

水稻雜交育種譜系法與單子選種法之比較

胡燦¹ 黃賢喜²

緒 言

近年來水稻品種改良，對米穀增產有至大的貢獻，以育種方式來增進產量還是今後稻作上重要課題。本省稻作雜交育種工作從日據時代至今大多採用譜系育種法(Pedigree method)，在理論上此法自F₂世代開始選拔，如支配期望性狀之遺傳基因數少，可及早把握同接合系統，並在育成途中兼作系統之特性觀察與檢定，故育成新品種之時間較短，但支配期望性狀之基因數多，同接合體出現率低，早期只憑表型形態直覺選拔，優秀之基因型易遺漏，本省水稻育種習用譜系法由於場地與財力之限制，以較小之群體供選拔，無形中降低選拔機會與效率，品系或系統之選拔過份著重目察之選拔(Visual selection)，故選拔效力甚低⁽¹⁾，而且譜系法較費工費時。

1939年Gouden首創一種不是每世代都選拔，僅在每單株上逢機採1~2粒種子以供次世代栽培之用，這種方法後來演變成單子選種法(Single seed descent)與1966年Brim在大豆育種上所用之改良譜系法大體相似，後經Kauffann (1971)，Boerma and Cooper (1973)及Knott and Kumar (1975)之研究，證明該法之選拔效果不低於譜系法。單子選種法，在F₂世代簡單遺傳性狀之同接合體出現即對該等性狀進行選拔，待至晚世代數量遺傳性狀之同接合體出現後，再行對產量等性狀選拔，能附合遺傳原理，且兼顧譜系法與混合法(Bulk method)之優點，並能省去譜系法培育及選拔F₃至F₄世代之人力及物力。

本試驗之目的是求證節省人力、物力之單子選種法是否適於本省稻作育種工作，及譜系法早世代對產量之選拔是否有效。從民國64年第一期作雜交，二期作培育F₁世代，至67年一及二期作進行系統之產量比較試驗，先後計四年八期作，爰將結果整理分析，以供今後水稻育種之參考。

材料與方法

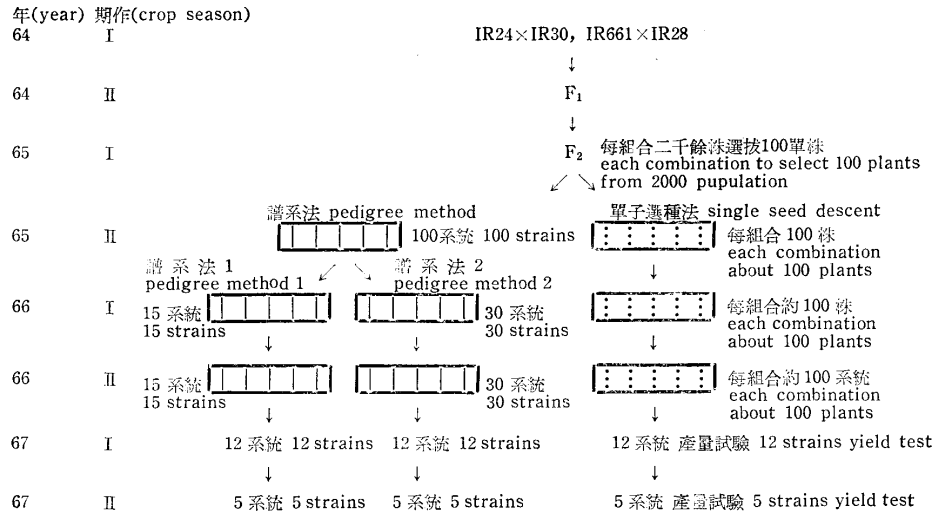
本試驗採用兩個雜交組合，一為IR24×IR30，另一為IR661×IR28。此四親本均由國際稻米研究所育成，IR24具有矮性、豐產、顆粒性澱粉含量低、抗浮塵子等特性，屬於穗重型品種；IR30屬於早熟性品種，具有抗白葉枯病、浮塵子及褐飛蝨等特性；IR661係由我國駐菲農技團由菲帶回之品系；IR24係姐妹品系，在民國60年後大量種植於草屯地區，具有豐產及顆粒性澱粉含量低等特性；IR28具有早熟、抗稻熱病、浮塵子、褐飛蝨等特性。

