中華農業研究（Jour. agric. Res. China）31(2)：127～136（1982）

大豆第一代雜種優勢的研究[1]

詹國連[2]　曹文隆[2]

摘要：本試驗係利用10個具不同株高、成熟期、抗銹病性、種子大小及來源的親本雜交，所得 12 個組合之 F_1 爲材料，研究 F_1 雜種與較優親本間重要農藝性狀之差異，及其純雜種優勢（heterobeltiosis），供未來發展雜種大豆的參考。

十二個組合之 F_1 雜種，其全株乾重、粒重、分枝數、莢數、粒數等五性狀，平均較親本增加 24～62%，經差異顯著性測驗結果顯示，有 10（或 83%）個組合 F_1 的全株乾重，58% F_1 的粒重，50% F_1 的分枝數、莢數及粒數，均顯著的優於較優親本。該五性狀之純雜種優勢，依序爲 1～57%（平均爲 25%），10～61%（30%），14～137%（66%），11～48%（27%）及 5～47%（31%）。但 F_1 雜種的百粒重，多顯著的比較優親本低，平均低 13%。因之，本試驗中最易獲得純雜種優勢的性狀爲全株乾重，而最難獲得的爲百粒重。

各 F_1 之八性狀與較優親本的差異，亦頗不一致。C-5 組合之 F_1，有 7 或 87.5% 之性狀優於較優親本，其純雜種優勢爲 3～66%，成爲本試驗中最佳之雜交組合，而 C-6 及 C-12 等二組合 F_1 之性狀，則全不如較優親本。又 F_1 全株乾重純雜種優勢的高低，與各該組合內超過較優親性狀數目的多少，有平行的關係。

資料更顯示，親本百粒重的大小，與 F_1 粒重的純雜種優勢有密切的關係。即凡（百粒重重者×輕者）之七個雜交組合，其 F_1 之粒重均具正的純雜種優勢（10～61%），而（百粒重重×重），及（百粒重重×中重）之五個雜交組合，其 F_1 之粒重皆爲負的純雜種優勢（－45～－4%）。此等結果，充分顯示 F_1 性狀表現的不穩性，以及選擇正確的親本及雜交組合，爲獲得 F_1 粒重純雜種優勢之重要關鍵。

大豆（*Glycine max*（L.）Merrill）是高度自交的作物，要成功的生產商品用第一代雜種種子，必須：(1)其 F_1 雜種的種子產量有甚强的雜種優勢，(2)無自交現象或其自交近於最低程度，(3)花粉能由雄親傳至雌親，(4) F_1 雜種種子的生產成本，與純種相比，必能符合[18]。是以至今尚無商品用雜種大豆問世。

然而，有關大豆品種間雜種優勢的研究，自 Wentz and Stewart[21] 起，繼有 Woodworth[23]，Weiss *et al.*[20]，Kalton[13]，Brim *et al.*[8]，Webber[19]，湯氏[1]及曾氏[2]等衆多學者不斷研究。各學者報導 F_1 雜種諸數量性狀的表現，常超過兩親的中間值，或超越較優親本，其中尤以種子產量的雜種優勢，最爲常見。惟其優勢强度不一，通常是超越較優親產量之 8.0%～69%[6,8,13,16,17,19,20]。本試驗之目的，係以不同來源及性狀之品種爲親本，進行雜交，由 F_1 雜種研究各性狀的純雜種優勢[3,12]，供作未來發展雜種大豆的參考。

1.臺灣省農業試驗所研究報告第 1040 號。本試驗資料之分析，承本所統計研究室之協助；文稿蒙國立中興大學農藝學系主任曾富生教授之詳細修正並賜建議；試驗之部份經費蒙行政院農業發展委員會補助，筆者在此併致最誠摯之謝意。

2.臺灣省農業試驗所助理研究員及助理。

材料及方法

一、材料：

本試驗選用 10 個親本，共計組成12個雜交組合（表1），其中 Mao-205 及 Osaka 爲來自日本的早熟及中熟大粒品種；TARI 30582、30583、PI200492、PI230970、PI290971等五品種，係自美國引進的早、中熟及抗銹病品種；臺農4號（TN_4）、臺農 15 號（TN_{15}）及高雄3號（KS_3）等三品種，爲本省育成之高產推廣品種。

二、試驗方法：

（一）雜交及 F_1 培育　供試用親本於69年夏季盆栽，並進行人工雜交，所得雜交種子，於 70 年春作種植於田間，行長 3m，行距 45cm，株距 15cm，每穴種2粒。每一雜交組合種植爲一區，每區之兩端種植該組合之父母本各一行。每組合種植 3～11 行（隨所得雜交種子粒數之多寡而異），其 F_1 之個體數爲 68～172 株（表1）。生育期間嚴予去雜去僞。

