

菜豆抗銹病品種改良之研究

(一)菜豆抗銹病新品系育成經過¹

郭俊毅 古錦文²

摘 要

本研究之目的為選育能抵抗銹病之菜豆品種，以期有助於本省菜豆栽培之穩定性。於1977年進行抗銹病親本之篩選；1978年秋起以「黑仁衣笠」為輪迴親，「15R-55-BK」為非輪迴親，進行2~3次回交，並經後代分離選拔及品系試驗，初步結果以72-T-11及72-T-12兩品系較為優良，兩者對銹病均有高程度之抵抗性，前者尚有豐產、結莢節位低，後者則有莢長、莢形優美等特性，將可作進一步試驗之材料。

前 言

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)俗名四季豆、敏豆，其嫩莢除供鮮食外，亦可供可工製罐和冷凍外銷，為本省重要豆類蔬菜之一。民國七十一年臺灣地區栽培面積為5,188公頃，多集中在中南部地區⁽²⁾。

銹病(rust)為菜豆重要病害之一，本省一年四季均會發生，尤其春季特別猖獗。本病主要發生在葉部，但葉柄及豆莢亦可被感染。被害嚴重時提早落葉，影響生育及產量至鉅⁽¹⁷⁾，有病斑之嫩莢則降低商品價值。本病係由植物銹菌目(Uredinales)中之*Uromyces phaseoli* (Reben) Wint var. typical Arth 所引起⁽¹⁰⁾。在美國已報告有35個生理小種(physiological race)^(6,7,9,11,12,13,15,19)，本省已發現有15個生理小種⁽¹⁾。目前本省所有栽培品種均極易感染，須靠藥劑加以防治，生產才能安定。但施用農藥不但有殘留毒性之慮，又增加生產成本，實非上策。雖然本病菌有許多生理小種，而且迄目前為止尚未有能抗所有生理小種之品種，但在世界各菜豆產區，仍普遍採用抗病品種，因為這是最經濟有效的防治方法。

根據諸多學者研究抗病性遺傳的結果，在多數場合下，抗病為單因子顯性，不抗為隱性，第二代成3:1的分離比^(4,5,8,14,16,18)。

本研究之目的在於育成能抗銹病之菜豆品種，以期有助於本省菜豆栽培之穩定性。

材料及方法

(一)抗銹病親本之篩選

1.材料：以1977年2月16日獲自亞蔬中心的14個來自波多黎各抗銹病品種(表一)為供試材料；並以兩個感病的本地品種黑仁衣笠及白仁衣笠做為對照。

¹臺中區農業改良場研究報告第0078號。

²分別臺中區農業改良場園藝股股長及助理。

2.方法：於1977年3月9日及1978年3月5日，分別將供試品種種植於臺中縣新社鄉銹病發生嚴重地方，進行田間自然發病檢定。試區採用順序排列，二重複，每一小區種植一品種，畦長2公尺，畦寬1.4公尺，行株距70×40公分，每穴留二株。試區周圍3~5公尺的範圍內種植當地感病品種黑仁衣笠做為保護行。田間管理則與當地農民慣行的方法相同。在生育期間，不施用任何殺菌劑。當黑仁衣笠感染病嚴重時，以目測估算方法記錄發病等級，調查基準區分如下：

- | | |
|------------|-------------|
| 0：免疫或過敏現象。 | 1：病斑稀少。 |
| 2：輕度感染。 | 3：中度感染。 |
| 4：嚴重感染。 | 5：極嚴重感染並落葉。 |
- 上述基準中，0~1類歸為抗病型，2~3為中間型，而4~5為感染型。

(二)回交育種：

1.材料：以黑仁衣笠為輪迴親(recurrent parent)，以具抗病性之15K-55-BK為貢獻親(donor parent)。

2.設計：按照同交育種法⁽³⁾以上述兩品種先於1978年秋作進行雜交。次年銹病檢定後與輪迴親回交。秋作期間，因發病較晚，來不及與輪迴親雜交，僅進行入選抗病單株之自交採種。如此回交2~3次，每回交後代均進行抗病檢定，以選拔抗病單株。其後行系統分離，每系統栽培40株，單株植，行株距70×40公分。生育期間調查分離情形及固定程度而慎重選拔。

3.銹病檢定：視回交後代材料之多寡，分別盆栽於臺中市本場內或栽培於臺中縣新社鄉銹病發生嚴重地方。於播種後20天左右傍晚時分，以採自田間之菜豆銹病孢子懸浮液(20,000個夏孢子/ml，並含0.01%之展著劑CS-7)，以背囊式噴霧器行噴霧接種，使其發病。如為盆栽場合，接種後移入噴霧室經24~48小時後再移出。接種後進行發病調查，直至感病對照種黑仁衣笠嚴重發病為止。

