

長壽花‘Isabella’節間雜交種之性狀表現及其回交

王嘉偉¹⁾ 朱建鏞²⁾

關鍵字：燈籠草屬、節間雜交、回交

摘要：本試驗調查 *Kalanchoe blossfeldiana* ‘Isabella’與 *K. pinnatum*、*K. manginii* ‘Wendy’雜交所育成的節間雜交種(‘Isa × KP 94-1’，‘Isa × KP 94-3’，‘Isa × Wendy 94-1’，‘Isa × Wendy 94-2’)之植株與花朵性狀。並進行花粉活力檢定和回交試驗。節間雜交種植株特性大多介於兩親本中間，而花朵特性較偏向母本。花朵數量具有雜種優勢，明顯多於兩親本，與落地生根之雜交種皆無遺傳到由葉緣萌發小芽之特性，且無花藥。‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’有花粉但不發芽。節間雜交後代回交親本皆無法獲得種子。

前 言

台灣長壽花品種大多引進自荷蘭與丹麥。歐洲品種的發展，除了花色與瓣數的改進外，葉形、株形、花序形態、花朵形態及開花期等性狀一直無法獲得突破的進展(楊, 2011)。長壽花屬於燈籠草屬植物，燈籠草屬內又可分成長壽花節與落地生根節，二者之間最大的差異在於長壽花節物種花朵為向上型而落地生根節物種的花朵為下垂型(Descoings, 2003; Izumikawa *et al.*, 2008)。本研究室曾利用長壽花節的‘Isabella’與落地生根節的‘Wendy’和落地生根(*K. pinnatum*)進行雜交，可以產生中間型子代。因此本論文擬比較‘Isabella’與‘Wendy’或落地生根雜交後代優良選株與父母本性狀上的差異，並進行回交，期能瞭解兩節內的物種其不同性狀之遺傳，並選育出具新特色且適於台灣栽培的優良品種，或作為爾後育種之親本。

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。

材料與方法

一、試驗材料

材料為長壽花節的 *K. blossfeldiana* 'Isabella' 與落地生根節的 *Kalanchoe pinnatum*(KP)、*K. manginii* 'Wendy'，以及相互雜交所育成的節間雜交品系 'Isa × KP 94-1'、'Isa × KP 94-3'、'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2'。

二、繁殖與栽培

於 2008~2010 年 7 月摘取具 2 對葉之頂梢作為插穗，扦插於兩吋黑軟盆(盆徑 5 cm)中，介質使用泥炭土(Hochmoortorf für jeden Garten zersetzt H2-H5, karl wolpe, German)與珍珠石(好成特選珍珠岩 4-9mm, Hopes Int'l Floriculture & Horticulture Co.)，以體積比 2:1 混合。扦插一個月後，將發根插穗移植至 3 吋塑膠盆(盆徑 7.5 cm)中，使用介質與扦插介質相同。植株皆栽培於台中霧峰鄉之中興大學園藝試驗場遮雨棚網室之高床。每週澆灌一次 Jack's (20-20-20) (Scotts-Sierra Horticultural Products Co., Marysville, OH, USA)水溶性肥料之 1000 倍液。病蟲害則根據發生的情形予以防治。

三、節間雜交品系與親本性狀調查與比較

於開花期分別調查節間雜交品系與親本植株性狀並比較。調查株高、葉長、葉寬、葉緣苗與葉緣斑點之有無、分枝數、花序、花朵開花之方向、花朵數、小花徑、花萼、花瓣顏色、花藥排列、花藥顏色等性狀，試驗各 3 重複，每重複 1 植株。花瓣顏色以英國皇家園藝學會之 RHS 色卡比對顏色並標示色卡編號。

四、花粉發芽率測定

以 Brewbaker 和 Kwack (1963) 的基本配方(含 100 mg/l 硼酸、200 mg/l 硫酸鎂、300 mg/l 硝酸鈣、100 mg/l 硝酸鉀)，加入 5% 蔗糖(台糖細粒特沙)，pH 值調整到 6.0，作為花粉發芽培養基。將培養基滴於雙凹槽載玻片中，採集當日開花之新鮮花粉，均勻撒佈於培養基上，將載玻片置於底部鋪有濕潤紙巾的保鮮盒中。保鮮盒放置於 25°C 黑暗之生長箱(RI80, Firstek Scientific, Taiwan)中培養，經 2 小時後取出於光學顯微鏡下觀察，並計算花粉發芽率。當花粉管長度超過花粉直徑 2 倍時視為發芽。試驗每重複 200 粒花粉，每處理 6 重複(侯，2003)。

