

## 重瓣長壽花之育種

鄭怡婷<sup>1)</sup> 朱建鏞<sup>2)</sup>

關鍵字：花粉發芽率、種子發芽率、單株選拔

**摘要：**本試驗以重瓣長壽花和單瓣長壽花品種為材料，進行花粉活力檢定、品種間雜交，期能選育出優良之重瓣長壽花。長壽花重瓣品種以'Mona'花粉發芽率在含5%蔗糖的BK培養基，在25°C下培養兩小時，最高可達到20.7%；其次是'Kelly'18.2%。單瓣品種'Gimi'花粉發芽率較高可達30.8%，而'日出'則沒有任何花粉發芽。除了'La Douce'外，'Hayworth'、'Leonardo'、'Kelly'、'Gabrielle'、'Yazmin'以及'Mona'之自交皆能結種，其中以'Kelly'的結種率最高達75.8%，但'Gabrielle'、'Mona'雖也獲得種子但種子不發芽。以'Isabella'為母本與'Hayworth'、'Leonardo'或'La Douce'雜交時，結種率分別為11.5%、5.8%或5.9%，種子發芽率分別為45.7%、44.2%或10.6%。在反交的部分以'Isabella'為父本與'Hayworth'或'Leonardo'雜交結種率分別為2.5%或5.2%。種子發芽率為42.3%或50.8%。以'La Douce'為母本與'Isabella'雜交則沒有種子。本試驗共選拔出共六株株型緊密，分枝性良好，葉片厚度較厚，花序整齊、花筒長度較短、且花梗及小花數量多之優良單株。

### 前 言

重瓣的長壽花單朵小花花朵大且花期比其他單瓣品種長，因此已成為市場的主流。目前市面所見重瓣長壽花品種多由歐洲國家育成，例如：丹麥的公司Kund Jepsen A/S育種公司的Queen<sup>®</sup>RoseFlowers<sup>®</sup>系列(<http://www.group-unique.com/queen/en/frontpage>)，以及荷蘭Fide Straathof公司的Calandiva<sup>®</sup>系列等(<http://www.calandiva.com>)。在台灣，重瓣長壽花品種分別由綠欣公司及福埠公司代理進口，每年必需支付巨額權利金才能生產。由於歐洲

---

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

氣候較為涼爽，與台灣濕熱的氣候有明顯差異，雖然長壽花是多肉植物，對逆境耐受性強，但歐洲的重瓣長壽花品種在台灣夏季，常見生長勢差和繁殖率低的問題。有些品種必需在冷涼的中高海拔地區栽培繁殖。此外有些品種在濕熱的氣候下，真菌性病害頗為嚴重。本試驗擬利用歐洲品種之重瓣長壽花與單瓣品種雜交，選拔出具有特色且適合台灣栽培環境之優良品種。

## 材 料 與 方 法

### 一、植物材料

試驗材料有荷蘭重瓣長壽花 Calandiva<sup>®</sup>系列之品種:'Hayworth'(Hay)、'La Douce'(LaD)、'Leonardo'(Leo)、'Bardot'(Bar)、'Bassey'(Bas)、'Loren'(Lo)、'Cher'、'Sorvino'(Sor)、'Cardinale'(Car)。丹麥重瓣長壽花 Queen<sup>®</sup> RoseFlowers<sup>®</sup>系列:'Gabrielle'(Ga)、'Mona'、'Karen'(Ka)、'Jodie'(Jo)、'Kelly'(Ke)、'Yazmin'(Ya)、'Lea'。單瓣與重瓣種間雜交所選出的重瓣系'Gi x Hay 95-1'、'Gi x Hay 95-2'、'Gi x Hay 95-3'、'Gi x Hay 95-7'、'Gi x Hay 95-12'、'Gi x Hay 95-17'等。以及單瓣品種'Isabella'(Isa)、'Simon'(S)、'Gimi'(Gi)、'Bee'、'燈塔'(Be)、'日出'(Sun)。

材料皆栽培於台中縣霧峰鄉之中興大學園藝試驗場。於民國 96 年 7 月下旬，摘取具 2 對葉之新梢作為插穗，扦插於裝有介質之兩吋黑軟盆(盆徑 5 cm)中。介質是由泥炭土(Hochmoortorf für jeden Garten zersetzt H2-H5, karl wolpe, Garmen)和 4 號珍珠石(好成特選珍珠岩 4-9mm, Hopes Int'l Floriculture & Horticulture Co.)以體積比 2:1 混合而成。一個月後將已發根插穗移植至 3 吋塑膠盆(盆徑 7.5 cm)中，使用介質與扦插介質相同。所有植株置於高床上。栽培初期每次澆水以 Peters 2 號(20N-8.7P-16.6K)(Scotts-Sierra Horticultural Products Co., Marysville, OH, USA)水溶性肥料 4000 倍液澆灌。換盆後改以每週施用一次含上述肥料之 2000 倍水溶液。病蟲害則根據發生的情形予以防治。在花期 10 月至隔年 2 月的開花期間左右進行花粉活力檢定、雜交授粉試驗、以及單株選拔。

