

菜豆‘臺中5號’之育成¹

陳葦玲、郭孚耀²

摘 要

菜豆‘臺中5號’其親本來源為1992年臺中區農業改良場自美國農部引進之菜豆種源 PI1924-S-5品系，經繁殖觀察發現該種源園藝性狀尚在分離，嫩莢形狀變異大，故著手進行選育工作。歷經五個世代單株純系選拔、品系比較試驗及新品系區域試驗後，選育出之菜豆新品種‘臺中5號’其品種特性為蔓性、中早生，播種後50天開花、60天可開始採收；結莢性佳，每一花序可結4~6莢、產量高、嫩莢無筋絲、莢型圓長，且表面光滑、莢色淡綠、肉質細密、甜度高。

關鍵字：菜豆、純系選拔、區域試驗、無筋絲。

前 言

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)為豆科豆屬作物，是世界性重要之豆類蔬菜，其原產地為墨西哥南部及中美洲，南美洲之秘魯、厄瓜多、玻利維亞為二次種源中心。臺灣在1905年引入蔓性菜豆做為水田裡作，1956年引入矮性菜豆做為甘蔗及番茄之間作作物^(1,6,7)。菜豆在臺灣之栽培適應性極廣，10月至翌年2月以高屏地區栽培較多，彰化、雲林、南投等地以春秋兩作為主，夏季則以中南部海拔600~900 m之山區為主，主要產期為6~9月。

菜豆早期主要用途為鮮食及嫩莢、豆仁冷凍外銷，為重要之加工蔬菜，產區集中在中南部，近年來因社會經濟結構改變及農村人口流失，加上出口市場減縮，生產地漸移往中低海拔地區，以採收嫩莢供鮮食用為栽培目標。2011年臺灣栽培面積為1,679 ha，其中以南投縣信義鄉及屏東縣高樹鄉為較大宗。

依莢型菜豆可分為圓莢型(俗稱敏豆)、扁莢型即Kentucky wonder系統(俗稱醜豆)及其後Kentucky wonder系統之扁圓莢形(俗稱粉豆)三大類。目前消費市場仍以圓莢形菜豆較受消費者青睞，但其豆莢纖細，採收較費工、產量較低，且為求口感鮮嫩，在果莢尚未成熟、營養成份尚未充實前即採收。Kentucky wonder系統因豆莢較大，採收較方便，在缺乏勞力的情況下，農民逐漸喜於栽培，尤其扁圓莢菜豆其嫩莢口感較豐富、肉質較具漿汁，市場消費量逐年漸增，但臺灣Kentucky wonder系統品系極為混雜，且均屬晚生型，播種後55~60天才開花，花後10~14天採收，此外，春秋作開花期不一致，莢形性狀仍不穩定⁽⁵⁾，為符合市場所期，育成早生、適合臺灣週年栽培且產量佳、莢形優美之品種是菜豆育種努力方向。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0752號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、前副研究員。

材料及方法

一、引種觀察、純系選拔及獲選品系增殖

臺中區農業改良場於1992年自美國農部引進PI1924-S-5，於1995年自日本日本大學生物資源研究部海外協力學科蔬菜研究室引入之9個品系，每品系各約50粒種子。1995年於大村進行春作品系觀察，調查其性狀及產量，依其分離之莢型及花期性狀，選拔單株。1996年秋作將單株後裔各播種40粒種子，觀察其園藝性狀分離情形，於其中選拔出性狀表現較穩定且一致之系統，並各選拔出一單株，進行後裔純化。於1997~1998年春秋作及1999年春作，依純系選拔育種法共進行5代純系選拔。1999年秋作將入選之品系進行繁殖。

二、品系比較試驗

每一入選品系種植一小區，各計40株，所採種子供做品系比較試驗。選拔過程中同時栽培‘屏東大莢’ (Pingtung Big Pod)，做為品系間及品系內單株選拔之參考。

