

利用種子生產馬鈴薯之研究¹

塊莖性狀與產量²

曹 幸 之

摘要：馬鈴薯的自交，自然授粉與雜交種子，在網室中，經一個月的育苗後，移植於農業試驗所試驗田，再經三個月後採收並調查幼苗移植後在田間的成活率，單株產量及達 30 g 的塊莖數與總重，薯色與薯形，芽眼的深淺。以種子來生產馬鈴薯，其產量比以種薯生產者為低，但薯色、薯形與芽眼深淺等性狀的分離差異不顯著。貧瘠粘重的土壤也造成低產。

利用種子來生產馬鈴薯的目的有二：（1）節省生產種薯用地的面積並降低生產成本，（2）種子不帶病菌及毒素（本省常見之 PVX, PVY, PLRV 等），可免除種薯帶病之威脅及須有冷藏設施之增加成本等問題。在印度、紐西蘭等國⁽³⁾曾根據試驗結果，認為可以利用種子來實用生產馬鈴薯，在我國大陸自 1972 年至 1979 年推廣利用此栽培方式，其面積已達二萬餘公頃。本所於民國 68 年秋曾調查九百餘種馬鈴薯在自然栽培環境下的開花結果情形（曹幸之，未發表），及長日處理與以番茄為砧木嫁接方法對於促進開花的效果⁽¹⁾，先後均獲結果，故本試驗擬就所收集之種子續做下列各項之調查研究：

1. 種子直播或育苗移植，在田間的成活率與植株之生長情形。
2. 塊莖產量
3. 薯色薯形的一致性。

材 料 與 方 法

一、試驗地點：農業試驗所園藝系。

二、材料：本所收集的 28 個品系（見附表）的自交，自然授粉（op）種子及 5 個栽培品種的自交與雜交種子為材料。

三、種子處理：所有種子先以 100 ppm 激動素液，在 23°C 下，遮光浸種兩天。

四、種植方法：分直播與育苗移植兩種。

（一）直播：於 69 年 10 月 13 日至 15 日，將 5 個品系— No. 26, No. 28, No. 138, No. 475 與 No. 481 的自然授粉種子及五峰品種的自交種子以逢機排列順序播種，畦高約 10~15 cm，播種深度約 1.5 cm，行株距為 85 cm×30 cm，每穴約播種子 5 粒（種子小，浸 GA 液後未經乾燥），播種後即行畦溝灌水。

（二）育苗移植：同年 10 月 9 日至 15 日，在網室內，利用水稻育苗盤（60 cm×30 cm×3 cm）裝盛混以稻殼或稻桿的田土，劃行播種，種子上下均為細砂並不直接接觸田土，並分兩次移植，先於

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 1016 號，本研究承臺大洪立教授斧正，謹誌謝忱。

2. 本所副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

11月12日至16日，苗高達8~12 cm時，帶土逢機移植於A田，每穴1~3株不等，行距85 cm，穴距25~30 cm，另有10月28、29兩日種植同品系（種）之十個種象為對照。第二次於11月28至12月4日以同法移植於B田，另以9個品種（系）—No. 26, No. 28, No. 125, No. 138, No. 180, No. 254, No. 354, No. 475與農林一號，各種5薯球為對照。

A田前作物綠豆，於九月末將綠豆作綠肥翻入土中以增有機質，經整地並開溝，以便畦溝灌水，B田無綠肥，為一期水稻收刈後即行翻犁，掘土為穴，並未碎土做畦，移植後先人工澆水數日，後培土開溝成畦，才行畦溝灌水。

各品系之不同種子族羣由數株至千餘株不等，苗數少者移植於同一行，直到種完為止，苗數多者則逢機移植於不同行中，株數越多，其種植行數也越多。移植後兩週、四週，均各行施肥與培土一次，第六週再培土一次。人工除草與噴施殺草劑兼用。

五、採收調查：A田於70年2月21日起採收，時逢天雨直到3月3日始收完畢，B田於3月4日至6日採收，並調查單株總薯重、薯數、薯形、薯色與芽眼的深淺。由於移植時各穴幼苗數不等，為方便計，以採收時的株數與移植穴數比率來表示移植後至採收時的存活率。

