菜豆抗銹病新品系在不同地區適應性之探討[1]

古錦文[2]

摘　　要

三個新育成菜豆抗銹病品系，並以栽培品種黑仁衣笠及泰國種爲對照品種。76年春作栽培於新社、二林、大村三個地區，調查估算各性狀之穩定性介量。並檢定其在靠山及平地地區於菜豆銹病自然發生及不施用殺菌劑防治狀態下，對菜豆銹病之抗病程度，結果如下：

1. 嫩莢之產量、莢重、莢長、及莢寬等主要性狀，在各品系(種)與栽培地區的交感效應均方，皆達極顯著水準。
2. 性狀穩定性介值計算結果，抗銹病新品系臺中系11號、臺中系12號及臺中系16號之嫩莢產量，皆比對照品種黑仁衣笠及泰國種更具豐產與高穩定性。其中尤以臺中系12號、16號之嫩莢長度、重量等重要經濟性狀亦比對照品種更具高穩定性。
3. 參試抗銹病新品系不論靠山或平地地區皆對菜豆銹病其有極強之抗病能力。

前　　言

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)爲世界性的重要蔬菜，更爲本省普遍食用的蔬菜之一。全省栽培面積歷年皆保持於5,000公頃左右[2]，大部份集中在中南部地區。菜豆爲暖季作物，平地或接近平地之靠山地區都在春、秋兩季栽培，邇來更於夏季栽培於高冷地區，冬季則於屏東附近種植，填補了生產缺口，全年因之供應不斷。

菜豆之主要病害爲菜豆銹病(*Uromyces phaseoli* (Reben) Wint. var. *typica* Arth)[4]，目前本省之栽培品種皆極易感染，端賴藥劑防治以維持生產之穩定性，除了增加生產成本之外，復有增加農藥殘毒之虞。因此本研究於1978年以波多黎各引入之抗銹病矮性菜豆品系「15R-55-BK」爲非輪迴親，以本省之菜豆栽培品種「黑仁衣笠」爲輪迴親，進行2~4次回交，藉以將抗病因子導入於栽培品種內，經過多年之選拔，並獲得抗銹病優良品系[1,3,5]。

作物品種改良之目的，在於增進經濟性狀的生產力，亦即平均生產力的提高及其高生產力之穩定性[7]，爲此通常選擇不同的地區進行試驗，以測定育成新品系在不同地區下，其遺傳因子與環境之交感作用之影響。作物品種改良的工作，對於抗病育種而言，更因生理小種的存在[6]，使其倍加困難。

本試驗的目的即在探討新育成菜豆抗銹病品系，在本省中部三個地區各主要性狀的穩定性，並瞭解其栽培於靠山與平地地區之抗病能力，以供新品系推廣栽培之參考。

---

[1] 臺中區農業改良場研究報告第 160 號。

[2] 臺中區農業改良場助理。

材料與方法

一、供試材料：

由(黑仁衣笠×15R-55-BK)回交後所選出之三個優良抗銹病品系(1,5)。並以黑衣仁笠(輪迴親)及泰國種爲對照品種。

二、試驗地點：

1.靠山地區－臺中縣新社鄉。

2.平地地區－彰化縣二林鎮、大村鄉。

三、試驗方法：

播種時間新社試區爲76年3月5日，二林試區爲76年2月27日，大村試區爲76年3月7日。田間設計採用逢機完全區集設計，四重複，畦寬1.4m。四行區行長10m，行株距70×45cm，小區面積14m^2，每穴留二株，保護行種植對照品種黑仁衣笠以增加病原感染機會，生育期間放任自然感染、不接種、不使用殺菌劑。試驗期間分別調查各參試品系(種)之下列性狀：始收日數、終收日數、結莢節位、嫩莢之莢長、莢寬、莢厚、百莢重及小區嫩莢產量。

四、銹病抗病程度檢定方法：

分別於菜豆播種後30天(營養生長中期)，50天(開花前)，70天(採收中期)於靠山試區(新社)、平地試區(二林)各行一次銹病發生調查，共計三次。每次各小區選取10株，調查其植株主莖地基部往上計10片複葉，分別記錄其罹病面積率，依公式換算罹病度。調查基準參照Atkins之Bean Rust Assessment Key[5]，將病斑在葉片上所佔之百分率分成如下等級：