(三)品系試驗：

1.材料：包括1984年春作入選的72T-T-1等5個品系，以黑仁衣笠為對照品種。

2.方法：田間設計採用逢機區集排列，四重複。二行區，行長10公尺，行株距70×45公分，每穴留2株。試區周圍亦種植對照品種，以供病原菌繁殖及撒佈之用。

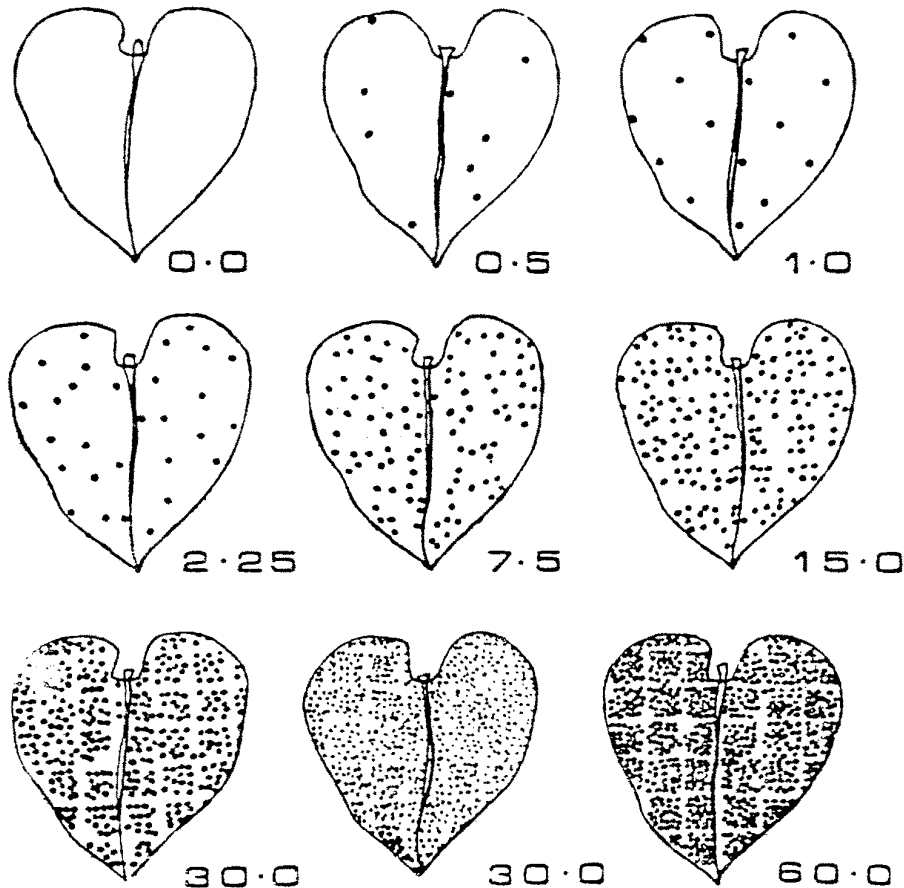
1984年8月14日播種於臺中縣新社鄉，播種後20天按上述方法接種病原菌一次。調查生育情形，嫩莢特性、產量及抗銹病性等。

銹病調查於播種後30、40及50天各行一次，共計三次，每次各小區隨機選取5株，每株調查最下面10片複葉，記錄其發病等級，再分別計算其罹病度。調查基準係參照Atkins氏之菜豆銹病病斑估計標準(bean rust assessment key)(圖一)⁽⁴⁾，將病斑在葉面上所佔面積之百分率，分成如下等級：

- 0：無病徵或過敏現象。
- 1：病斑佔葉面積0.~0.5%。
- 2：病斑佔葉面積0.6~2.25%。
- 3：病斑佔葉面積2.26~7.5%。
- 4：病斑佔葉面積7.6~15.0%。
- 5：病斑佔葉面積15.1~30%。
- 6：病斑佔葉面積30.1%以上。

$$\text{罹病率(\%)} = \frac{\Sigma(1 \times \eta_1 + 2 \times \eta_2 + 3 \times \eta_3 + 4 \times \eta_4 + 5 \times \eta_5 + 6 \times \eta_6)}{6 \times 50} \times 100$$

$\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4, \eta_5, \eta_6$ 分別代表該等級之葉數。