五、雜交後代之回交

以雜交系 'Isa × KP 94-1'、'Isa × KP 94-3'、'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2'，等分別與其父母本 *K. pinnatum*、*K. manginii* 'Wendy'、*K. blossfeldiana* 'Isabella' 進行回交授粉。於花藥開裂前除雄，並套上吸管以避免昆蟲授粉。待柱頭開始產生分泌液時，取當天開放之新鮮花粉進行授粉，並連續授粉 2 天。授粉在上午 8 點至下午 5 點間進行。授粉後經 2 至 3 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。於 5、6 月將雜交組合所獲得之種子播種於水稻育苗盤上，介質由泥炭土(Hochmoortorf für jeden Garten zersetzt H2-H5, karl wolpe,

German)與河砂(2:1:v/v)混合而成，將育苗盤置於噴霧扦插床，約 2-3 週後待實生苗生長至 1 對本葉時，調查各雜交組合之種子發芽率。

六、統計分析

試驗全部採完全逢機設計(completely randomized design, CRD)，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、節間雜交種的植株性狀

(一) *K. blossfeldiana* 'Isabella' 與 *K. pinnatum* 雜交品系之特性。

'Isa × KP 94-1' 的株高為 26.1cm 與母本 'Isabella' 較相似，而 'Isa × KP 94-3' 株高則為 45.9cm，介於兩親本之間(表 1)。葉片特性方面，兩子代皆未遺傳到 *K. pinnatum* 的葉緣苗特性，無法從葉緣缺刻處產生小苗，葉緣缺刻處也沒有斑點(表 2；圖 1A)。葉長與葉寬皆介於兩親本之間。而分枝特性 'Isa × KP 94-1' 與母本相似，有 8.7 個分枝，而 'Isa × KP 94-3' 的分枝數較少，只有 3.7 但仍較父本分枝數多(表 1)。開花特性方面，兩子代的花序與母本較相似，為聚繖花序，在 3 級花後會形成蠟尾狀聚繖花序；在小花的開花方向則是介於兩親本中間，母本為開花向上型，父本為下垂型，兩子代具有大部分向上，但有部分小花接近水平或些微下斜(表 2)。花朵數 'Isa × KP 94-3' 較父母本多，可達到 380.3 朵，而 'Isa × KP 94-1' 的花朵數為 287 朵，較父本 *K. pinnatum* 的 62.7 朵多，但與母本 'Isabella' 的 242.3 朵無顯著性的差異(表 1)。兩子代花朵形態類似母本(圖 1B)，小花徑分別為 1.6cm、1.4cm，與母本相近，而花筒長則介於兩親本之間，為 1.4cm。花瓣顏色分別為 RHS46B、RHS60B 與母本(RHS74A)較相似(表 2)，皆為桃紅色(圖 1C)。花萼部分，兩子代皆無花萼筒的形成。兩子代皆無花藥構造。

表 1. 節間雜交品系‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’與親本之植株數量性狀比較
Table 1. Comparison of characteristics of inter-sectional hybrids lines ‘Isa × KP 94-1’, ‘Isa × KP 94-3’ and parents.

數量性狀 Parameter	Isabella	Isa × KP 94-1	Isa × KP 94-3	KP
株高(cm)	26.4c ^z	26.1c	45.9b	78.1a
葉長(cm)	4.8c	6.7b	6.9b	8.7a
葉寬(cm)	3.0c	3.6b	3.9b	6.6a
分枝數	7.7a	8.7a	3.7b	1.0c
花朵數	242.3b	287.0b	380.3a	62.7c
小花徑(cm)	1.5b	1.4b	1.6b	2.5a
花筒長(cm)	1.0c	1.4b	1.4b	4.3a

^z小寫字母相同表示不同植株間經 LSD 分析後無顯著差異

表 2. 節間雜交品系‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’與親本之植株特性比較
Table 2. Comparison of characteristics of inter-sectional hybrids lines ‘Isa × KP 94-1’, ‘Isa × KP 94-3’ and parents.