0.無病斑或過敏現象。

1.病斑面積佔葉面積0.1~0.5%。

2.病斑面積佔葉面積0.6~2.25%。

3.病斑面積佔葉面積2.26~7.5%。

4.病斑面積佔葉面積7.6~15%。

5.病斑面積佔葉面積15.1~30%。

6.病斑面積佔葉面積30%以上。

罹病度(%)：$\dfrac{\Sigma(1\times n_1+2\times n_2+\ldots.6\times n_6)}{6\times 100}$

n_1、n_2、n_3…n_6分別代表該等級之葉數。

五、性狀之穩定性分析：

以Finlay and Wilkison[8]及Eberhart and Russell[9]之迴歸分析法，估算各品種在三個地區下之穩定性介量(stability parameter)。估算公式簡要如下：

$I_j=(\sum_i Y_{ij}/V)-(\sum_i\sum_j T_{ij}/Vn)$

$b_i=\sum_i Y_{ij}I_j/\sum_i I^2_j$

$\sum_j \sigma^2_{ij}=(\sum_i Y^2_{ij}-(Y^2/n))-(\sum_j Y_{ij}I)^2/\sum_j I^2_j$

$Sd^2_i=[\Sigma\sigma^2_{ij}/(\pi-2)]Se^2/r$

$_i$：品種個數，由1、2……V

$_j$：環境個數，由1、2……n

Y_{ij}：第i個品種在第j個環境所表現之品種平均值。

I_j：環境指數。

$\sum_j \sigma^2_{ij}$：第i個品種在所有環境所表現的品種平均值變方的估計值。

r：重複次數。

Se^2：在第j個環境之品種平均值均方。

Sd^2_i：第i個品種其任一穩定性介量估計之偏差。

結　　果

(一)不同地區菜豆銹病抗病性之差異：

於靠山地區(新社試區)及平地(二林試區)，檢定參試抗銹病新品系及二個對照(栽培)品種對於菜豆銹病之抗病能力的差異。於播種後30、50、70天調查葉片罹病之面積率，並換算爲罹病度比較之，其結果平地試區(二林)不論種植30、50、70天抗銹病新品系之銹病罹病度皆低於栽培品種；播種後30天(營養生長中期)銹病初發生，參試抗銹病新品系銹病罹病度在0~0.75%之間，僅有輕微病斑，對照品種此時銹病罹病度爲0.33~1.62%。播種後50天(開花前)參試抗銹病新品系銹病罹病度爲0.7~2.83%，對照品種增加爲4.54~7.41%。播種後70天(採收中期)抗銹病新品系銹病罹病度爲2.5~4.75%，對照品種增加達23.7~28.2%，差異甚爲顯著。靠山地區(新社)於播種後30天，參試抗銹病新品系銹病罹病度在0~0.25%，對照品種之罹病度爲0.33~0.41%。播種後50天，參試抗銹病新品系銹病罹病度爲0.7~1.29%，對照品種爲4.54~5.04%，播種後70天抗銹病新品系爲10~14.5%，而對照品種則爲44.0~60.4%，差異甚爲顯著。其中抗銹病新品系之臺中系16號之銹病罹病度，在播種後70天於平地試區爲2.5%，在靠山試區爲10%。臺中系12號在平地試區爲4.25%，在靠山試區爲10%。臺中系11號之銹病罹病度在平地試區爲4.25%，在靠山地區增爲14.5% (表一)，顯示不同抗病品系間之抗病性有微小的差異。真菌病害之流行常須適當溫度及濕度配合，以促進孢子發芽及飛散感染，不同試區栽培後期之銹病罹病度，顯示品種間之抗病性差異受寄主因子型及病原菌之因子型，再加環境因素之綜合影響[4]。

表一、參試菜豆抗銹病新品系不同時期銹病罹病度之比較

Table 1. Rust disease index of new bean lines in different growth periods (spring, 1987)

Entry	Day after sowing					
	30 days		50 days		70 days	
	Erh-lin	Shin-she	Erh-lin	Shin-she	Erh-lin	Shin-she
T. C. 11[1]	0.75%	0.16%	2.83%	0.70%	4.75%	14.50%
T. C. 12	0.71	0	0.83	1.25	4.25	10.00
T. C. 16	0.54	0.25	1.62	1.29	2.50	10.00
Black Creaseback (ck_1)	1.12	0.33	6.05	5.04	28.20	60.40
Thailand (ck_2)	1.62	0.41	7.41	4.54	23.70	44.00
Mean	0.95	0.23	3.75	2.56	12.68	27.78

[1] Taichung Line (T. C.)