第一年品系比較試驗於2000年在彰化大村臺中區農業改良場進行，參試品系包含獲選之品系與自其他蒐集之品系中分離選拔出之品系，並以‘屏東大莢’為對照品種。第二年品系試驗則在2001年進行，參試品系為由第一年所有參試品系中選出產量及性狀較佳之品系，並仍以‘屏東大莢’為對照品種。調查項目包含嫩莢產量、嫩莢性狀、開花習性與植株性狀。

試驗採逢機完全區集設計(RCBD)、四重複，小區面積 $1.5 \times 4.5 \text{ m}^2$ ，行株距分別為75與45 cm，每小區種植20穴，採雙行植，每穴播種2粒。每公頃施肥量依作物施肥手冊，施用堆肥5公噸， $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} = 90 : 60 : 100 \text{ (kg)}$ ，換算為尿素195 kg、過磷酸鈣140 kg及氯化鉀160 kg，依慣行栽培法管理。

三、新品系區域試驗

以選育之新品系KNY#916、KNY#917及‘屏東大莢’等三個品種(系)參試，於2002~2003年於彰化縣大村鄉臺中區農業改良場及彰化縣和美鎮、南投縣埔里鎮、屏東縣鹽埔鄉等四地進行試驗。田間試驗採逢機完全區集，四重複。畦寬含溝1.5 m，行株距75 cm \times 45 cm，採雙行植，每小區種植20穴，每穴播種2粒，栽培管理則依照農民之慣行栽培法實施，調查嫩莢產量並分析其穩定性。

四、採種試驗

選育出之新品系之種子生產研究於2002年秋作在大村本場試驗田進行採種試驗。參試品系為KNY#916，並以屏東大莢為對照組，試驗設計採逢機完全區集，三重複。小區面積 $1.5 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$ ，行株距75 \times 45 cm，於2002年9月15日播種，每穴留二株，肥培管理依照慣行之管理模式。

五、統計分析

試驗數據以CoStat 6.2統計軟體(CoHort Software, USA)進行t-test或最小顯著差(Least significant difference, LSD)分析，分析各品種(系)間有無顯著差異($P=0.05$)。穩定性分析則以Eberhart and Russell (1966)⁽¹¹⁾之方法進行分析，並依其公式作迴歸分析，求得各參試品種(系)之直線迴歸係數b。

結 果

一、引種觀察、純系選拔及獲選品系增殖

自海外引進9品系中，PI1924-S-5品系之嫩莢無背縫絲，屬無筋絲品系，莢形傾向圓莢形，具肉質細緻、風味佳及高產之特性，但園藝性狀包括開花習性及莢形仍在分離。依其分離之莢形及花期性狀，選拔出10個單株。1996年秋作將此10個單株後裔，各播種40粒種子，觀察其園藝性狀分離情形，於其中選拔出5個性狀較穩定之系統，並各選拔出一單株，進行後裔純化。

於1997~1998年春秋作及1999年春作，依純系選拔育種法，共進行5代純系選拔，於其中選拔出三個品系。(1) KNY#916：莢長25~27 cm、莢寬近1.2 cm、莢厚0.96~1.15 cm，莢形近扁圓；(2) KNY#917：莢長17~22 cm、莢寬1.07~1.25 cm、莢厚0.75~1.25 cm，莢形為扁圓形；以及(3) KNY#918：莢長18~20 cm、莢寬0.95~1.25 cm、莢厚0.75~1.25 cm，莢形圓形；三者均為無筋絲品系。於1999年秋作將入選之三個品系進行繁殖，每品系各40株，所採種子供做品系比較試驗之材料。

