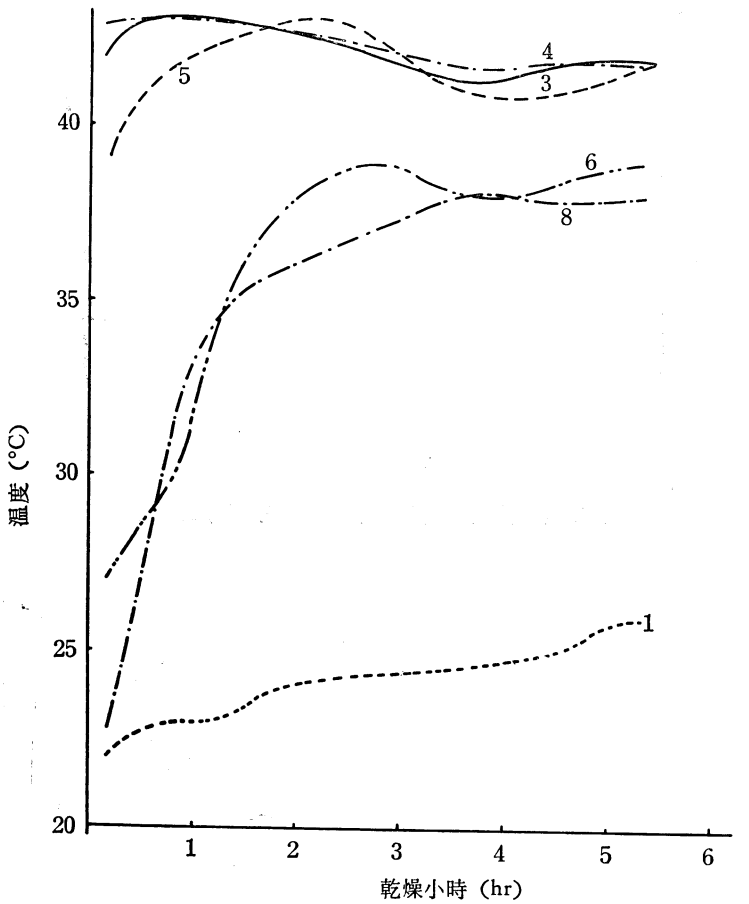


圖19. 薄層乾燥溫度之變化（6m³/min, 20cm）

熱風風量 9m³/min 之結果分述如下：乾燥層 10cm 時（圖20），底層和中層於 1hr 內完成熱平衡，上層溫度在 3hr 才與出口溫度達到熱平衡。乾燥層爲20.30公分（圖21）時，各層溫度都介於入口和出口熱風溫度之間。20公分時穀溫之增加較快。

不同風量和乾燥層厚度下的作業能力和乾燥率於表 3 和圖22、23，乾燥厚度10公分時移走1kg水份所需的熱量最高，其原因可解釋爲在薄層狀況時，熱風熱效率不高。空氣所攜帶之熱能在未爲高粱穗吸收時，即隨熱風排出。相反地乾燥厚度30公分時，三種風速下之所需熱量均爲最低，此原因可解釋爲由於熱風通過厚層，由於高粱穗的風阻摩擦作用，使熱量爲高粱穗吸收的比例增大，減少了熱量的浪費。

在相同的乾燥厚度情況下，風量 6m³/min 的作業條件其所耗費熱量相對較低，風量小時攜走的水份能力較差，而風量大時，熱量在未爲高粱穗吸收即隨空氣排出，可知適當的風量將得到好的乾燥效果。

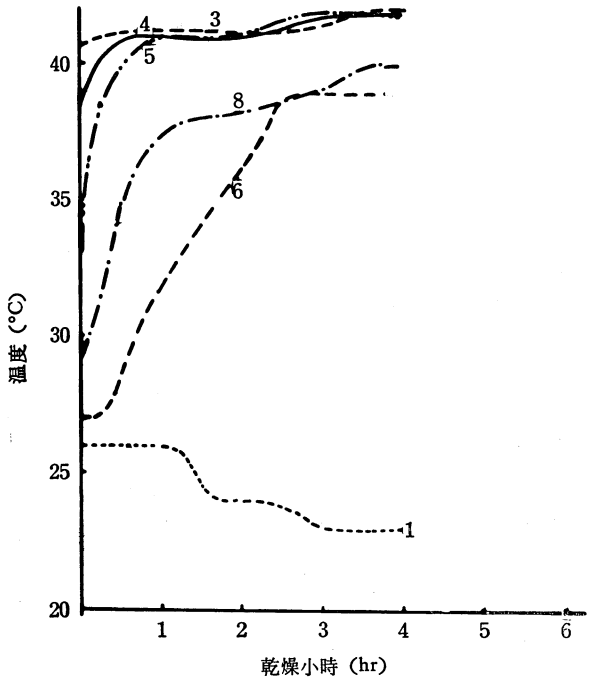


圖20. 薄層乾燥溫度之變化 (9m³/min, 10cm)

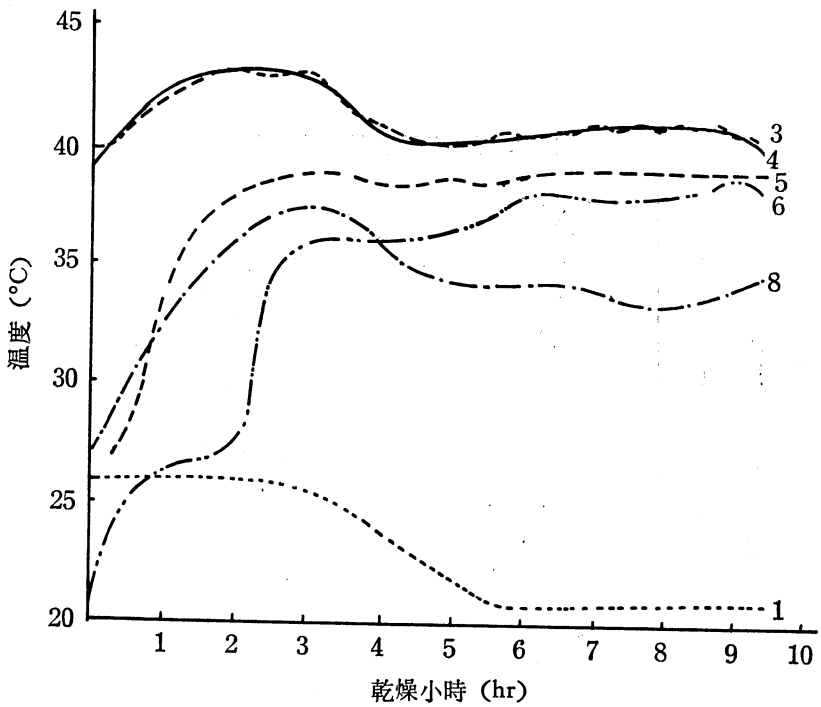


圖21. 薄層乾燥溫度之變化 (9m³/sec, 30cm)