### 二、花粉活力之測定

花粉發芽培養基以 Brewbaker 和 Kwack(1963)的基本配方(含 100 mg/l 硼酸、200mg/l 硫酸鎂、300 mg/l 硝酸鈣、100 mg/l 硝酸鉀)加入 5% 蔗糖後，將培養基之 pH 值調整到 6.0。配製之培養基滴於雙凹槽載玻片中，將當日開花採集之新鮮花粉，均勻散佈於培養基上，再將載玻片置入底部鋪有沾濕的紙巾保鮮盒中。保鮮盒放置於 25°C 黑暗之生長箱(RI80, Firstek Scientific, Taiwan)中培養，經 2 小時後取出以光學顯微鏡觀察，並計算花粉發芽率。當花粉管長度超過花粉直徑 2 倍時即視為發芽。試驗每重覆 200 粒花粉，每處理 6 重複。

### 三、重瓣長壽花自交或與單瓣長壽花雜交對結實率、結種率及種子發芽率之影響

分別將'Hayworth'、'Leonardo'、'La Douce'、'Mona'、'Gabrielle'、'Kelly'、'Yazmin'等重瓣品種及95年雜交出之重瓣後代'Gi x Hay 95-1'、'Gi x Hay 95-2'、'Gi x Hay 95-3'、'Gi x Hay 95-7'、'Gi x Hay 95-12'、'Gi x Hay 95-17'自交。另以重瓣長壽花為親本與單瓣長壽花相互雜交。單瓣品種於開花前一天除去花瓣及雄蕊。而重瓣品種則是在開花當天雄蕊未開裂前除去雄蕊僅保留部分花瓣。花朵除雄後套上吸管以避免昆蟲授粉。授粉在上午8點至下午4點間進行。待柱頭開始產生分泌液時，取新鮮的花粉進行授粉，並連續授粉2天。授粉後經1至2個月可採收蒴果，並計算結果率。蒴果乾燥後於解剖顯微鏡下計算實心種子數，以實心種子數除以總種子數(胚珠數)即為結種率。所獲得之種子於每年4月或5月播種於水稻育苗盤中，盤中裝有以泥炭土(Hochmoortorf für jeden Garten zersetzt H2-H5, karl wolpe, German)和砂(2/1; v/v)混合之介質，介質上先鋪一層濕衛生紙後，再將種子撒播其上。種子數少的授粉組合種子全部播種，而種子量多者，則取100~200粒種子播種。最後將育苗盤放置於噴霧扦插床，約2~3個星期待苗之本葉長出後，調查各控制授粉所收穫之種子發芽率。

#### 四、雜交後代之選拔

播種2個月後，將發芽之實生苗假植至128格之穴盤(54.5 cm×28.5 cm×4.0 cm)中，穴盤之介質為荷蘭BVB培養土(A18014 peatmoss 7H P0351941, BVB substrates, 荷蘭)。假植苗經生長2個月後，再移植至有由泥炭土(Hochmoortorf für jeden Garten zersetzt H2-H5, karl wolpe, German)與4號珍珠石混合而成(2/1; v/v)的介質之2吋黑軟盆內，按前述栽培管理方法栽培。實生苗未經摘心，待10月至隔年2月植株開花時，選拔分枝數多、開花枝多、花大等優良特性之雜交後代。

#### 五、統計分析

試驗全部採完全隨機設計(completely randomized design)，試驗數據利用CoStat 6.1軟體(CoHort software, Minneapolis, USA)以LSD比較5%差異顯著性。

## 結 果

### 一、花粉活力之測定

長壽花重瓣品種以'Mona'花粉發芽率最高可達到20.7%，其次為'Kelly' 18.2%，其餘依次為'Sorvino' 10.2%、'Loren' 8%、'La Douce' 5.2%、'Bardot' 4.9%、'Yazmin' 4.7%、'Leonardo' 4.5%、'Bassey' 4.1%、'Gabrielle' 3.5%、'Hayworth' 2.5%、'Lea' 2.9%、'Jodie' 1.2%。而單瓣品種'Gimi'品種花粉發芽率較高可達30.8%、其餘依次為'Isabella' 2.3%、'燈塔' 0.4%、'Bee' 0.3%，而'日出'則沒有任何花粉發芽(圖1)。

