

無縫絲抗銹病菜豆新品系之育成¹

古錦文²

摘 要

本研究之目的為選育無縫絲豆莢性狀及具抗銹病之菜豆品種，以減少藥劑防治次數，提高本省菜豆品質。於1990年進行無縫絲豆莢與抗銹病親本之篩選。1991年春作行雜交，以抗銹病栽培品種台中一號為雌親，抗銹病國外品種Fortex為雄親。經進行後裔分離選拔及品系試驗。初步結果顯示新參試品系之抗銹病性反應皆介於極抗至中抗之間，各品系都具低結莢節位、豆莢具無縫絲、口感良好，其中以83-10及83-11兩品系產量最高，比對照品種台中一號增產30%，比灰仁增產23%，將可作進一步試驗之材料。

關鍵字：菜豆、無縫絲、銹病、抗病性、育種。

前 言

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)為世界性重要蔬菜，在於1981~1986年間全省栽培面積都在5000 ha之間⁽⁷⁾，而1989年之後栽培面積已大幅滑落，到了1993年僅有2,068 ha⁽⁸⁾，一般業者以為本省工資急速上漲及服務業及工業界需求人力殷切為其栽培面積迅速遞減主因，惟番茄或毛豆等作物亦是勞力密集作物卻未見有大量減少栽培面積之現象發生，但筆者以為國內菜豆品種若能改善其品質同時減少纖維成分，增加蛋白質、脂肪等含量，對口感之改善，市場之開拓必有助益。國內優良品質之品種如藍湖等，雖有無縫絲(stringless)等優良性狀，惟嫩莢太短，不符市場鮮食品質，係加工用品種。根據調查目前栽培鮮食品種，皆具背、腹縫絲粗糙之性狀，於採收後嫩莢纖維迅速老化，而影響儲藏後之品質，尤其農友酷愛高產量之品種，對於以生產嫩莢為目的之菜豆，僅要求其外觀性狀，忽視消費者最重視之口感，應為栽培需求量減少，以至影響栽培面積之主要誘因。

菜豆銹病(*Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint.)，在本省菜豆栽培區，發生頗為普遍^(1,2,3)，尤其南部產區的秋作、中部的春作及山區夏作，罹病程度嚴重，使用藥劑防治次數頗多，間接影響消費者購買意願，亦為菜豆栽培面積減少原因之一。台中區農業改良場於1977年提出抗銹病品種「台中一號」⁽⁴⁾，利用幼苗期檢定得知具有抗TW-2、TW-4兩個生理小種之抗銹病性反應⁽²⁾，於秋作田間栽培則對菜豆銹病有極抗等級反應，於春作表現出抗至中抗程度之抗銹病反應，可以減少施用藥劑防治次數，而且嫩莢品質優良、外型美觀，惟其生育日數比商業品種多出一週以上，耐旱性較低，為其推廣之阻力。鑑於消費需求品質之提高，育種人員如何育成更適合栽培者與消費者雙方皆可接受之品種實有待重視。

¹ 台中區農業改良場研究報告第 0361 號。

² 台中區農業改良場助理研究員。

本試驗之目的即在敘述利用兩抗銹病品種，雄親並具有無縫絲特性⁽⁹⁾，以之雜交使增進其抗銹病性，同時選拔具有無縫絲、生育日數短、降低植株結莢高度，達成改良菜豆植株特性及其嫩莢品質之成果，以供菜豆相關研究或栽培人員之參考。

材料及方法

無縫絲抗銹病親本之篩選

- 一、材料：於1989年由美國引入PIa311634, PIa190078, PIa1924-s-5, Burpees, Fortex等各10粒，亞蔬中心引入Witsa 50粒，予以種子量增殖，及本省蔓性加工用栽培品種Blue Lake等品種為供試材料，並以本地栽培品種灰仁、台中一號為對照品種。
- 二、方法：於1990年2月16日將供試品種種植於彰化縣大村鄉台中區農業改良場試驗圃中栽培，進行田間銹病罹病反應檢定及植株結莢性狀、豆莢縫絲性狀檢定。試區採用順序排列，二重複，行長2 m，畦寬1.5 m，行株距70×45 cm，每穴種植4株，試區周圍種植本地極感銹病栽培品種-肯德基王做為田間銹病自然接種源。

