

## 三倍體葡萄花粉活力及花粉管生長之研究

林 容 安<sup>1)</sup> 陳 京 城<sup>2)</sup>

關鍵字：三倍體葡萄、花粉活力、花粉管生長

**摘要：**本研究調查不同三倍體葡萄品系之花粉活力及花粉管發育，結果顯示，二倍體'貝利 A'與四倍體'巨峰'雜交三倍體 BK 品系以及二倍體'義大利'與四倍體'巨峰'雜交三倍體 IK 品系之體外花粉活力介於 0-0.52%，顯著較'義大利' (29.06-34.45%) 及'巨峰' (6.40-58.05%) 低。體內花粉管生長方面，BK 品系、IK 品系以及二倍體'義大利'與四倍體'蜜紅'雜交三倍體 IH 品系每朵小花體內花粉管萌發數明顯較'義大利'及'巨峰'少，三倍體小花柱頭上之花粉幾乎均無法順利萌發，且即使有些花粉萌發，其花粉管大多生長緩慢或是無法順利向柱頭下方伸長。

### 前 言

世界葡萄產量從 1960 年至 2021 年間呈上升趨勢，由 42 百萬噸增加至 75 百萬噸(FAO, 2021)。近十年來，中國、智利、印度等種植鮮食葡萄為主的國家，產量及生產面積皆逐年增加，可見鮮食葡萄在葡萄生產地位上越趨重要。台灣自 1999 年至今鮮食葡萄的進口量也不斷上升(關務署，2021)，且市場需求多以無子葡萄為主，但由於台灣種植葡萄品種過於單一，四倍體有子'巨峰' (*Vitis labruscana* cv. Kyoho) 就佔了葡萄總生產面積的 90% 以上(農糧署農情報告，2021)，故選育無子之新品種因應市場需求成了現今葡萄產業發展的重要目標之一。

本研究主要針對二倍體'貝利 A' × 四倍體'巨峰'之三倍體 BK 品系、二倍體'義大利' (*Vitis vinifera* cv Italia IP65) × 四倍體'巨峰'之三倍體 IK 品系及二倍體'義大利' × 四倍體'蜜紅' (*Vitis labruscana* cv Honey Red) 之三倍體 IH 品系的花粉活力及花粉管生長進行調查，以期了解三倍體葡萄無子形成之原因。

---

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助理教授，通訊作者。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

材料取自台中市霧峰區國立中興大學葡萄中心，試驗植株均為組培苗，株齡介於 5-8 年，採 X 型整枝，調查品種包括：二倍體'貝利 A' (*Vitis labruscana* cv. Muscat Bailey A) × 四倍體'巨峰' (*V. labruscana* cv. Kyoho) (BK)、二倍體'義大利' (*V. vinifera* cv. Italia IP65) × 四倍體'蜜紅' (*V. labruscana* cv. Honey Red) (IH)與二倍體'義大利' (*V. vinifera* cv. Italia IP65) × 四倍體'巨峰' (*V. labruscana* cv. Kyoho) (IK)雜交三倍體及'義大利'與'巨峰'。花粉活力調查試驗為每一品種隨機選取三花穗(3 重複)，每花穗隨機選取數個當天開花之小花的新鮮花藥，用於調查體外花粉活力，每品種至少調查 1,000 粒以上；花粉管生長調查試驗為每品種從 3 花穗中隨機選取 10-20 朵開花當日之小花，將小花的雄蕊拔除，並將雌蕊放置於 50% 酒精內於室溫下儲貯藏，而後儘快進行試驗與調查。

### 二、試驗方法

#### (一)花粉活力

首先取 1 ml 20% 蔗糖之 B&K 溶液(Brewbaker and Kwack, 1963)滴於雙凹槽玻片作為花粉培養之溶液，並將新鮮之花藥輕沾溶液使花粉粒落下，而後將雙凹槽玻片放置於鋪有沾水餐巾紙的保鮮盒中，並置於 25°C 陰暗的生長箱中，以模擬柱頭內陰暗潮濕的環境，花粉放置 3 小時後調查花粉管萌發情形。