（二）調查性狀及方法：各組合之植株全部調查，其項目及調查方法如下：

1. 粒重：稱量各株種子之重量（乾燥度以含水量 12～13% 爲度），以 g 記之。
2. 株高：於成熟時測量主莖自地上部起，至頂端的長度，以 cm 記之。
3. 分枝數：計算主莖以外之枝條數目。
4. 主莖節數：計算主莖自地上部起至莖頂端的節數。
5. 全株乾重：於成熟收穫時，稱量植株之全部重量，以 g 記之。
6. 莢果數：計算各植株之莢果總數（包括單粒莢、二粒莢、三粒莢、四粒莢及空莢）。
7. 種子粒數：計算各植株全部之種子粒數。
8. 百粒重：以（粒重／粒數）×100 計算，並以 g 記之。

（三）分析方法：採用兩族羣非駢對（Variates not paired）之平均數顯著性測驗法[4]，測驗 F_1 與親本(較優親及中間親)之差異，其式爲：$t=(\bar{x}_1-\bar{x}_2)\Big/\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}$。又 F_1 雜種優勢之估算公式爲：純雜種優勢（HSP, %）$=\frac{\bar{F}_1-\overline{HP}}{\overline{HP}}\times 100$，雜種優勢（HMP, %）$=\frac{\bar{F}_1-\overline{MP}}{\overline{MP}}\times 100$

結　果

一、F_1 雜種與親本各性狀平均值之比較：

12個 F_1 雜種（各別以 C-1, C-2, …C_{12} 代表之）與其親本各性狀之平均值如表1。由該表所示，各性狀 F_1 間之差別頗大。粒重爲 3.1～10.3g，株高爲 19.2～34.5cm，分枝數爲 0.5～2.2，主莖節數爲 7.2～10.0，全株乾重爲 7.1～18.2g，莢果數爲 10.7～29.2，種子粒數爲 17.6～63.8，百粒重爲 12.3～22.2g。該八項性狀之平均值，除株高、主莖節數及百粒重等三性狀與親本之平均值略相似外，其餘之五性狀（分枝數、全株乾重、莢果數、粒數及粒重），F_1 雜種概較親本爲優，平均高出 21～62%。

二、F_1 雜種與親本各農藝性狀間差異之顯著性測驗及其雜種優勢：

由表1知 12 個 F_1 雜種之性狀，其表現多較親本爲優，爲進一步瞭解其相互間差異之可靠性，乃採用兩樣品母族羣非駢對法，測驗其眞平均有無差異存在（表2），茲分項（性狀）列述測驗結果及其雜種優勢如下：

1. 粒重：如表2—a 所示，12 個 F_1 之粒重與較優親之差異殊大，其範圍爲 −3.5～2.5g，其中有 C-1、2、4、5、11 等5（或 42%）個組合 F_1 之粒重，顯著地比較優親（HP）爲優，其餘 C-7、10、3、8、9 等則無差異；但 C-6 及 C-12 兩個組合 F_1 之粒重，極顯著的比較優親本輕。次就 F_1 與兩親中間值之差異（表2—b）而言，有 C-1、2、4、5、7、10、11 等7（或 58%）個組合 F_1 的粒重，較 MP 顯著的增加，另外 3 個則無差異；其除 C-6、C-12 等則極顯著的比 MP 減輕。

表 1. 親本及 F_1 雜種各性狀之平均值

Table 1. Mean values of different plant characters of parents and F_1's.