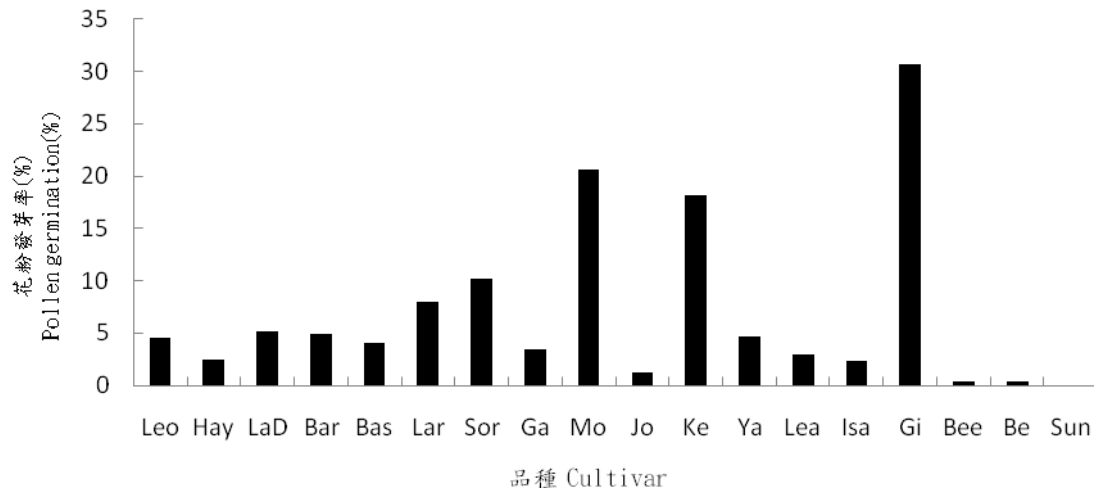


圖 1.長壽花品種的花粉發芽率，培養在 25°C 下兩小時

Fig1.Pollen germination of Kalanchoe cultivars, incubated at 25°C for 2 hours. Leo: 'Leonardo', Hay: 'Hayworth', LaD: 'La Douce', Bar: 'Bardot', Bas: 'Bassey', Lor: 'Loren', Sor: 'Sorvino', Ga: 'Gabrielle', Mo: 'Mona', Jo: 'Jodie', Ke: 'Kelly', Ya: 'Yazmin', Lea: 'Lea', Isa: 'Isabella', Gi: 'Gimi', Bee: 'Bee', Be: '燈塔', Sun: '日出'

## 二、重瓣長壽花自交或與單瓣雜交對結實率之影響

重瓣品種的自交除了 'Mona' 自交結實率較低，為 90% 以外，其餘品種結實率皆為 100%。'Hayworth' 自交一代所選出的植株，如 'Hay 96-2' 和 'Hay 96-4' 其自交之結實率分別為 100% 或 10%，而 95 年選出的單、重瓣雜交系 'Gi x Hay 95-1'、'Gi x Hay 95-2' 的自交以及其相互之間正反交結實率分別為:60%、40%、100% 或 50%。'Gi' x 'Hay 95-3' 或 'Gi x Hay 95-7' 之自交結實率分別為 70% 或 20%。'Gi x Hay 95-12' 和 'Gi x Hay 95-17' 自交之結實率都是 100% (表 1)。在重瓣與單瓣長壽花之雜交組合中，所有的雜交組合結實率都是 100% (表 2)。

## 三、單、重瓣品種自交及相互雜交之結種率與發芽率

'Hayworth' 自交的結種率為 5%，播種後 116 粒種子發芽，種子發芽率為 24.5%。'Leonardo' 自交的結種率為 2.2%，播種後有 5 粒種子發芽，種子發芽率為 4.2%。'Kelly' 自交的結種率為 75.8%，但播種後只有 6 個種子發芽，種子發芽率只有 0.6%。'Gabrielle' 自交的結種率為 32.7%，種子不發芽。'Yazmin' 的自交結種率為 0.4%，且播種後只有 3 粒種子發芽，種子發芽率為 12.5%。'La Douce' 自交的結種率為 0.0%。'Mona' 自交的結種率有

表 1. 重瓣長壽花自交之結實率、結種率以及發芽率

Table 1. The rates of fruit set, seeds harvested and seed germination of double kalanchoe selfing.

品種/品系 Cultivars/lines	結實率 (結實數/授 粉數) Fruit set (%)	總種子數 Total seeds harvested	平均胚 珠數 Ovary/ capsule	平均種子數 Seeds/ capsule	結種率 Seed formation (%)	播種數 Sowing seeds	發芽率 Germination (%)
'Hayworth' (Hay)	100(20/20)	528	337.1	16.8	5.0	472	24.5
'Hayworth' 96-2	100(20/20)	591	341.3	29.5	8.6	591	48.5
'Hayworth' 96-4	10(1/10)	2	293.0	0.2	0.1	-	-
'Leonardo'	100(24/24)	72	231.9	5.1	2.2	119	4.2
'Kelly'	100(10/10)	1732	228.5	173.2	75.8	900	0.6
'Gabrielle'	100(16/16)	311	158.4	51.8	32.7	311	0.0
'Yazmin'	100(20/20)	24	243.2	1.2	0.4	24	12.5
'La Douce'	100(10/10)	0	258.3	0.0	0.0	-	-
'Mona'	90(9/10)	3	134.8	3.0	2.2	3	0.0
'Gi x Hay 95-1'	60(6/10)	96	233.2	9.6	4.1	96	0.0
'Gi x Hay 95-2'	40(4/10)	0	233.8	0.0	0.0	-	-
'Gi x Hay 95-3'	70(7/10)	0	258.3	0.0	0.0	-	-
'Gi x Hay 95-7'	20(2/10)	0	233.2	0.0	0.0	-	-
'Gi x Hay 95-12'	100(10/10)	88	262.1	8.8	3.3	88	11.3
'Gi x Hay 95-17'	100(10/10)	149	211.1	14.9	7.0	149	29.5
'Gi x Hay 95-1' x 'Gi x Hay 95-2'	100(10/10)	144	233.2	14.4	6.1	144	16.6
'Gi x Hay 95-2'x 'Gi x Hay 95-1'	50(5/10)	13	331.0	1.3	0.3	13	0.0