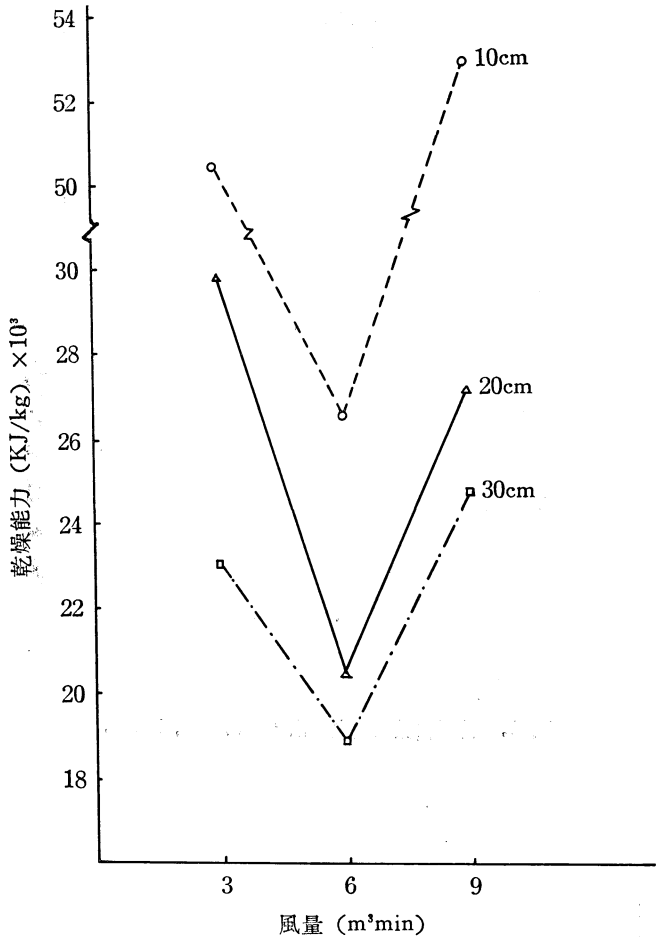


圖22. 薄層乾燥乾燥能力之比較

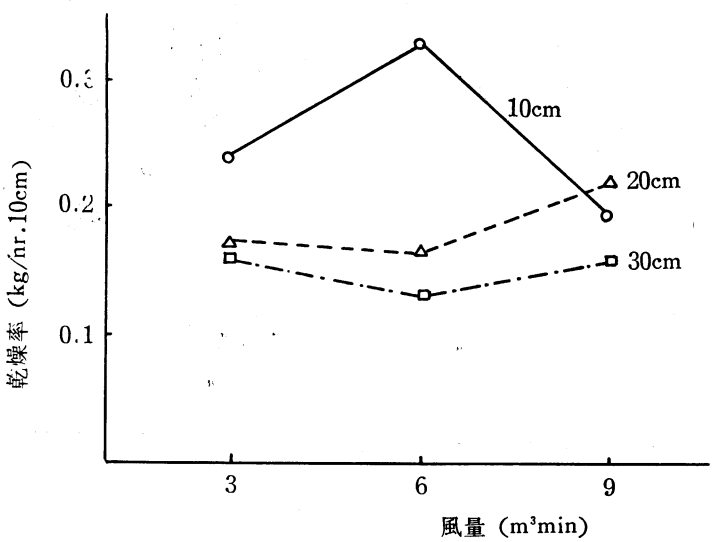


圖23. 薄層乾燥乾燥率之比較

表3. 薄層乾燥乾燥率和乾燥能力

風量 (m^3/min)	厚度 (cm)	乾燥率 (kg/hr-10cm)	乾燥能力 (kJ/kg)
3	10	0.240	50,520
	20	0.176	29,910
	30	0.164	23,060
6	10	0.311	26,030
	20	0.168	20,480
	30	0.123	18,960
9	10	0.228	50,030
	20	0.256	29,250
	30	0.183	24,820

比較乾燥率時， $6m^3/min$ 的風量和 10cm 的乾燥厚度條件下，乾燥率最高。 10公分的乾燥層比其他兩層較好。20公分和30公分的乾燥率相近。

綜合比較九種條件（3風量×3厚度），以低熱量需求和高乾燥率爲良好的作業情況。此種作業條件穀溫分佈特點如下：底層的穀溫於短時間內與熱風溫度取得熱平衡。中層穀溫低於熱風入口溫度而成穩定狀態。上層穀溫略高於出口熱風溫度。

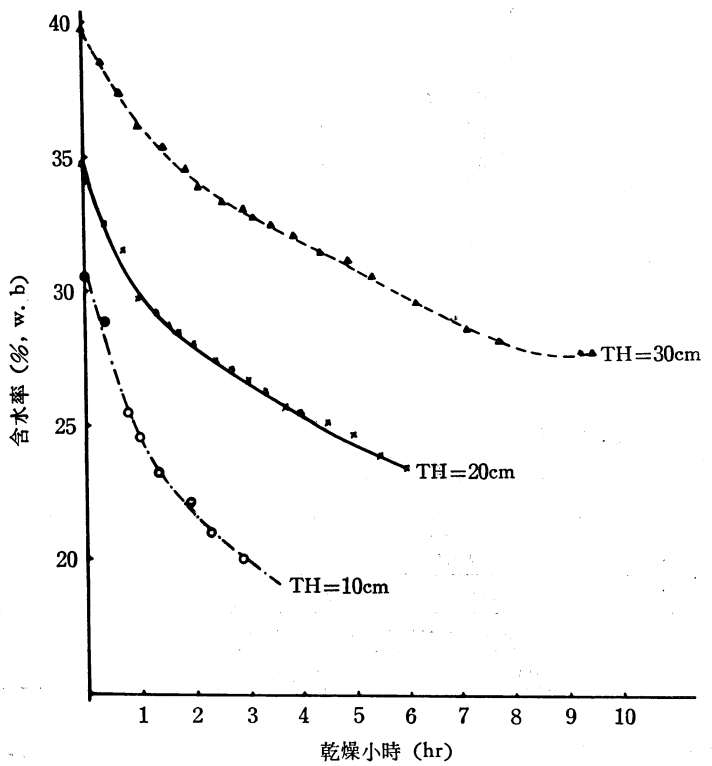


圖24. 薄層乾燥含水率之變化（Q=$6m^3/min$）

風量 6m³/min 時，三種乾燥厚度的含水率如圖24所示。農產品含水率與時間之變化情形爲下列因素所影響：初期含水率，熱風乾燥溫度與相對濕度，風量等。含水率變化的模式和有關參數發表給他文（註3）。

薄層乾燥與發芽率之關係如圖25所示。發芽率與風速，乾燥層厚度依統計變方分析之結果並未未顯著相關性。

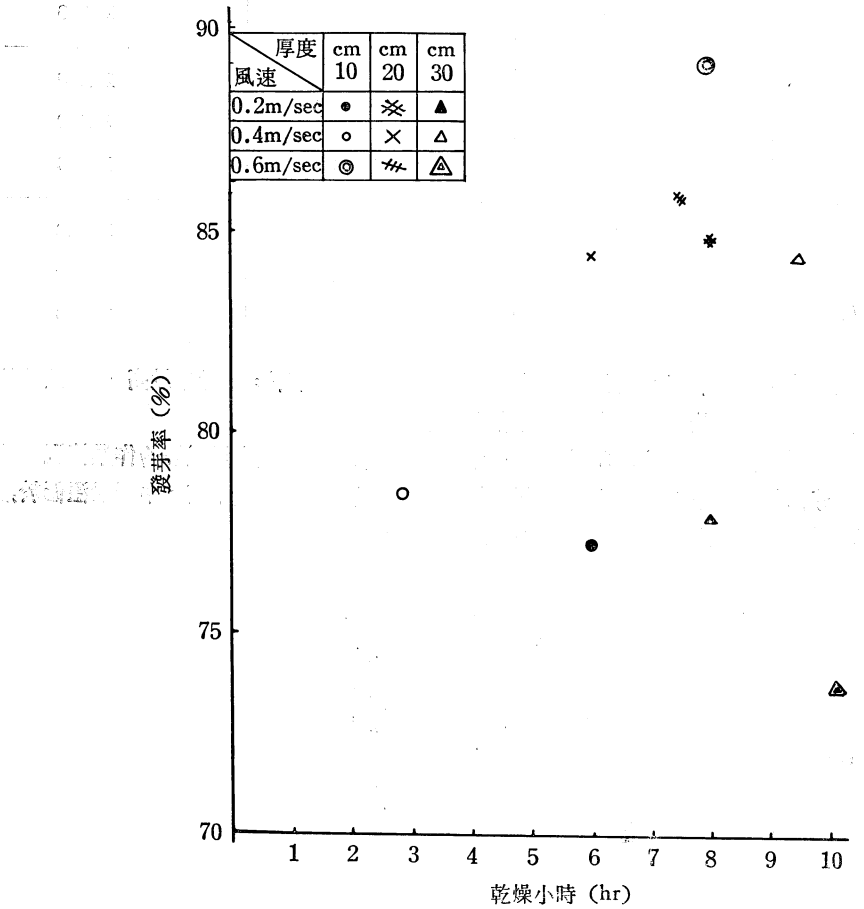


圖25. 薄層乾燥發芽率之比較

四、靜置式乾燥作業之改良

由薄層乾燥之基本試驗結果可得知高粱穗乾燥作業下的溫度分佈需求條件。在實際作業時，爲達到此作業條件，對於熱風之風量與溫度可加以調整。在乾燥初期，可以以大風量和高溫（大於定溫 40°C）之作業條件進行乾燥作業。使高粱穗穗軸中所含水份迅速蒸發逸出並爲强風所帶走，而高溫高風量亦可使穀層溫度迅速提高與均勻分佈。在各層穀溫都已提昇至 40°C 之後，溫度與風量需要降低，以維持穀層溫度而持續進行乾燥作業，並減少能源浪費。在乾燥末期，風量可以再次降低。各階段的熱風風量和溫度之控制程序，需有進一步之研究，此方式對於種穗發芽率影響更需探討。

五、不規則農產品之乾燥特性

傳統的農產品乾燥的作業對象均爲形狀規則之穀物如玉米粒、高粱粒、稻穀等。在乾燥作業

時，由於穀粒間堆積緊密，風阻係數大，乾燥空氣所攜之熱能爲穀粒吸收之比例極高，熱效率較高。在風扇之配置設計時，風壓之條件十分重要，以用克服穀物之風阻。不規則之農產品（如高粱穗，蒜頭，藥草等）之乾燥特性與規則性外形之穀物差異極大。由於農產品堆疊時空隙大，熱風容易自空隙逸出，因而熱量能爲穀物吸收的比例較低，而且由於穀溫不易提高，乾燥效率差。風壓之需求條件之重要性反而不如規則性穀物。綜合上述條件，不規則農產品乾燥作業之要求在於縮短穀物加溫所需之時間而不耗費過多的熱源。所以適用的作業條件如下：在不影響品質的溫度極限下，以高風量高溫進行初期乾燥作業，而再逐漸降低乾燥空氣的風量和溫度。而在初期高風量過程中，可以以熱風回收方式減少能源浪費，在風扇設計方面，風速之要求可以降低風速，加大入口面積，以減少電力之需求。