親本或 F_1 雜種 Parents or F_1 hybrids	粒重 Seed wt./ plant g	株高 Plant ht. cm	分枝數 No. of branches	主莖節數 No. of nodes	全株乾重 Whole pt. dry wt. g	莢果數 No. of pods	粒數 No. of seeds	百粒重 100-seed wt. g	調查株數 No. of plants investigated
Mao-205	2.6	18.1	0.4	6.7	5.6	8.6	13.2	20.0	47
TARI 30582	3.6	23.4	0.8	9.1	6.9	14.0	26.8	13.1	40
TARI 30583	2.6	25.4	0.7	8.2	5.7	12.1	20.8	12.3	22
PI 200492	3.5	25.6	0.6	8.0	7.0	13.9	23.8	14.8	58
KS_3	5.7	27.2	1.6	10.0	9.8	17.7	35.9	16.0	20
PI 230970	4.5	27.9	0.2	7.6	7.4	13.0	28.1	15.9	40
Osaka	3.2	20.0	0.2	6.6	7.0	10.0	13.4	23.8	36
TN_{15}	4.7	32.9	1.8	9.6	9.4	19.7	36.5	13.2	20
PI230971	7.8	38.0	0.8	9.6	13.4	19.3	43.4	17.7	46
TN_4	4.2	32.0	0.5	9.2	8.3	15.6	28.0	15.1	44
範圍 Range	2.6～7.8	18.1～38.0	0.2～1.8	6.6～10.0	5.6～13.4	8.6～19.7	13.2～43.4	12.3～23.8	
平均 Mean	4.2	27.0	0.8	8.4	8.0	14.3	26.9	16.1	
C-1 Mao-205×3082	4.9	19.2	1.9	7.8	8.5	15.6	28.2	17.6	96
C-2 Mao-205×30582	4.2	23.8	0.8	7.6	9.0	15.4	30.4	15.5	68
C-3 Mao-205×200492	3.2	21.8	0.5	7.2	7.2	11.8	18.6	17.7	90
C-4 30583×TN_4	5.1	28.8	1.6	9.3	11.5	19.0	37.5	13.5	110
C-5 200492×230970	5.5	30.4	1.0	8.3	10.1	18.0	36.9	15.0	247
C-6 200492×TN_{15}	3.4	27.6	0.9	8.4	7.2	15.8	28.1	12.3	145
C-7 KS_3×30582	6.3	27.8	2.2	10.0	12.9	23.1	44.4	14.2	73
C-8 KS_3×203970	5.5	28.1	1.1	8.4	10.3	16.9	35.8	15.5	172
C-9 Osaka×200492	3.1	23.5	0.3	7.4	7.1	10.8	17.6	18.1	97
C-10 Osaka×TN_{15}	6.0	24.9	1.1	8.0	11.7	17.8	26.3	22.2	123
C-11 TN_{15}×230971	10.3	34.5	2.1	10.0	18.2	29.2	63.8	16.4	197
C-12 TN_4×230971	4.3	24.6	0.8	7.5	8.0	15.6	28.8	14.7	272
範圍 Range	3.1～10.3	19.2～34.5	0.5～2.2	7.2～10.0	7.1～18.2	10.7～29.2	17.6～63.8	12.3～22.2	
平均 Mean	5.2	26.2	1.3	8.3	10.1	17.4	33.0	16.0	
$(\bar{F}_1/\bar{P})$ ×100	124	97	162	99	126	121	122	99	

再就 12 個組合 F_1 粒重的純雜種優勢（HSP）而言，其出現率爲 58%，優勢强度爲 10～61%，平均爲 30%。其雜種優勢（HMP）的出現率爲 75%，優勢强度爲 3～63%，平均爲 41%。後者（HMP）的三個數據，雖各別較前者（HSP）提高，然在實用上，前者才具意義。

2.株高：F_1 雜種與較優親株高的差異，爲 −13.4～2.5 cm，12 個組合中，僅 C-5（PI200492 ×PI 230970）組合 F_1 的株高，極顯著地超越 HP，另外兩個無差異，但其餘 9（或 75%）組合 F_1 的株高，多較 HP 顯著的矮，即使與 MP 相比，亦只有 2 個組合 F_1 的株高，顯著地高。因之株高爲本試驗 F_1 八性狀中，較不具超越 HP 性狀之一，以致其純雜種優勢之出現率（25%）及優勢强度（平均爲 3.6%）均甚低。

3.分枝數：F_1 與較優親間分枝數的差異爲−0.9～1.1，但只有 C-4、C-5 及 C-7 等三個組合 F_1 之分枝數，極顯著的多於 HP，另 5 個無差異，其餘 4 個則顯著地比 HP 少；是以 F_1 分枝數的純雜種優勢的出現率雖不高（50%），但其優勢的差距（14～137%，平均爲 67%），爲本試驗諸性狀中之最大者。

4.主莖節數：F_1 與 HP 主莖節數之差異爲 −2.1～0.4，只有 C-5 一個組合顯著地比 HP 多，但有 7 個比 HP 顯著地減少，餘 3 個則無差異。因之 F_1 主莖節數與株高相似，其純雜種優勢的出現率（25%）及優勢强度（爲 1～4 %，平均爲 2.6%），亦同屬低下者。

5.全株乾重：與 HP 相比，其差異爲 −5.4～4.8g。其中有 C-1、4、5、7、11 等 5 個組合 F_1 的全株乾重，極顯著地比 HP 重，另一組合（C-2）顯著地重，4 組合無差異，其餘 2 個則顯著地較 HP 輕。與 MP 相比，其差異爲 --2.8～6.8g，其中有 9 個組合 F_1 的全株乾重，顯著地增加，一個無差異，但仍有 2 個極顯著地減輕。是以有10個組合 F_1 之全株乾重，超越較優親，其純雜種優勢的出現率爲 83%，優勢强度爲 1～57%（平均爲 25%），爲本試驗 F_1 諸性狀中，最具超越 HP 及純雜種優勢出現率最高，並具相當優勢之性狀。

6.莢數：F_1 之莢數與 HP 之差異爲 −3.9～9.5，其中有 5 個組合 F_1 之莢數，顯著地比 HP 多，3 個無差異，餘 4 個則極顯著地減少。因之其純雜種優勢之出現率爲 50%；優勢强度爲 11～48 %，平均爲 27%。

