

豌豆抗白粉病新育成品系之探討¹

郭俊毅²

摘 要

本試驗之目的在於測定臺中區農業改良場新育成豌豆品系之白粉病抗病性、嫩莢產量、冷凍品質及耐濕性等特性，俾供將來推廣之依據。試驗結果顯示供試新品系對莖及莢白粉病均具極抗性，對葉部白粉病則罹病輕微；在白粉病為害之下，對植株之生育、產量及品質影響不顯著。供試新品系在其他園藝特性方面，則以臺中莢系15號表現較為優良，甚值得推廣栽培。該品系在白粉病防治區與不防治區之嫩莢產量分別比防治區內之臺中11號增產9.3%及4.1%；嫩莢大小適合市場之需求，冷凍品質也很優異；又耐濕性很強，可減輕豪雨積水所帶來之災害。

前 言

豌豆(*Pisum sativum* L.)又名荷蘭豆，性喜冷涼乾燥氣候。近年來由於外銷冷凍或新鮮豆莢之需求，栽培面積大增，已成為本省重要經濟作物之一。據臺灣農業年報統計，民國七十五年臺灣地區栽培面積為5,862公頃⁽¹⁾。主要在中部地區以秋冬季水田裡作經營，盛產期為12月至翌年3月。

目前在本省秋冬季水田裡作栽培時，以白粉病(powdery mildew)之為害最為嚴重⁽²⁾。本病係由*Erysiphe polygoni* DC.所引起，主要為害葉片，莖部及豆莢^(2,3,5)。一般而言，本病主要發生在冷涼乾燥的秋冬季，此時正值豌豆大量栽培的季節，因此每年為害情形非常普遍，加上病原菌孢子傳播迅速，若不加以防治，則在短時間內會造成極大損害，不但減低產量，致使生產不穩定^(2,5,6,7)，而且影響嫩莢品質^(2,3)。目前推廣品種臺中11號容易感染本病，必須經常施藥防治⁽⁴⁾。惟農友常因施藥方法不當，時有藥害及殘毒情形發生。又本省秋冬季水田裡作豌豆，豆蔓均葡伏地上，因此藥液不易噴及葉背，減低藥劑防治效果，故栽培抗病品種顯然是最經濟而有效之防治方法。

臺中區農業改良場為選育抗病品種，於民國65年開始進行抗病雜交育種。本試驗之目的即在測定新育成抗病品系之白粉病抵抗力、嫩莢產量、冷凍品質及耐濕性等特性，俾供將來推廣之依據。

材料及方法

一、試驗材料

以臺中莢系12號、臺中莢系15號及臺中11號(對照)等三個品系(種)為供試材料，來源列如表一：

¹臺中區農業改良場研究報告第0136號。

²臺中區農業改良場副研究員。

表一 供試豌豆品系(種)名稱及來源

Table 1. The origin of testing pea lines and variety

Line or variety	Combination	Generation
Taichung Jya Shih 12	25-2-1 ¹ ×Manoa Sugar	F ₁₀
Taichung Jya Shih 15	25-2-1×Manoa Sugar	F ₁₀
Taichung 11 (CK)	Otome×Melting Sugar	F ₁₈

¹ 25-2-1 was released by the name of Taichung 11 in 1980.

二、試驗方法

(一)供試豌豆品系(種)在田間對白粉病之抗病性反應

本試驗在臺中區農業改良場試驗圃進行，採用逢機完全區集設計，重複四次，小區面積 15 m²，二行區，行長 5 m，行株距 1.5 m×0.2 m，每穴播種 3 粒。於 75 年 10 月 28 日播種，播種後 30 天、40 天及 50 天分別收集感病嚴重植株在試區上震動，進行人工接種白粉病菌孢子，以供試品系(種)發病。試驗期間分別調查葉、莖及莢部發病程度。調查方法如下：

1. 葉部：於播種後 40 天起至 120 天採收結束止，每隔 10 天調查一次，共計調查九次。調查時每小區選取中央 10 穴，每穴隨機選取主蔓 1 支，每主蔓自頂端全開托葉向下調查第 3、5、7、9、11、13、15 葉，共計 7 片托葉。以病斑面積率分等級而換算成罹病度。發病等級之調查標準如下：

- 0：葉面無病斑。
- 1：葉面 ¼ 以下發病。
- 2：葉面 ¼~½ 發病。
- 3：葉面 ½ 以上發病，但葉色尚保持綠色。
- 4：葉面 ½ 以上發病，但葉色黃化。

$$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum (\text{指數} \times \text{該指數罹病托葉數目})}{4 \times 70} \times 100$$