民國64年第一期作完成兩組合之雜交工作如圖一。次期作培育F₁世代以獲F₂種子。65年一期作培育F₂世代，每組合種植二千餘株，單本植，在移植後60天接種白葉枯病，黃熟後依各單株之抗病性、生育期、株高、穗型等性狀，每組合各選拔100單株。在F₃至F₅世代進行不同之育種程序如下：

一、譜系法：每組合由F₂集團選拔之100單株，在F₃世代培育成系統，每隔10系統置對照一個，三行區，行長15株，在抽穗後調查株高、每株穗數，在黃熟期調查生育日數，並每系統收割中間行10株調查產量。本期作之選拔分為兩種(一)譜系法1：選拔產量較高之系統15個稱為A系統，(二)譜系法2：逢機選出30個系統稱為B系統。F₄世代作系統株培。F₅世代其栽培

1. 臺中區農業改良場技士。

2. 臺中區農業改良場技佐。



圖一、試驗程序簡圖

Fig. 1. Map of experimental procedure

法如同F₃世代，並調查各系統之株高、穗數、生育日數及產量，以產量為主在A系統中選拔12個系統稱為C系統，在B系統中選拔12個系統稱為D系統。

二、單子選種法：每組合在F₂集團選出100單株，每株逢機取一粒種子，以培育F₃集團，該集團係單本植。同法培育F₄集團，在秧田雖然特別照顧，但亦有部份種子不發芽或秧苗死亡，所以F₄世代之集團，IR24×IR30有83單株，IR661×IR28有97單株，黃熟後每株取一穗以培育F₅系統，F₅系統採三行區、行長15株、每10系統置對照1個，抽穗後調查各系統之株高、每株穗數、黃熟後調查生育日數並割取中間行10株調查產量，以產量為主要選拔12系統稱為E系統。

67年一期作以每組合C、D、E系統36個舉行產量比較試驗，重複四次，每小區種植75株，多本植，調查抽穗期、株高、穗數、產量等項，本期作每組合之C、D、E系統各選出產量傑出之五個系統以參加次期作之產量試驗。67年二期作之產量比較每組合之參試系統15個，重複4次，每小區種植95株，多本植，調查抽穗期、株高、穗數、產量等項以比較三種育種程序之效果。

結 果

本試驗之目的之一是比較單子選種法與譜系法之選拔效果，67年一期作產量比較試驗(表一)，在IR24×IR30組合中比較三種育種法間系統產量，其差異雖均未達顯著水準，但單子選種法與譜系法1(即早世代行產量選拔)之系統平均產量差異達0.15公斤，與最小顯著差異0.16公斤相差無幾，在IR661×IR28組合中，三種育種法間系統平均產量差異極微。67年二期作產量比較試驗(表二)，IR24×IR30與IR661×IR28組合，單子選種法之系統產量稍高於譜系法之系統，雖然其差異未達顯著水準，但以各系統之產量看來(表三)，單子選種法所選出之系統變異較大，高產與低產系統出現機率高，據本試驗之結果單子選種法對產量之選拔不遜於譜系法。

IR24×IR30組合F₆世代產量比較試驗各育種法所選出之系統其抽穗期大致相似，以單子選種法選出之系統株高稍高及每株穗數稍少，但均未達顯著水準，在IR661×IR28組合以單子選種法選出之系統之抽穗期稍早、株高較低。F₇世代之產量比較試驗，在IR24×IR30組合以譜

表一、F₆世代產量試驗農藝性狀比較表Table 1. Comparison of grain yield and agronomic character on F₆

組合 Combination	育種法 Breeding method	產量(公斤/小區) Yield (kg/plot)	抽穗期(天) Heading (day)	株高(公分) Plant height (cm)	穗數(支) Number of panicle
IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1	3.32±0.40	85.40±6.45	89.56±7.77	22.24±3.22
	譜系法 2 P.M. 2	3.38±0.37	85.91±6.09	90.97±6.40	23.06±4.03
	單子法 S.S.D.	3.47±0.41	85.54±6.30	92.06±8.69	21.93±3.02
	L.S.D. 0.05	0.16	2.54	3.10	1.39
IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1	3.38±0.34	92.17±4.95	94.57±5.61	18.43±1.85
	譜系法 2 P.M. 2	3.30±0.40	92.04±7.11	94.23±7.36	18.31±1.59
	單子法 S.S.D.	3.34±0.43	90.02±4.87	91.67±5.68	18.43±1.98
	L.S.D. 0.05	0.16	2.32	2.53	0.73