二、品系比較試驗

品系比較試驗在2000及2001年共進行2次，其結果相似，今以第一次品系試驗數據說明。參試材料包括純系選拔出的KNY#916、KNY#917與KNY#918，以及自其他蒐集種源中分離選拔出的11個品系，其中83-RR-09與83-RR-12為自美國農部引入之PI1924-S-5分離選出的兩個品系，具有抗銹病之特性，但植株性狀為半蔓性，秋作短日栽培時莖蔓生長遲緩。KNY#4、5、6、7、8、9為蒐集自國內Kentucky wonder系統之地方品系，皆有筋絲，KNY#14、15、16則同為引自日本日本大學生物資源研究部海外協力學科蔬菜研究室之半圓莢型品系。

1.嫩莢產量：

產量調查結果顯示KNY#916之產量無論春作2,423 kg/0.1 ha或秋作2,402 kg/0.1 ha皆為最高，分別較對照品種‘屏東大莢’增產5.6%及12.0%，兩期作平均增產8.7%，且呈顯著差異(表一)。而另同由PI1924-S-5分離所得之KNY#917，其春作與秋作之產量分別為2,231 kg/0.1 ha及2,311 kg/0.1 ha，產量水準是對照品種‘屏東大莢’產量之97.2%及107.8%。另一同由PI1924-S-5分離所得之KNY#918，產量分別為春作2,407 kg/0.1 ha、秋作2,294 kg/0.1 ha，均略低於KNY#916之產量，但二品系間差異不顯著(表一)。

2.開花習性及植株性狀：

KNY#916之始花日數於春作為53.3日及秋作50.2日，均較KNY#917春作56.0日、秋作52.0日及對照品種‘屏東大莢’之春作60.0日、秋作64.0日短，並呈顯著差異。嫩莢始收日數KNY#916無論春作的67.5日或秋作65.0日亦皆較KNY#917春作71.5日、秋作68.0日以及對照品種‘屏東大莢’春作75.5日、秋作78.0日短，並呈顯著差異，表現出中早生之特性。第一花序，春作著生於第9.6節、秋作著生於第10.0節，均顯著低於‘屏東大莢’之10.2節及12.2節和KNY#917之10.6節及12.0節；春作於第一花序著生高度品種(系)間差異不顯著，秋作則

KNY#916顯著低於‘屏東大莢’及KNY#917。三個品種(系)蔓之生長特性均為無限生長型，而KNY#916及KNY#917之生長勢較快(表二)。

表一、菜豆品種(系)嫩莢產量比較試驗(2000年)

Table 1. The yield of line/variety of common bean in 2000

Line/Variety	Spring Crop		Fall Crop		Average	
	Yield (kg/0.1 ha)	Index (%)	Yield (kg/0.1 ha)	Index (%)	Yield (kg/0.1 ha)	Index (%)
KNY#4	2012	87.7	2076	96.8	2044.0	92.1
KNY#5	2045	89.1	1895	88.4	1970.0	88.8
KNY#6	1860	81.0	1864	86.9	1862.0	83.9
KNY#7	1712	74.6	1873	87.4	1792.5	80.8
KNY#8	1842	80.3	1875	87.5	1858.5	83.7
KNY#9	1920	83.7	1802	84.0	1861.0	83.8
KNY#917	2231	97.2	2311	107.8	2271.0	102.3
KNY#916	2423	105.6	2402	112.0	2412.5	108.7
KNY#918	2407	104.9	2294	107.0	2350.5	105.9
KNY#14	2314	100.8	2257	105.3	2285.5	103.0
KNY#15	2357	102.7	2142	99.9	2249.5	101.4
KNY#16	2212	96.4	2370	110.5	2291.0	103.2
83-RR-09	1998	87.1	1752	81.7	1875.0	84.5
83-RR-12	2041	88.9	1774	82.7	1907.5	85.9
Pingtung Big Pod	2295	100.0	2144	100.0	2219.5	100.0
LSD 5% ¹	121.7		125.4		124.5	

¹ Means separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leq 0.05$.

Sowing date: March 5 for spring crop; September 6 for Fall crop.