表 2. 長壽花單瓣品種與重瓣品種雜交之結實率、結種率以及種子發芽率  
 Table 2. The fruit set, seeds harvested and germination of double Kalanchoe crossed with single kalanchoe.

雜交組合 Cross combination	結實率 Fruit set (%)(結實數/ 授粉數)	總種子數 Total seeds harvested	平均胚珠數 Ovary/ capsule	平均種子數 Seeds/ capsule	結種率 Seed formation (%)	播種數 Sowing seeds	發芽率 Germination (%)
'Isabella' x 'Hayworth'	100(10/10)	343	297.0	34.3	11.5	343	45.7
'Hayworth' x 'Isabella'	100(10/10)	85	337.1	8.5	2.5	85	42.3
'Isabella' x 'Leonardo'	100(10/10)	174	297.0	17.4	5.8	174	44.2
'Leonardo' x 'Isabella'	100(10/10)	122	231.9	12.2	5.2	122	50.8
'Isabella' x 'La Douce'	100(10/10)	178	297.0	17.8	5.9	178	10.6
'La Douce' x 'Isabella'	100(10/10)	0	258.3	0.0	0.0	-	-
'Gimi' x 'Leonardo'	100(10/10)	35	291.2	3.5	1.2	35	14.2
'Leonardo' x 'Gimi'	100(10/10)	121	231.9	12.1	5.2	121	9.9
'Gimi' x 'Cardinal'	100(10/10)	3	291.2	0.3	0.1	3	0.0
'Cardinal' x 'Gimi'	100(10/10)	60	182.8	6	3.3	60	33.3

Single flower: 'Isabella', 'Gimi'

Double flower: 'Hayworth', 'Leonardo', 'La Douce', 'Cardinal'

表 2.(續)

Table 2. (continue)

雜交組合 Cross combination	結實率(結 實數/授粉 數) Fruit set(%)	總種子數 Total seeds harvested	平均胚珠 數 Ovary/ capsule	平均種子數 Seeds/ capsule	結種率 Seed formation (%)	播種數 Sowing seeds	發芽率 Germination (%)
'Mona' x 'Gimi'	100(10/10)	44	134.8	4.4	3.2	44	72.7
'Cher' x 'Gimi'	100(10/10)	37	153.3	3.7	2.4	37	67.5
'Gimi' x 'Bass'	100(10/10)	124	291.2	12.4	4.2	124	12.1
'Gimi' x 'Sorvino'	100(10/10)	540	291.2	54.0	18.5	196	47.4
'Gimi' x 'Loren'	100(10/10)	17	291.2	1.7	0.5	17	17.6
'Gimi' x 'Bardo'	100(10/10)	40	291.2	4.0	1.3	40	25.0
'Leonardo' x 'Bee'	100(10/10)	113	231.9	11.3	4.8	133	6.1
'Bee' x 'Leonardo'	100(10/10)	15	-	1.5	-	15	0.0

Single flower: 'Gimi', 'Bee'

Double flower: 'Mona', 'Cher', 'Bass', 'Sorvino', 'Loren', 'Bardo'

2.2%，但是種子也不發芽。'Hayworth'的自交系'96-2'或'96-4'自交結種率分別為 8.6% 或 0.1%，前者播種後有 287 粒種子發芽，種子發芽率為 48.5%，後者之種子不發芽。在'Gi x Hayworth'選出的重瓣株：'95-2'、'95-3'、'95-7'自交皆無法結種，但'95-1'、'95-12'或'95-17'結種率為 4.1%、3.3%或 7.0%，而播種後分別有 0、10 或 44 粒種子發芽，種子發芽率分別為 0%、11.3%或 29.5%。'Gi x Hay 95-1'、'Gi x Hay 95-2'相互正反交結種率分別為 6.1% 或 0.3%，前者播種後有 24 粒種子發芽，種子發芽率為 16.6% (表 1)。

以 'Isabella'分別與'Hayworth'、'Leonardo'或'La Douce'做正反交，以'Isabella'為母本時結種率分別為 11.5%、5.8%或 5.9%，分別得到 343、174、178 粒種子，種子發芽率為 45.7%、44.2%或 10.6%。在反交的部分以'Hayworth'或'Leonardo'為母本結種率分別為 2.5% 或 5.2%。分別得到 85 或 122 粒種子，種子發芽率為 42.3%或 50.8%。以'La Douce'為母本則沒有種子。