雜交育種

- 一、材料：以抗銹病栽培品種台中一號為母本，以美國引入具無縫絲又抗銹病之Fortex為父本。
- 二、方法：依雜交育種法⁽⁴⁾，以上述兩品種於1991年春作進行雜交，於F₂世代起行譜系法進行分離選拔。行株距以70×45 cm，種植時以栽培品種台中一號及灰仁為對照，生育期中淘汰目測不佳及感染銹病以外病害之植株，選拔具有低結莢節位、嫩莢長、抗銹病、一花序結莢數達3莢以上，生長勢優良等性狀之單株。F₂入選之每單株在F₃為一系統，每一系統各種一行，每行種40株，單株植、行株距同F₂。生育期中淘汰不良系統，再於優良系統中，選拔接近育種目標之優良單株。F₄、F₅世代與F₃世代同法進行。
- 三、地點：彰化縣大村鄉本場。

品系試驗

- 一、供試材料：由(台中一號×Fortex)F₆之83-05等6個優良品系參試，並以栽培品種台中一號及灰仁為對照品種。
- 二、方法：田間設計採用逢機區集排列，四重複，二行區，行長10 m，行株距70×45 cm，每穴留4株⁽¹⁾，生育期間不施用任何殺菌劑。試區周圍種植銹病感病品種肯德基王，以供病原菌繁殖感染，田間管理按本省農民慣行方法。
- 三、試驗地點：彰化縣大村鄉本場
- 四、調查項目：植株結莢節位、結莢高度、嫩莢始收日期、嫩莢終收日期、嫩莢長度、寬度、厚度、10莢重、花色、莢色、有無豆莢縫絲、銹病抗性反應等。

抗銹病性反應田間檢定

葉片罹病面積率以Atkins氏之菜豆銹病病斑估計標準(Bean rust assessment key)。將病斑在葉面積上所佔面積之百分率分成如下等級：

- 1.極抗(HR)：病斑佔葉面積0~2.25%
- 2.抗(R)：病斑佔葉面積2.26~7.5%
- 3.中抗(MR)：病斑佔葉面積7.6~15%

- 4.中感(MS)：病斑佔葉面積15.1~30%
- 5.感(S)：病斑佔葉面積30.1~60%
- 6.極感(HS)：病斑佔葉面積60%以上或黃化落葉。

$$\text{罹病率(\%)} = \frac{\sum (1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4 + 5 \times n_5 + 6 \times n_6)}{6 \times 100}$$

n_1 、 n_2 、 n_3 、 n_4 、 n_5 、 n_6 分別代表調查罹病等級之葉數。

結 果

親本篩選

1990年2月16日將來自美國之PIa311634, PIa190078, PIa1924-s-5, Burpees, Fortex, U.S. #3, Early Gallatin, Redlands Pioneer及本省南部栽培之蔓性加工品種Blue Lake, 亞洲蔬菜中心提供之Witsa等10個品種，以本省鮮食用栽培品種台中一號、灰仁為對照品種，種植於本場試驗田，進行引種觀察。觀察結果PIa311634, PIa1990078, PIa1924-s-5, Burpees, Fortex俱對銹病呈極抗(HR)反應，其中Fortex同時具有長嫩莢(23 cm)，低結莢節位(11 cm)，無縫絲等三種優良性狀。而結莢數少(2~3莢)、幼株期不易攀緣上株架(Type III)為其缺點。正適合將其優良性狀導入栽培品種中，為目前提供改良本省菜豆品種之優良親本。

育種經過

為改良本省菜豆品質及增進抗銹病性，於1991年春，選擇具有抗本省兩個銹病生理小種(TW2, TW4)之栽培品種台中一號為雌親及抗銹病並具無縫絲、長嫩莢、低結莢位之蔓性菜豆Fortex(表一)為雄親，舉行雜交。得21粒種子，於1991年秋播於本場試驗田， F_1 皆具有抗銹病性、長嫩莢、低結莢位之特性，但不具有無縫絲之特性，於1992年春 F_2 選拔中，才獲得89株無縫絲，並具有抗銹病及低結莢節位特性之單株，顯示無縫絲之性狀係由隱性遺傳基因控制。同時亦發現部份單株雖然嫩莢具有縫絲，但其莢形較為挺直，頗適合本省消費者之偏好。