表二、菜豆品種(系)開花習性及植株生長勢(2000年)

Table 2. Characteristics of flowering and growth common bean line/variety in 2000

Line/Variety	First flowering (d)	First harvesting (d)	Nod of first inflorescence	Height of first inflorescence (cm)	No. of flowers per inflorescence	No. of pods per inflorescence	Vigor	Vine habit
	Spring Crop							
KNY#916	53.3	67.5	9.6	56.7	6.0	2.9	Strong	Infinite
KNY#917	56.0	71.5	10.6	55.6	6.0	2.0	Strong	Infinite
Pingtung Big Pod	60.0	75.5	10.2	56.8	5.0	2.1	Weak	Infinite
LSD 5% ¹	3.24	2.24	0.56	ns	ns	0.34		
Fall Crop								
KNY#916	50.2	65.0	10.0	58.7	5.0	2.7	Strong	Infinite
KNY#917	52.0	68.5	12.0	63.2	4.8	2.4	Strong	Infinite
Pingtung Big Pod	64.0	78.0	12.2	66.2	5.3	2.5	Weak	Infinite
LSD 5%	3.75	3.20	0.92	2.92	1.72	0.31		

¹ Means separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leq 0.05$.

3.嫩莢性狀：

由表三可知三個品種(系)之莢長無論春作或秋作差異均不顯著。KNY#916之莢寬於春秋作分別為1.03 cm及1.08 cm，KNY#917分別為1.17 cm及1.16 cm，兩品系間差異不顯著。‘屏東大莢’春秋作分別為1.21 cm及1.24 cm皆大於兩個新品系，且呈顯著差異。三個品種(系)之莢厚介於0.87~0.94 cm，品種(系)間差異不顯著。KNY#916之莢寬厚比(寬/厚)在春作為1.16、秋作為1.15，莢呈圓莢形；KNY#917春秋作分別為1.24及1.23，‘屏東大莢’則為1.39及1.32，莢型均呈扁圓莢形。三個品種(系)之莢形顯著不同，KNY#916豆莢外觀上呈扁圓，為臺灣Kentucky wonder品系所未有者。單莢重無論春、秋作三個品種(系)間差異均不顯著。莢色KNY#916呈濃綠色，KNY#917及屏東大莢呈綠色。KNY#916KNY#917均無背縫絲，為無筋絲品系，而‘屏東大莢’背縫絲甚為明顯。

表三、菜豆品種(系)嫩莢性狀(2000年)

Table 3. Characteristics of tender pods of common bean line/variety in 2000

Line/Variety	Pod length	Pod width	Pod thickness	Pod weight	Pod color	Shape	String of pod
	(cm)	(cm)	(cm)	(g)			
			Spring				
KNY#916	21.2	1.03	0.89	16.4	Light green	Distortion round	No
KNY#917	21.5	1.17	0.94	16.7	Dark green	Distortion round	No
Pingtung Big Pod	21.0	1.21	0.87	17.8	Dark green	Curving round	Yes
LSD 5% ¹	ns	0.08	ns	ns			
			Fall				
KNY#916	21.8	1.08	0.94	1.25	Light green	Straight round	No
KNY#917	21.7	1.16	0.94	1.23	Dark green	Straight round	No
Pingtung Big Pod	20.5	1.24	0.91	1.32	Dark green	Curving round	Yes
LSD 5%	ns	0.09	ns				

¹ Means separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leq 0.05$.

三、新品系區域試驗

1.嫩莢產量及其穩定性分析

2003及2004年春秋作分別合併計算分析之結果，在四個試驗地點，均以KNY#916之產量最高，其平均產量較‘屏東大莢’春作增產8.3%，秋作增產8.4%，可知選育之新品系KNY#916於各試驗點產量表現均優於對照品種‘屏東大莢’及另一選育之新品系KNY#917(表四)。

進行產量穩定性分析以評估新品種於不同環境下之產量表現，Verma and Chahal (1978)⁽¹³⁾建議當所有或大部分參試品系之迴歸係數顯著存在時，迴歸係數可用以評估各基因型對環境的適應能力。當 $b=0$ 時表基因具有高穩定性；當 $b=1$ 時表基因具有平均穩定性，為符合一般農業要求之穩定性品種，即在環境條件有利下表現較佳，但在不利條件下也不