結　論

1.高粱穗全穗，穗軸與粒含水率的關係可知，在高含水率情況下，穗軸含水率急劇增加。粒含水率在12%與28%之間，具有顯著之線性關係。
2.三種厚度的移動層乾燥的乾燥能率偏低，所需求的熱能大，因此隧道式乾燥方式並不符合高粱穗乾燥要求。傳統式厚層靜置乾燥方式爲可行方式。
3.爲減少靜置式厚層乾燥上下層含水率的差異性，雙向風方式爲一可行之改良方式，但將增加進出之作業問題。
4.高乾燥率和低能量要求的良好作業條件可由薄層乾燥之實驗結果得知。
5.爲減少乾燥所需時間和能量耗費，以不同風量和溫度進行各階段之乾燥作業尚值得進一步之研究。

參考文獻

1.馮丁樹 • 1985 • 飼料玉米乾燥特性之研究，中國農業工程學報31卷1期，pp. 37-55。
2.馮丁樹 • 1986 • 高粱與玉米穗乾燥處理與調製機械化試驗研究—換向式通風乾燥玉米穗之研究，七十五年農機研究發展與示範推廣報告，臺灣省政府農林廳，pp. 128-138。
3.陳加忠、賴建洲、曹之祖、游祥芳 • 1989 • 高粱穗乾燥模式之研究，中華農業研究38卷2期，pp. 261—275。

A study on the Drying Properties of Ear Sorghum[1]

C. C. Chen, C. C. Lai, C. T. Tsao[2], and S. F. Yu[3]

Summary

In order to design a practical equipment for the drying of ears sorghum, some investigations had been conducted in this research. Experimental results indicated that the tunnel drying method is impractical for it has a lower drying rate and relative high energy requirement. Tradictional deep-bed stationery drying is then recommended, using two-way drying method to solve the uniform problem of grain moisture. In com paring with the results of thin-layer drying, the temperature distribution of grain bed for good drying performance can be obtained. Different flow ratesand temperatures of drying air for each drying stage will be considered as variables in the deep-bed drying operation.

1. Contribution No. 1467 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate researcher, Assistant researcher, junior specialist, respectively, TARI, Taichung, Taiwan, R. O. C.
3. Assistant researcher, Taiwan Seed Improvement and Prepagation Station, Taichung, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res, China）38(2)：261～275 (1989)

高粱穗乾燥模式之研究[1]

陳加忠　賴建洲　曹之祖[2]

摘要　在此研究中，以六種乾燥模式比較其於高粱穗乾燥曲線之適用性。相關係數值和殘差分佈圖被用爲選擇之標準。研究結果顯示非線性模式可適用於兩種乾燥方式和不同風速，乾燥厚度條件下之各乾燥曲線。乾燥過程所需之平衡含水率可由此模式求得。乾燥常數K值受到不同乾燥條件顯著性影響。N值則無顯著相關性。在發芽率的比較中，K與N值並無顯著影響。以傳統所用乾燥過程水份損失率的計算方式並不能正確地顯示有關因素對乾燥性能之影響。

高粱穗乾燥作業的基本試驗已有研究（註３）。由於乾燥效應的複雜性，農產品本身的脫水現象受到許多不同的因素所影響；如穀物初期含水率，堆積厚度，熱風溫度，相對濕度，和風速……等。爲了比較不同因素對於高粱穗乾燥速率之影響，乾燥過程中穀物含水率隨時間的變化需有適當之乾燥模式加以描述與量化，並以模式所含之參數建立其物理意義，以作爲乾燥速率之比較基準。

理論探討

一、穀物乾燥原理

穀物爲一生物體，在潮濕的環境中，其平衡蒸氣壓（Pg）小於大氣蒸氣壓（Pa）時，穀物將自周圍環境吸收水份。反之，若穀物平衡蒸氣壓大於大氣中水蒸氣壓力，穀物將失去水份。在乾燥作業中，穀物被置於熱風之中，熱量進入穀物內部提高穀溫，也提高穀物之蒸氣壓，而空氣在加熱後其蒸氣壓降低，因此Pg與Pa之差異增加，穀物內水份移出之驅動勢（driving force）亦爲之增大。

隨乾燥作業之進行，穀物逐漸失去水份，Pg與Pa之差異逐漸減少，直至此趨動勢到達平衡。在此階段之最後含水率（final moisture content)通稱爲平衡含水率（EMC: Equilibrium Moisture Content）。

高粱穗之平衡含水率並無文獻參考，高粱粒之平衡含水率（Me, %. d. b）平衡相對濕度（RH, decimal）與乾燥溫度（T, °C）之關係可以以下式表達（註14）：

$$Me=\frac{LnA}{B}-\frac{1}{B}Ln(-(T+C)*LnRH) \quad \cdots\cdots (1)$$

$A=797.333,\ B=0.18159,\ C=52.2375$

二、乾燥模式常數與乾燥速率

穀物在乾燥過程中，含水率隨時間而遞減，典型的乾燥曲線如圖１所示。在乾燥速率的比較中，往往在乾燥曲線上任取兩點（通常爲取初值和終值）而求其斜率爲乾燥速率，並以此爲比較之基準。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告1466號

2.臺灣省農業試驗所農機系副研究員、助理研究員、技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

此方法依馮氏之研究（註 2），發現在初期含水率較高的條件時，依上述方法將得較大的乾燥速率，降低最後的含水率則減低乾燥速率。此外任取兩點求截矩，其誤差值極大，如圖 1 中三角度即不相同（$\theta_1>\theta_2>\theta_3$）。因此此種截短斜率之方法不能眞正顯示各乾燥因子對乾燥速率之影響。此種截短值在此研究中定義爲水分損失率（R），其計算式如下：

$$R=\frac{M_1-M_2}{T_2-T_1} \quad \cdots\cdots (2)$$

爲比較玉米穗和玉米粒之平均乾燥遞減率，馮氏（註 2）假設含水率與乾燥時間爲指數函數關係，其應用方程式如下：

$$M(t)=C_1\ Exp(-C_2t) \quad \cdots\cdots (3)$$

M(t)：時間 t 之含水率

t：時間（小時）

依最小平方法迴歸分析求得C_1與C_2值後，再取相同之最初，最後含水率計算平均減乾率，作爲乾燥影響因子之比較基準。

三、乾燥曲線之適用模式

在農產品的乾燥研究中，薄層乾燥經驗方程式已有多種形式，其模式之型式如下：

$$M(t)=F\ (T.\ RH,\ Mi,\ \cdots etc.) \quad \cdots\cdots (4)$$

由於高粱穗之發芽率受熱風溫度之影響，在此試驗中設定爲 40°C，此外由於外界大氣環境在不同試驗過程中極爲相近，因此在此研究中僅考慮乾燥熱風之風速與穀層乾燥厚度對於乾燥性能之影響。

農業工程師通常以含水率乾燥指數（MR）作爲穀物乾燥模式之應變數。

$$MR=\frac{M(t)-Me}{Mi-Me} \quad \cdots\cdots (5)$$

M(t)：穀物在時間t時之含水率（%, d. b.）

Me：平衡含水率（%, d. b.）

Mi：穀物之初期含水率（%, d. b.）

常用的MR經驗方程式如下：（Ai與Bi爲常數）

1. $MR=A_1\ Exp\ (-B_1t)$（註 9） $\cdots\cdots (6)$

   線性化函數爲：

   $Ln(MR)=LnA_1-B_1t$ $\cdots\cdots (7)$

2. $MR=Exp(-A_2\ t^{B2})$（註 4） $\cdots\cdots (8)$

   線性化函數爲：

   $Ln(-Ln(MR))=LnA_2+B_2Ln(t)$ $\cdots\cdots (9)$

3. $t=A_3\ Ln(MR)+B_3(Ln(MR))^2$（註 7） $\cdots\cdots (10)$

自統計學之意義而言，曲線函數（M, t）可以利用函數之轉化（transfer）使其線性化（linearize）。依Devore與Peck（註13）之轉化方式（圖 2），在穀物乾燥曲線中，M值隨t 值之增加而遞減（如圖 1）。爲適合線性化之要求，兩者必須加以降值（Value Decrease），而降值之適用函數主要爲對數函數。因此公式(7)，(9)與(10)式，可視爲爲使乾燥曲線線性化之函數轉換。(7)式之型式爲 Y軸座標（MR值）線性化後與X軸（t 值）加以迴歸分析。(9)式之型式爲Y軸（MR）值經兩次對數函數線性化後再與線性化後之X軸（t 值）進行迴歸。(10)式爲t值與LnMR值進行省略常數項之多項式迴歸（Polynomial regression）。