圖一、菜豆銹病病斑估計標準(%)
(根據 J. C. Atkins, 未發表)⁽⁴⁾

Fig. 1. Bean rust assessment key (%)
(after J. C. Atkins, unpubl.)⁽⁴⁾

結果與討論

(一)抗銹病親本之篩選：

綜合1977和1978兩年之試驗結果(表一)發現由亞蔬中心獲得之14個抗銹病品種，在本地區田間自然發病之情況下，大部份表現高程度抵抗性反應，其中除15R-87-BK及15R-180-BK為輕度感染，15R-42-1-BK、15R-57-BK、15R-189-1-BK、15R-194-2-BK及15R-148-BK等五品種之葉片上僅發現數有少病斑外，其餘品種均無病斑出現，顯示對銹病具有免疫性。反之，本省之主要栽培品種黑仁衣笠及白仁衣笠在生育初期即自下位葉開始發病，在進入採收初期，全株大部份葉片均已發病，顯示極易感染銹病。

來自波多黎各之品系均屬乾豆(dry bean)用品種，其豆莢短小，容易老化，纖維多，不適合本省生產嫩豆莢之用，但因其對銹病具有高程度的抵抗性，足以做為抗病育種之材料，以將其抗病因子轉移至推廣品種中。

表一、供試品種在田間對銹病之抗性反應(1977~1978)

Table 1. Reaction of the common bean lines to *Wromyces phaseoli* var. *typica* under field condition.

亞蔬編號 AVRDC acc. No.	品種名稱 Lines	發病等級* Grade	抗性反應** Reaction
365	15R-42-1-BK	1	R
366	15R-52-BK	0	R
367	15R-55-BK	0	R
368	15R-57-BK	1	R
369	15R-66-1-BK	0	R
370	15R-189-1-BK	1	R
371	15R-193-1-BK	0	R
372	15R-194-2-BK	1	R
373	15R-87-BK	2	
374	15R-148-BK	1	R
375	15R-167-4-BK	0	R
376	15R-180-BK	2	
377	15R-287-1-BK	0	R
378	15R-292-BK	0	R
	黑仁衣笠	4	
	Black Creasback		
	白仁衣笠	4	
	Whit Creasback		
* 0=免疫或過敏現象	Immune or hypersensitive		
1=病斑稀少	Trace infection		
2=輕度感染	Some infection		
3=中度感染	Moderate infection		
4=嚴重感染	Severe infection		
5=極嚴重感染及落葉	Very severe infection and defoliation		
**R=抗病	Resistant		

(二) 育種經過：

為改良菜豆抗銹病性，於1978年秋季，選用栽培面積最廣之蔓性嫩莢用品種黑仁衣笠為輪迴親，並以對銹病具有免疫性之矮性、硬莢種15K-55-BK為貢獻親，舉行原始雜交。其18株F₁雜種經銹病檢定結果，對本病均具有免疫性，顯示抗病性係屬顯性遺傳。其後每年春天進行回交授粉，因在自然環境下，春季銹病檢定較迅速，而秋季則因發病較晚，故不行回交授粉，僅使所選之抗病單株自交，然後採種。本試驗共舉行2~3次回交授粉，其後即以系統法處理回交後代。至(黑仁衣笠⁴×15R-55-BK) F₄及(黑仁衣笠⁵×15R-55-BK) F₅時，共選出15個系統，具有高程度之抗病性，而且植株性狀亦大部份與輪迴親「黑仁衣笠」相似，但其中亦有部份系統，具有結莢節位較低，嫩莢較長等優良特性，可供作品系試驗之材料。茲將育種經過列表說明如表二。

(三) 品系試驗

本試驗以1984年春作入選的五個新品系為材料，於1984年8月14日播種於臺中縣新社鄉。生育期間不施用任何殺菌劑。於播種後30、40及50天分別調查供試新品系之銹病罹病率