以'Gimi'分別與'Leonardo'或'Cardinal'正反雜交，以'Gimi'為母本時結種率分別為 1.2% 或 0.1%，分別得到 35 或 3 粒種子，種子發芽率為 14.2%或 0%。反交時結種率為 5.2% 或 3.2%。分別得到 121 或 60 粒種子，種子發芽率為 9.9%或 33.3%。

以'Gimi'為父本與'Mona'及'Cher'雜交結種率分別為 3.2%與 2.4%，分別得到 44 及 37 粒種子，種子發芽率為 72.7%和 67.5%。

以'Gimi'為母本與'Bass'、'Sorvino'、'Loren'或'Bardo'雜交結種率分別為 4.2%、18.5%、0.5%或 1.3%，分別得到 124、540、17、40 粒種子，種子發芽率為 12.1%、47.4%、17.6% 或 25.0% (表 2)。

#### 四、長壽花不同重瓣品種及優良重瓣單株性狀之比較

與 'Hayworth'花色相近的紅色營養系有以與'ISA × Hay 96-2'、'ISA × Hay 96-3'以及 'ISA × Leo 96-3'，經比較其營養性狀與'Hayworth'的差異，三營養系的株高皆比'Hayworth'低。展幅除了'ISA × Hay 96-2'之外，其餘兩株皆比'Hayworth'寬。節間長度則沒有明顯的差異。在葉子的特徵，葉子較長的為'ISA × Leo 96-3'為 145.1mm，其次為'ISA × Hay 96-3' 123.9mm，葉長最短的則是'ISA × Hay 96-2'。葉寬最寬的也是'Leo × ISA 96-2'有 72.2mm，其次仍為'ISA × Hay 96-3'有 64.9mm。'ISA × Hay 96-2'與'Hayworth'葉較短，分別是 45.8 和 50.5。葉片厚度'Hayworth'則是較薄的，其與'ISA × Hay 96-2'沒有明顯的差異，'ISA × Hay 96-3'、'ISA × Leo 96-3'皆比'Hayworth'厚，最厚的為'ISA × Leo 96-3'可達 1.4mm。葉柄的長度'ISA × Hay 96-3'較長可達到 30.5mm，'ISA × Leo 96-3'次之為 25.9mm，'Hayworth'則是最短的為 17.3mm，但其與'ISA × Hay 96-2'沒有明顯的差異(表 3)。

與'Cher'花色相近的桃紅色營養系中，有'ISA × Leo 96-2'、'Leo × ISA 96-2'。經比較其營養性狀與'Cher'的差異，株高皆沒有明顯的差異，但兩營養系的展幅皆比'Cher'還要小，節間長度'Leo × ISA 96-2'較短為 8.4mm，'ISA × Leo 96-2'較長為 12.4mm。在葉長和葉柄長的部分都較對照品種長。'ISA × Leo 96-2' 的葉寬較'Cher'寬，'Leo × ISA 96-2'則介於兩者之



間。葉厚則是'Leo × ISA 96-2'較厚，'ISA × Leo 96-2'與'Cher'相同。與'Jodie'花色相近的粉紅色營養系中，'(S x KG) x Hay96-1'株高、葉長、葉寬、葉厚之數值皆比'Jodie'大，而展幅及節間長則與'Jodie'沒有明顯的差異，葉柄長度則是'Jodie'較長，為 25.6mm (表 3)。

在生殖特徵方面，花筒的長度選拔單株皆比'Hayworth'短。花梗的長度只有'ISA × Hay 96-3'較'Hayworth'短，其餘沒有顯著差異。小花梗的長度，'ISA × Leo 96-3'較'Hayworth'長，為 9.1mm，'ISA × Hay 96-2'則比'Hayworth'短為 5.1mm，'ISA × Hay 96-3'則與'Hayworth'沒有明顯的差異。在小花徑方面，'ISA × Hay 96-3'和'ISA × Leo 96-3'比'Hayworth'長，而'ISA × Hay 96-3'則與'Hayworth'沒有明顯的差異。'ISA × Leo 96-3'的花瓣數比'Hayworth'多，可達 18.4 瓣，'ISA × Hay 96-2'則比'Hayworth'少，'ISA × Hay 96-3'則與'Hayworth'沒有明顯的差異。最內圈的花瓣長選拔單株皆比'Hayworth'短，而最外圈'ISA × Hay 96-2'與'Hayworth'沒有明顯差異外，其餘兩者皆較'Hayworth'短。在花瓣的寬度方面，不管最內圈還是最外圈，'ISA × Hay 96-3'比'Hayworth'寬，'ISA × Hay 96-2'則較'Hayworth'窄，'ISA × Leo 96-3'則與'Hayworth'沒有明顯的差異(表 4)。

在桃紅色系方面，花筒長度選拔單株皆比'Cher'短，其中花梗長度則是皆比'Cher'長，在小花梗長、花瓣長度(內外)與花瓣寬度(內)選拔單株皆與對照株沒有明顯之差異。在小花徑、平均花瓣數以及花瓣寬度(外)選拔單株皆比'Cher'數值小(表 4)。

在粉紅色系，'(S x KG) x Hay96-1'與'Jodie'花筒長度、最內圈花瓣長度沒有明顯的差異，花梗長度及小花梗長度皆比對照品種長，小花徑及平均花瓣數，皆比對照品種小，分別為 19.7mm 及 16.1 瓣，在花瓣最外圈長度，以及花瓣的寬度(內外)'(S x KG) x Hay96-1'皆比'Jodie'數值大(表 4)。

表 3. 長壽花優良營養系營養性狀之比較

Table 3. Comparison of vegetative characteristics between Kalanchoe cultivars and offspring lines.