後裔中同時進行了有縫絲與無筋絲嫩莢雙向選拔。由於親本台中一號嫩莢具淺綠粉白色，Fortex嫩莢為綠色，後裔中因此分離出淡綠粉白色，綠色，濃綠色莢等不同深淺色澤之嫩莢。具淡綠粉白色嫩莢者，一般每花序結莢數較多，其中可選拔每花序6~7莢之優良單株，具濃綠色嫩莢者，僅能選拔每花序結果2~4莢之單株。歷經 F_3 ， F_4 世代之選拔，本試驗於 F_5 世代後才於外表性狀臻於齊一，因此 F_6 世代始行品系比較試驗。由於人力不足，先行將嫩莢具淡綠粉白色及無縫絲性狀之優良系統，優先列入品系比較試驗中參試，由於雌親親本皆具優良抗銹病性反應，故選拔之後裔多數亦具有高度抗銹病性反應，茲將育種經過列表說明如表二。

新品系比較試驗於1994年春作進行，由於菜豆銹病與菜豆生育適溫近似都接近20~25℃，藉著春天冷涼及潮濕天候下，讓田間自然發病，但不接種菜豆銹病病原菌，亦不噴灑殺菌劑。播種後30、50、70天各調查一次葉片罹病面積率，調查結果顯示播種後30天參試各品系都沒有出現病斑，50天時僅對照品種灰仁植株下葉發生輕度病徵，70天時，各參試品系皆具有輕度病斑發生，葉面罹病面積率介於0~15%。新品系中以83-10品系罹病面積率

發生7.5%最多，對照品種灰仁之罹病面積率最高為15%，顯示新品系在本年春作抗銹病反應介於中抗-極抗程度，表現良好(表三)。

新品系產量比較試驗春作於1994年2月17日播種，因5月3日彰化地區豪雨成災，試區淹水二日，試驗田地勢太低，積水無法排出，成果付之一炬，許多品系因此喪失，無法於下期參試。秋作於1994年9月7日播種，早生品種於11月4日開始收穫。經小區調查，換算為10 a單位面積產量，各參試品系嫩莢產量介於1,813.7~2,615.7 kg，以83-10品系，產量最高達2,615.6 kg/10a比對照品種灰仁增產23.1%，比台中一號增產29.9%，具獲得提高產量之育種目標(表四)。

表一、供試品種在田間對銹病之抗性反應及植株重要性狀

Table 1. Resistance of the common bean lines to *Uromyces phaseoli* under field condition and horticultural characteristics

Entries	Plant type	Rust reaction grade	String yes/no	Height of the first pod node cm	Pod length cm
PIa311634	IV	HR	No	13.2	16.3
PIa190078	IV	HR	No	10.5	16.5
PIa1924-s-5	IV	HR	Yes	10.0	23.0
Burpees	II	HR	No	8.0	19.0
Fortex	III	HR	No	11.0	23.0
Blue Lake	IV	HS	No	20.0	14.0
U.S.#3	IV	HS	No	25.0	14.0
Early Gallatin	IV	HS	No	10.0	10.0
Redlands Pioneer	IV	HS	No	13.0	16.0
Witsa	IV	MS	No	20.0	19.0
Taichung#1 (Control 1)	IV	HS	Yes	46.4	17.0
Gray seed (Control 2)	IV	MS	Yes	10.0	16.0

HR: Highly resistant, HS: Highly susceptible, R: Resistant, MS: Middle susceptible.