結 果

一、直播：六種不同的馬鈴薯種子，直播田間兩週後，No. 23 (op) 尚未出苗，其他品系發芽率亦低，No. 475 (op) 的發芽率最高，但也不到20%，且發芽先後參差不齊，並因後來雜草叢生，生育甚差而於11月10日廢耕。

二、移植：各族羣之種子在網室內育苗，一般發芽整齊且生長迅速，播種10日後，發芽率即達80%，但各族羣幼苗間的生長速率有快慢差異，故苗高不等，長至6 cm以上時即培土1~2 cm，第一次移植時幼苗已有5片以上之本葉，苗高達8~12 cm。育苗期間僅最初因較潮濕，有些葉片出現暗褐色斑點，噴施鋅錳乃浦即遏止外，未見其他病害發生，但本田生育期間（約三個月）仍有蚜蟲為害。受害植株漸有捲葉、嵌紋等毒素病徵，在最初一個半月期中曾拔除燒毀之，以免漫延。在B田生長的植株有捲葉病狀者較少，拔除者亦較少，但一般生育狀況均較A田者為差。各族羣之後代，罹病率不同，但本試驗未做比較。

移植成活率在A田的50個種子族羣平均為63.6%（表1），此因移植後遇大雨幼苗因子苗立枯病（damping off）死亡甚多，在B田移植的61種族羣的幼苗，平均成活率62.2%。

三、產量調查：產量最高的品系為No. 354，平均每株產量為433.6 g，在A田的50種族羣平均產量為每株208.8 g（表1），在B田的植株產量較低，61個族羣的平均為79.7 g/株，其中幾乎半數族羣的產量平均僅50 g/株。以種薯生產者為對照，在A田28個品系生長3個月，其平均產量為522.2 g/株（每株是一個種薯種的），在B田同期生長的9個品系，其平均產量為292.8 g/株，均較在A田生長者為低，顯示B田的土質貧瘠，不適馬鈴薯生長。由種薯生長之塊莖產量均較以種子生產者為高而各品系不論以種薯或種子種植，在兩塊不同田地上的表現並不一致。有些品系在A田產量高但不在B田也有高產量。馬鈴薯種子可用來直接生產食用塊莖，也可先生產種薯而後切塊繁殖，這種薯塊以30 g以上為宜，因此只計算每個達到30 g的塊莖，則各種子族羣的單株薯重與薯數的分布情形如表2，在A田平均每株有2.3個塊莖，共重138.6 g，在B田則僅0.5個重25.5 g。

各品系（種）的塊莖均為圓或橢圓形，淺芽眼、薯色則多為黃白色（附表），其種子後代就

表 1. 由馬鈴薯種子育成之苗定植於田間的成活率 (%) 與單株產量 (g) ^aTable 1. TPS^b progeny distribution according to survival rate (%) and yield per plant (g.)

存 活 率 Survival rate (%)	種 子 族 羣 數 Number of progenies		產 量 Yield per plant (g/pl)	種 子 族 羣 數 Number of progenies	
	A 田 Field A	B 田 Field B		A 田 Field A	B 田 Field B
91—100	2	6	401—450	1	0
81—90	2	6	351—400	4	1
71—80	9	6	301—350	0	1
61—70	17	11	251—300	4	0
51—60	9	12	201—250	10	0
41—50	5	9	151—200	12	4
31—40	1	7	101—150	7	9
21—30	2	3	51—100	10	19
11—20	1	1	<50	2	27
1—10	2	0			
最高 (MX.)	100	100	最高 (MX)	433.6	388.5
最低 (MN.)	8.7	20	最低 (MN)	32	20
平均 (\bar{m})	63.6	62.2	平均 (\bar{m}) 種薯之平均產量	208.8	79.7
			tuber clone avg	522.2 ^c	292.8 ^d

a. 定植日期：69 年 11 月 12 日至 16 日 (A 田) 與同年 11 月 28 日至 12 月 4 日 (B 田)。

Transplanting date: November 12 to 16 (field A) and Nov. 28 to Dec. 4, 1980 (field B).