品種/品系 Cultivars/Lines	株高 (cm)	展幅 (cm)	節間長度 (mm)	葉長(含葉柄) (mm)	葉寬 (mm)	葉厚 (mm)	葉柄長度 (mm)
'Hayworth'	42.3 <sup>az</sup>	14.7 <sup>b</sup>	17.3 <sup>a</sup>	99.6 <sup>c</sup>	50.5 <sup>c</sup>	1.07 <sup>c</sup>	17.3 <sup>c</sup>
'ISA x Hay 96-2'	31.2 <sup>b</sup>	16.8 <sup>b</sup>	14.9 <sup>a</sup>	80.0 <sup>d</sup>	45.8 <sup>c</sup>	1.08 <sup>bc</sup>	19.1 <sup>c</sup>
'ISA x Hay 96-3'	29.7 <sup>b</sup>	20.1 <sup>a</sup>	13.8 <sup>a</sup>	123.9 <sup>b</sup>	64.9 <sup>b</sup>	1.28 <sup>ab</sup>	30.5 <sup>a</sup>
'ISA x Leo96-3'	29.7 <sup>b</sup>	20.6 <sup>a</sup>	17.3 <sup>a</sup>	145.1 <sup>a</sup>	72.2 <sup>a</sup>	1.46 <sup>a</sup>	25.9 <sup>b</sup>
'Cher'	26.8 <sup>abz</sup>	18.0 <sup>a</sup>	9.1 <sup>ab</sup>	94.7 <sup>b</sup>	56.8 <sup>b</sup>	1.5 <sup>b</sup>	15.3 <sup>c</sup>
'ISA x Leo 96-2'	26.0 <sup>b</sup>	14.2 <sup>b</sup>	12.4 <sup>a</sup>	110.6 <sup>a</sup>	62.8 <sup>a</sup>	1.5 <sup>b</sup>	19.9 <sup>b</sup>
'Leo x ISA 96-2'	30.8 <sup>a</sup>	13.1 <sup>b</sup>	8.4 <sup>b</sup>	104.4 <sup>a</sup>	58.4 <sup>ab</sup>	2.0 <sup>a</sup>	27.8 <sup>a</sup>
'(S x KG) x Hay 96-1'	29.4 <sup>az</sup>	16.2 <sup>a</sup>	14.3 <sup>a</sup>	123.4 <sup>a</sup>	67.7 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>	17.7 <sup>b</sup>
'Jodie'	27.4 <sup>b</sup>	16.8 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>	103.2 <sup>b</sup>	57.3 <sup>b</sup>	1.1 <sup>b</sup>	25.6 <sup>a</sup>

<sup>y</sup> : Hay: 'Hayworth'、Leo: 'Leonardo'、(SxKG): 95 年'Simon'與鵝鑾鼻燈籠草雜交實生單株

<sup>Z</sup> : 同行字母相同者表示經 LSD 分析後沒有顯著差異。

<sup>Z</sup> : Means with the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

表 4. 長壽花優良營養系生殖性狀之比較

Table 4. Comparison of productive characteristics between Kalanchoe cultivars and offspring lines.

品種/品系 Cultivars/Lines	花筒 長度 (mm)	花梗 長度 (mm)	小花梗 長度 (mm)	小花 直徑 (mm)	平均花 瓣數 (mm)	內花瓣 長度 (mm)	外花瓣 長度 (mm)	內花瓣 寬度 (mm)	外花瓣 寬度 (mm)
'Hayworth'	12.4 <sup>a</sup>	157.1 <sup>a</sup>	7.3 <sup>b</sup>	17.7 <sup>b</sup>	13.8 <sup>b</sup>	8.5 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	4.9 <sup>b</sup>	5.5 <sup>b</sup>
'ISA x Hay 96-2'	9.1 <sup>b</sup>	129.2 <sup>ab</sup>	5.1 <sup>c</sup>	17.4 <sup>b</sup>	11.6 <sup>c</sup>	7.5 <sup>b</sup>	8.6 <sup>a</sup>	6.0 <sup>c</sup>	4.8 <sup>c</sup>
'ISA x Hay 96-3'	9.8 <sup>b</sup>	101.1 <sup>b</sup>	5.7 <sup>bc</sup>	19.3 <sup>a</sup>	14.5 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>	7.7 <sup>b</sup>	5.9 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>
'ISA x Leo 96-3'	10.0 <sup>b</sup>	142.6 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	18.8 <sup>a</sup>	18.4 <sup>a</sup>	6.8 <sup>b</sup>	7.9 <sup>b</sup>	4.9 <sup>b</sup>	5.4 <sup>b</sup>
'Cher'	12.2 <sup>a</sup>	55.1 <sup>c</sup>	7.2 <sup>a</sup>	24.2 <sup>a</sup>	27.5 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	9.4 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	6.7 <sup>a</sup>
'ISA x Leo 96-2'	10.8 <sup>b</sup>	66.6 <sup>b</sup>	6.6 <sup>a</sup>	19.7 <sup>b</sup>	21.6 <sup>b</sup>	7.3 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	5.7 <sup>b</sup>
'Leo x ISA 96-2'	9.7 <sup>c</sup>	131.5 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	19.6 <sup>b</sup>	14.5 <sup>c</sup>	7.2 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	5.8 <sup>b</sup>
'(S x KG) x Hay96-1'	10.5 <sup>a</sup>	117 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	9.7 <sup>b</sup>	16.1 <sup>b</sup>	7.4 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	6.7 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>
'Jodie'	10.4 <sup>a</sup>	89.7 <sup>b</sup>	6.0 <sup>b</sup>	23.7 <sup>a</sup>	24.6 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	8.4 <sup>b</sup>	5.4 <sup>b</sup>	6.1 <sup>b</sup>