比較M(t) 與MR(t) 值，可知M(t) 值爲M(t) 值的比例化（Scaling），因此 $MR(t)=f_1(t)$

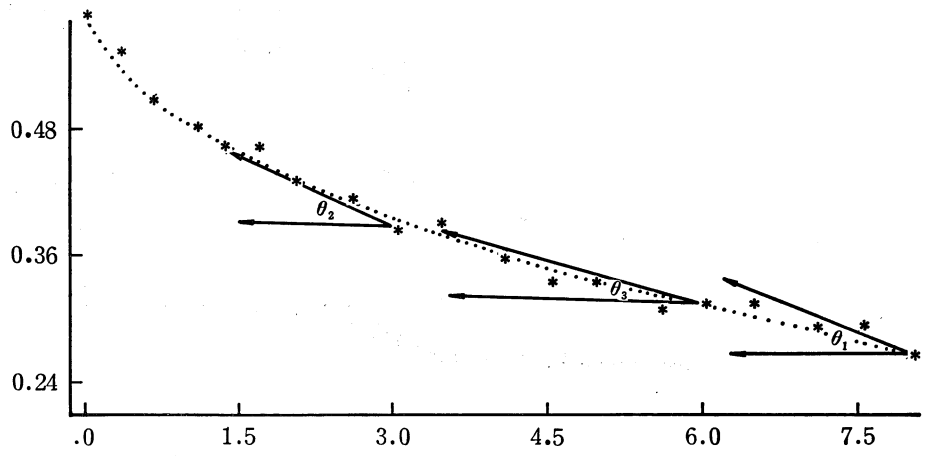


圖1. 典型的乾燥典線與水份損失率（R）

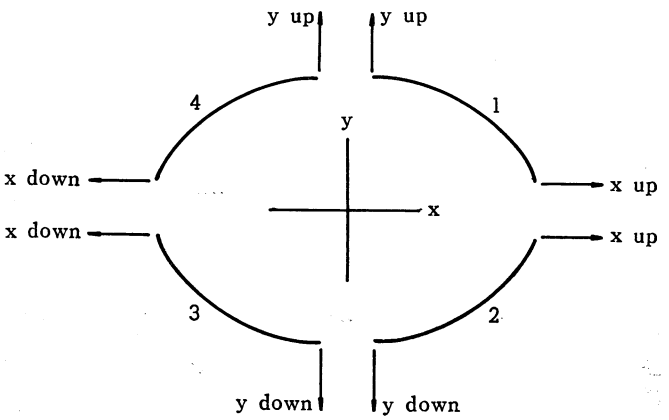


圖2. Daniel 與 Peck 之典線線性化圖

與$M(t)=f_2(t)$ 兩者曲線僅是Y軸比例之不同，而曲線之形狀並無不同。由此可知 MR(t) 之經驗方程式亦可應用於M(t) 與t之曲線。此M(t) 與t曲線關係之適用模式可表示如下：

$$M(t)=A_1\mathrm{Exp}(-B_1t) \quad \cdots\cdots (11)$$

$$M(t)=\mathrm{Exp}(-A_2\ tB_2) \quad \cdots\cdots (12)$$

爲探討MR(t) 模式之適用性，公式(6)、(8)、(10)，必須先求得 Me 值。因無文獻可求得高粱穗在特定環境之 Me 值，在此研究以公式(1)求得高粱粒之 Me 值，再代入高粱粒和穗含水率的關係式（註3），而求得高粱穗於特定乾燥環境之 Me 值。

$$\mathrm{Me(Ear\ Sorghum)}=-0.32337+1.02953\ \mathrm{Me\ (Kernel)} \quad \cdots\cdots (13)$$

在Me未知之情況下，可假設Me爲方程式中一參數（Parameter），此概念由Henderson氏首先提出（註6），而其 Me 值之計算方法爲自乾燥曲線上任取三點而換求截矩值。在此研究中，爲求得所有實驗數據對於參數值之影響，以非線性迴歸分析求得Me與其他參數，其方法如下：

公式(9)經展開後，M值表示爲：

$$M(t)=\mathrm{Me}+(\mathrm{Mi}-\mathrm{Me})\ \mathrm{Exp}(-A_4\ t^{B4}) \quad \cdots\cdots (14)$$

換言之，設定M(t) 與t之曲線關係爲一包含Me, A_4與B_4 三常數之非線性方程式，再由迴歸分析之結果可得Me值。

四、方程式合適性檢驗

一組多變數的數據可由不同的模式以描述，最佳的合適方程式（fitting equation）在解釋迴歸分析的結果和比較不同因素的影響十分重要。Daniel 與 Wood 氏（註10）描述尋求合適方程式之目的如下：(1)對一羣數據加以綜結，以得到適當的解釋公式或校正曲線。(2)肯定和證實建立之理論函數和幫助選擇適當的理論模式。在此研究中，爲比較不同因子對於高粱穗乾燥速率之影響，適用之乾燥模式選擇十分重要。

有關之模式合適性量化比較標準如下：

1. R-square（相關係數）

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{SYY} \quad \cdots\cdots (15)$$

$$SYY = \Sigma(Y - \bar{Y})^2 \quad \cdots\cdots (16)$$

$\bar{Y}$：Y值之平均值

2. RSS (Sum of Square Residual)

$$RSS = \Sigma(Y - Y')^2 \quad \cdots\cdots (17)$$

Y'：預測值

3. S. E. (Standard Error of Estimate of Y value)

$$S.E. = \sqrt{\frac{RSS}{N-K}} \quad \cdots\cdots (18)$$

N：數據之總數

K：方程式之參數數目

除了量化之比較標準之外，殘差分佈圖（Residual Plots）在檢查模式之適用性上十分有用，此方式可適用於線性和非線性模式。在迴歸分析之基本假設中，殘差值彼此獨立，其平均值爲零，變異數爲常數，而且必爲常態分佈，而常態分佈之條件可用以判斷一模式是否適用於此數據間自變數和應變數關係。常用的殘差圖Y軸爲殘值（residual），X軸爲預測值（predicted value）。理想性的殘差分佈如圖 3 所示。圖 a 顯示模式之適用。若殘差圖之分佈如圖b爲曲線性（curvilinear），模式即不能適切的說明數據間的關係。

實驗方法與結果分析

一、實驗方法

高粱穗基本乾燥試驗之設備與步驟已詳細描述於初步報告（註 3）。各試驗因子簡述如下：其中淺層乾燥（厚度30cm以下）之定名是爲下與薄層單粒乾燥（thin layer）加以區分。