會太差； $0 < b < 1$ 時為理想的基因型，即符合生物觀點之穩定性。此類品種在環境條件有利下也不會表現太傑出，但在不利條件下也有相當之忍受力，其產量對環境呈鈍感； $b > 1$ 時為不穩定可塑性品種，這類品種對環境表現敏感，當環境改善時，可有最大之產量，但環境不良時表現極差。由於育種上著重於生產力穩定性，因而實際上尚需配合品種之平均表現值，來選拔穩定性高且表現良好的品種^(2,3,4)。

表四、菜豆品系(種)於 2003 及 2004 年春秋作區域試驗之產量

Table 4. Yield of common bean line/variety in the regional trails in 2003 and 2004

Line/Variety	Dacun	Hemei	Puli	Puyen	Average	Index (%)
Spring crop yield (kg/0.1 ha)						
KNY#916	2499a ¹	2533a	2540a	2543a	2528.8	108.3
KNY#917	2463a	2433b	2492a	2383b	2442.8	104.7
Pingtung Big Pod	2294b	2357c	2337b	2348b	2334.0	100.0
Fall crop yield (kg/0.1 ha)						
KNY#916	2531a	2516a	2512a	2555a	2528.5	108.4
KNY#917	2480a	2418b	2480b	2457b	2458.8	105.4
Pingtung Big Pod	2317 b	2296c	2381c	2335c	2332.3	100.0

¹ Means separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leq 0.05$.

由表五可知，於四個試驗點、兩年兩期作參試品種(系)間之產量呈極顯著差異。選拔出之新品系KNY#916其直線迴歸之穩定性係數為0.605、迴歸分佈之F值0.420，b值不顯著故對環境呈鈍感，而離迴歸僅161.45，顯見其於四個試驗點及兩個年度共四個期作中表現出相對的穩定性。KNY#917直線迴歸穩定係數為1.232、迴歸分佈之F值2.857，b值極顯著，其對環境敏感，且離迴歸達1099.41，顯見其對四個試驗點及兩個年度共四個期作之產量表現不穩定。而屏東大莢直線迴歸穩定性係數為1.163、迴歸分佈之F值2.026，b值不顯著，且離迴歸為779.70，其對環境呈鈍感。

表五、菜豆新品系(種)嫩莢產量穩定性分析

Table 5. Yield stability analysis on new line/variety of common bean

Line/Variety	Average yield (kg/0.1 ha)	Stability coefficient	Distribution of regression	F value of regression distribution
KNY#916	2532.55a ¹	0.605±0.163	161.45	0.420
KNY#917	2441.67b	1.232±0.426** ²	1099.41	2.857
Pingtung Big Pod	2315.59c	1.163±0.359	779.70	2.026

¹ Means separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leq 0.05$.

²** Means significant at $P \leq 0.01$.

四、採種試驗

由表六中可知，KNY#916始花節位較低為第8.7節，‘屏東大莢’使花節位為13.2，兩品系(種)間呈顯著差異。開花授粉後至種子成熟時間均為55日。全生育日數KNY#916為132日，‘屏東大莢’為135日，兩品系(種)間差異不顯著性。種子百粒重KNY#916為36.5 g，‘屏東大莢’為43.7 g且兩者間呈顯著差異。估算每0.1 ha種子產量KNY#916約133 kg，‘屏東大莢’則為108.6 kg。種皮顏色KNY#916為白色，而‘屏東大莢’種子為褐色。

表六、菜豆新品系(種)採種調查

Table 6. Investigation on seed production of common bean new line

Line/Variety	Nod of first inflorescence	Flower color	Days from pollination to seed harvest (day)	Days from sawing to seed harvest (day)	Seed weight (g/100 seed)	Seed yield (kg/0.1ha)	Seed color
KNY#916	8.7b ¹	white	55.2a	132a	36.5a	132.5a	white
Pingtung Big Pod	13.2a	white	55.5a	135a	43.7b	108.6b	brown

¹ Means separation within columns by t-test at $P \leq 0.05$.