<sup>y</sup> : Hay: 'Hayworth'、Leo: 'Leonardo'、(SxKG): 'Simon' crossed with *K. garambiensis*.

<sup>z</sup> : 同行字母相同者表示經 LSD 分析後沒有顯著差異。

<sup>z</sup> : Means with the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

## 討 論

原生台灣的鵝鑾鼻燈籠草綠葉型、紫葉型、倒吊蓮及大還魂等物種的花粉發芽率在50%至60%之間。掌上珠及蝴蝶之舞的花粉發芽率較低是由於兩者皆含有大小不同的花粉粒，其中僅大花粉粒有活力，導致平均發芽率降低(黃, 2007)。在本試驗中，發現重瓣品種花粉粒之大小不同，且發現重瓣種的花粉發芽率比起其他單瓣種低(圖1)。

雜交之著果率會受親和性的影響，親和性大者結果率較高(楊, 1998; Bletsos *et al.*, 2004)。燈籠草屬7個不同親本相互雜交，除了蝴蝶之舞為親本的雜交組合外，大多數正反交的結果率皆為100%，並沒有結果率的差異。但正反交的稔實率並不相同，尤其開花向上型物種相互雜交的稔實率比向上型與垂鐘型物種的雜交組合高，顯示出親本稔實性的差異(黃, 2007)。在本試驗中，除了少數重瓣品種之自交外，其餘結實率皆為100%，組合之親和性良好，但正反交之結種率也有明顯的差異(表2)。

在鵝鑾鼻燈籠草與長壽花'Isabella'的雜交試驗中，反交所得的種子數較正交減少4倍(侯和朱, 2004)。本試驗中以'Isabella'與重瓣品種'Hayworth'、'Leonardo'或'La Douce'雜交時，其正交種子量皆大於反交之種子量，而以'Gimi'與'Leonardo'、'Cardinal'正反交時卻是反交種子量大於正交(表2)，是由於'Gimi'花粉發芽力較佳，而'Isabella'較差所造成(圖1)。另一方面'Gimi'為斑葉品種，因此生長勢較差，因此母本營養狀態較差，也可能是導致低結實率原因。

種間雜交是將優良特性之基因型藉由雜交導入另一個基因型中，以改良親本原本的性狀(Horn, 2002)。在玫瑰花、菊花、鳶尾、番紅花，其原始物種已無法溯源，起源大多來自於種間雜交，且因為經過種間雜交後代偶而會發生自發性多倍體，使得品種發展更加快速，顯示種間雜交是發展新品種的重要途徑之一(Van Tuyl *et al.*, 2002)。Chung(1998a、b)等人以商業品種'Maya'及'Pennis'進行雜交，選育出生長速快和株型緊密的'Dahong'及'Hwahong'品種。黃(2007)利用鵝鑾鼻燈籠草綠葉型及'Rako'的種間雜交，選育出株型緊密、節間短且花瓣飽滿的後代'日出'以及雙色花瓣且小花數多的植株'燈塔'(黃, 2007)。Kroon等人(1989)進行22種不同類型的雜交組合，其中*K. lateritia*及雜交種與*K. aubrevillei*進行種間雜交，後代皆表現出雜種優勢的效果。在*K. blossfeldiana*與親緣關係較遠的*K. flammula*雜交，會有不稔的情形發生。雖然雜交種的數量不多，但可以獲得性狀變異較大的雜交組合(Kroon *et al.*, 1989)。種間雜交種與原親本形態特性的比較，通常雜交植株的外表形介於兩親本之間或者比親本更具優勢(Nomura *et al.*, 2002)。雜交過程由於不親和性會阻礙基因的結合，而限制異交的作用(Takada *et al.*, 2005)。在長壽花'Isabella'與鵝鑾鼻燈籠草的雜交結果中，反交產生的種子數較正交減少30%(侯與朱, 2003)。在本試驗中，少數品種具有單向雜交不親和的現象。而以鵝鑾鼻燈籠草之自交系與重瓣雜交組合在發芽到開花之期間會陸續死亡，可能因為是遺傳質的不親合而導致死亡。反之本試驗中所獲得的'(S x KG) x Hay96-1'，其母本(S x KG)即為商業品種'Simone'與鵝鑾鼻燈籠草(KG)雜交之後