採收日期：70 年 2 月 21 日至 3 月 3 日 (A 田) 與 3 月 4 日至 6 日 (B 田)。

Harvesting date: February 21 to March 3 (field A) and Mar. 3 to 6, 1981 (field B).

b. TPS: true potato seed.

c. 每品系 10 個種薯，28 個品系的平均產量。

Average yield of 28 tuber clones planted by 10 tubers each.

d. 每品系 5 個種薯，9 個品系種的平均產量。

Average yield of 9 tuber clones planted by 5 tubers each.

芽眼深淺，薯形與薯色等性狀的分離現象如表 3 所示，一般原為黃白色薯的品系 (種)，其種子後代之塊莖仍以黃白色為主，只有一個品系 No. 125 有 28% 的種子後代產生全黃或全白以外顏色的塊莖，而原是紅色薯的品系 (種)，其種子後代分離出深淺不同的紅色與黃白色。品系 No. 123 有 25% 的種子後代產生的塊莖具有明顯的深芽眼，其他品系 (種) 的種子後代仍產生淺芽眼的塊莖；薯形的分離很少，以圓或橢圓形為主，僅少數長形薯。

討 論

一、種子的利用與種植：傳統上馬鈴薯用種薯繁殖，而細小的種子 (約 0.5 mg) 僅育種家用於育種多為第一年在網室或溫室內選拔具有優良性狀的種生苗 (seedling) 後，再逐年利用無性繁殖據估計，在亞熱帶地區生產健康種薯的費用加上貯藏與運送的設施等費用，約佔 40~70% 的生產成本⁽²⁾。而近年來亞熱帶地區已開始嘗試利用種子來生產馬鈴薯，因為一般毒素除 PSTV (potato spindle

表 2. 由種子生產馬鈴薯之單株薯重與薯數 (以 $\geq 30g$ 之塊莖計)

Table 2. TPS^a progeny distribution according to yield and number of tubers ($\geq 30g$) per plant

產量 Yield per plant (g.)	種子族羣數 Number of progenies		薯數 Number of tubers $\geq 30g$	種子族羣數 Number of progenies	
	A 田 field A	B 田 field B		A 田 field A	B 田 field B
351—400	1	0	5.1—6	2	1
301—350	0	0	4.1—5	3	1
251—300	4	1	3.1—4	0	1
201—250	1	0	2.1—3	21	0
151—200	11	2	1.1—2	10	4
101—150	12	1	≤ 1	11	34
51—100	7	3	0	3	20
≤ 50	11	34			
0	3	20			
最高 (MX)	352.3	271	最高 (MX)	5.5	5.8
最低 (MN)	0	0	最低 (MN)	0	0
平均 (\bar{m})	138.6	25.5	平均 (\bar{m})	2.3	0.5

a. TPS : true potato seed

表 3. 由種子育成之馬鈴薯後裔就芽眼深淺，薯形與薯色的分離種子族羣數

Table 3. Segregating characters of bulked TPS progeny for each line.

分離率 Segregation %	深芽眼 deep eye	長形薯 long tuber	黃白色以外的薯 different colored tubers produced by white (yellow) tuber
21—25	1	0	1
16—20	1	0	0
11—15	2	0	1
6—10	2	7	0
≤ 5	8	10	6
0	18	15	13
Total	32	32	21

tuber virus), APLV (andean potato latent virus) 外，都不經種子傳遞^(3,4)。用種子生產種薯時可利用集團選種 (Mass selection) 或配合營養系選拔 (clonal selection)，再大量生產馬鈴薯供食，但這種繁殖栽培僅適於無蚜蟲感染的隔離地區或種生苗對毒素有耐病性者亦可栽培，否則低產無虞。

利用種子可分直播與育苗移植兩法，直播一般僅用於試驗，而且發芽率低而影響產量，不適經濟栽培之目的。種子又具有休眠性，休眠程度依品種不同，且發芽需時甚久，適宜發芽的溫度範圍很窄