表二、菜豆新品系育種經過

Table 2. Procedure of selecting new breeding lines of common bean

Year	Season	Generation	Remarks	No. of lines or plants	No. of lines or plants selected
1991	Spring	Making cross	(♀)TC#1×(♂)Fortex		
1991	Autumn	F ₁	-	21	-
1992	Spring	F ₂	Stringless and rust-resistant Single plants selection	750	89
1992	Autumn	F ₃	Stringless and rust-resistant Single plants selection	89	51
1993	Spring	F ₄	Single plants and lines Selection	51	46
1993	Autumn	F ₅	Selection from F ₄ lines	46	37
1994	Spring	F ₆	Line evaluations	19	
1994	Autumn	F ₇	Line evaluations	7	

表三、菜豆新品系之銹病罹病率(%)

Table 3. Rust disease index of new bean breeding lines (Spring 1994)

Lines	Days after sowing		
	30	50	70
1. 83-05	0	0	2.25
2. 83-06	0	0	2.00
3. 83-10	0	0	7.50
4. 83-11	0	0	2.50
5. 83-15	0	0	1.50
6. 83-19	0	0	6.00
7. Taichung#1 (Control 1)	0	0	2.00
8. Gray seed (Control 2)	0	2	15.00

表四、菜豆新品系之嫩莢產量(1994 秋作)

Table 4. Pod yield of new bean breeding lines (Autumn 1994)

Lines	Pod yield	Index
	kg/10a	%
1. 83-05	1,813c ¹	85.4
2. 83-06	1,786c	89.1
3. 83-10	2,615a	123.1
4. 83-11	2,612a	123.0
5. 83-15	2,542a	119.7
6. 83-19	2,331ab	109.8
7. Taichung#1 (Control 1)	2,011b	94.7
8. Gray seed (Control 2)	2,124b	100.0

¹ Means followed by same letter are not significantly different at the 5% level, Duncan's multiple range test.

本試驗於1994年9月7日種植，11月4日開始採收嫩莢，至12月7日終止收穫，收穫天數約30天，各品系之始收日數介於60~64天之間，其中83-06，83-11，83-15始收日數為60天，比對照品種台中一號提早6天，植株第一節結莢節位介於4~8節之間，新品系83-11之第一結莢節位最低為4節，比對照品種減低6節，第一位結莢節位距地面高度也比對照品種台中一號減少2 cm。嫩莢長度介於16.6~24.3 cm，其83-11品系最長達24.3 cm，比對照品種台中一號之嫩莢長度16.6 cm增加7.7 cm，增長46.3%，新品系83-10, 83-11, 83-15皆具無縫絲之性狀(表五)。

表五、菜豆新品系之主要園藝性狀

Table 5. Main horticultural characteristics of new bean breeding lines

Lines	Days to maturity	Node number of first pod	Height of first -pod node (cm)	Pod length (cm)	Height /width (cm/cm)	String (yes/no)	Weight g/pod	Pod color
1. 83-05	62	6	10	17.9	0.84/0.87	Yes	10.0	Dark green
2. 83-06	60	7	20	16.8	0.83/0.81	Yes	8.5	Dark green
3. 83-10	62	5	20	19.7	0.75/0.78	No	11.7	Light green
4. 83-11	60	4	15	24.3	0.82/0.95	No	16.7	Light green
5. 83-15	60	7	23	17.9	0.87/1.07	No	13.9	Light green
6. 83-19	64	8	20	18.8	0.87/0.82	Yes	10.5	Light green
7. Taichung#1 (Control 1)	66	10	17	16.6	0.81/0.74	Yes	6.7	Light green
8. Gray seed (Control 2)	56	5	8	14.5	0.84/0.76	Yes	8.2	Light green

Sowing date: Sept. 7, 1994.

討 論

寄主抗病性的利用，已被吾人廣泛使用，實為作物栽培最經濟，有效的防治方法，但其潛存的困難為生理小種之不斷分化，常使育種工作成果不易維持^(4,16)，不過在抗菜豆銹病育種上，由Stavelly和Pastor-corrales的報告已指出⁽¹⁵⁾，多數單一基因或連鎖的基因座可以有效的對抗許多生理小種，而導入已知抗銹病基因疊積於同一品種上^(11,13,14)，可以維持長久而廣泛的抗銹病性，亦即以結合許多獨立的抗病性基因，以抵抗每一個可用的生理小種是穩定銹病抗病性的必要方法^(10,12,13)。本試驗即將兩個抗銹病親本進行雜交，亦期獲得如是結果。由實務上得知在對大多數生理小種皆具免疫或極抗之品種，其組織粗糙、口感不佳，因此於組合抗銹病基因於同一鮮食菜豆品種上時，必需注意其食用性。而早生、豐產之品種常是栽培者之最愛。