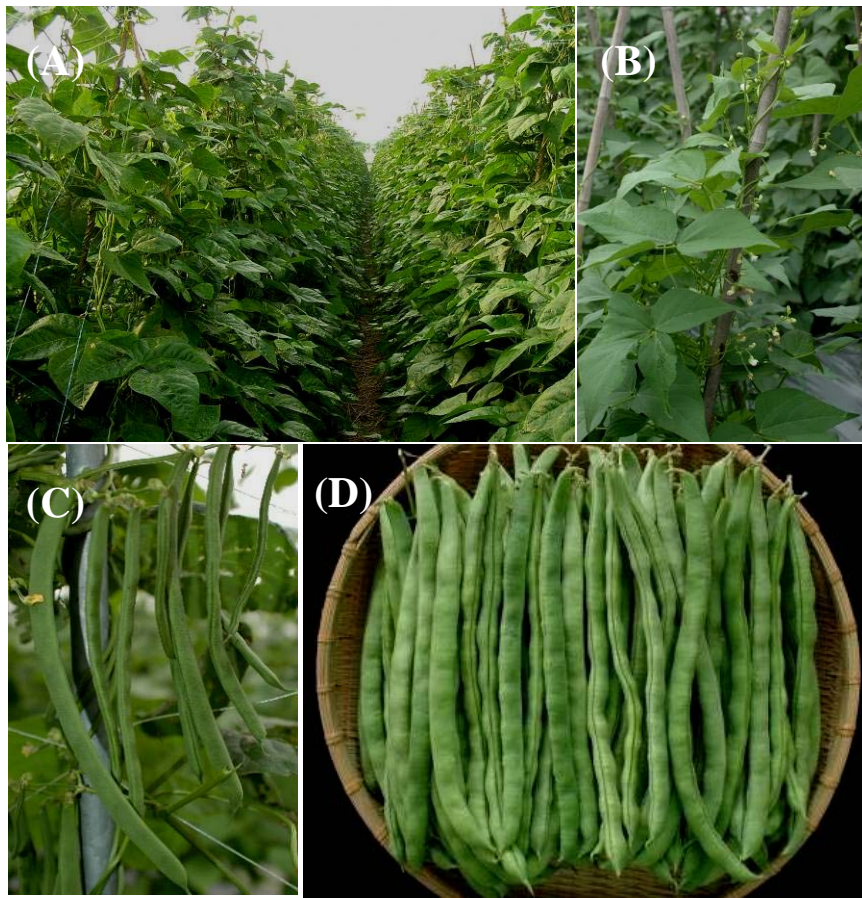
討 論

引種是提供新品種給栽培者最迅速的方法，引進之品種可藉由分離、選拔及純化、馴化等育種程序，迅速選育出適合當地栽培及市場需求之固定品種。菜豆為自交作物，可經由引種、再由簡單之純系選拔獲得優良之新品種，而菜豆選拔的目標包括產量、莢形、無筋絲等(1)。

菜豆豆莢形狀可分為圓形、卵圓形、橢圓形、扁平形等，莢形很容易變異而造成品種退化或變種，其中以圓形者較不穩定。豆莢長度為較穩定之性狀，故亦為重要之選拔指標^(5,12)。此外，菜豆豆莢無筋絲之性狀為一隱性突變基因，其表現相對於豌豆無筋絲性狀較為穩定表現，不易受溫度之影響，但其有筋絲之性狀會隨豆莢之成熟而顯現⁽¹⁰⁾，因此只要在豆莢適度之成熟期予以選拔，將可獲得穩定之遺傳性狀。