7.粒數：其與較優親之差異爲−14.6～20.4，其間有 C-2、C-4 等 5 個組合 F_1 之粒數，極顯著地多於 HP，2 個無差異，餘 5 個則極顯著地減少。其純雜種優勢的出現率爲 50%，優勢爲 5～47%，平均爲 31%。

上述 F_1 雜種之粒數及莢數之表現，有一共同趨勢，即凡莢數超越 HP 之組合，其粒數亦超越之；反之亦然。同時不論其增加或減少，各別之顯著性亦一致，顯示此二性狀之密切關係（r＝0.95 及 0.97，該相關表未列出）。

8.百粒重：12 個組合 F_1 的百粒重，全部比 HP 輕，其差異爲 −5.7～−0.5；而且有 10（或 83%）個 F_1 顯著地比 HP 輕，餘 2 個則無差異；與 MP 相比，亦只有 2 個顯著地重。成爲本試驗中全無超越 HP 及純雜種優勢之性狀。

綜觀上述 12 個組合之 F_1 諸性狀中，比較優親本優者，首爲全株乾重（計有 10 個或 83% 組合的 F_1 超過之），其純雜種優勢（HSP）爲 1～57%（平均爲 25%）；次爲粒重（有 7 個或58% 組合），其 HSP 爲 10～61%（平均爲 30%）；又次爲分枝數、莢數及粒數（各有 6 個或 50% 組合，其 HSP 各別爲 14～137%（66%）、11～48%（27%）及 5～47%（31%）；再次爲株高及主莖節數（各有 3 個或 25% 組合），其 HSP 爲 1～8 %（3.6%）及 1～4 %（2.6%）；最次爲百粒重（12 個組合的 F_1 均低於 HP）。其中 F_1 粒重的純雜種優勢的出現率雖不甚高，但其平均優勢爲 30%，已達相當高程度。

三、各雜交組合（F_1）內諸性狀與較優親本（HP）之比較：

各組合 F_1 之八性狀與 HP 相比，其間頗有差異。C-5（PI 200492×PI230970）組合之 F_1，有 7 或 87.5% 性狀比 HP 優，其優勢爲 3～66%；C-4（30583×TN_4）、C-7（KS_3×30582）及 C-11（TN_{15}×PI230971）等三組合之F_1，各有 6 或 75% 性狀優於 HP，其優勢强度爲 1～128%，2～37% 及 4～48%。C-1 及 C-2 組合之 F_1，各有 5 或 62.5% 性狀優於 HP，其優勢爲

表 2. 12 個 F_1 與親本各性狀之差異及其純雜種優勢及雜種優勢

Table 2. Test of significance for differences of various plant characters between F_1 and their parents and their heterobeltiosis and heterosis.

a. 與較優親本 (HP) 之差異及其純雜種優勢 (括弧內者)

a. Between F_1 and their high-parent and their heterobeltiosis (HSP, in parenthesis)