（一）淺層乾燥（shallow layer drying）

熱風溫度：40°C

穀層厚度：10, 20, 30cm

熱風風速：0.2, 0.4, 0.6m/s

（二）浮動層乾燥（float layer drying）

熱風溫度：40°C

穀層厚度：10, 20, 30cm

熱風風速：0.2, 0.4m/s

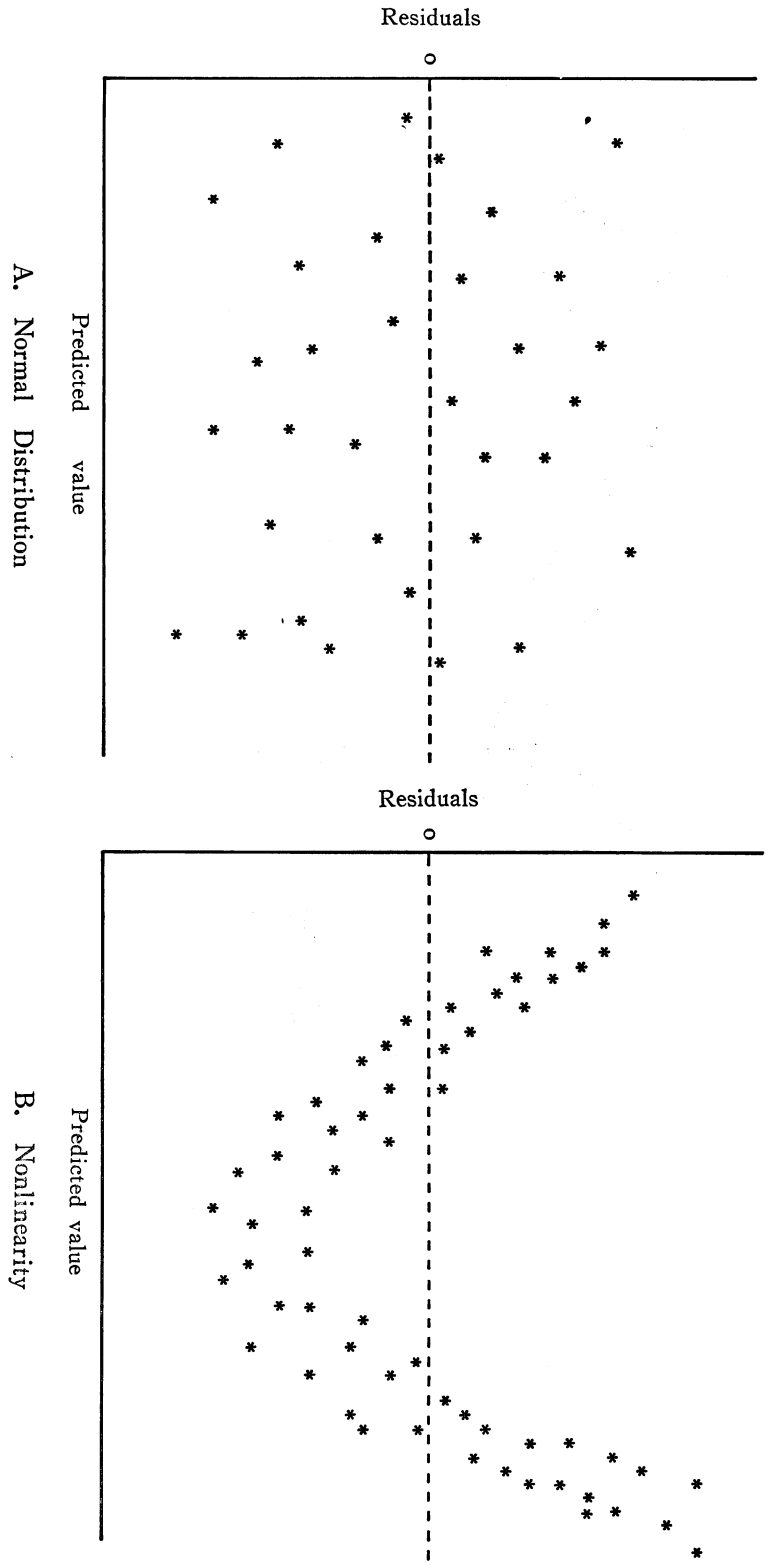

Residuals
0
Predicted value
A. Normal Distribution
Residuals
0
Predicted value
B. Nonlinearity

圖3. 迴歸分析殘差圖

二、數據分析

實驗所得穀物含水率與時間之數據，代入公式(7)，(9)，(10)以探討比較MR(t) 與t之適用模式。公式(11)與(12)被用以比較M(t) 與 t 值之適用模式。上述之迴歸分析利用個人電腦之統計套裝軟體加以執行。

公式(14)被用以探討 Me 值與比較M(t) 與t值之適用模式。爲執行此非線性模式之迴歸分析，本文作者以BASIC 語言撰寫"NONLIN"程式，利用最小平方法和Hartley氏 [5] 之修正式以求得此非線性模式之參考數和其他有關數值。

由於線性方程式之迴歸作業中，其Y值均爲經過轉換(如 LnMR, LnM, Ln (−Ln(M)), Lnt), RSS值之比較並無意義。因此量化標準爲相關係數R^2值。另以定性標準殘差對預測值之散佈圖以判別模式之適用性。

結果與討論

一、乾燥曲線適用模式之比較

在淺層乾燥曲線之比較中，各乾燥模式經迴歸分析結果均有相當高的相關係數，然而其殘差圖 (Residual plots) 却明確顯示模式的適用性與否。以乾燥空氣風速2m/sec，高粱穗乾燥厚度 20cm之

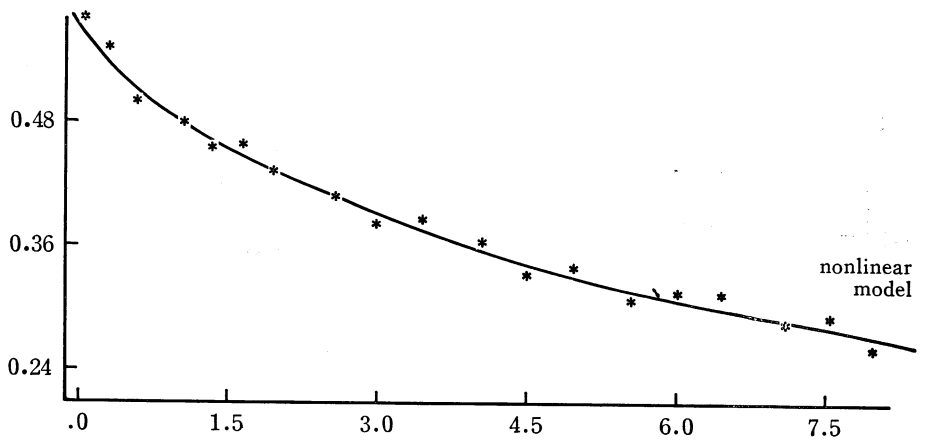


圖4—1. 淺層乾燥典線 (V=2m/sec, D=20cm)

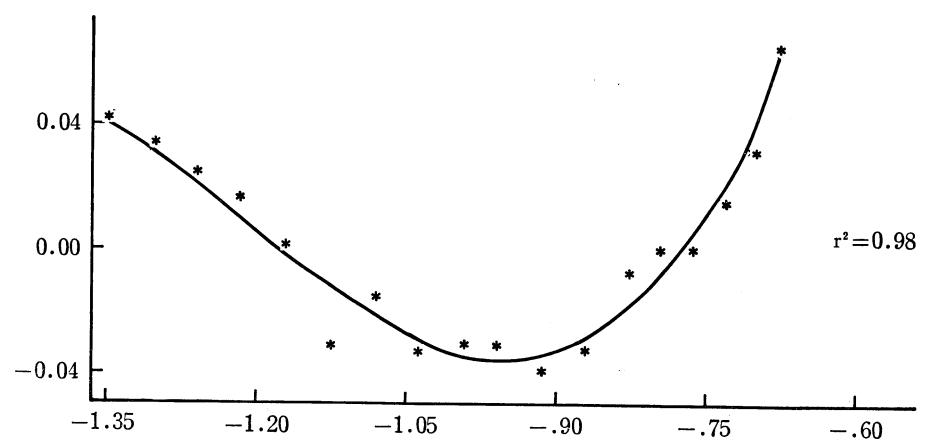


圖4—2. 殘差圖 (公式11)