植株特性 Characteristics	Isabella	Isa × KP 94-1	Isa × KP 94-3	KP
葉緣苗	無	無	無	有
葉緣斑點	無	無	無	有
花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序
花朵方向	上	大部分向上, 部分 接近水平	大部分向上, 部分 接近水平	下
花萼	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	基部相連成筒狀 約 3 公分
花瓣顏色	桃紅色 (RHS 74A)	桃紅色 (RHS 64B)	桃紅色 (RHS 60B)	暗橘紅 (RHS 43B)
花藥	兩層, 上 4 下 4	無	無	單層 8 個
花藥顏色	黃色	--	--	粉紫色



圖 1. 'Isabella' 與落地生根的節間雜交種 94-1、94-3 的植株型態. (A)葉片 (B)花朵側面 (C) 花朵正面

Fig 1. The morphology of the inter-sectional hybrid line of 'Isabella' and *K. pinnatum*. (A)Leaf shape (B)Side view of flower (C)Over view of flower.

(二) *K. blossfeldiana* 'Isabella' 與 *K. manginii* 'Wendy' 的雜交品系之特性。

'Isa × Wendy 94-2' 的株高為 32.7cm 較父母本高，而 'Isa × Wendy 94-1' 則與父母本間無差異。葉長 'Isa × Wendy 94-1' 與父本 'Wendy' 相似，為 4.4cm，'Isa × Wendy 94-2' 則與母本 'Isabella' 相似，為 4.6cm；葉寬皆介於親本之間。兩子代之分枝數與母本相近，分別為 6.6、6.3 枝。而在全株花朵數兩子代皆較父母本多，各為 437.3、373.3 朵，且彼此間無顯著差異。兩子代的花朵型態與母本較相似(圖 2A)，但是小花徑皆較親本來的小，分別為 1.3、1.2cm，花筒長則介於兩親本之間(表 3)。花序與母本相似，皆為聚繖花序，在 3 級花後會形成蠟尾狀聚繖花序；小花的開花方向則是介於兩親本中間，具有小花大部分向上，部分小花接近水平或些微下斜。而花瓣顏色與母本 'Isabella' 較相似，為桃紅色系(圖 2B)，'Isa × Wendy 94-1' 為 RHS57A、'Isa × Wendy 94-2' 為 RHS52A。在花藥的排列兩子代皆為單層 8 個與父本 'Wendy' 相同，顏色上也偏向父本的紫色，為粉紫色(表 4；圖 2C)。

表 3. 節間雜交品系 'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2' 與親本之植株數量性狀比較
Table 3. Comparison of parameter of inter-sectional hybrids lines 'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2' and parents.

數量性狀 parameter	Isabella	Isa × Wendy 94-1	Isa × Wendy 94-2	Wendy
株高(cm)	25.4b ^z	26.5b	32.7a	22.3c
葉長(cm)	4.8a	4.4b	4.6a	4.3b
葉寬(cm)	3.0a	2.5b	2.4b	1.5c
分枝數	7.6a	6.6a	6.3a	2.3b
花朵數	242.3b	437.3a	373.3a	45.0c
小花徑(cm)	1.5a	1.3b	1.2b	1.5a
花筒長(cm)	1.1c	1.3b	1.3b	2.7a

^z 小寫字母相同表示不同植株間經 LSD 分析後無顯著差異

表 4. 節間雜交品系‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’與親本之植株特性比較
Table 4. Comparison of characteristics of inter-sectional hybrids lines ‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’ and parents.

植株特性 characteristics	Isabella	Isa × Wendy 94-1	Isa × Wendy 94-2	Wendy
花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序
花朵方向	上	大部分向上 部分接近水平	大部分向上 部分接近水平	下
花萼	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連
花瓣顏色	桃紅色 (RHS 74A)	桃紅色 (RHS 57A)	桃紅色 (RHS 52A)	淺黃色 (RHS 2D)
花藥	兩層, 上 4 下 4	單層 8 個	單層 8 個	單層 8 個
花藥顏色	黃色	粉紫色	粉紫色	紫色

二、花粉發芽率

花粉發芽率以 *K. pinnatum* 最高，為 59.9%。其餘分別為 *K. manginii* ‘Wendy’30.3%、*K. blossfeldiana* ‘Isabella’13.3%，節間雜交種中‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’皆不具有花粉，而‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’雖具有花粉，但是發芽率皆為 0% (表 5)。