表二、F₇世代產量試驗農藝性狀比較表Table 2. Comparison of grain yield and agronomic character on F₇

組合 Combination	育種法 Breeding method	產量(公斤/小區) Yield (kg/plot)	抽穗期(天) Heading (day)	株高(公分) Plant height (cm)	穗數(支) Number of panicle
IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1	3.42±0.28	60.10±3.96	101.26±3.54	18.16±2.44
	譜系法 2 P.M. 2	3.45±0.24	56.00±1.52	98.69±4.46	18.00±1.67
	單子法 S.S.D.	3.51±0.28	59.15±4.49	98.57±6.08	18.35±1.76
	L.S.D. 0.05	0.17	2.26	3.04	1.26
IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1	3.47±0.43	63.20±3.62	105.40±5.25	16.71±2.03
	譜系法 2 P.M. 2	3.42±0.28	61.25±3.78	105.30±4.72	16.51±1.51
	單子法 S.S.D.	3.51±0.38	61.35±2.56	105.85±5.59	15.95±1.81
	L.S.D. 0.05	0.23	2.13	3.29	1.14

系法2選出之系統抽穗期較早，譜系法1之株高較高，在IR661×IR28組合譜系法1選出系統抽穗期稍長，以上抽穗期、株高及穗數等性狀在三種育種法所選出之系統間均未達顯著水準，即三種育種法對該等性狀之選拔效率無分軒輊。

本試驗之第二個目的在探討三種育種法在其育種過程中，各世代間之關係及比較其選出系統之農藝特性。F₃世代系統與其後裔F₅世代系統間之產量之迴歸係數b F₅、F₃兩組合各為1.2084**及0.8466**，IR24×IR30組合F₃世代(表四)經產量選拔之系統(譜系法1)產量遠超過於不經產量選拔之系統(譜系法2)，但在F₅世代兩者差異不顯著(表五、六)，即F₃世代與F₅世代之結果不相符合，在F₅世代譜系法1及譜系法2均經產量選拔，其選出之系統產量兩者間差異亦不顯著(表七)，與F₆、F₇世代產量試驗(表一、二)結果相符合，所以在該組合早世代作產量之選拔效率較低，IR661×IR28組合在F₃及F₅世代譜系法1之系統產量均高於譜系法2系統產量，即在該組合早世代對產量之選拔效率稍高，但在F₅世代再經產量選拔，所選出之品系，兩者產量差異甚微，與以後F₆、F₇世代之產量試驗之結果相符合。綜合兩組合之結果，早世代作產量之選拔效率低於晚世代所作之選拔。

單子選種法在F₅世代所有成之系統之平均產量，在兩組合均低於譜系法育成系統之平均產量。但經該世代選拔後所選出之系統其產量均稍高於譜系法所選之系統，F₆及F₇世代產量

表3、譜系法與單子選種法選育系統產量頻度分佈

Table 3. The sequence of yield distribution on pedigree method and single seed descent

世代 Generation	組合 Combination	育種法 Breeding method	產量頻度分佈(公斤/小區) Sequence of yield distribution (kg/plot)													合計 Total
			2.8 2.9	2.9 3.0	3.0 3.1	3.1 3.2	3.2 3.3	3.3 3.4	3.4 3.5	3.5 3.6	3.6 3.7	3.7 3.8	3.8 3.9	3.9 4.0	4.0 4.1	
F ₆	IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1	1	1	1	1	3	0	1	2	1	0	0	0	1	12
		譜系法 2 P.M. 2		1	0	2	2	2	0	2	2	1				12
		單子法 S.S.D.	2	0	0	1	1	0	2	2	1	2	0	0	0	1
	IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1		1	1	0	2	4	0	2	1	1				12
		譜系法 2 P.M. 2	1	2	1	0	1	2	3	0	1	1				12
		單子法 S.S.D.		1	1	3	1	1	3	0	1	0	0	0	0	1
F ₇	IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1					2	0	1	2						5
		譜系法 2 P.M. 2					1	1	1	1	0	1				5
		單子法 S.S.D.					1	1	0	0	3					5
	IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1		1	0	0	1	0	0	1	0	1	1			5
		譜系法 2 P.M. 2			1	0	0	1	0	3						5
		單子法 S.S.D.			1	0	0	1	0	1	0	0	2			5