2. 莖部：於播種後 40 天起，每隔 10 天調查一次，直到感病對照品種臺中 11 號呈極感為止。調查時每小區選取中央 10 穴，每穴隨機選取主蔓 1 支。以目測估算方法記錄發病等級，調查標準區分如下：

級別	標準	反應
0	無病斑。	極抗(HR)
1	病斑佔莖面積 1~5%	抗(R)
2	病斑佔莖面積 6~25%	中抗(MR)
3	病斑佔莖面積 26~50%	中感(MS)
4	病斑佔莖面積 51~75%	感(S)
5	病斑佔莖面積 76~100%	極感(HS)

3. 豆莢：待對照感病品種臺中 11 號呈極感時進行調查。調查時每小區選取中央 10 穴，每穴隨機選取主蔓最下位豆莢 1 個。其調查標準及反應則與莖部相同。

(二)品系比較試驗

採用裂區設計，逢機區集排列，以白粉病防治區與不防治區兩處理為主區，供試品系(種)為副區，重複四次，小區面積30 m²，四行區，行長5 m，行株距1.5 m×0.2 m，以整地作畦及不立支柱方式栽培。防治區於播種後60天白粉病發生初期起，每隔7天左右以三泰芬、白粉松等藥劑輪流噴施一次，生育期間共計施藥七次。不防治區則按前節所述方法，進行人工接種白粉病菌孢子，以促其發病。調查項目包括生育日數、嫩莢大小及產量等重要園藝特性。

(三)耐濕性調查

供試品系(種)播種後，利用民國75年11月16日及11月17日連續二天豪雨積水之機會進行調查其耐濕性。根據彰化縣溪湖糖廠萬興測候站之記錄，該兩日之降雨量分別為53.4 mm及11.0 mm。本試驗分別利用彰化縣秀水鄉及福興鄉等二試區於廢耕前進行調查。各試區均採用逢機完全區集設計，重複四次，小區面積15 m²，二行區，行長5 m，行株距1.5 m×0.2 m，每穴播種3粒，以稻田不整地及不立支柱方式栽培。秀水試區於75年11月13日播種，播種後3天即遭遇豪雨為害，積水最高曾達8 cm深；本試區於11月24日進行發芽率調查。福興試驗區於75年10月27日播種，播種後20天遭遇豪雨為害，積水最高曾達10 cm深；本試區於11月29日進行植株枯萎率調查。調查時全區取樣計算總種子數(或總株數)及發芽(或枯萎)株數，並換算發芽(或枯萎)率。

(四)冷凍品質之測定

本試驗於民國七十六年二月至九月間委託新竹市食品工業發展研究所辦理。新鮮豌豆莢剝絲後，在95°C之水中殺菁2分鐘，冷卻後以I. Q. F.急速冷凍。然後每300公克包裝在PE袋中，放在-18°C冷凍櫃中保存。保存期間中分別於一星期、三個月及六個月取出冷凍樣品進行下列各項目分析。

1. 維生素C：將豌豆莢樣品15公克與3%偏磷酸(Metaphosphoric acid)緩衝溶液150毫升混合打碎後，再經3,000 rpm離心15分鐘，取出上層澄清液，以2.6 dichlorophenol indophenol滴定法(AOAC, 1975)測定還原型維生素C之含量。

2. 糖度(°Brix)：將豌豆莢樣品20公克在研鉢中磨碎，取汁液過濾後以Refractometer(ATAGO, 3T, Japan)測定。

3. 色澤：以Hunter Lab廠牌之色澤測定儀(Color/Difference Meter D25~2)直接測定解凍後樣品之L(光亮度)，a(“+”表示紅色度，“-”代表綠色度)及b(“+”代表黃色度，“-”代表藍色度)。