三、雜交後代回交

‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’與母本‘Isabella’回交，結果率分別為 36%、20%；而與父本 *K. pinnatum* 回交，結果率分別為 40%、44%，但是不論回交母本或父本皆沒有獲得種子。‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’，與母本‘Isabella’回交，結果率分別為 44%、52%；與父本‘Wendy’回交，結果率分別為 40%、24%，但是同樣皆沒有獲得種子(表 6)。

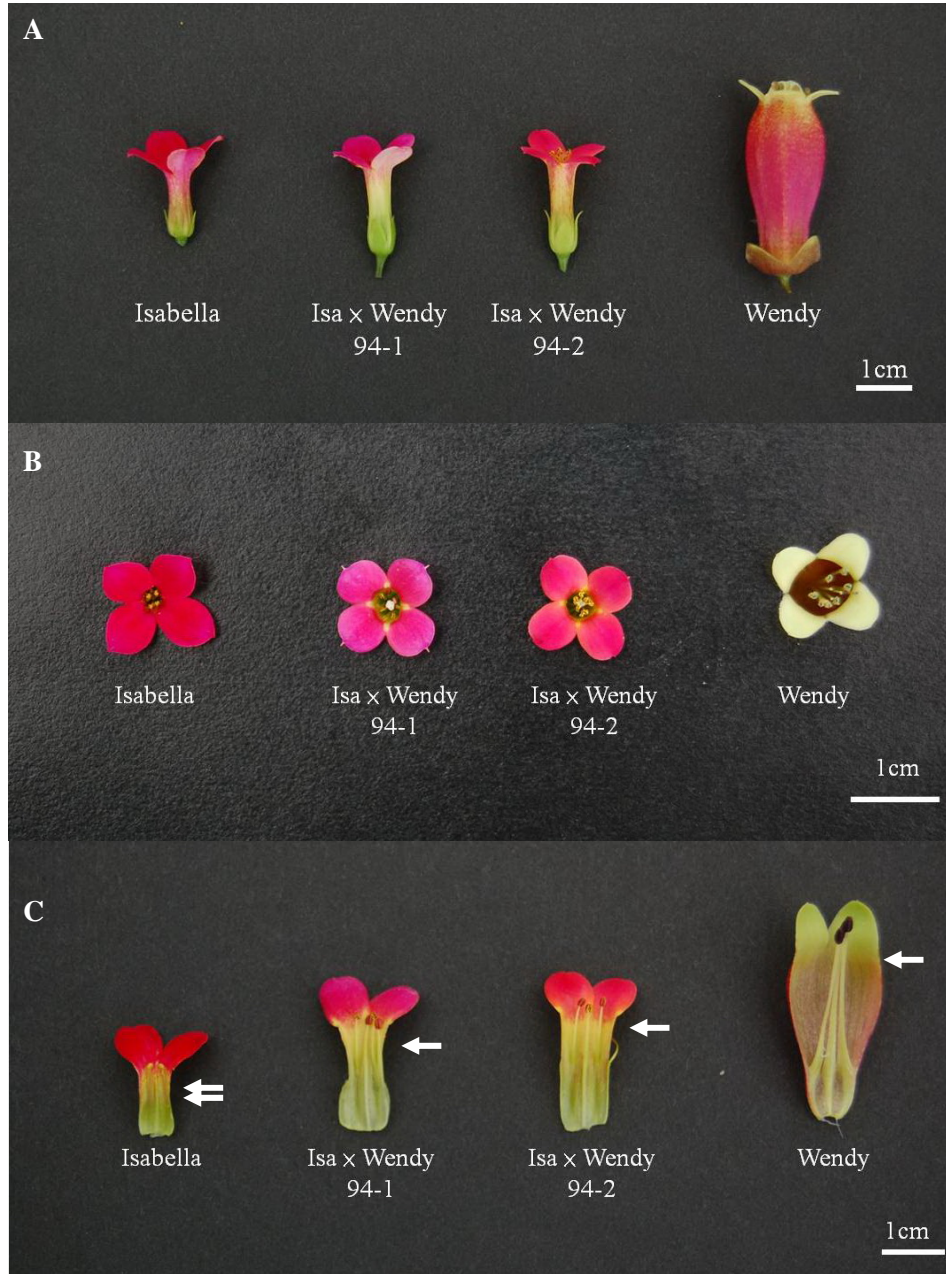


圖 2. 'Isabella' 與 'Wendy' 的節間雜交種 94-1、94-2 的植株型態. (A) 花朵側面 (B) 花朵正面 (C) 花藥(白色箭頭)

Fig 2. The morphology of the inter-sectional hybrid line between 'Isabella' and 'Wendy'. (A) Side view of flower (B) Over view of flower (C) Anthers (arrow).