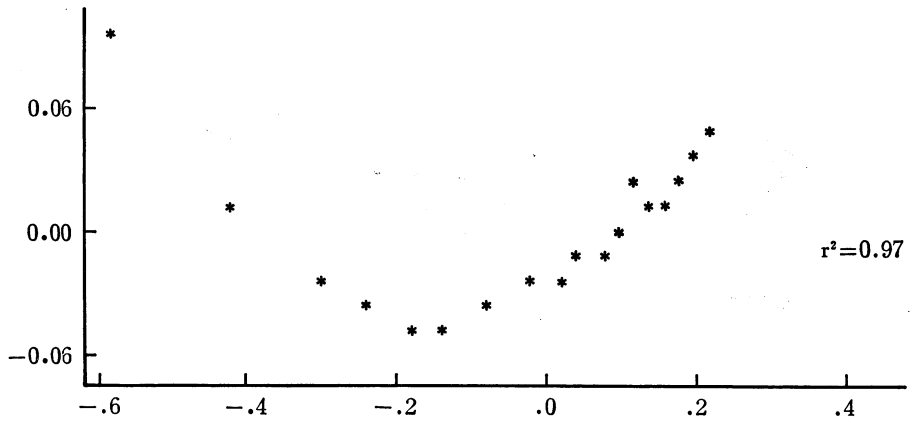


圖4—3. 殘差圖（公式12）

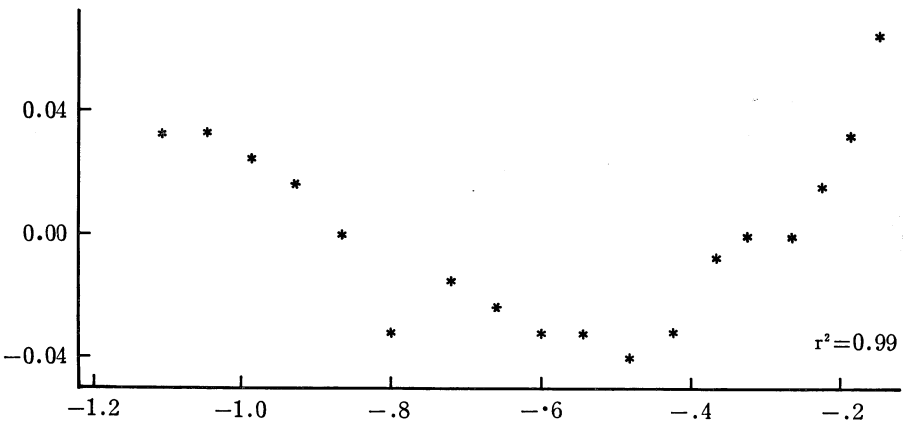


圖4—4. 殘差圖（公式6）

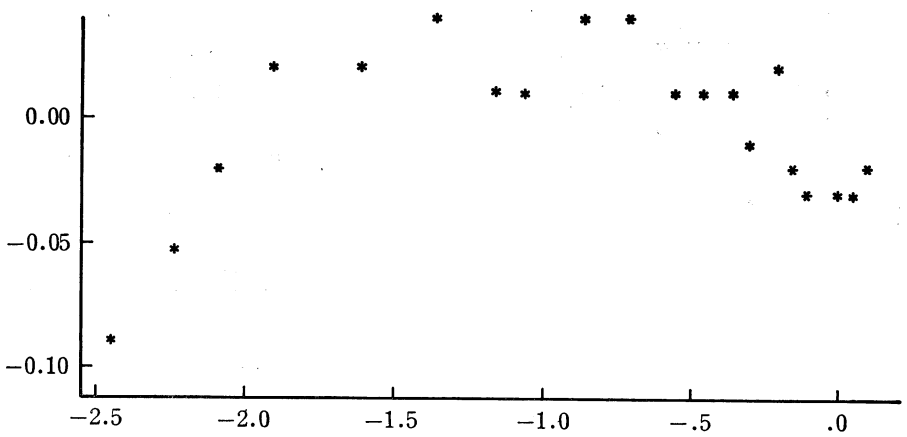


圖4—5. 殘差圖（公式8）

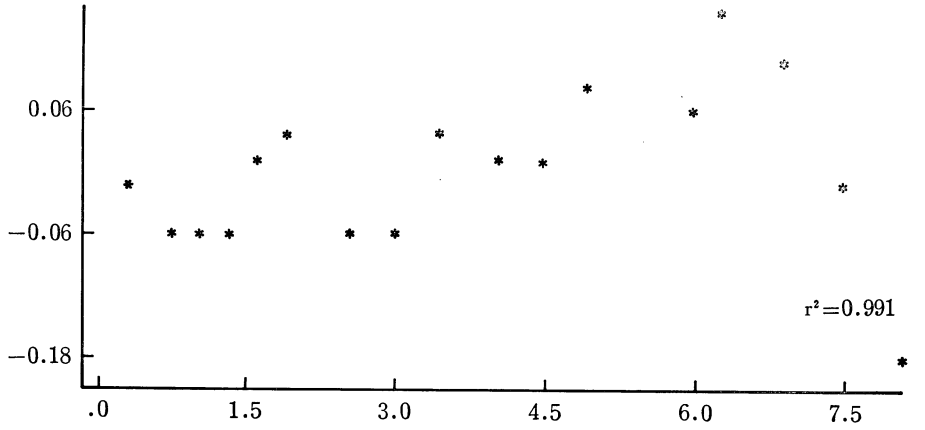


圖4—6. 殘差圖（公式10）

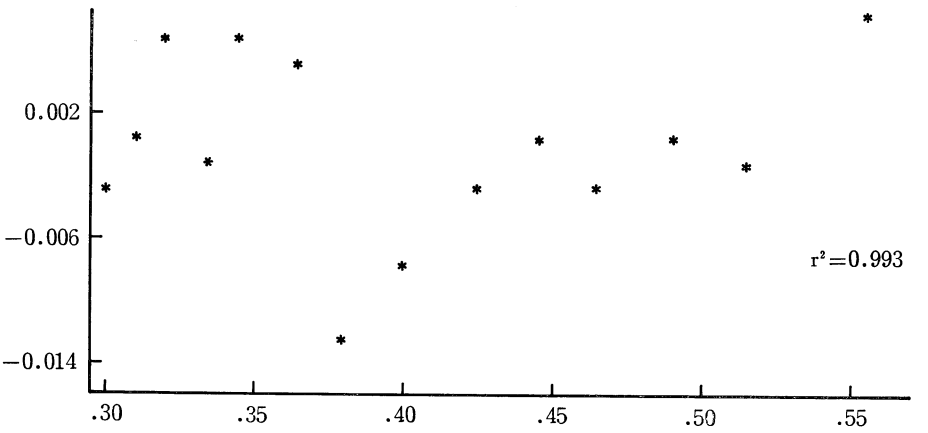


圖4—7. 殘差圖（公式14）

乾燥曲線爲例，典型的乾燥曲線如圖４－１。各模式之殘差分佈圖如圖４－２、４－３、４－４和４－５均爲曲線分佈。因此可知公式(7)、(8)、(11)與(12)不能表達此乾燥曲線含水率與時間之關係。圖４－６（公式８），４－７（公式14）之殘差圖趨向常態分佈，表示此兩公公式可適用於乾燥曲線。由非線性模式所得之迴歸曲線繪於圖４－１，可知此模式可適切表達穀物含水率與時間之關係。

上述六個模式迴歸分析結果之相關係數值均高達0.98以上，由此可知高相關係數並不能代表模式之適用，殘差圖爲適當的檢查方法。在其他八種乾燥曲線中，僅有非線性模式具有分佈均勻之殘差圖。

浮動層乾燥曲線的迴歸分析結果與淺層乾燥數據的分析結果相近。除了非線性模式具有均勻分佈的殘差圖之外，其他模式之殘差圖均爲曲線分佈。

綜合15種乾燥試驗數據，僅有非線性模式（公式14）可用以適切表達兩種乾燥方式穀物含水率與時間之關係。

二、乾燥常數之物理意義

非線性模式其參數物理意義表達如下：

$$M = Me + (Mi - Me)\ Exp(-k * t^N)$$

Me爲在特定乾燥環境下，穀物所能到達的終結含水率。K與N值爲乾燥常數，K值愈大，M值隨時間的遞減率愈大，乾燥效果愈好。N值介於0與1.0之間。N值愈大，t值愈大，乾燥效果提高，因此K與N值可視爲乾燥速率的比較指數。

15種乾燥曲線中，經非線性迴歸結果所得Me值列於表一。十三種相同乾燥環境下之Me值皆近15%，其他之兩乾燥曲線（浮動層乾燥，風速 0.2m/sec，厚度10與 20cm）所得Me值亦十分接近。因此在ERH/EMC Model 未建立時，非線性迴歸分析可用以估算Me值。此種Me值與經由平衡含水率試驗測得之Me值需有進一步之比較。

表1. 非線性方程式之Me值

（一）淺層乾燥　　厚度單位：cm，　風速單位：m/sec

風速＼厚度	10	20	30
0.2	15.01	15.01	15.00
0.4	15.04	14.99	15.02
0.6	14.99	15.03	15.01

（二）浮動層乾燥

風速＼厚度	10	20	30
0.2	11.93	12.50	15.00
0.4	15.08	14.94	15.02

淺層乾燥曲線迴歸所得K與N值列於表二。浮動層乾燥之結果於表三。

風速與乾燥厚度對於高粱穗乾燥之影響圖示於圖5。可知乾燥空氣之風速愈大，厚度愈薄，其K值愈大，即乾燥速率愈大，此爲合理之結果。

N值於不同風速和乾燥厚度之結果於圖6。由圖中可知N值與風速、厚度無顯著之趨向。在假定風速與乾燥厚度無交感作用，進行無重覆數據變方分析，結果顯示風速與厚度對N值均無顯著性影響。

表2. 淺層乾燥之K與N值

（一）K值

風速＼厚度	10	20	30
0.2	0.327	0.233	0.163
0.4	0.434	0.302	0.200
0.6	0.458	0.345	0.290

(二) N值

風速 \ 厚度	10	20	30
0.2	0.702	0.812	0.875
0.4	0.641	0.604	0.632
0.6	0.560	0.675	0.697