，適溫為 20°C，當溫度高過 25°C 則抑制發芽⁽⁵⁾。本試驗中，所有種子先已放置 4~6 個月，又經 GA 處理。雖未經發芽試驗，但播種於網室時一週內即有陸續發芽情形，顯示各品系種子均有很高發芽潛力，但同時直播於本田的種子發芽較慢，發芽率很低且參差不齊，當為環境因素所致，因種子幼苗在生育初期極不耐任何不良的環境，如乾旱、病蟲害等。且當時胚根已露出 2 mm，雖然播種時，深度以不超過 1.5 cm 為原則，却因土質粘重，畦溝灌水後加上田間高溫（當時平均氣溫為 31.5°C 日/22.2°C 夜），造成的土壤結塊（crust）與土壤高溫均不利於幼苗出土生長。播種於網室的種子散佈均勻，上下均為細砂，早晚以噴霧式澆水，減少土壤結塊之現象，且網室因有遮蔭，溫度也較田間為低（出土後平均氣溫 29.8°C 日/20.2°C 夜），幼苗生長良好。因之直播宜在適當的溫度下，土壤也要疏鬆且富含有機質，尚需保護幼苗，儘量少受環境與土壤的不良影響，另外還可應用歐美盛行於芹菜等小種子蔬菜播種的 Fluid drilling 法，其法是将催芽後的種子均勻混在膠液（gel）內再播施於田間。

由於直播方式使植株在田間生長的時間較久，就本省現行耕作制度與病蟲害猖獗的生長環境下，祇宜先作小面積或有保護設施下栽培（如網室），先培育生長良好的幼苗再移植，縮短植株在田間的時期。另育苗時之苗床應逐步補充土並及時疏苗。利用種子生產馬鈴薯在本省為創舉，由於對種子之發芽情形不甚明瞭，故播種時太密，以致需大量疏苗，今後再做重覆試驗時當可依播種面積計算種子需量（1g 有 1,600~1,850 粒）；移植適期為苗高 6~12 cm⁽²⁾，本葉約 5 片時，本試驗中幼苗出土一個月後，Berolina 與五峰種兩品種的雜交種子所生育之幼苗中開始有匍匐莖與小的塊莖，至第二次移植時（11 月 28 日~12 月 4 日），幼苗已生長一個半月，品系 No. 125 的種生苗也有多株結有塊莖，其直徑達 1 cm 以上，有一單株已有 5 個小塊莖，顯示各種生苗結塊莖之早晚不同，可做為育種上選拔的參考。移植時，若幼苗已結塊莖，會降低產量⁽⁴⁾或許也是 B 田產量較低的原因之一，但本試驗未做此比較。移植時之密度宜每穴 3~5 株，幼苗在本田成活期中先有大雨為害於 A 田，後受毒素感染，因此須先選用較有抗病性的品系為親本。直播栽培時可多播種子，移植栽培應密植，以增加耐病植株的比率才不至造成大量缺株而減產。

二、種子的評估：用種子生產馬鈴薯不但植株生長期較久，且每株因遺傳組合不同，以致成熟期、產量與質量均不一致，因此適宜的親本，必須兼具相當的耐病性，與能大量生產雜交組合種子的特性，還要後裔分離小，能適應產地之環境。生產種子可由下列二方法：

（一）雜交組合（controlled cross）：可以兩個優良的四倍體品種為親本，必須其所生產的種子後裔也相當一致。另外可以用雙單元體（dihaploid），Peloquin 和 Mok（1975）已發現在一些二倍體馬鈴薯中有一種 FDR（First division restitution）變異體（mutant），不行正常減數分裂，生成的 2N 配子可以保存原二倍體親本 80% 的基因組合，若親本為相當異質遺傳組合（heterozygous），用為父本，生成很一致而具高度異接合性（heterozygosity）的花粉，與優良四倍體品種雜交，所得種子後裔產量很高而且相當一致。

（二）自然授粉（open pollination）：此法比較省工，但所用親本仍須結果率高，果大種子多，並且需有相當的異結合性（heterozygosity），以避免自交減產，因馬鈴薯係自交作物，大約 80% 的自然授粉種子仍為自交種子。