雜交組合 Cross combination	粒重 g Seed weight/plant	株高 cm Plant height	分枝數 No. of branches	主莖節數 No. of nodes	全株乾重 g Whole pt. dry wt.	莢果數 No. of pods	種子粒數 No. of seeds	百粒重 g 100-seed weight	大於親本性狀之% % of F_1's char. >HP	優勢強度 Intensity of HSP %
C-1 Mao-205×30582	1.3** (36)	−4.2**(−18)	1.1 (137)	−1.3**(−15)	1.6** (23)	1.6 (11)	1.4 (5)	−2.4**(−12)	62.5	11～137
C-2 Mao-205×30583	1.6** (61)	−1.6* (−7)	0.1 (14)	−0.6* (−8)	3.3* (57)	3.3* (28)	9.6** (46)	−4.5**(−23)	62.5	14～61
C-3 Mao-205×200492	−0.3 (−9)	−3.8**(−15)	−0.1 (−17)	−0.8**(−10)	0.2 (2)	−2.1**(−15)	−5.2**(−22)	−2.3**(−12)	12.5	2
C-4 30583×TN_4	0.9** (21)	−3.2**(−10)	0.9** (128)	0.1 (1)	3.2** (38)	3.4** (21)	9.5** (33)	−1.6**(−11)	75.0	1～128
C-5 200492×230970	1.0** (22)	2.5** (8)	0.4** (66)	0.3* (3)	2.7** (36)	4.1** (29)	8.8** (31)	−0.9* (−6)	87.5	3～66
C-6 200492×TN_{15}	−1.3**(−28)	−5.3**(−17)	−0.9**(−50)	−1.2**(−13)	−2.2**(−24)	−3.9**(−19)	−8.4**(−24)	−2.5**(−17)	0	0
C-7 KS_3×30582	0.6 (10)	0.6 (2)	0.6* (37)	0.0 (0)	3.1** (31)	5.4** (30)	8.5** (23)	−1.8**(−12)	75.0	2～37
C-8 KS_3×230970	−0.2 (−4)	0.2 (1)	−0.5*(−4.3)	−1.6**(−16)	0.5 (5)	−0.8 (−5)	−0.1 (0)	−0.5 (−4)	25.0	1～5
C-9 Osaka×200492	−0.4 (−12)	−1.1** (−9)	−0.3**(−50)	−0.6** (−8)	0.1 (1)	−3.1**(−23)	−6.2**(−27)	−5.7**(−24)	12.5	1
C-10 Osaka×TN_{15}	1.3 (27)	−8.0**(−25)	−0.7* (−39)	−1.6**(−17)	2.3 (24)	−1.9 (−10)	−10.2**(−28)	−1.6 (−7)	25.0	24～27
C-11 TN_{15}×230971	2.5** (32)	−3.5**(−10)	0.3 (16)	0.4 (4)	4.8** (35)	9.5** (48)	20.4** (47)	−0.7** (−8)	75.0	4～48
C-12 TN_4×230971	−3.5**(−45)	−13.4**(−36)	0.0 (0)	−2.1**(−22)	−5.4**(−41)	−3.7 (−20)	−14.6**(−34)	−3.0**(−17)	0	0
Range of F_1-HP	−3.5～2.5	−13.4～2.5	−0.9～1.1	−2.1～0.4	−5.4～4.8	−3.9～9.5	−14.6～20.4	−5.7～−0.5		
of HSP(%)	(−45～61)	(−36～8)	(−50～137)	(−22～4)	(−41～57)	(−20～48)	(−34～47)	(−24～−4)		
% of F_1's>HP	58	25	50	25	83	50	50	0		
Intensity of HSP(%)	10～61	1～8	14～137	1～4	1～57	11～48	5～47	0		
Mean Int. of HSP(%)	30.0	3.6	66.0	2.6	25.0	27.0	31.0	0		

b. 與兩親中間值 (MP) 之差異及其雜種優勢 (HMP，括弧內者)

b. Between F_1 and their mid-parent and their heterosis (HMP, in parenthesis)

雜交組合 Cross combination	粒重 g Seed weight/plant	株高 cm Plant height	分枝數 No. of branches	主莖節數 No. of nodes	全株乾重 g Whole pt. dry wt.	莢果數 No. of pods	種子粒數 No. of seeds	百粒重 g 100-seed weight	大於親本性狀之% %of F_1's char. >Mp	優勢強度 Intensity of HMP%
C-1 Mao-205×30582	1.8** (58)	−1.6** (−8)	0.6 (216)	−0.1 (−2)	2.2** (34)	4.3** (38)	8.2** (41)	1.1* (5)	75	5～216
C-2 Mao-205×30583	1.6** (61)	2.1 (9)	0.2 (60)	0.1 (1)	4.3** (57)	5.0** (48)	13.4** (78)	−0.7 (−5)	87.5	1～78
C-3 Mao-205×200492	0.1 (3)	0.0 (0)	0.0 (0)	−0.1 (−3)	0.9* (14)	0.6 (5)	0.1 (1)	0.3 (1)	62.5	1～5
C-4 30583×TN_4	1.7** (50)	0.1 (1)	1.0** (166)	0.6** (6)	4.5** (64)	5.2** (37)	13.1** (53)	−0.2 (−2)	87.5	6～166
C-5 200492×230970	1.5** (37)	3.7** (13)	0.6** (150)	0.5** (6)	2.9** (40)	4.6** (34)	10.9** (41)	−0.4 (−3)	87.5	6～150
C-6 200492×TN_{15}	−0.7**(−18)	−1.6* (−6)	−0.3* (−25)	−0.4* (−5)	−1.0* (−13)	−1.0 (−5)	−2.1 (−7)	−1.7**(−13)	0	0
C-7 KS_3×30582	1.6** (34)	2.5** (9)	1.0** (83)	0.4 (4)	4.6** (55)	7.3** (45)	13.0** (41)	−0.4 (−3)	87.5	4～83
C-8 KS_3×230970	0.4 (7)	0.5 (2)	0.2 (22)	−0.4* (−5)	1.7** (19)	1.5 (9)	3.8 (11)	−0.5 (−4)	75	2～22
C-9 Osaka×200492	−0.2 (−7)	0.7 (3)	−0.1 (−25)	0.1 (1)	0.1 (1)	−1.2* (−10)	−1.0 (−6)	−1.2 (−7)	37.5	1～3
C-10 Osaka×TN_{15}	3.1** (53)	−2.0** (−7)	0.1 (10)	−0.1 (−1)	3.5** (42)	2.9* (27)	1.3 (2)	3.7** (20)	75	2～53
C-11 TN_{15}×230971	4.0* (63)	−1.0 (−3)	0.8** (61)	0.4 (4)	6.8** (59)	9.7** (49)	23.8** (59)	1.0* (5)	87.5	4～63
C-12 TN_4×230971	−1.7**(−29)	−10.4**(−30)	0.1 (14)	−1.9**(−21)	−2.8**(−27)	−1.9 (−11)	−6.9**(−20)	−1.7**(−11)	12.5	14
Range of F_1−MP	−1.7～4.0	−10.4～3.7	−0.3～1.0	−1.9～0.6	−2.8～6.8	−1.9～9.7	−6.9～23.8	−1.7～3.7		
of HMP%	(−29～63)	(−30～13)	(−25～216)	(−21～6)	(−27～64)	(−11～48)	(−20～78)	(−13～20)		
% of F_1's>MP	75	50	75	50	83	75	75	25		
Intensity of HMP(%)	3～63	2～13	14～26	1～6	1～64	5～48	2～78	1～20		
Mean Int. of HMP(%)	41	6	87	3.6	38	32	36	2.6		