代。具有分枝性良好，小花枝數多，且開花期長之鵝鑾鼻燈籠草的優點。因此鵝鑾鼻燈籠草先與歐洲單瓣品種雜交，再與重瓣品種互交可能是較可行的方法。

## 參 考 文 獻

- 侯宇龍、朱建鏞。2003。燈籠草屬植物花器發育與授粉方法對結實之影響。興大園藝 28：91-101
- 侯宇龍、朱建鏞。2004。鵝鑾鼻燈籠草和長壽花之花粉發芽及其種間雜交之研究。中國園藝 50：187-196。
- 黃倉海。2007。台灣原生燈籠草屬物種開花生理、種間雜交與 ISSR 分子標誌分析之研究。國立中興大學園藝系研究所博士論文。190 pp。
- 楊梨玲。1998。聖誕紅實生育種之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文100pp。
- Bletsos, F., D. Roupakias, M. Tsaktsira and A. Scaltsoyannes. 2004. Production and characterization of interspecific hybrids between three eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars and *Solanum macrocarpon* L. *Sci. Hort.* 101:11-21.
- Brewbaker, J. L. and B. H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.* 50:747-858.
- Chung, B. N., M. I. Joung, J. Y. Kim, B. H. Kim, and S. K. Chung. 1998a. Newly bred *Kalanchoe blossfeldiana* 'Dohong' with short plant height and mutiflorous. *RDA. J. Hort. Sci.* 40:127-129.
- Chung, B. N., M. I. Joung, J. Y. Kim, B. H. Kim, and S. K. Chung. 1998b. Breeding of a new *Kalanchoe blossfeldiana* 'Hwahong' for summer cultivation. *RDA. J. Hort. Sci.* 40:109-111.
- Horn, W. 2002. Breeding methods and breeding research. p.47-83 In: Vainstein, A. (Eds.), *Breeding for Ornamental: Classical and Molecular Approaches*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Kroon, G. H., J. DE Jong and L. W. D. Van Raamsdonk. 1989. Evaluation of the genus *Kalanchoe* for breeding of new cutflowers and potplants. *Acta Hort.* 252:111-116.
- Nomura, Y., T. Kazuma, K. Makara and T. Nagai. 2002. Interspecific hybridization of autumn-flowering *Allium* species with ornamental *Alliums* and the characteristics of the hybrid plants. *Sci. Horti.* 95:223-237.
- Takada, Y., T. Nakanowatari, J. Sato, K. Hatakeyama, T. Kakizaki, A. I. G. Suzuki, H. Shiba, S. Takayama, A. Isogai and M. Watanabe. 2005. Genetic analysis of novel intra-species unilateral incompatibility in *Brassica rapa* (syn. *Campestris*) L. *Sex Plant Reprod.* 17:211-217.
- Van Tuyl, J. M., K. B. Lim and M. S. Ramanna. 2002. Interspecific hybridization and introgression. In: Vainstein, A. (Eds.), *Breeding for Ornamental: Classical and Molecular Approaches*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. pp.47-83.

## The Breeding of Double Flower Kalanchoe

Yi-Ting Cheng <sup>1)</sup> Chien-Young Chu <sup>2)</sup>

Key words: Pollen germination, Seeds germination, Plant selection.

### Summary

In this research, double type and single type kalanchoes were used for pollen viability test, crossing between cultivars and breeding good lines of double kalanchoes.

At 25°C, double-type kalanchoe 'Mona' pollenia cultured on the medium containing 5% sucrose, the germination rate was higher to 20.7%, the 'Kelly' was 18.2%. The pollen germination of single kalanchoe 'Gimi' was 30.8%. However, 'Sunrise' pollen did not germinate.

Besides 'La Douce', 'Hayworth', 'Leonardo', 'Kelly', 'Gabrielle', 'Yazmin' and 'Mona' got seeds after selfing. But seeds from 'Gabrielle' and 'Mona' selfing did not germinate. 'Isabella' crossed with 'Hayworth', 'Leonardo' or 'La Douce' seeding rate was 11.5%、5.8% or 5.9%, respectively. As well as seed germination was 45.7%、44.2% or 10.67%, respectively. 'Hayworth' or 'Leonardo' crossed with 'Isabella' the seeding rate was 2.5% or 5.2%, respectively. The seed germination was 42.3% or 50.8%, respectively. However, 'La Douce' crossed 'Isabella' did not get seed.

In this research, six compact and branching plants with thick leaves and more flowers were selected.

---

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.