本試驗中所用種子多為自交種子（自然授粉種子仍多為自交種子），雖然產量不如以種薯繁殖者高，品系內（within line）變異大，但其中品系 No. 354 的平均總產量還有 0.43 kg/株，30 g 塊莖的產量為 0.35 kg/株，其最高單株產量為 2.6 kg，另外品系 No. 123 雖有 $\frac{1}{4}$ 之種子後裔生產的塊莖芽眼較深，但單株產量有 0.39 kg，其中有一行平均為 0.51 kg/株，顯示有些品系的種子可以

用來生產馬鈴薯，但五峰、農林等品種的自交種子後裔產量均低。採收時許多植株仍綠，表示其成熟期較晚，若再延後採收，當可再增加一些產量，又因種子育成之苗是一株一主莖，而薯塊種植可得數株主莖，其產量必有差異之現象。

今後除需另尋選適宜實生栽培的品系或品種，其實生苗單株能有 0.6 kg 以上的產量，則設田間成活率為 80 %，栽培密度 5 萬株，則每公頃可有 24 公噸的產量 ($0.6 \times 0.8 \times 50,000$) (目前依農業年報統計，每公頃產量平均 12.3 公噸) 外，對於本試驗中產量中高以上，而種子容易生產的種子後裔 (progeny) 當再做進一步田間試驗並改善田間栽培管理技術。

參 考 文 獻

1. 曹幸之、張育明, 1980. 馬鈴薯種子繁殖栽培之研究—開花與結實。中華農業研究 29(4) : 321-328
2. Accatino, P. 1979. A progress report on potato production from true seed at the International Potato Center. CIP publication, 2 pp.
3. Anony. 1980. Report of the planning conference on the production of potato from true seed, held at Manila, Philippines, September 13-15, 1979. CIP publication 172 pp.
4. Anony. 1980. True potato seed (TPS) Letter. Vol. 1, No. 1, 4 pp.
5. Anony. 1980. TPS Letter. Vol. 1, No. 2, 2 pp.

附表 28 個品系與 5 個品種馬鈴薯及其薯色

Appendix. Potato lines and varieties used and their tuber skin color

代 號 Line No.	品 系 (種) Variety name	薯 色 Tuber skin color
26	ADH-69-1	Yellow
28	AGD-69-1	Yellow
37	CCM-69-1	Yellow
47	CCL-69-1	Yellowish white
49	AQC-69-1	Light red with red eye
54	Juanita X NWS-66-66(58)	Yellow
83	ACK-69-1	Yellow
123	63-77-WIS-BR	Yellow
125	AFX-69-1	Yellow
138	INDIA-844	Yellow
170	Juanita X NWS 66-66(52)	Light red with red eye
180	66-66/1	Yellow
245	AJE-69-1	light red with red eye
254	AEK-69-1	Yellow
294	NWS-66-166 X Atzimba(142)	Yellow
338	WIS-BR-63-23	Yellow
339	WIS-BR-63-65	Light red with red eye
354	WIS-BR-69-74	Red with dark red eye

續附表

代 號 Line No.	品 系 (種) Variety name	薯 色 Tuber skin color
425	WIS-BR-69-170	Yellow
450	ABJ-69-1	Yellow with red eye
463	WIS-BR-65-10	Purple
475	AHN-69-1	Whitish Yellow
481	BPN-69-1	Yellow
664	CAK-69-1	Yellow
666	BQF-69-1	Dark red
717	CEZ-69-1	Light red
792	POOS-193	Light red
B	Berolina	Yellowish white
C	Cardinal	Red
N	農林	Yellow
O	Omega	Yellowish white
五	五峰	Yellowish white

Study on potato production by true seeds tuber characteristics and yield¹

Shing-jy Tsao²

Summary

True potato seeds from various open-, self- and cross-pollinated progenies were evaluated by transplanting one-month old seedlings to two different field conditions at TARI, Taichung.

Crops were harvested in 3 months and the following data was recorded on plant basis for each progeny: total tuber weight, weight and number of tubers equal to and above 30g., survival rate (% of transplants survived till harvest time), tuber skin color, shape and depth of eye. The segregation for the latter three traits was not significant in general. The highest yield obtained was 0.43 kg/pl. in comparison to 1.08 kg/pl obtained from tuber clone.

The yield was markedly reduced for both tuber clone and seedling at heavy and less fertile soil.

1. Contribution No. 1016 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.