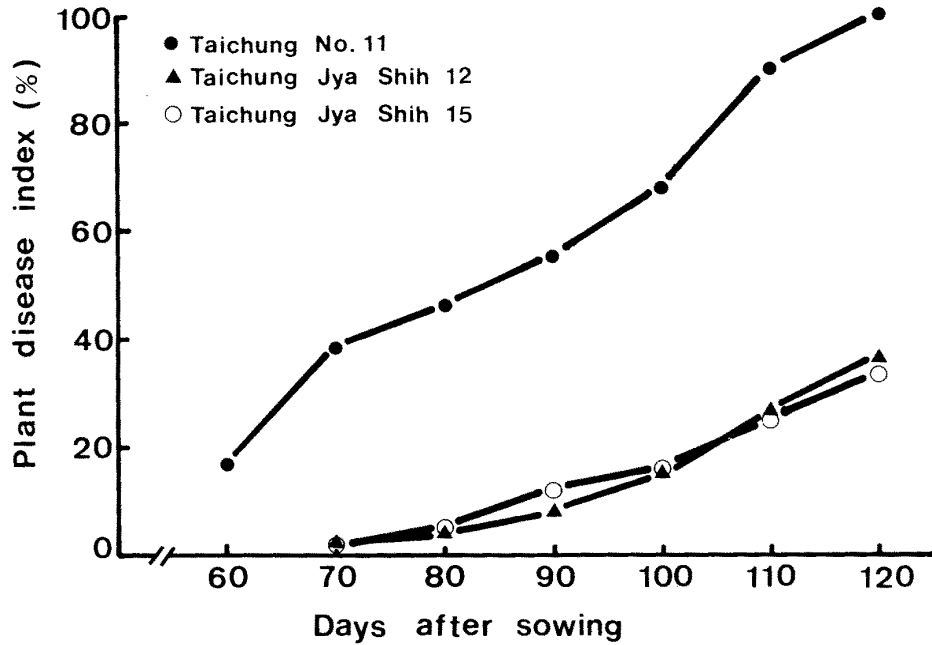
4. 感官品評：將豌豆莢樣品在沸水中(含1%食鹽)煮1鐘後，由該所十位品評員評分之。採用Hedonic 9分制，1~2分：非常差，3~4分：差，5分：普通，可以接受，6~7分：好，8分：很好，9分：極好。

結 果

一、供試豌豆品系(種)在田間對白粉病之抗病性反應

由於民國75/76年期田間自然發病非常嚴重，使得避病(disease escape)現象減至最低程度。

田間各供試品系(種)之葉部白粉病罹病度調查結果如圖一。播種後50~60天之間，感病對照品種臺中11號即開始發病，而新育成品系臺中莢系12號與臺中莢系15號則於60~70天之間開始發病，發病較臺中11號為晚。此後臺中11號感病程度即迅速上升，至播種後110~120天之間全部托葉及複葉黃化枯死。而此二新品系在播種後100天之前，病勢發展緩慢，之後雖略顯迅速，但在採收終止前，其罹病度僅為34~37%，較臺中11號顯著降低。



圖一 豌豆品系(種)在田間對葉白粉病之抗病性反應

Fig. 1. Disease reactions of pea lines to leaf powdery mildew under field condition in 1986-87.

供試品系(種)在田間對莖及莢白粉病之抗病性反應調查結果詳如表二。臺中11號在播種後50~60天之間莖部即開始發病，隨後病勢蔓延迅速，至播種後100天莖部表面幾乎全部佈滿病斑，而後即迅速乾枯，呈現「極感」反應。臺中11號之豆莢則在開花後50天左右，呈現「極感」反應。調查期間臺中莢系12號與臺中莢系15號之莖部及豆莢均未發現病斑，均表現「極抗」反應。

表二 豌豆品系(種)在田間對莖及莢白粉病之抗病性反應

Table 2. Disease reactions of pea lines to stem and pod powdery mildew under field condition in 1986-87.

Line or variety	Powdery mildew			
	Stem		Pod	
	Degree ¹	Reaction ²	Degree	Reaction
Taichung Jya shih 12	0	HR	0	HR
Taichung Jya shih 15	0	HR	0	HR
Taichung 11	5	HS	5	HS

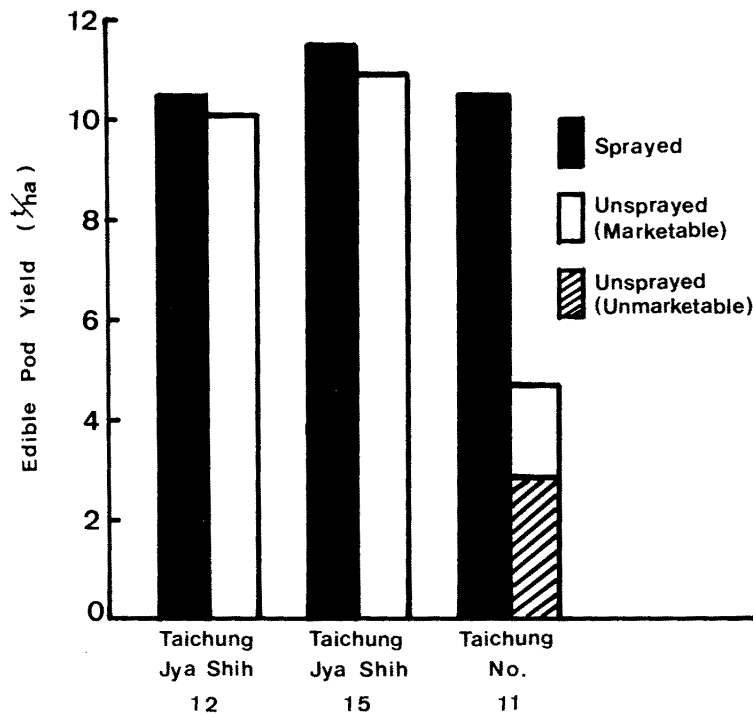
¹ 0=No infection.