(二)不同種植地區品種(系)間的差異：

由表二得知菜豆不同品系(種)六個性狀在三個地區平均值，以二林試區產量較高，大村試區次之，新社試區較低；嫩莢百莢重則爲新社試區較大，大村試區及新社試區之嫩莢長度近似，二林試區略短；嫩莢寬度及嫩莢厚度皆以大村試區較大，二林試區次之，新社試區較小；結莢節位亦以大村試區最高，二林試區次之，新社試區最低。

表二、菜豆不同品系六個狀在三個地區之平均值

Tab1e 2. Comparisons of means among locations and varieties for six characters

Location	Yield (kg/10a)	Hundred pod weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Pod thickness (cm)	First pod setting node
Shin-she	1864.9	912.3	15.6	0.874	0.848	10.14
Erh-lin	2213.8	849.5	15.5	0.884	0.856	10.86
Ta-tsuen	1897.8	808.0	15.6	0.932	0.878	12.80

(三)變方分析：

調查菜豆不同新品系在嫩莢產量、百莢重、莢長、莢寬及第一結莢節位等六個重要性狀，在新社、二林、大村三個地區之平均值，經變方分析結果如表三所示，除莢厚在三個試區其品種間未達顯著差異外，其餘性狀不論靠山試區或平地試區均表現出極顯著或顯著水準之差異。又將三個地區之參試品系(種)之六個性狀進行綜合變方分析，結果如表四。第一結莢節位及產量在不同地區表現極顯著差異，不同品種間之主要性狀除莢厚之外，其餘五個性狀皆表現極顯著差異。而品種與地區之交感作用除了莢厚及第一結莢節位外亦皆達極顯著水準。

表三、菜豆不同品系六個性狀在三個地區之變方分析

Table 3. Mean square for five varieties in six characters at three locations

Location	Source of variation	DF	Yield	Hundred pod weight	Pod length	Pod width	Pod thickness	First pod setting node
Shin-she	Variety	4	50070.57**[1]	12139.72*	2.04**	0.0021*	0.0021	7.547**
	Error	12	4355.14	3283.51	0.13	0.0005	0.170	0.295
Erh-lin	Variety	4	6234.97**	57721.14**	1.96**	0.0065**	0.0004	7.003**
	Error	12	1197.54	7175.32	0.17	0.0004	0.0012	1.636
Ta-tsuen	Variety	4	121492.25**	37506.23*	2.79**	0.0029**	0.0033	4.103**
	Error	12	2658.53	8723.45	0.29	0.0026	0.0011	0.330

[1] **,* Significant at 1% and 5% levels of probability, respectively.

表四、菜豆不同品系六個性狀在三個地區之綜合變方分析

Table 4. Analysis of variance for five varieties in six chatacters at three locations

Source of variation	DF	Yield	Hundred pod weight	Pod length	Pod width	Pod thickness	First pod setting node
Location (L)	2	742360.93**[1]	19712.28	0.02	0.0213	0.0005	31.89**
Variety (V)	4	108330.46**	28073.38**	5.41**	0.0085**	0.0006	16.76**
L×V	8	59733.67**	39646.85**	0.69**	0.0015**	0.0026	0.95
Error	36	4717.49	6456.31	0.18	0.0011	0.0012	0.73

[1] **,* Significant at 1% and 5% levels of probability, respectively.

(四)穩定性分析

以Finlay and Wilkinson及Eberhart and Russell[8,9]之穩定性分析法分別估算參試五個菜豆品系(種)在三個地區六個主要性狀之穩定性介量(stability parameter)。兩種以上之不同的因子型，在兩種以上不同的環境時，使不同的因子型對環境的反應產生差異，此種相對間的差異，稱之爲穩定性。假設給環境一個指標，而求品種對這些指標的迴歸係數，以迴歸係數b值，表示品種在該環境指標上的估計值，亦即是以迴歸係數b值表示品種在該環境指標上的估計值，以表示品種的穩定性。當b=1時表示此品種具有平均穩定性，亦即是在各種不同的環境下反應相同。b>1表示此品種對於環境的變化反應具強烈的敏感性，其b值越大表示該品種越不穩定。b<1表示此品種對環境變化鈍感，具有高度之穩定性。

1.嫩莢產量之穩定性：

由圖一得知，各品種之平均嫩莢產量與迴歸係數並無正相關關係，抗銹病新品系11號及對照品種(泰國種)之b>1，顯示此二品種(系)不具穩定性。臺中系12號、16號及對照品種(黑仁依笠)具有良好的穩定性。尤其臺中系12號、16號更具有較對照品種高產之特性。