表二、菜豆抗銹病育種經過

Table 2. The development of rust-resistant breeding lines of common bean

年次 Year	期別 Crop	世 代* Generation	說 明 Remarks	田間系統數 No. of lines planted	選拔單株數 No. of plants selected	所得之雜種 種子數 No. of hybrid seeds made
1978	秋	A×B	原始系自交。			18
1979	春	A×ABF ₁	銹病檢定；18株異結合抗病單株 用於第一次回交。		18	124
1979	秋	A ² BF ₁	銹病檢定；選拔15株異結合抗病 單株並進行自交採種。		15	
1980	春	A×A ² BF ₂	銹病檢定；3株異結合抗病單株 用於第二次回交。	15	3	39
1980	秋	A ³ BF ₁	銹病檢定；選拔16株異結合抗病 單株並進行自交採種。		16	
1981	春	A×A ³ BF ₂	銹病檢定；6株異結合抗病單株 用於第三次回交。	16	6	47
1981	秋	A ⁴ BF ₁	銹病檢定；選拔15株異結合抗病 單株並進行自交採種。		15	
1982	春	A ⁴ BF ₂ 及 A ³ BF ₃	銹病檢定；選拔30株優良抗病單 株及採種。	22	30	
1982	秋	A ⁴ BF ₃ 及 A ³ BF ₃	銹病檢定；選拔75株優良抗病單 株及採種。	30	75	
1983	春	A ⁴ BF ₄ 及 A ³ BF ₅	銹病檢定；種植75個系統，選拔 15個抗病優良系統。	75		
1983	秋	A ⁴ BF ₅ 及 A ³ BF ₆	品系試驗。	15		
1984	春	A ⁴ BF ₆ 及 A ³ BF ₇	品系試驗。	15		

*A=黑仁衣笠(Black Creasback)B=15R-55-BK.

如表三，由此可知72-T-6、72-T-11及72-T-12等三品系銹病發病較對照種黑仁衣笠為晚，而且罹病率也較低，其差異非常顯著，表示此三品系對銹病具有高程度之抵抗性。72-T-1及72-T-15兩新品系於先年度進行銹病檢定時，其罹病率較低，但本期調查結果反而較高，顯示其抗病性尚在分離中，有待繼續選拔之必要。

在不施用殺菌劑防治情況下，上述抗病性強的三個新品系，其嫩莢產量均優於對照種，其中以72-T-11最高，十公畝產量達2205.4公斤，比對照種增產32.7%，其他依次為72-T-6、72-T-12(表四)。對照種黑仁衣笠顯然受銹病為害的影響，生育後期植株轉為衰弱，因此產量減少。

依目前市場之需求，菜豆嫩莢需要形狀圓直，莢色綠白或淺綠，莢長則有愈長愈佳之趨勢。由表五得知。72-T-12在莢長、莢徑及莢色等方面表現極為優良，72-T-6之嫩莢則較短小又扁平，外觀稍差。72-T-11除嫩莢尚符合上述要求外，又具有較對照種早熟2天及第一莢節位較低之特性。

表三、菜豆新品系之銹病罹病率(%)(1984 秋)

Table 3. Rust disease index of new bean breeding lines (%) (Autum, 1984)

品系別 Lines	播 種 後 天 數 Days after sowing		
	30	40	50
72-T-1	4.6	16.6	41.5
72-T-6	0.1	5.4	6.8
72-T-11	0	9.6	10.3
72-T-12	0	0.6	5.0
72-T-15	7.2	27.5	49.3
黑仁衣笠(CK)	11.1	53.6	87.8
Black Creasback			

表四、菜豆新品系之嫩莢產量(1984 秋)

Table 4. Pod yield of new bean breeding lines (Autum, 1984)

品系別 Lines	嫩莢產量 Pod yield (kg/10a)	百分比(%) Index
72-T-1	1942.9 ^{ab}	116.9
72-T-6	1969.7 ^{ab}	118.5
72-T-11	2205.4 ^a	132.7
72-T-12	1805.4 ^{bc}	108.6
72-T-15	1501.8 ^c	90.3
黑仁衣笠(CK)	166.25 ^{bc}	100.0
Black Creasback		

* 鄧肯氏多變域測驗，英文字母相同者為差異不顯著(P=0.05)。

Means followed by same letter are insignificantly different at the 5% level, Duncan's multiple range test.

表五、菜豆新品系之主要園藝性狀(1984 秋)

Table 5. Main horticultural characteristics of new bean breeding lines (Autum. 1984)

品系別 Lines	始收日數 Day to maturity	第一莢節位 Node No. of first pod	第一莢節距地面高度 Height of first-podded node (cm)	莢長 Pod length (cm)	莢徑 Pod diameter (cm)	一莢種子數 Seeds/pod	單莢重 weight/Pod (g)	莢色 Pod color
72-T-1	51	9.5	71.5	16.6	0.92×0.81	8.2	7.73	綠 白 Pale green
72-T-6	47	9.1	44.0	14.1	0.95×0.83	7.3	6.87	淺 綠 Light green
72-T-11	45	10.2	58.8	14.4	0.95×0.85	7.6	7.66	淺 綠 Light green
72-T-12	49	10.3	75.3	15.4	0.90×0.82	8.1	7.85	綠 白 Pale green
72-T-15	47	8.8	64.0	14.9	0.92×0.83	7.5	7.78	淺 綠 Light green
黑仁衣笠(CK)	47	10.5	75.7	14.5	0.94×0.83	7.5	7.46	綠 白 Pale green
Black Creasback								