5=76~100% infection of stem (or pod) area.

² HR=Highly resistant.

HS=Highly susceptible.

調查結果指出臺中莢系12號與臺中莢系15號之莖部及豆莢對白粉病均呈極抗性，而葉部則會輕微感染，但因病勢蔓延緩慢，對植株之生育、產量及品質(圖二及表四)影響不大。這些新品系在將來推廣後，可無須施藥防治，較目前栽植之感病品種臺中11號需施藥7次以上，顯然極具經濟價值。



圖二 豌豆品系(種)在白粉病防治區與不防治區之嫩莢產量比較

Fig. 2. Comparison of edible pod yield of pea lines under sprayed and unsprayed plot of powdery mildew in 1986-87.

二、供試豌豆品系(種)之嫩莢產量

白粉病防治區於播種後60天白粉病發生初期起，每隔7天左右施藥一次，生育期間共計施藥七次，其噴藥成本(殺菌劑+工資)每十公畝為1,418元(表三)。白粉病不防治區則進行人工接種白粉病菌孢子，以促其發病。嫩莢產量調查結果如圖二所示。在防治區內，臺中莢系12號與臺中莢系15號之嫩莢產量在10.55~11.49 t/ha之間，比對照品種臺中11號增產0.4~9.3%。在不防治區內，臺中11號之嫩莢總產量為4.69 t/ha，惟其中無白粉病病斑且形狀正常之合格品產量僅為1.86 t/ha。在不防治之情況下，臺中莢系12號與臺中莢15號之嫩莢產量則在10.11~10.94 t/ha之間，如與臺中11號總產量相比較，則增產115.8~133.4%，另與臺中11號之合格品產量相比較，則增產更高達443.6~488.2%，差異極為顯著。又由本試驗結果可知，目前栽培最廣之臺中11號，在完全不防治之情況下，其合格品嫩莢將會減產82.3%。臺中莢系12號與臺中莢系15號在不防治區內之嫩莢產量，如與防治區內相同品系比較，則僅減少4.2~4.8%；又如與防治區內之臺中11號相比較，則臺中莢系12號較其減少3.8%，而臺中莢系

15號則增加4.1%。顯示此二新品系在無施藥情況下，尚能維持豐產之特性。對白粉病具抵抗性之品系，將來推廣栽培後，可免噴藥防治，以節省生產成本及減少農藥污染。

表三 每十公畝豌豆白粉病噴藥成本

Table 3. Cost of chemical application per 0.1 ha. for pea powdery mildew

Item	Amount (NT\$)	Remark
Fungicide	297.5	NT\$ 8.5/sprayer ¹ ×5 sprayer/time×7 times
Wage	1,120.0	24 min/sprayer×5 sprayer/time×7 times = 14 hr. NT\$ 80/hr.×14 hr. = NT\$ 1,120
Total	1,417.5	

¹ The sprayer is a semi-automatic knapsack type and its volume is 16 l.

三、供試豌豆品系(種)之主要園藝特性

調查供試品系(種)園藝性狀結果列如表四。不論在白粉病防治區或不防治區，臺中莢系12號及臺中11號等兩品系(種)均在播種後60天開始採收嫩莢，而臺中莢系15號則晚3天成熟，說明施藥與否並不影響各供試品系(種)之始收日數。就全生育日數而言，除不防治區內之臺中11號，因感病嚴重，提早於播種後110天枯死外，臺中莢系12號與臺中莢系15號均為125天，由此可見此二新品系在不防治區內，雖然葉部會輕微罹病，但並不影響其全生育日數。在莢長、莢寬、莢厚及單莢重等嫩莢特性方面，不防治區內各供試品系(種)均較防治區內相同品系(種)為小及輕，但除了臺中11號外，其餘品系均未達差異顯著水準，顯示是否施藥對新品系之嫩莢外觀品質影響不大。目前本省冷凍廠商要求未剝絲前之莢長約在6~9公分之間，新品系不論施藥與否，此項特性均合乎標準。