新品系KNY#916在品系比較試驗、區域試驗及採種試驗其性狀及產量表現皆較對照品種‘屏東大莢’佳，且亦具穩定性與一致性，因此命名為‘臺中5號’。‘臺中5號’株型屬無限生長型蔓性，生長勢強；葉為三出複葉，頂小葉三角形，葉形寬大，葉色濃綠；花白色，開花習性由下往上分布全株，花序長，每花序約著生6朵花、4個果莢；嫩莢無筋絲，莢型圓長，為Kentucky wonder中扁圓莢型，莢表面光滑(圖一)。

菜豆的產量是由許多因素所構成，由植株營養生長及生殖生長構造的分布來決定，即豆莢產量是由生育時間及結莢節位所決定^(5,6,8,9,10)，由表二得知‘臺中5號’具有較低之結莢節位及早花之特性，因此亦具有較高之產量。



圖一、菜豆‘臺中 5 號’田間生長情形(A)、開花情形(B)、結莢(C)及豆莢外觀(D)。

Fig. 1. Plant growth (A), flowering (B), podding (C), and pod (D) of common bean 'Taichung No. 5'.

參考文獻

1. 古錦文 1998 抗銹病扁莢菜豆新品系選育 臺中區農業改良場研究彙報 60: 29~36。
2. 呂秀英 1988 穩定性分析 科學農業 36: 333~339。
3. 呂秀英 2002 作物穩定性可以遺傳? 科學農業 50: 372~376。
4. 呂秀英 2004 直線迴歸穩定性分析之綜論 科學農業 52: 260~268。
5. 郭孚耀 2007 無筋絲菜豆臺中3號之育成 臺中區農業改良場研究彙報 97: 39~50。
6. 鍾維榮 1989 矮性菜豆開花與結莢習性探討 臺中區農業改良場研究彙報 23: 53~60。
7. 鍾維榮、余浩然 1990 矮性菜豆豆莢生長分析 臺中區農業改良場研究彙報 27: 63~71。
8. De Moura, R. L. and K. W. Foster. 1986. Effects of cultivar and flower removal treatments on the temporal distribution of reproductive structures in bean. Crop Sci. 26: 362-367.

9. Doust, J. L. and G. W. Baton. 1982. Demographic aspects of flower and fruit production in bean plants, *Phaseolus vulgaris* L. Arnei-. J. Bot. 69(7): 1156-1164.
10. Drijfhout, E. 1970. Influence of temperature on string formation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica 19: 145-151.
11. Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1996. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
12. Hansen, W. R. and R. Shibles. 1978. Seasonal log of the flowering and podding activity of field -grown soybean. Agro. J. 70: 47-50.
13. Verma, M. M. and G. S. Chahal. 1978. Limitations of conventional regression analysis. A proposed modification. Theor. Appl. Genet. 53: 89-91.

Breeding of Common Bean 'Taichung No. 5'¹

Wei-Ling Chen and Fu-Yao Kuo²

ABSTRACT

The origin of common bean new variety 'Taichung No. 5' is line PI1924-S-5 which was introduced from United States Department of Agriculture in 1992 by Taichung Agricultural Research and Extension Station. The horticultural characteristics of PI1924-S-5 were segregating. There were variations on pod shape. Therefore, pure line selection was used as the breeding method. 'Taichung No. 5' was developed after five generations of pure line selection, comparison tests, and regional trails. 'Taichung No. 5' is of indeterminate type, early middle maturity, good podding performance, and high yield. The first day of flowering and harvesting days were 50 and 60 days after sowing. Its straight and round pod was stringless with light green color and smooth surface. The pod flesh was fine, sweet and juicy. 'Taichung No. 5' could be a new choice for current common bean cultivation, and is expected to increase the income of farmers.

Key words: common bean, pure line selection, regional trail, stringless.

¹ Contribution No. 0752 from Taichung DARES, COA.

² Assistant and Ex-associate Horticulturists of Taichung DARES, COA.