綜合抗銹病性、產量及其他園藝性狀而言，72-T-11及72-T-12等兩品系表現較優於對照之黑仁衣笠，將可供作進一步試驗之材料。

引用文獻

1. 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):259-269。
2. 臺灣省政府農林廳 1983 臺灣農業年報 p.98。
3. 盧守耕 1961 現代作物育種學 國立臺灣大學農學院 p.211-224。
4. Allen D. J. 1975. Breeding beans (*Phaseolus vulgaris* L.) for resistance to rust (*Uromyces appendiculatus* (Pers) Ung) University library Cambridge.
5. Augustin, Eliance D. P. Coyne and M. L. Schuster, 1972. Inheritance of resistance in *Phaseolus vulgaris* to *Uromyces phaseoli typica*; Brazilian rust race B¹¹ and of plant habit J. Am. Soc. hort. Sci. 97:526-529.
6. Fisher, H. H. 1952. New physiological races of bean rust (*Uromyces phaseoli typica*) Plant Disease Reporter 36:103-105.
7. Goode, M. J. 1961. A new race of bean rust in Arkansas. Plant Disease Reporter 45:690-691.
8. Grafton. K. F. Weiser, G. C., and Stavely, J. R. 1982. Inheritance of resistance to two cultures of *Uromyces phaseoli* in dry edible beans. (Abstr.) P. 68 in Agron. Abstr. 74th Ann. Mtg.
9. Groth, J. V., and R. D. Shrum. 1977. Virulence in Minnesota and Wisconsin bean rust collections. Plant Disease Reporter 6:756-760.
10. Groth, J. V., and B. D. Mogen. 1978. Completing the life cycle of *Uromyces phaseoli* var. *typica* on bean plants. Phytopathology 68:1674-1677.
11. Harter, L. L., and W. J. Zaumeyer. 1941. Differentiation of physiological races of *Uromyces phaseoli typica* on bean. J. Agr. Res. 62:717-731.
12. Hikida, H. R. 1961. Race 33 of *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth., a distinct physiologic race of bean rust from Oregon. Plant Disease Reporter 45:388.
13. McMillan, R. T. Jr. 1972. A new race of bean rust on pale beans in Florida. Plant Disease Reporter 56:759-760.
14. Meiners. J. P. 1981. Genetics of disease resistance in edible legumes. Ann. Rev. Phytopathol. 21:189-209.
15. Sappenfield, W. P. 1934. A new physiological races of bean rust (*Uromyces phaseoli typica*) from New Mexico. Plant Disease Reporter 38:282.
16. Stavely, J. R. 1982. Genetics of resistance to *Uromyces phaseoli* in *Phaseolus vulgaris* breeding line B-190. (Abstr.) Phytopathology 72:1004.
17. Venette, J. R., and Jones. D. A. 1982. Yield losses associated with severity of bean rust (*Uromyces phaseoli*) on pinto bean (*Phaseolus vulgaris* UI-114). (Abstr.) Phytopathology 72:974.
18. Zaumeyer, W. J., and L. L. Harter, 1941. Inheritance of resistance to six physiological races of bean rust. J. agric. Res. 63:599-622.
19. Zaumeyer, W. J. 1960. A new race of bean rust in Maryland. Plant Disease Reporter 44:459-462.

Studies on the Improvement of Common Bean Varieties for Rust Resistance

(I) Development of newly rust resistant common bean lines¹

Jiun-Yih Kuo and Jin-Wan Guu²

ABSTRACT

The objective of this study is to develop new rust-resistant bean varieties for stabilizing the bean production in Taiwan.

This work was initiated in 1977 by first screening for the rust-resistant parental lines. Original cross between Black creashack (recurrent parent) and 15R-55-BK (donor parent) was made in the fall of 1978. After two or three backcrosses, the progenies were subjected to selection and line yield trials. Preliminary result showed that 72-T-11 and 72-T-12 had high level of rust resistance. The former also showed high yield and low first-podded node and the latter gave long pods of good appearance.

¹ Contribution No. 0078 from Taichung DAIS.

² Asistant Horticulturist and Asistant of Taichung DAIS.