表四 豌豆品系(種)在白粉病防治區與不防治區之主要園藝特性比較

Table 4. Comparison of main horticultural characteristics of pea lines under sprayed and unsprayed plot of powdery mildew (1987)

Treatment	Line or variety	Days to first picking (day)	Growing period (day)	Edible pod			
				Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Pod weight (g)
Sprayed	Taichung Jya Shih 12	60	125	8.64	1.51	4.08	2.40
	Taichung Jya Shih 15	63	125	8.65	1.53	4.14	2.41
	Taichung 11	60	125	8.42	1.45	4.03	2.26
Unsprayed	Taichung Jya Shih 12	60	125	8.32	1.49	3.95	2.27
	Taichung Jya Shih 15	63	125	8.42	1.51	3.98	2.29
	Taichung 11	60	110	7.50	1.38	3.75	2.05
	L. S. D. (0.05)	—	—	0.31	0.03	0.17	0.16
	L. S. D. (0.01)	—	—	0.34	0.04	0.24	0.23

四、供試豌豆品系(種)之耐濕性

本試驗利用民國75年11月16日及11月17日連續兩天豪雨積水之機會進行調查。此次豪雨為害，曾造成彰化縣豌豆產區數百公頃廢耕。

秀水試區於75年11月13日播種，播種後第3天，種子尚未發芽出土，試區即遭積水，最高曾達8公分深。於11月24日(即災害發生後第7天)進行發芽率調查，其結果列如表五，可知臺中莢系12號與臺中莢系15號之發芽率極顯著高於對照品種臺中11號，其中又以臺中莢系15號之發芽率為58.55%，極顯著高於其他供試品系(種)。

表五 豌豆品系(種)在豪雨積水後之發芽率

Table 5. Germination rates of pea lines after floods of rain² (1986)

Line or variety ¹	Germination rate ³ (%)
Taichung Jya Shih 12	14.28 b ⁴
Taichung Jya Shih 15	58.55 a
Taichung No. 11	1.48 c

¹ Sowing date: 13, Nov. 1986

² Flooding date (rainfall): 16, Nov. 1986 (53.4 mm).

17, Nov. 1986 (11.0 mm).

³ Data were taken at 7 days after flooding.

⁴ Values of percents transformed into degrees of angle and then analysed by Duncan's multiple range test. Values followed by the same letters are not significantly different at 1% level.

福興試區於75年10月27日播種，播種後20天之幼株遭遇豪雨為害，積水最高曾達10公分深，經11月29日(即災害發生後第12天)調查豆株枯萎之情形如表六所示。臺中莢系12號與臺中莢系15號之枯萎率極顯著低於臺中11號，其中又以臺中莢系15號之枯萎率0.7%，極顯著低於其他供試品系(種)。

表六 豌豆品系(種)在豪雨積水後之枯萎率

Table 6. Wilting rate of pea lines after floods of rain² (1986)

Line or variety ¹	Wilting rate ³ (%)
Taichung Jya Shih 12	13.5 b ⁴
Taichung Jya Shih 15	0.7 c
Taichung 11	29.1 a

¹ Sowing date: 27, Oct. 1986

² Flooding date (rainfall): 16, Nov. 1986 (53.4 mm).

17, Nov. 1986 (11.0 mm).