表3. 浮動層乾燥之K與N值

(一) K值

風速 \ 厚度	10	20	30
0.2	0.092	0.059	0.045
0.4	0.131	0.162	0.201

(二) N值

風速 \ 厚度	10	20	30
0.2	0.970	0.917	0.989
0.4	0.837	0.785	0.673

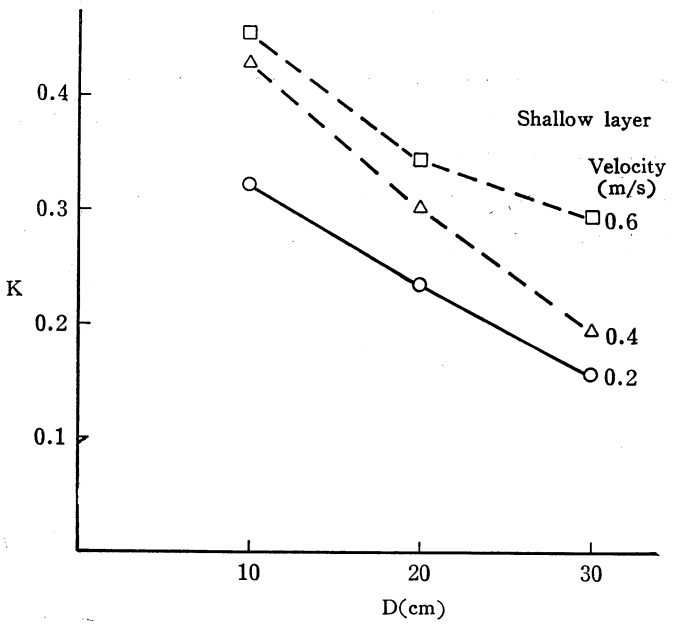


圖5. 淺層乾燥常數K值

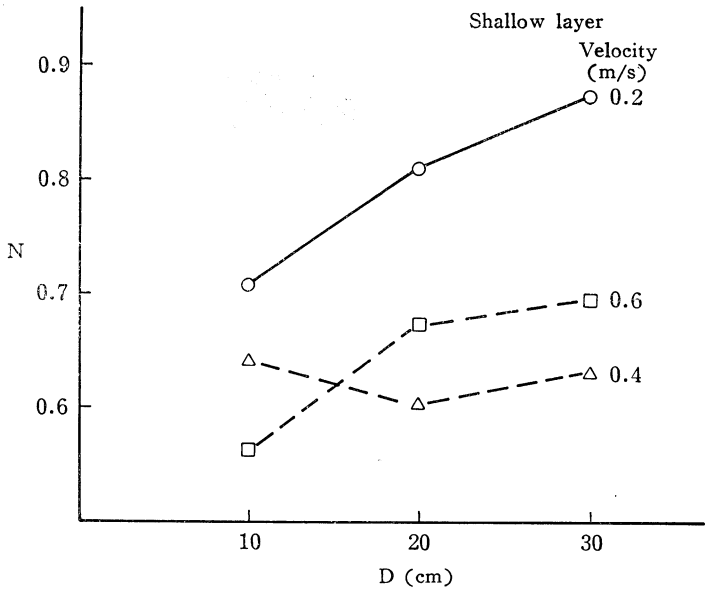


圖6. 淺層乾燥常數N值

兩種乾燥方式對K與N值之影響圖示於圖7、8。淺層乾燥的K值大於浮動層乾燥。在風速0.2 m/s之條件下，浮動層乾燥的速率十分緩慢，淺層乾燥之效果遠勝於浮動層乾燥，但是N值並無顯著差異。

三、發芽率與K、N值

高粱穗之發芽率與K、N值之關係圖示於9、10。由圖可知發芽率與乾燥速率並無相關性。

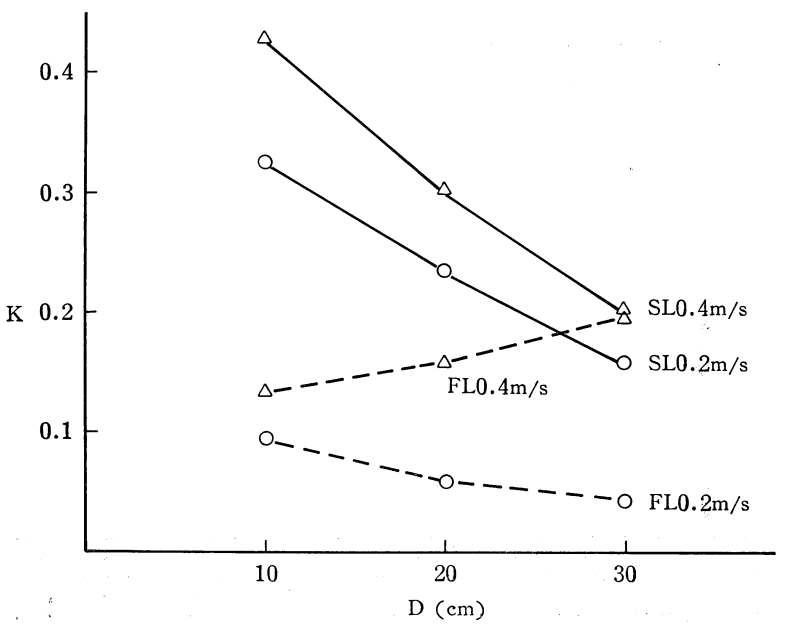


圖7. 兩種乾燥方式K值比較

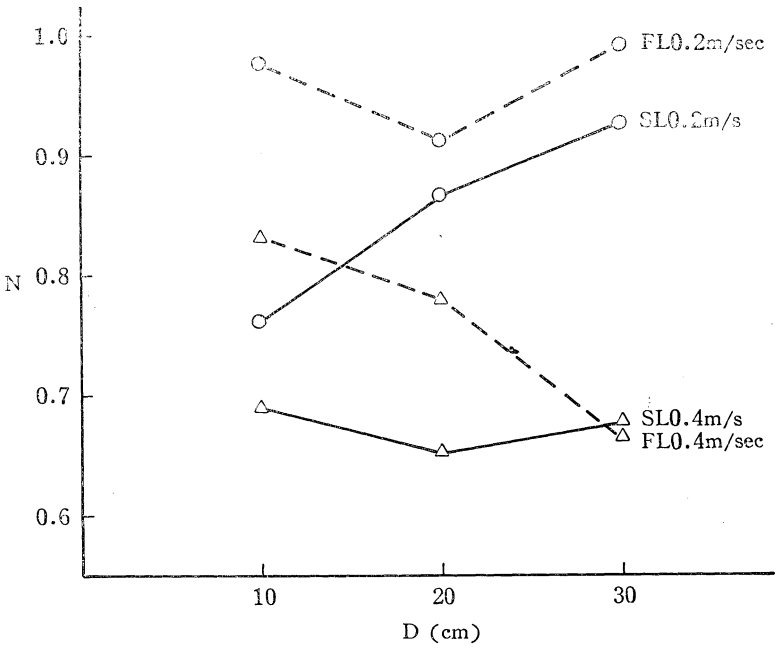


圖8. 兩種乾燥方式N值比較

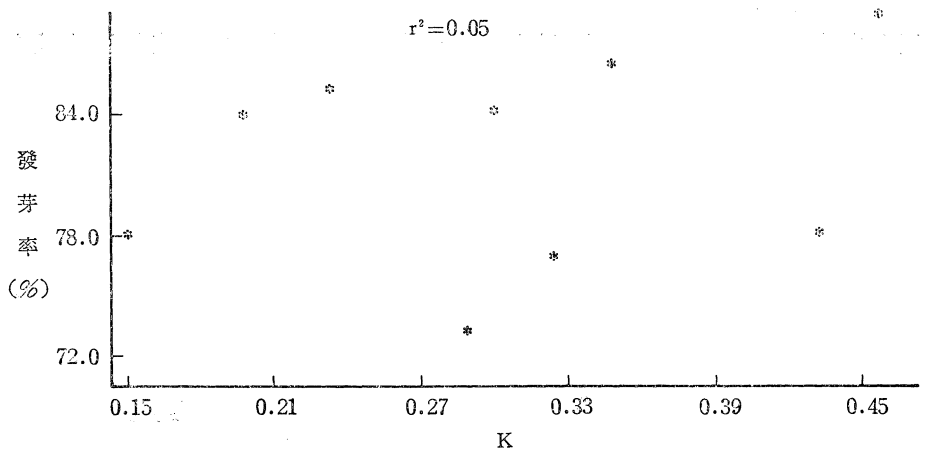


圖9. 發芽率與K值

四、水份損失率與乾燥方式

常用的水份損失率經計算後圖示於圖11。其值之分子爲最初含水率與最後含水率之差值。分母爲乾燥時間。由圖可知淺層乾燥之 R值大於浮動層乾燥。然而在風速與厚度對於乾燥常數之影響比較上，R 值無規則性可言，此結果並不合乎實際之乾燥效果。因此可知傳統上利用水份損失率作爲乾燥性能各影響因子之比較基準並非恰當。