註：純雜種優勢：Heterobeltiosis (HSP=〔($\bar{F}_1$−$\overline{HP}$)/$\overline{HP}$〕×100

雜種優勢：Heterosis (HMP=〔($\bar{F}_1$−$\overline{MP}$)/$\overline{MP}$〕×100)

*，**：各爲0.05及0.01之顯著水準 (Significant at 5% and 1% lerel, respectively)

11～137% 及 14～61%。反之，如 C-3 及 C-9 等二組合，只有 1 或 12.5% 的性狀優於 HP，其優勢爲 1～2%。而 C-6 及 C-12 等二組合，其全部之八性狀均不如 HP。因之，在本試驗中，C-5 可視爲最佳或最具純雜種優勢（HSP）之組合，C-4, C-7 及C-11 次之，C-1 及 C-2 更次之，而 C-6 及 C-12 等二組合，則爲本試驗中最劣或最不具純雜種優勢的組合。

討　　論

由於多種自交作物表現相當高程度的雜種優勢，以及新近雄不稔大豆品系的發現[9,11]及進展[6,7,10,14]，以及商業上對雜種品種的需求及興趣日益增加，大豆雜種優勢的研究，有較前熱絡之趨勢。

大豆爲高度自交作物，其雜種優勢的研究，過去雖不如他種作物之多，然早在 19 世紀初 Wentz 和 Steawart[21] 便發現大豆品種間雜種的株高和產量，明顯的超過親本。Veatch[17] 亦發現產量、粒數及粒重等有較高的雜種優勢，並指出前二性狀有超越分離的現象。Woodworth[23] 報導二個組合 F_1 的莢數，三個組合 F_1 的粒重，比較優親增加 48.3～134.6%；但兩個組合 F_1 的百粒重，不論與中間親或較高親相比，均爲負值，顯示該等組合 F_1 粒重的增加，係受粒數的影響，與百粒重無關。後者與本試驗結果（12 個組合 F_1 百粒重的純雜種優勢及雜種優勢，各別爲零及 25%；但粒數的純雜種優勢及雜種優勢，各別爲 5～47% 及 2～78%）恰相符合。

Weiss et al[20] 是少數在溫室和田間環境同時研究 F_1 雜種者，結果有 10 個及 7 個組合 F_1 的產量，比較優親本各別增產 32.2% 及 14%，但各組合 F_1 之性狀，在二環境下有明顯的不一致性。Kalton[13] 在兩年研究四個組合 F_1 的結果，發現在其中之一年全具雜種優勢，但在另一年，只有二個 F_1 具雜種優勢；其中 F_1 的成熟期和株高，多居於兩親中間，間有比晚熟親更晚熟，或比較高親更高的。四個組合 F_1 的產量，比較優親平均增加 13.8%。故 F_1 的雜種優勢，殊不穩定。

數位學者利用全（半）互交研究親本與 F_1 及其在以後世代的關係。Leffel and Weiss[15] 以 10 個親本組合成 45 個雜交組合研究後，發現 F_1 的產量、株高、含油量及百粒重等四性狀，具雜種優勢，並報導前二性狀的優劣，不能作爲 F_1 雜種產量和株高雜種優勢的依據；而一般組合力的高低，似可作爲判定親本產量的依據。以本試驗爲例，C-6 及 C-12 二組合親本之粒重及株高均相當優良，然該二組合各性狀之純雜種優勢均爲零，成爲本試驗中最劣之組合；反之，C-5 組合中一親本之粒重甚低，然該組合竟有 87.5% 的性狀優於較優親本，成爲本試驗中最佳之組合。故親本粒重的高低，與其在雜交組合中之表現，未必相同。曾氏[3] 以半互交研究由不同親本型組合之 F_1 結果，發現（無限型×有限型）組合之產量構成性狀（主莖莢數、粒數、產量），有較高之純雜種優勢。Paschal 和 Wilcox[16] 以遺傳背景相異的 12 個親本進行半互交，研究 30 個雜交組合的 F_1 結果，以產量的純雜種優勢最高，二年平均爲 8%，此數值爲諸報告中之較低者。