2.結莢節位之穩定性：

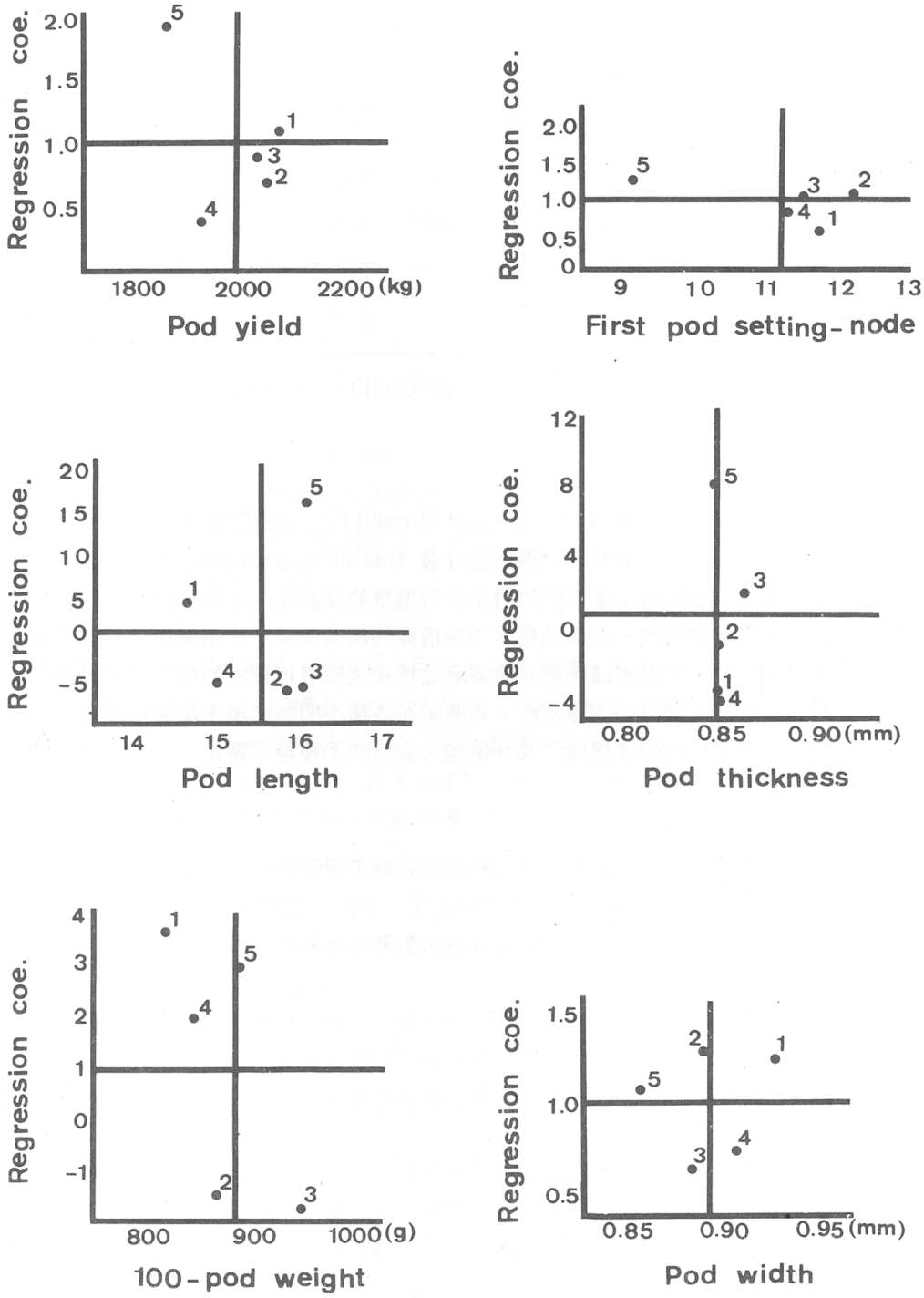
參試菜豆新品系及對照品種結莢節位之穩定性如圖一所示，抗銹病新品系臺中系11號之迴歸係數b<1，比對照品種黑仁衣笠更具高穩定性，而臺中系12號其b>1，具不穩定性。臺中系16號其b值接近1，具有平均的穩定性，但比對照品種黑仁衣笠之變異性大。對照品種之泰國種其結莢節位平均值雖然較低，其變異性最大，不具穩定性。

3.嫩莢性狀－莢長、莢寬、莢厚、莢重之穩定性：

由嫩莢性狀觀之，新品系臺中系12、16號之莢長其b<1，對環境具有鈍感，極具高度穩定性，對照品種之泰國種其b>1對於環境之變異極大，不具穩定性，而對照品種黑仁衣笠雖然具有良好之穩定性，但其嫩莢長度比臺中系12號、16號爲短，故可知嫩莢長度以臺中系12號、16號具有較佳的特性。