表 5. 燈籠草屬回交親本之花粉發芽率

Table 5. The germination rate of pollen of *Kalanchoe* in back cross experiment.

種/品種/雜交品系 Species/Cultivars/Lines	花粉發芽率(%) Pollen germination(%)
<i>Kalanchoe pinnatum</i>	59.9a ^z
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> 'Isabella'	13.3d
<i>Kalanchoe manginii</i> 'Wendy'	30.3c
'Isa × Wendy 94-1'	0.0e
'Isa × Wendy 94-2'	0.0e

表 6. 節間雜交種回交之結果率和結種率

Table 6. Fruit set and fertility of *Kalanchoe* inter-sectional hybrids back cross.

回交組合 Back Cross	結果率 Fruit set (%)	胚珠數/蒴果 Ovules/capsule (No.)	結種率 Fertility (%)
(Isa×KP 94-1) × Isa	36(9/25)	301.0	0
(Isa×KP 94-1) × KP	40(10/25)	301.0	0
(Isa×KP 94-3) × Isa	20(5/25)	370.5	0
(Isa×KP 94-3) × KP	44(11/25)	370.5	0
(Isa×Wendy 94-1) × Isa	44(11/25)	413.5	0
(Isa×Wendy 94-1) × Wendy	40(10/25)	413.5	0
(Isa×Wendy 94-2) × Isa	52(13/25)	373.2	0
(Isa×Wendy 94-2) × Wendy	24(6/25)	373.2	0

討 論

雖然遠緣雜交的子代數量少，但可獲得性狀變異大的植株(Kroon *et al.*, 1989)。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)。而楊(1998)認為聖誕紅的雜交育種中，子代特性受母本的影響較大。而在黃(2007)的燈籠草屬物種雜交也顯示雜交種的性狀如株高、葉長、葉寬等亦介於兩親本之間，但較趨近於雌親的特性。向日葵與 *Helianthus mollis* 或 *H. orgyalis* 正反交的結果也有類似偏雌親的情形(Faure *et al.*, 2002)。本試驗中，所有節間雜交種都有較兩親本多的小花數(表 1,3)，顯示具雜種優勢。雜交種的植株特性如株高、葉長、葉寬等大多介於親本間(表 1,3)，而在花朵特性，則較偏向母本(表 2,4；圖 1,2)。

在‘Isabella’與 *K. pinnatum* 的雜交中，落地生根節的顯著特性葉緣苗在雜交種中並未發現，與 Izumikawa(2008)的雜交結果相同，推測其可能為隱性或為數量遺傳。許多研究顯示花藥顏色是由一對對偶基因控制。在野牛草(*Buchloe dactyloides*)中，藍色花藥由一隱性基因控制(Huff, 1991)；矮牽牛花藥顏色受一對偶基因控制，藍色對黃色為顯性(Ferguson, 1934)。在本次試驗結果中‘Isabella’與‘Wendy’以及 *K. pinnatum* 的雜交種中，花藥的顏色皆為紫紅色，此與黃(2007)的雜交結果相同，顯示紫紅色對黃色為顯性。

櫻草屬的節間雜交種具有不正常的花藥與花粉(Kato *et al.*, 2001)。毛雄蕊屬(*Trichostema*)的節間雜交種花粉大小只有正常花粉的一半，較不結實且形狀也不同於正常花粉，且沒有稔性(Dunn *et al.*, 2008)。藍莓(*Vaccinium* spp.)的節間雜交 F₁ 也有花粉活力較低的情形，分類上親緣較遠的親本雜交後，其雜交種會有不稔或是稔性較低的傾向(Qureshi *et al.*, 2002)。本試驗 Isabella 的節間雜交後代中，‘Isa×KP 94-1’、‘Isa×KP 94-3’都無花粉產生(表 2)，而‘Isa×Wendy 94-1’與‘Isa×Wendy 94-2’雖有花粉但不具活力(表 5)，可能是由於兩不同節親本的染色體配對問題與減數分裂異常所造成(Chavez *et al.*, 2010)。又即使以節間雜交種為母本回交親本，亦皆無法獲得子代。如 Izumikawa 等人(2008)進行燈籠草屬之節間雜交，其雜交種雖具有花粉活性，但無論是自交或是回交也都無法獲得子代。在 *Cytological* 屬的節間雜交種也有不稔的現象，學者發現其與親本植株細胞學上的分歧有關聯(Towner, 1977)。本試驗中所有節間雜交種回交雖可獲得果實但卻未能得到種子(表 6)。