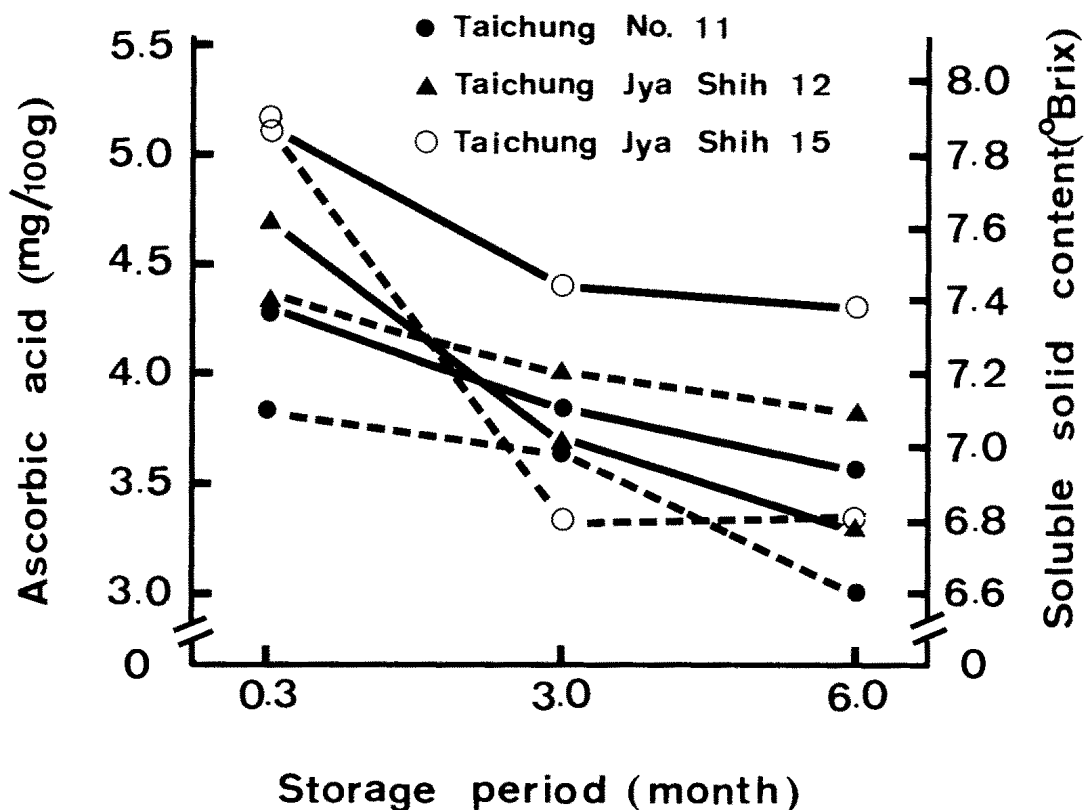
³ Data were taken at 12 days after flooding.

⁴ Values of percents transformed into degrees of angle and then analysed by Duncan's multiple range test. Values followed by the same letters are not significantly different at 1% level.

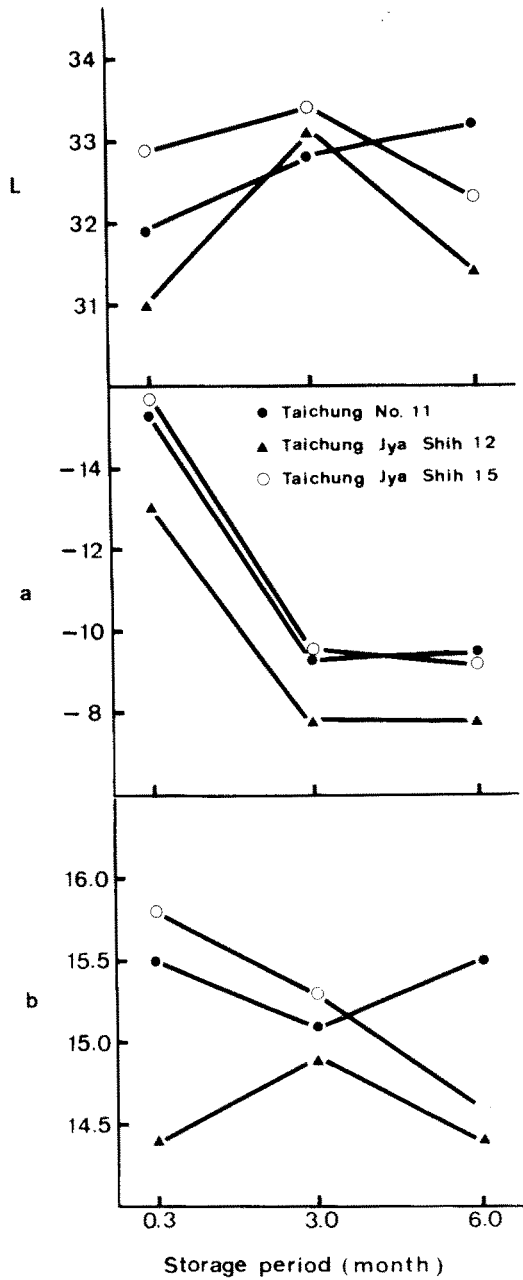
本省目前豌豆栽培採用稻田不整地之方式居多。此種栽培方式因田間排水不良，於豪雨之後，極易造成發芽不齊或豆株萎凋枯死而缺株，因而導致需要重新播種或單位面積產量減低。由以上試驗結果顯示臺中莢系15號耐濕性很強，尤其是已成長之植株，在短期間之豪雨積水情況下，生育幾乎不受影響。因此將來推廣栽培後，將可減輕豪雨積水之為害。