由圖示可知，對照品種黑仁衣笠之嫩莢寬度具良好的穩定性，新品系臺中系16號比其更爲穩定。以嫩莢厚度而言，對照品種黑仁衣笠及新品系臺中系11號具有對環境鈍感之穩定性，臺中系12號、16號次之。對照品種之泰國種不具穩定性。

對於嫩莢重量之穩定性而言，參試新品系之臺中系12號、16號之迴歸係數俱小於零，可知其對環境反應之變異性鈍感，具良好之穩定性。



圖一、菜豆嫩莢產量、結莢節位、百莢重、莢長、莢厚及莢寬與迴歸係數之關係

Fig. 1. The relationship of regression coefficient with pod yield, first pod setting node, 100-pod weight, pod length, pod thickness, and pod width for common bean.

1. Taichung Line 11
2. Taichung Line 12
3. Taichung Line 16
4. Black Creaseback
5. Thailand

討　　論

育種者對於作物改良的方法，雖然已獲得技術上的突破，但仍遭遇許多來自各方面的困難，諸如在試驗場內所選育的高產量品系，在區城試驗中的表現，常常發生不如預想中的結論，此即由於作物之遺傳型、環境及遺傳型與環境的交感作用所致，因此育成優良品種最好能適應於不同之地理環境，且可獲致高產，亦即是具有高產兼具穩定性，是爲育種者之終極目標。

其次，作物常因本身抗病力、病原菌侵害力與環境的因素，使原本由育種者艱辛育成之高產品種，在病害猖獗之情形下而損失極爲龐大，若能獲得需要之抗病性，而與其他必要之品質產量等性狀相組合，育成抗病品種而栽培之，顯然爲控制病害之最好方法(6)。但病原菌亦爲一種植物，能發生突變，能彼此雜交，故亦有變異性，據葉氏(4)指出，本省目前菜豆銹病之生理小種達15種以上，於不同地區經常存在數種不同之生理小種。因此本試驗目的之一亦在於希望證明新育成抗銹病品系之抗病性，亦適用於不同栽培地區。

在作物育種之過程中，各育種者所選用的指標各不相同，但大都以兩種或兩種以上，具有經濟價值之性狀，作爲選拔之標的，本試驗除菜豆銹病抗病性外，能以嫩莢長度，單莢重量及高產量爲選拔的目標(1)，由試驗結果之穩定性分析得知，新育成抗銹病新品系臺中系12號、16號之嫩莢性狀及嫩莢產量比對照品種黑仁衣笠(輪迴親)，更爲優良，亦達到在不同地區栽培具穩定性之要求。其中更以臺中系16號之嫩莢性狀與產量最爲優越，將具有推廣之價值。

參考文獻

1. 古錦文、郭俊毅 1985 菜豆抗銹病品種改良之研究(二) 新育成抗銹病品系比較試驗 臺中區農業改良場研究彙報 11:87~92。
2. 臺灣省政府農林廳 1986 臺灣農業年報 p.58。
3. 林富雄譯 1984 提高作物產量之育種方法 科學農業 33(7~8):243-247。
4. 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。
5. 郭俊毅、古錦文 1985 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 臺中區農業改良場研究彙報 10:51-58。
6. 盧守耕 1961 現代作物育種學 p.211-224 國立臺灣大學農學院編印。
7. 鄔宏潘 1972 植物的適應性及評價方法 科學農業 20(1-2):108-136。
8. Eberhart, S. A., ard W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.
9. Finlay, K. S., and G. V. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Aust. S. Agri. Res. 14:742-754.

Studies on Stability of Rust Resistant Bean Lines in Different Locations[1]

J. W.Guu[2]

ABSTRACT

Six characters of three newly developed rust resistant bean lines and two check varieties, "Black Creaseback" and "Thailand" were grown at three locations to study their stability parameters and the differences of rust resistance under natural condition. Results are summaried as follows:

(1) From the analysis of variance for six characters, pod yield, pod weight, pod length and depth have showed significant interaction between varieties and cultural environment.

(2) Using Finlay and Eberhart's stability analysis, the result indicated that newly developed rust resistant bean lines Taichung 12 and 16 were more stable and higher yielding than two check varieties. Two important characters, pod length and weight of Taichung 12 and 16 also have high stability.

(3) The new rust resistant bean lines have high rust resistance ability under lowland and mountain areas.

---

1. Contribution No. 160 from Taichung DAIS.

2. Assistant of Taichung DAIS.