發現大豆第一代雜種具純雜種優勢的學者尚多。湯氏等[1] 報導 F_1 一株子實重及株高等的純雜種優勢，各別爲109～245%及110.9～223.2%。此二數據較本試驗及大多數學者所報告的 8%～69.0%，高出甚多。Brim et al[9] 發現 F_1 的株重及產量，多優於較優親（產量的純雜種優勢爲 20.2%），百粒重則近於較優親。但自 F_2～F_5 的自交弱勢，多趨於中間親。筆者[5] 報導兩組合 F_1 之單株粒重，平均較高產親本高出 45% 及 69%，較中間親高出 89% 及 82%；該粒重並隨世代（F_2～F_4）之增進而減輕。Webber 等[19] 在無競爭的較寬行株距下，經四年研究 85 個雜交組合結果，發現 77% 左右 F_1 的產量，各別超過其較優親本，其純雜種優勢平均爲 13.4%。同時就其親本不同種子大小的組合資料，證明 F_1 產量的增加，多係粒數增加之故。並論及 F_1 之產量，是累加作用以外的複雜因子作用所形成。曾氏[2] 報導大豆 F_1 營養生長期各性狀的雜種優勢，以株重最高（48%），之後經由此性狀之發育相承關係，傳遞至其他性狀。在成熟期則大多數 F_1 的莢數，粒數及產量等，比中間親增加 13、11 及 14%。並論及集約栽培下大豆產量的雜種優勢，可能會受營養生長優勢之影響。

與上述報導相反，Wilcox 和 Simpson[22] 以兩個高蛋白質低油分的大豆品種，與三個無限型高蛋白質及油分適中的品種，進行正反交結果，發現 12 個組合 F_1 的粒重及株重，全無純雜種優勢，爲鮮見之例。

總括各學者之報告，大豆第一代雜種的產量，多具相當高的純雜種優勢，爲無可置疑的事實。然咸認性狀及來源不同之親本或不同親本型之雜交組合，常使各性狀的表現有極大之差異。另外有關親本和 F_1 的表現，在預測 F_1 以後各世代表現的潛能方面的知識，有待加强深究。

在表示雜種優勢時，產量是廣被採用的。然就本試驗而言，全株乾重之純種優勢（HSP）的高低，與各組合內超越較優親性狀的數目，似有平行關係。即產量與全株乾重的純雜種優勢愈高的組合，其超過較優親本的性狀數目愈多。如本試驗各組合超過較優親的性狀，依序區分爲 7 、6 、5 、2 、1 、0 時，產量的 HSP 平均爲：22、21、（48.5）、11.5 、−10.5、−36.5% ，全株乾重的 HSP 平均爲：36、34.6、（40）、14.5、1.5、−32.5% ，示明產量和全株乾重的 HSP 各別爲 22% 及 36% 時，該組合內之 8 性狀中，有 7 性狀優於較高親；而當產量和全株乾重之 HSP 各別爲 21% 及 34.6% 時，該等組合便有 6 性狀優於較優親；餘類推（括弧中的高數據，係未能依序出現者，視爲例外）。然在某組合只有一性狀優於較優親時，產量的 HSP 爲負值，全株乾重的 HSP 則仍爲正值，後者似較前者合理。因之 F_1 全株乾重 HSP 的高低，似可表示 F_1 雜交組合的優劣。

另經分析親本百粒重的大小與 F_1 粒重的結果，發現二者有極密切的關係。即凡百粒重較重（15.9～23.8g）之親本（Osaka, Mao-205, 230971, KS_3, 230970），與百粒重較輕（12.3～13.2g）之親本（TN_{15}, 30582, 30583）雜交之五個組合（C-1、2、7、10、11），其 F_1 之粒重，均有正的純雜種優勢（10～61%）；而（百粒重重×重），（百粒重重×中重（14.8～15.1g）及（百粒重中重×輕）之 5 個組合（C-8，及 C-3、9、6、12），其 F_1 之粒重皆有負的純雜種優勢（−45～−4%）；另有兩個組合例外。

因之親本百粒重及其組合類型的正確選擇，以及利用 F_1 全株乾重純雜種優勢的高低，來判別雜交組合優劣等的發現，將有助吾人得到 F_1 粒重較高的純雜種優勢，及獲得優良雜交組合的機會，使大豆 F_1 雜種優勢的利用，向前邁進一步。