五、供試豌豆品系(種)之冷凍品質

於民國七十六年二月至九月間委託食品工業發展研究所檢定供試品系(種)冷凍品質之結果，在維生素C含量方面，以臺中莢系15號最高，冷凍保存六個月後亦最高。在糖度方面，最初以臺中莢系15號較甜，但保存六個月之後，各供試品系(種)間之差異不大(圖三)。冷凍樣品解凍後，豆莢色澤以臺中莢系15號及臺中11號較臺中莢系12號為綠，又保存期間最初三個月a值有顯著減少現象，但以後則極安定。其餘L、b值則變化不大(圖四)。冷凍樣品解凍再加熱後，其風味總接受性，經食品工業發展研究所試評結果，以臺中莢系15號得分與對照品種臺中11號相近似，而臺中莢系12號表現則較差(圖五)。綜合以上物理性、化學性測定及感官品評結果，推薦適合冷凍加工者，依序為臺中莢系15號、臺中11號及臺中莢系12號。

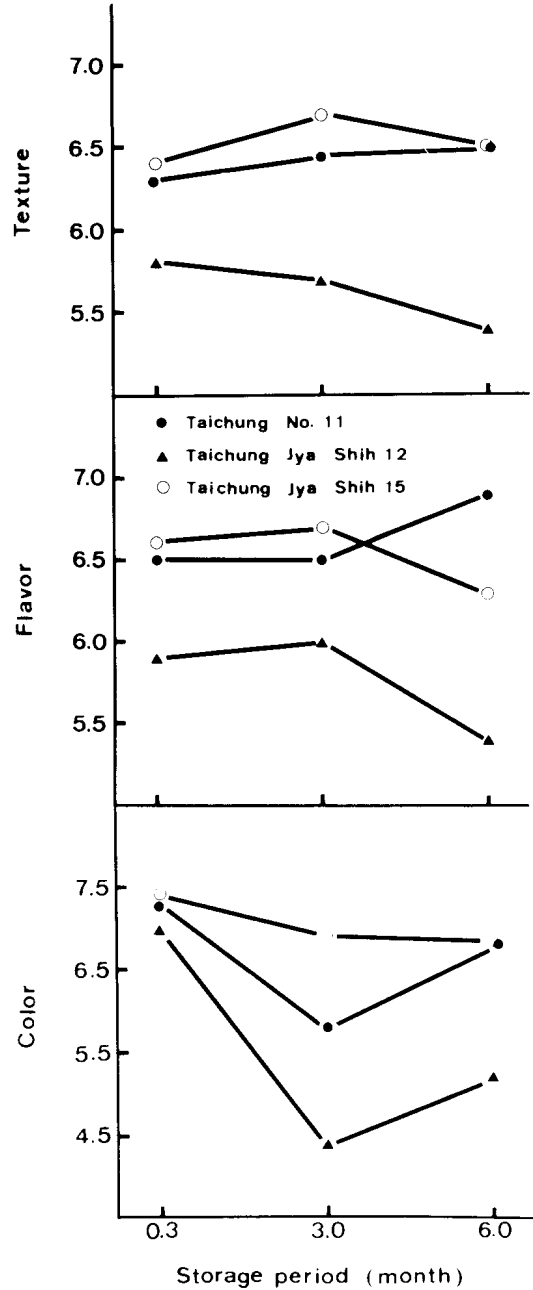


圖三 冷凍豌豆莢保存在 -18°C 下六個月，其維生素C含量(實線)及糖度(虛線)改變情形
 Fig. 3. Changes of ascorbic acid (solid line) and soluble solid content (dotted line) of frozen pea pods during stored at -18°C for six months.



圖四 冷凍豌豆莢保存在-18°C下六個月，其色澤變化情形

Fig. 4. Change of color difference meter readings of frozen pea pods during stored at -18°C for six months (1987).
L=lightness, -a=greenness, b=yellowness.



圖五 冷凍豌豆莢保存在-18°C下六個月之感官品評分數

Fig. 5. Sensory evaluation scores of frozen pea pods during stored at -18°C for six months (1987). Hedonic 9-point system was used. Scores above 5 indicated the quality was acceptable.