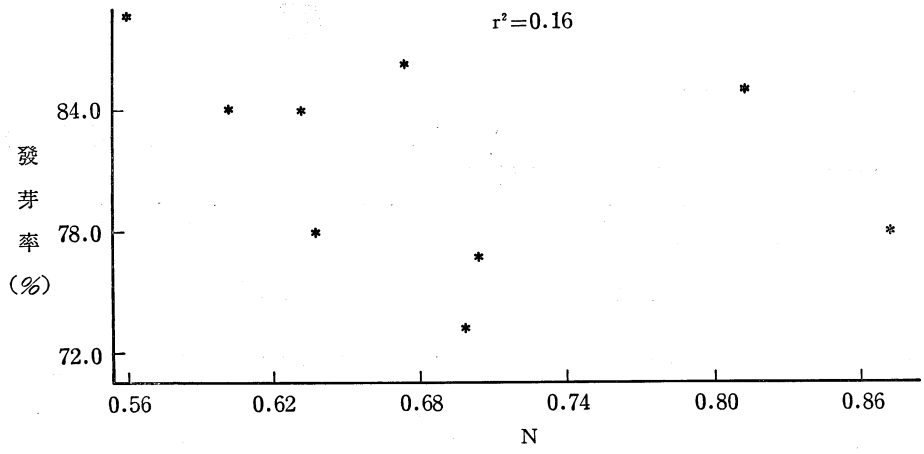


圖10. 發芽率與N值

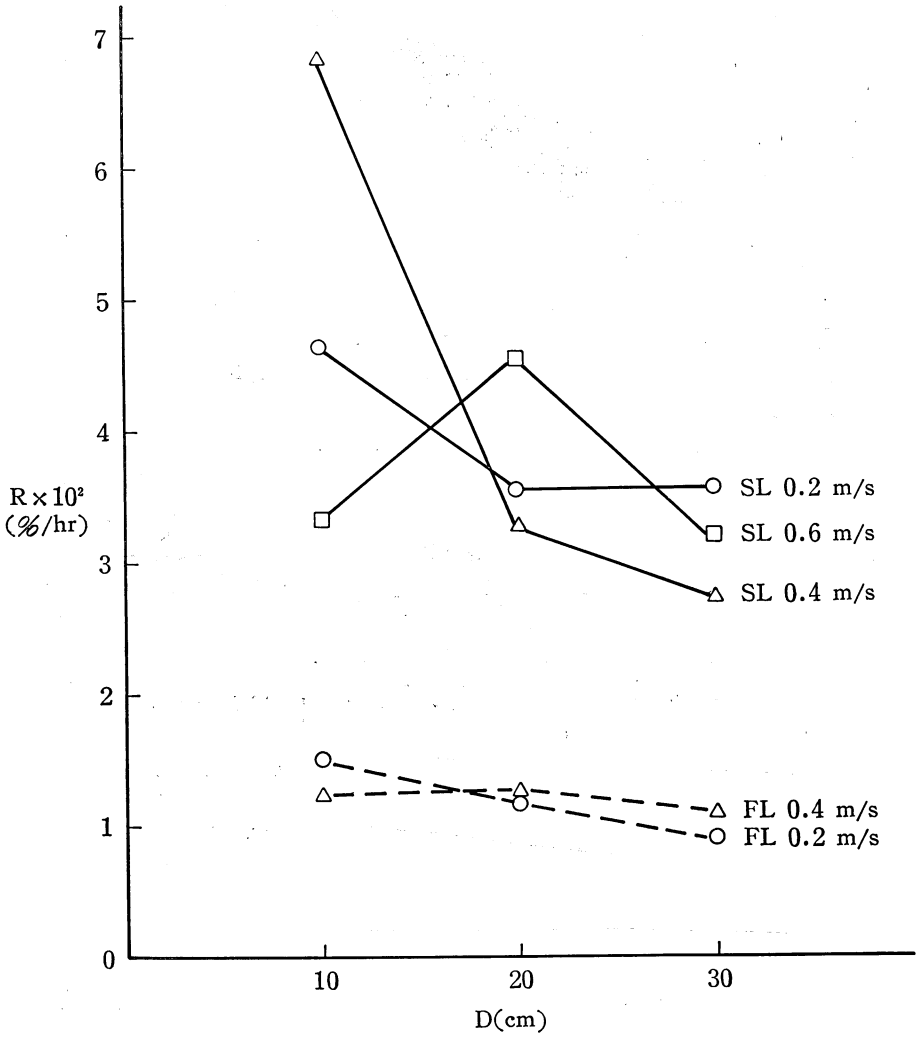


圖11. R值與乾燥方式

結　論

綜合上述研究，所得結論歸納如下：

一、在乾燥模式適用性之比較中，量化之標準值相關係數都高於0.95，但於殘差圖中卻有顯著之差異，因此以後者爲比較模式適用性的準則較恰當。

二、在六種乾燥模式的比較中，非線性乾燥模式可適用於兩種乾燥方式和不同之風速、溫度條件。且由此式可求得乾燥試驗所需知Me值。

三、乾燥常數K值受風速、乾燥厚度顯著性的影響，N值所受之影響並不顯著，K與N值與發芽率並未有顯著相關性。

四、傳統所用水份損失率之計算方式因數據之選擇而容易有誤差，且不能代表眞正之乾燥性能。

參考文獻

1. 馮丁樹 • 1985.飼料玉米乾燥特性之研究。中國農業工程學報31卷 1 期。PP. 37-55.
2. 馮丁樹 • 1986.高粱與玉米穗乾燥處理與調製機械化試驗研究—偏向式通風乾燥玉糧穗之研究。七十五年農機研究發展與示範推廣報告。臺灣省政府農林廳。PP. 128-138.
3. 陳加忠，賴建洲，曹之祖，游祥芳 • 1989.高粱穗之基本乾燥試驗。中華農業研究38卷 2 期。pp. 242-260.
4. Page, G. E. 1949. Factors Influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers . MS Thesis, Purdue Univ.
5. Hartley, H. O. 1961. The modified Gauss-Newton method for the fitting of non-linear regression functions by least squares. Technometrics 3 : 269-280.
6. Henderson, S. M. 1974. Progress in developing in thin layer drying equation. Trans. of ASAE, 17(6) : 1167-1168, 1172.
7. Tnompson, T. L., R. M. Peart and G. H. Foster, 1968. Mathematical simulation of corn drying-a new model. Trans. of the ASAE. 11(4) : 582-586.
8. Brooker, D. B., F. W. Bakker-Arkema and C. W. Hall, 1974. Drying Cereal Grains. AVI. Pub. Co. INC. CONN.
9. Sharaf-Eldeen, Y. I., M. Y. Hamdy and J. L. Blaisdell, 1979. Falling rate drying of fully exposed biological materials: A review of mathematical models. ASAE paper 79-6522. ASAE, MI.
10. Daniel, C. and F. wood, 1980. Fitting Equations to Data, 2ed. edition, Wiley, N. Y.
11. Draper, N. and H. Smith, 1981. Applied linear Regression, 2ed. Wiley, N. Y.
12. Sharma, A. D., O. R. Kunze, H. D. Tolley, 1982. Rough rice drying as a two-compartment model. Trans. of ASAE 25(4) : 221-224.
13. Devore, J and R. Peck, 1986. Statistics, West Publ. Com, CA.
14. Chen. C. C. and R. V. Morey, 1988. Comparsion of Four EMC/ERH Equations. ASAE paper 88-6068, ASAE MI.

A Study on the Drying Models of Ear Sorghum[1]

C. C. Chen, C. C. Lai, and C. T. Tsao[2]

Summary

In this study, six drying models are evaluated for the fitting agreement of the drying curves of ear sorghum. The quantitative value of R-square and the residual plots are employed as the criterions. The results indicate that only the nonlinear drying model can appropriately describe the drying curves with different drying factors, such as drying methods, air flow rates, and thickness of grains. The final moisture content not available in present ERH/EMC models can be obtained by the nonlinear drying model. The K value of drying constant is significantly affected by above factors, however, N vaiue is independent with these factors. Germination ratio for sorghum kernels with drying treatment has no relationship with drying constants. The traditional method to calculate the moisture loss ratio can not express adequately the effect of drying factors.

1. Contribution No. 1466 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Associate researcher, Assistant researcher, Junior specialist, respectively, TARI, Taichung, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究

第三十八卷　　第二期

中華民國七十八年六月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：蔡新聲（主審）
陳一心　劉大江　劉新裕　盧煌勝

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　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：顏欽崇（主審）
陳加忠　梁連勝

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. 38, No. 2 June. 1989

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF : C. L. Liaw

EDITORIAL BOARD :

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

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

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

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. 38, No. 2 June 1989

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Status of Dry Matter and Nitrogen Accumulation of Tainung 67 Rice Varieties and Its Near-Isogenic Lines with Higher Grain Weight..... F. C. Chang, M. L. Wei and D. J. Liu...157

Effects of Slag and Nitrogen and Organic Fertilizers on Yield, Chemical Properties and Eating Quality of Rice Cultivars ..... Y. S. Chen...167

Evaluation and Utilization of Peanut Germplasm ..... K. H. Yang, W. L. Tsaur and H. S. Lu...179

Heritability and Correlation Based on the F_2 Population from Two Crosses between Large-seeded Virginia Bunch Type and Small-Seeded Spanish Type Peanuts..... W. L. Tsaur, K. H. Yang and H. S. Lu...191

Influence of Planting Density on the Yield Characteristics of Sorghum..... C. S. Wang, S. F. Lin and D. J. Liu...201

Studies on Nonparametric Method of Phenotypic Stability : I. Comparison Between Nonparametric and Parametric Measures.....H. Y. Lu...208

Pathogenic Groups of Xanthomonas campestris pv. oryzae in Taiwan I. Studies on the Differential Varieties of Rice.....C. C. Chien and L. J. Shieh...216

Selection of Elite Lines of Winter Mushroom for Cultivation in Taiwan..... Y. M. Liao...229

A Study on the Drying Properties of Ear Sorghum ..... C. C. Chen, C. C. Lai, C. T. Tsao and S. F. Yu...242

A Study on the Drying Models of Ear Sorghum ..... C. C. Chen, C. C. Lai and C. T. Tsao...261

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China