引 用 文 獻

1. 湯文通、戴喬治・1961・大豆育種法。科學農業 9（3—4）：12。
2. 曾富生・1978・大豆數量性狀之遺傳研究：Ⅶ營養生長及產量構成要素之雜種優勢。農藝彙報 3：54—59。
3. 曾富生・1980・大豆伸育性之育種學研究 XV 有限型，無限型品種互交後裔之遺傳介量及育種行爲。科學發展 8（7）：635—645。
4. 葉樹藩・1972・試驗設計學，第一部份：生物統計學 131—134 頁。
5. 詹國連・1976・大豆雜交後裔各世代產量選拔效果及遺傳力之研究。中華農業研究 25（3）：206—213。
6. 詹國連・1972・雜種大豆的展望—雄不稔品系的發現。科學農業 20（5—6）：311。
7. Boerma, H. R. and A. Moradshahi. 1975. Pollen movement within and between rows to male-sterile soybeans. Crop Sci., 15 : 858-861.
8. Brim, A. Charles and C. C. Cockerham. 1961. Inheritance of quantitative characters in soybeans. Crop Sci., 1 : 187-190.
9. Brim, A. Charles and M. F. Young. 1971. Inheritance of a male-sterile character in soybeans. Crop Sci., 11 : 564-566.

10. Brim, A. Charles and C. W. Stuber. 1973. Application of genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. Crop Sci., 13 : 528-530.
11. Burton, J. W. and C. A. Brim. 1981. Registration of two soybean germplasm populations. Crop Sci., 21 : 801.
12. Fonseca, Santiago and Fred L. Patterson. 1968. Hybrid vigor in a seven-parent diallel cross in common winter wheat. Crop Sci., 8 : 85-88.
13. Kalton, R. R. 1948. Breeding behavior at successive generation following by hybridization in soybeans. Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 358.
14. Koelling, P. D., W. J. Kenworthy, and D. M. Caron. 1981. Pollination of male-sterile soybeans in-caged plots. Crop Sci., 21 : 559-561.
15. Leffel, R. C. and M. G. Weiss. 1958. Analyses of diallel crosses among ten varieties of soybeans. Agron. Jour., 50 : 528-534.
16. Paschal, E. H. II, and J. R. Wilcox. 1975. Heterosis and combining ability in exotic soybean germplasm. Crop Sci., 15 : 344-349.
17. Veatch, C. 1930. Vigor in soybeans as affected by hybridity. Agron. Jour., 22 (4) : 289-310.
18. Walter, R. Fehr. 1978. Soybean physiology, agronomy, and utillization. pp. 153-155.
19. Webber, C. R., L. T. Empig, and J. C. Thorne. 1970. Heterotic performance and combining ability of two-way F_1 soybeans. Crop Sci., 10 : 159-160.
20. Weiss, M. G., C. R. Webber, and R. R. Kalton. 1974. Early generation testing in soybeans. Agron. Jour., 36 : 791-811.
21. Wentz, J. B. And R. T. Stewart. 1924. Hybrid vigor in soybeans. Agron. Jour., 16 : 534-540.
22. Wilcox, J. R. And A. M. Simpson, Jr. 1977. Performance of reciprocal soybean hybrids. Crop Sci., 17 : 351-352.
23. Woodworth, C. M. 1933. Genetics of the soybean. Agron. Jour., 25 : 36-51.

Performance of F_1 hybrids of soybeans[1]

Kuo-Lein Chan and Weng-Long Tsaur[2]

Summary

Twelve crosses were made from 10 parents differing in origin, height, seed size, maturity and resistance to rust disease to compare the performance of F_1 plants with that of high parents and to determine the high-parent heterosis (heterobeltisosis, or HSP). Eight characters were measured and all statistics were analysed on an individual plant basis.

Results showed that 10 crosses had higher total plant dry weight, 7 had higher seed weight per plant and 6 had more numbers of branches, pods and seeds per plant than the parents. HSP for the above 5 characters were 1-57% (average 25%), 10-61% (30%), 14-137% (66%), 11-48% (27%) and 4-47% (31%), respectively. However, 100-seed weight of F_1 hybrids from 10 crosses was significantly lower than that of the high parents.

In 7 characters studied, cross No. 5 (C-5) performed better than the high parent with HSP of 3-36% and was thus considered the best cross in this expeiment. Crosses C-4, C-7 and C-11 were superior to their high parents in 6 characters with HSP ranged from 1 to 128%. However, C-6 and C-12 failed to show any HSP. Furthermore, a good agreement between the intensity of F_1's HSP for total plant dry weight and the number of characters better performed was found.

The diversity in seed size of parents was positively correlated with the HSP for F_1 hybrids' seed weight per plant. Crosses involving parents with large and small seeds (large×small) resulted in positive HSP whereas large×large and large×medium crosses gave only negative HSP in F_1 population. Results suggested that the obtaining of high HSP for seed weight per plant lies in the ability to find correct parents and crosses.

1. Contribution No. 1040 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Plant Breeder and Research Assistant, respectively, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan 431, ROC.