討 論

目前豌豆主要栽培品種臺中11號之最大缺點為不抗白粉病⁽⁴⁾，故生育期間需要施藥加以防治，否則會影響產量與品質。臺中區農業改良場新育成之臺中莢系12號及臺中莢系15號對莖及莢白粉病具有極強且幾乎免疫的抵抗力，但對葉白粉病則會輕微感染，呈現與抗病親本Manoa Sugar相似之反應⁽⁴⁾，顯示新品系亦擁有相同之抗病因子。而此抗病因子對葉部無法呈現與莖部或豆莢相同之極抗反應，是否係由於葉部構造或生化特性及本省特殊栽培環境等因素所造成的，則有待加以探討。新品系雖然對葉白粉病會有輕微感染之現象，但由本試驗結果得知其病勢蔓延緩慢，因此對植株之生育、產量及品質影響不顯著。栽植這些抗病品系，可免噴藥防治，即能有效控制白粉病所造成之災害，而達成經濟防治之效果。雖然將來連續大面積栽植這些抗病品系，可能會引起新生理小種危害之問題，但因新品系之葉部尚會輕微感染，如此可減少新生理小種在族群中獲得優勢而造成災害之機會，故其抗病力將可維持一段較長的期間。

供試新品系除抗白粉病外，在其他園藝特性方面，則以臺中莢系15號表現較為優良。該品系在白粉病防治區及不防治區之嫩莢產量分別比防治區內之臺中11號增產9.3%及4.1%，顯示其豐產之特性。又其嫩莢大小及外觀則與臺中11號相似，適合目前鮮銷市場之需求，而冷凍品質也很優異。此外，其耐濕性很強，將可減輕豪雨積水所帶來之缺株與減產等災害。

本省生產之豌豆嫩莢估計有70%左右外銷，其中又以冷凍產品為大宗，故優良品種之首要條件必須具有適合冷凍加工及豐產之特性。臺中11號自民國69年正式推廣後，能在短期間內佔有嫩莢種栽培總面積之95%以上，也就是因為具有這些特性之故。臺中莢系15號經本次試驗結果，除具有適合冷凍加工及豐產之特性外，尚擁有抗白粉病，生育強健，耐濕性強，栽培容易等優良特性，預期將可順利推廣栽培，以增加農家收益及穩定本省豌豆外銷事業。

誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會豌豆品種改良計畫(76農建-8.1-糧-20)經費補助；食品工業發展研究所黃錦城及張炳揚先生協助辦理冷凍品質檢定；文成後再蒙國立中興大學園藝系張武男教授惠予斧正，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 臺灣省政府農林廳 1987 臺灣農業年報(民國七十六年版)。
2. 沈懷德 1984 豌豆白粉病及其防治方法 興農 188: 21-25。
3. 林益昇、沈懷德 1983 豌豆病害種類及防治(一) 興農 183: 20-24。
4. 郭俊毅 1981 豌豆新品種臺中11號之育成 臺中區農業改良場研究彙報 新第五期 p. 24-29。
5. Dixon, G. R. 1978. Powdery mildew of vegetables and allied crops. In D. M. Spencer (ed.) Powdery mildew. 565pp. Academic Press Inc., London.
6. Kumar, H., and R. B. Singh. 1981. Genetic analysis of adult plant resistance to powdery mildew in pea (*Pisum sativum* L.). Euphytica 30: 147-151.
7. Mahmood T., I. Ahmad, S. H. Quraishi, and M. Aslam. 1983. Estimation of yield losses due to powdery mildew in peas. Pak. J. Bot. 15(2): 113-115.

Studies on the New Powdery Mildew Resistance Lines of Pea (*Pisum sativum* L.)¹

J. Y. Kuo²

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the powdery mildew (*Erysiphe polygoni* DC.) resistance, edible pod yield, freezing quality and tolerance to wet soil condition caused by flooding of new pea lines developed by Taichung district Agricultural Improvement Station. This information can be used for releasing to farmers.

The new pea lines tested were stem and pod powdery mildew resistance, only slightly susceptible to leaf powdery mildew; but plant vigor, edible pod yield and freezing quality were not affected. Taichung Jya Shih 15 had the best yield performance and horticultural characteristics and will be recommended for releasing to farmers. Edible pod yield of Taichung Jya shih 15 both under sprayed and unsprayed plot for powdery mildew were higher than sprayed Taichung 11 plot by 9.3% and 4.1%, respectively. The pod size of Taichung Jya Shih 15 is suitable for fresh market, and possessed with excellent freezing quality and also highly tolerant to wet soil condition which can reduce the loss of yield caused by flooding.

¹ Contribution No. 0136 from Taichung DAIS..

² Associate Horticulturist of Taichung DAIS.