菜豆豆莢無縫絲的性狀，Currence早在1930年即已進行遺傳研究，已知係由一對隱性基因所控制，而Drijthout指出菜豆豆莢無縫絲性狀與溫度的變化有關，變化的程度在品種間表現並不一致⁽⁹⁾，本試驗所選拔之參試後裔中83-05、83-06即屬不穩定品系，其餘參試品系則表現甚為穩定，惟對此優良性狀之維持，育種者必須常予注意。本試驗結合兩親本之抗銹病性，及優良園藝性狀於新品系中，由表三、表四得知新品系於植株抗銹病性上呈「抗-極抗」反應，於豆莢上具有無縫絲性狀⁽⁶⁾，其口感特佳，也具有低結莢節位、早生等多種優良性狀，在本省菜豆品種改良上再跨出一步。

誌 謝

本試驗承蒙行政院農委會1990~1994年經費補助，蒙張武男教授斧正，同仁協力參與，謹此致謝。

參考文獻

1. 古錦文 1989 抗銹病菜豆新品種台中一號之育成 台中區農業改良場研究彙報 22: 13~25。
2. 古錦文 1992 台灣菜豆銹病菌病原性的分化與菜豆之抗銹病反應(一) 台中區農業改良研究彙報 34: 35~43。
3. 葉忠川 1983 菜豆抗銹病篩選及銹病菌之生理小種 中華農業研究 32(3): 359~369。
4. 盧守耕 1961 現代作物育種學 國立台灣大學農學院。
5. 劉政道 郭俊毅 1984 豆類育種程序及實施方法 p.73 臺灣省政府農林廳編印。
6. 郭俊毅 1994 豌豆無筋絲新品系特性之探討(1)冬天氣溫對豆莢無筋絲表現之影響 台中區農業改良場研究彙報 44: 45~52。
7. 臺灣省政府農林廳 1993 台灣農業年報 p.92。
8. 臺灣省政府農林廳 1983 台灣農業年報 p.98。
9. Drijthout, E. 1970. Influence of temperature on string formation of beans (*Phaseolus vulgaris*) Euphytica 19: 145-151.
10. Ramos N. F. T. 1981. Inheritance of three different reaction patterns to bean rust. M. S. thesis. Universidad National, Bogota, Colombia. pp.54.
11. Stavely, J. R. and J. Steinke. 1985. BARC-Rust Resistant-2, -3, -4 and -5 snap bean germplasm Hortscience 20(4): 779-780.
12. Stavely, J. R. and K. F. Grafton. 1985. Genetics of resistance to eight races of *Uromyces appendiculatus* in *Phaseolus vulgaris* cultivar Mexico 235. Phytopathology 75: 1310.
13. Stavely, J. R. 1987. Rust resistance in beans Ann. Rep. Bean Improvement Cooperative. 30: 64-65
14. Stavely, J. R., J. R. Steadman, D. P. Coyne and D. T. Lindgren. 1989. Belneb- Rust Resistant-1 and -2 Great Northern dry bean germplasm. Hortscience 24(2): 400-401.
15. Stavely, J. R. and M. A. Pastor-Corrales. 1989. Bean rust p.159-194. In: Schwartz H. F. and M. A. Pastor-Corrales (eds.) Bean production problems in the tropics. 2nd Ed. CIAT, Cali, Colombia.
16. Zaumeyer, W. J. and L. L. Harter. 1941. Inheritance of resistance to six physiological races of bean rust. Plant Disease Reporter 44: 459-462.

Development of Rust Resistant and Stringless Bean Lines¹

Jim-Wen Guu²

ABSTRACT

The objective of this study is to breed both of rust-resistant and stringless varieties for improving bean production in Taiwan. The experiment was initiated in 1990 of screening lines possessing both rust-resistant and stringless lines as parent. Hybridization between Taichung#1 (female parent) and Fortex (male parent) was made in the fall of 1991. The progenies were subjected for line selection and yield trials. The results showed that the lines, 83-10 and 83-11 are highly rust-resistant and stringless in pod. As well as high yield, long pod and low first-podded node.

Key words: snap bean, stringless, breeding, rust resistant.

¹ Contribution No. 0361 from Taichung DAIS.

² Assistant Horticulturist of Taichung DAIS.