表四、F₃ 世代系統間農藝性狀比較Table 4. Comparison of agronomic characteristics between breeding method on F₃

組合 Combination	育種法 Breeding method	系統 Strain	產量 (公克/10 株) Yeild (gr/10 plants)	成熟期(天) Growth duration (day)	株高(公分) Plant height (cm)	穗數(支) Number of panicle
IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1	15	336**±24	100.33±3.94	90.60±3.08	14.05±1.83
	譜系法 2 P.M. 2	30	301 ±33	96.90±4.40	90.09±3.74	13.90±1.56
IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1	15	375**±29	99.27±2.91	93.48*±3.70	12.32±0.99
	譜系法 2 P.M. 2	30	337 ±41	97.60±3.59	90.59 ±3.84	12.56±1.18

**: 1%顯著水準

*: 5%顯著水準

表五、F₅ 世代系統間之農藝性狀Table 5. Agronomic characteristics between strains on F₅

組合 Combination	育種法 Breeding method	系統 Strain	產量 (公克/10 株) Yeild (gr/10 plants)	成熟期(天) Growth duration (day)	株高(公分) Plant height (cm)	穗數(支) Number of panicle
IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1	15	379±28	102.26±4.26	96.99±4.81	15.57±2.14
	譜系法 2 P.M. 2	30	366±44	100.50±4.96	96.57±7.54	17.34±2.50
	單子法 S.S.D.	83	363±44	98.96±4.29	94.11±6.52	15.37±1.52
IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1	15	317±38	104.40±4.30	101.30±6.20	12.00±1.01
	譜系法 2 P.M. 2	30	287±33	101.30±3.39	95.74±6.82	11.99±1.07
	單子法 S.S.D.	97	297±33	101.22±3.68	97.06±5.57	11.49±1.54

表六、F₅ 世代系統間農藝性狀差異

Table 6. Agronomic characteristics between strains on F₅

組 合 Combination	育種法間比較 Breeding comparison	產 量 Grain yield	成熟期 Growth duration	株 高 Plant height	穗 數 Number of panicle
IR24×IR30	譜系法 1 與譜系法 2 P.M.1 and P.M.2	N.S.	N.S.	N.S.	*
	譜系法 1 與單子法 P.M.1 and S.S.D.	N.S.	**	N.S.	N.S.
	譜系法 2 與單子法 P.M.2 and S.S.D.	N.S.	N.S.	N.S.	**
IR661×IR28	譜系法 1 與譜系法 2 P.M.1 and P.M.2	**	*	**	N.S.
	譜系法 1 與單子法 P.M.1 and S.S.D.	*	**	**	N.S.
	譜系法 2 與單子法 P.M.2 and S.S.D.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

N.S.: 不顯著

*: 5%顯著水準

** : 1%顯著水準

試驗作最後檢定，亦有相同之結果，所以由單子選種法在晚世代作產量選拔其效率較高。

F₃世代與其後裔F₅世代在譜系法1之系統均成熟期較長、株高稍高。F₅世代選拔出之系統在IR24×IR30組合譜系法1之成熟期稍長，譜系法2之株高稍高、穗數較多，在IR661×IR28組合單子選種法成熟期稍長，譜系法1株高稍高及穗數稍多；F₆世代除IR661×IR28以譜系法1抽穗期稍長外，均與F₅世代之結果相符合。因而關於成熟期及株高兩性狀可在早世代選拔，而穗數以在晚世代選拔為宜。

表七、F₅ 世代選出系統間之農藝性狀比較

Table 7. Comparison of agronomic character between breeding methods on F₅

組 合 Combination	育 種 法 Breeding method	產量(公克/10 株) Yield (gr/10plants)	成熟期(天) Growth duration (day)	株 高(公分) Plant height (cm)	穗 數(支) Nnumber of panicle
IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1	384±27	101.92±4.06	97.26±5.37	15.13±2.15
	譜系法 2 P.M. 2	400±29	99.92±3.48	97.57±6.13	17.39±2.89
	單子法 S.S.D.	431±12	100.50±3.58	97.34±5.68	16.45±1.27
	L.S.D. 0.05	20	3.09	4.76	1.83
IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1	328±32	103.33±3.82	105.58±6.77	11.98±0.96
	譜系法 2 P.M. 2	319±14	102.50±3.29	98.68±5.39	11.90±1.03
	單子法 S.S.D.	399±32	103.42±2.43	100.55±3.69	11.75±1.71
	L.S.D. 0.05	23	2.69	4.51	1.06