參 考 文 獻

- 侯宇龍。2003。鵝鑾鼻燈籠草與長壽花之種間雜交育種。國立中興大學園藝系研究所碩士論文。89pp。
- 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。
- 楊雅淨。2011。長壽花產業發展新業-在雜交育種上之進展。桃園區農業專訊 75: 4-5。
- 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.
- Chavez, D. J. and P. M. Lyrene. 2010. Hybridization of two diploid *Vaccinium* section *Cyanococcus* species with diploid *Vaccinium arboreum* in section *Batodendron*. *Euphytica*. 171(2): 263-272.
- Descoings, B. 2003. *Kalanchoe*. In: Egli U, Hattmann HEK (eds). *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Crassulaceae*. Springer Verlag. New York. pp. 143-181.
- Dunn, B. L. and J. T. Lindstrom. 2008. Intersectional hybridization among *Trichostema* species. *Hortscience*. 43(2): 310-313.
- Faure, N., H. Serieys, E. Cazaux, F. Kaan, and A. Berville. 2002. Partial hybridization in wide crosses between cultivated sunflower and the perennial *Helianthus* Species *H. mollis* and *H. orgyalis*. *Ann. Bot.* 89(1): 31-39.
- Ferguson, M. C. 1934. A cytological and a genetical study of petunia. V. The inheritance of color in pollen. *Genetics* 19(5): 394-411.
- Huff, D. R. 1991. Sex ratios and inheritance of anther and stigma color in diploid buffalograss. *Crop Sci.* 31(2): 328-332.
- Izumikawa, Y., I. Nakamura, and M. Mii. 2007. Interspecific hybridization between *Kalanchoe blossfeldiana* and several wild *Kalanchoe* species with ornamental value. *Acta Hort.* 743: 59-65.
- Izumikawa, Y., S. Takei, I. Nakamura, and M. Mii. 2008. Production and characterization of inter-sectional hybrids between *Kalanchoe spathulata* and *K. laxiXora* (= *Bryophyllum crenatum*). *Euphytica.*, 163(1): 123-130. *J. Here.* 78(5): 319-322.
- Kato, J., R. Ishikawa, and M. Mii. 2001. Different genomic combinations in inter-section hybrids obtained from the crosses between *Primula seiboldii* (Section *Cortusoides*) and *P. obconica* (Section *Obconicolisteri*) by the embryo rescue technique. *Theor. Appl. Genet.* 102(8): 1129-1135.
- 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. Hort. 95(3): 223-237.
- Qureshi, S. J., A. G. Awan, M. A. Khan, and S. Bano. 2002. Study of pollen fertility of the genus *Launaea* from Pakistan. Asian J. Plant Sci. 1(1): 73-74.
- Towner, H. F. 1977. The biosystematics of *Calylophus* (*Onagraceae*). Ann. Mo. Bot. Gard. 64:48-120.

Characterization and Backcross of Intersectional Hybrids from *Kalanchoe blossfeldiana* 'Isabella'

Chia-Wei Wang ¹⁾ Chien-Young Chu ²⁾

Key words: *Kalanchoe*, Intersectional hybridization, Backcross

Summary

In this research, the plant and flower characteristics of intersectional hybrids ('Isa × KP 94-1', 'Isa × KP 94-3', 'Isa × Wendy 94-1', 'Isa × Wendy 94-2'), that were obtained from the crosses between *Kalanchoe blossfeldiana* 'Isabella' and *K. manginii* 'Wendy' or *K. pinnatum*, were investigated. In addition, the pollen viability and backcross were also tested. The plant characters of the intersectional hybrids were mostly intermediate between parents, but the flower characters were tend to maternal. Moreover, hybrid vigor in the number of flowers, which was more than both parents. The epiphyllous buds formation on the leaf margin was one of the conspicuous characteristics of *K. pinnatum*, but all the hybrids from *K. pinnatum* did not present this characteristic and without anther. The pollens of inter-sectional hybrids 'Isa × Wendy 94-1', 'Isa × Wendy 94-2' did not germinate. All the backcross of intersectional hybrids did not obtain any seed.

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

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