本試驗於 2019 年與 2020 年的 3 月及 8 月進行調查，每品系均取 3 花穗進行調查(3 重複)，每重複取 3-4 區進行花粉計數，調查之花粉總數至少為 1,000 粒以上，共調查 4 次。

B&K 溶液之成分如下:

硼酸 ( $H_3BO_3$ )	100 ppm
硫酸鎂 ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )	200 ppm
硝酸鈣 ( $Ca(NO_3) \cdot 4 H_2O$ )	300 ppm
硝酸鉀 ( $KNO_3$ )	100 ppm

#### (二)花粉管生長

將浸泡於 50% 酒精內之雌蕊取出，放置於裝有 2N NaOH 的樣品瓶內，並將樣品瓶於 60 °C 之烘箱內加熱 24 小時，而後用蒸餾水清洗 3 次，再將含 0.1% aniline blue 之 0.1 M  $K_3PO_4$  溶液倒入樣品瓶內染色，並於避光環境下染色 12 小時，最後於玻片上滴一滴含 0.1% aniline blue 之 0.1 M  $K_3PO_4$  溶液，再將雌蕊取出放在玻片上，以 45° 角蓋上蓋玻片，利用螢光顯微鏡調查。

本試驗於 2019 年 3 月、2019 年 9 月及 2020 年 9 月進行調查，共調查 3 次，每次每品種皆調查 10 朵小花。

### 三、調查項目與方法

#### (一)花粉活力

### 1.天氣資料

調查試驗前一週至試驗當日之天氣狀況，分別為 2019 年 3 月 21-27 日、8 月 21-27 日及 2020 年 3 月 14-20 日、8 月 7-13 日之當日平均溫、最高溫、最低溫及降雨量，資料取自 CWB Observation Data Inquire System, CODiS 之天氣變化圖(圖 1)，觀測地區為台中市大里區，鄰近霧峰區之試驗地。

### 2.體外花粉萌發率

以高解析度彩色數位攝影機含影像分析儀(Axioskop2, ZEISS, Germany) (Prog Rex MF scan, Germany)調查花粉粒之花粉管萌發情形並拍照記錄。調查方法為計數總花粉粒數與花粉萌發數，並計算花粉萌發率，花粉萌發以花粉管長度為花粉粒橫徑約 2 倍視為萌發。

### (二)花粉管生長

以螢光顯微鏡(Microscope Axio Imager.A2, Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany) (X-Cite 120Q Fluorescence Light Source, Lumen Dynamics, Ontario, Canada)進行體內花粉管生長情形之調查，並利用 CCD 影像擷取系統(ProgRes® CCD Research cameras, JENOPTIK Optical Systems GmbH, Germany)照相，計算體內花粉管生長有無之小花比例。

### 四、數據統計分析

試驗結果以統計軟體 SAS (SAS Enterprise Guide 7.1)中 ANOVA (Analysis of variance)進行變方分析及最小顯著差異檢定(least significant difference, LSD)比較各處理之間的差異顯著性。

## 結 果

### 一、花粉活力

氣象資料(圖 1)顯示 2019 年 3 月 21 日至 3 月 27 日，調查體外花粉活力前一週內僅 3 月 21 日之最高溫高於 30 °C (32.9 °C)，開花前 2 日及 3 日降雨量分別為 4.5 mm 及 9.0 mm，開花當日最高溫、最低溫及平均溫度分別為 29.7 °C、19.9 °C 及 24.2 °C；2019 年 8 月 21 日至 8 月 27 日，當日最高溫均高於 30 °C，最高溫度介於 32.0-37.2 °C，最低溫度介於 25.3-27.5 °C，平均溫度介於 27.9-30.4 °C，且僅調查當日及調查前 4 日沒有降雨，其餘當日降雨量介於 0.5-1.0 mm 間，開花當日最高溫、最低溫及平均溫度分別為 33.8 °C、26.2 °C 及 29.8 °C；2020 年 3 月 14 日至 3 月 20 日，當日最高溫均未高於 30 °C，最高溫度介於 22.4-27.9 °C，最低溫度介於 14.6-20.6 °C，平均溫度介於 18.7-23.5 °C，開花前 1 日降雨量為 4 mm，開花當日最高溫、最低溫及平均溫度分別為 27.9 °C、20.6 °C 及 23.5 °C；2020 年 8 月 7 日至 8 月 13 日，當日最高溫均高於 30 °C，最高溫度介於 32.2-35.7 °C，最低溫度介於 24.4-27.4 °C，平均溫度介於 28.2-30.9 °C，開花前 1-3 日強降雨，降雨量分別為 69 mm、8