本試驗之第三個目的在比較三種育種法對人力及物力之消耗。在F₂集團經選拔之後，單子選種法F₃至F₄世代作集團栽培不選拔，僅在F₅作系統選拔；而譜系法從F₃至F₅世代均作系統選拔，所以選拔上消耗人力、物力較多，選拔中以產量調查最為費工，在譜系法1之F₃及F₅世代均作產量調查。而單子選種法僅在F₅世代作產量調查，可節省人工15%左右。就栽培上所使用之土地面積而言，由於F₂集團栽培及後期產量比較試驗所需之面積相同，除外不計，就F₃至F₅世代來比較(表八)，單種子法所使用之土地面積較系統法可節省40%左右。

表八、F₃~F₅ 世代所使用之土地面積(平方公尺)Table 8. Total area required on F₃~F₅ (m²)

組 合 combination	育 種 法 breeding method	F ₃	F ₄	F ₅	合計 total	指數 index
IR24×IR30	譜系法 1 P.M. 1	312.19	50.63	50.63	413.44	82.12
	譜系法 2 P.M. 2	312.19	95.63	95.63	503.44	100.00
	單子法 S.S.D.	5.94	5.19	258.88	269.88	53.61
IR661×IR28	譜系法 1 P.M. 1	312.19	50.63	50.63	413.44	82.12
	譜系法 2 P.M. 2	312.19	95.63	50.63	503.44	100.06
	單子法 S.S.D.	6.19	6.06	300.94	313.19	62.21

檢 討

本試驗係針對從事水稻育種工作為求節省人力、物力以改良式之單子選種法與譜系法比較，其主要目的在比較單子選種法與譜系法之選拔效率及譜系法早世代對產量之選拔是否有效。譜系法1之系統雖經F₃世代作過產量選拔，但其在F₅世代系統之產量未能高於單子選種法F₅世代選出之高產系統，僅能與譜系法2(早世代不經產量選拔)F₅世代選出之品系相匹敵，可見早世代對產量之選拔效率較低。

Knott及Kumar(1974)測定小麥兩個雜交組合F₃世代與F₅世代之產量關係，相關係數為0.29**N=180及0.14**N=222較為偏低，係由於基因型與環境之交感效應使然⁽⁶⁾。基因型之效應可能與某一年環境有正的關係，在另一年成負的效應或無所表現。此可由Briggs and Shebeski(1971)測定F₃世代與F₅世代系統間產量相關一年呈顯著正相關(0.83**N=11)次二年相關不顯著之現象來說明⁽⁴⁾。

據張德慈(1961)報導產量等數量性狀並非全由顯性之數量基因所決定，而其中由疊加性基因對與不同基因對之相互作用佔甚大之部份，數量性狀一般遺傳率較小，應避免在早世代選拔⁽¹⁾。楊方平(1967)以兩個水稻雜交組合以混合法選拔之品系較對照品種產量高佔67.2%及38.8%。而以譜系法選出之品系僅佔36.6%及18.3%，蓋因系統法在早世代憑外表形態選拔，產量之優良基因型容易遺漏⁽²⁾。近年來日本水稻育種工作據Okabe(1972)及Ikehashi等(1977)之報導，由於譜系法對產量選拔效率低，甚少作產量育種，故多用混合法並配合溫室等設備之應用以補救該法育種時間過長之缺點^(5,7)。

本省水稻育種目標以產量為最重要之項目，此種現象近年內很難改變，而慣用之譜系法已被諸學者所證實難以滿足水稻產量育種之需要，本省育種場所又限於場地、人力及財力，難以採用到數量性狀選拔效率較高之混合法，依筆者之淺見擬定下列育種程序作為水稻育種之參考。

一、選擇適當之雜交組合：雜交親本之選用決定後裔之性狀，親本之選擇必需與育種目標相配合⁽¹⁾。

二、F₂集團個體數不宜太少，以所期望少數基因所支配之性狀的同接合體出現率之3~4倍⁽³⁾，以便能選拔出該等性狀同接合體之單株。

三、F₃至F₄或F₅世代可採用單子選種法培育F₃、F₄、F₅集團，不作選拔可促進固定，提高基因重組合及隱性基因支配性狀之重出現⁽⁵⁾。

四、在晚世代育成足夠量之系統，提高優良之數量性狀同接合體出現率，利於選拔出優良品系供各級產量試驗之用。

以上提供之方法，是基於在早世代先對主效基因支配之性狀予以選拔，以縮短育種年限，在晚世代對數量性狀選拔以減少優良基因組合體之漏失，以期兼顧譜系法與混合法之優點，並收節省人力、物力之效。本試驗之單子選種法所選拔出之品系其產量不遜於譜系法。譜系法早世代產量測定對優良之基因組合選拔效率低，因而要想選出一個優良即聚合各種優良基因之系統，需要費很多之雜交組合及選拔工作。

摘 要

三種育種法以兩個水稻雜交組合來比較其選拔效率，每組合之三個育種法均開始於相同F₂集團所選拔出之單株，有二個育種法係來自譜系法，其中一個是在F₃早世代行產量試驗以選拔系統(譜系法1)，另一個不在早世代行產量選拔(譜系法2)，兩者F₄、F₅世代均以譜系法行之，單種子後裔法是由F₂單株各逢機取一粒種子以培育F₃集團，同法產生F₄集團，F₅世代培育成系統，每組合在F₆及F₇世代以譜系法1、譜系法2及單種子後裔法所選出之品系，行產量試驗。

F₃世代譜系法1之系統其產量顯著高於譜系法2之系統，但其後裔在F₅世代譜系法1所選出之品系與譜系法2所選出之品系間產量差異不顯著，即早世代基於產量之選拔其效率較低，三種育種法所選出之品系經F₆及F₇之產量比較試驗結果差異不顯著，單種子後裔法所選出之品系至少不遜於譜系法選出之品系，據本試驗之結果，能節省人力物力之單種子後裔法是值得利用於水稻雜交育種。

參考文獻

1. 張德慈 1961 今後臺灣水稻品種改良之芻議 中華農學會報新 36:1-15。
2. 楊方平 1967 水稻譜系法與混合育種法效果之比較；中華農學會報新 58:46-57。
3. 盧守耕 1961 現代作物育種學 p.169-195 國立臺灣大學農學院叢書第10號。
4. Briggs, K. G. and L. H. Shebeski. 1971. Early generation selection for yield and breeding quality of hard red spring wheat. *Euphytica* 20:453-463.
5. Ikehashi, H. and D. Hille Ris Lamdors. 1977. Single seed descent with the use of rapid generation advance. paper represented at international rice research conference. April p.13-22. Los Banos, Philippines.
6. Knott, D. R. and J. Kumar. 1975. Comparison of early generation yield test and a single seed descent Procedure in wheat breeding. *Crop Science* 15:295-299.
7. Okabe, S. 1972. Breeding for high yield varieties in Japan. *IRRI Rice breeding*. p.47-58. Los Banos, Philippines.

Comparison of Rice Breeding between Pedigree Method and Single Seed Descent

by

T. Fu and S. S. Huang

Summary

Three methods including, two pedigree and a single seed decent method were compared for selection the effectiveness of two rice cross combinations. Three methods were started from the same selected F_2 plants in each cross combinations. In the frist method grain yield were tested from the F_3 lines (pedigree 1, pd 1) from the F_4 generations the ordinary method was used. Second method were followed tradisional pedigree method (pedigree 2, pd 2). For the single seed descent F_3 and F_4 population were come from a single seed which selected from the F_2 and F_3 plants (SSD). In the SSD method, the F_5 lines were produced from the seeds of individual F_4 plant. In F_6 and F_7 generations yield were compared in each cross of pd 1, pd 2 and SSD lines.

From the experimental results indicated that grain yield among F_6 and F_7 lines were no significant difference when three methods were used in both crosses. Grain yields of F_5 selected lines were no significant difference between pd1 and pd2 method even though in pd1 method the F_5 lines were selected from the high yield lines of F_3 . Thus there were no significant effect of selection in early generation of F_3 . This result concluded that there were no significant differences by using those three methods in selection. However, the SSD method gave advantage of saving labors and more efficient for land utilization.