mm、7 mm，開花當日最高溫、最低溫及平均溫度分別為 34.7 °C、25.4 °C 及 29.9 °C。

四次調查中，四倍體'巨峰'花粉活力介於 6.24-51.18%，二倍體'義大利'花粉活力介於 29.27-35.57%，兩者花粉活力均較'貝利 A'×'巨峰'(BK)、'義大利'×'蜜紅'(IH)以及'義大利'×'巨峰'(IK)雜交三倍體之花粉活力高，三倍體體外花粉活力介於 0-0.53% (表 1、2)。「巨峰」花粉活力以 2019 年 3 月最高(51.18%)，2020 年 8 月最低(6.24%)，且 2019 及 2020 年春季花粉活力均高於 2019 及 2020 年夏季花粉活力；位於網室內之二倍體'義大利'四次之花粉活力則差異不大(表 1、2)。

試驗亦配置 20% 蔗糖之 B&K 溶液，並加入 1% agar 配置成 pH 5.5 之固態培養基，於 25°C 陰暗環境下進行花粉粒培養，試驗結果與 20% 蔗糖之 B&K 溶液利用雙凹槽玻片之液體培養對花粉管萌發並沒有顯著差異(圖 2)，且三倍體葡萄之花粉利用 20% 蔗糖之 B&K 溶液於 25°C 陰暗環境下培養 24 小時，結果發現花粉萌發率並未提高，與培養 3 小時之花粉萌發率相似，且花粉粒有花粉管生長者，其花粉管生長緩慢或發育異常，包括花粉管腫大及花粉管破裂(圖 3)。

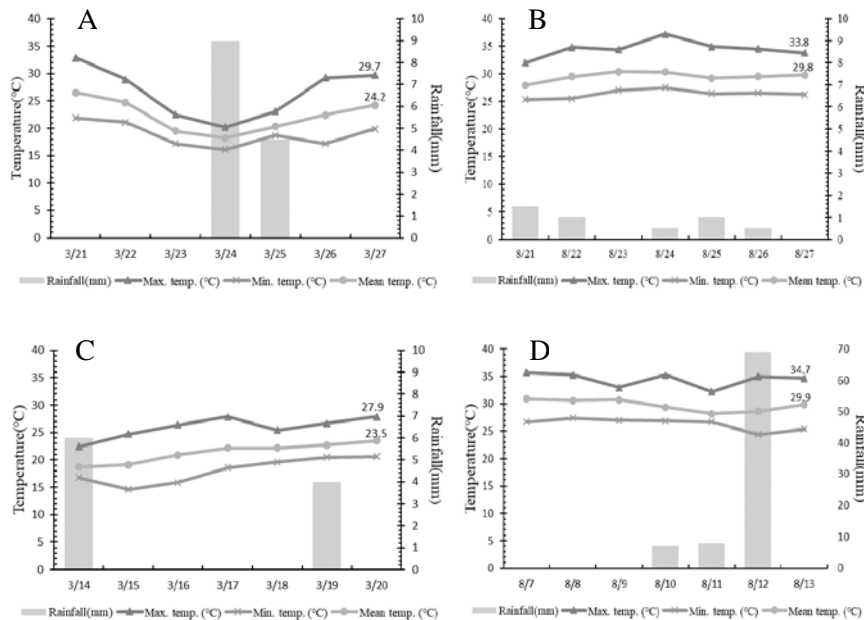


圖 1. 葡萄體外花粉活力試驗前一週之天氣變化圖。

Fig. 1. Weather changes in the week before the *in vitro* pollen vitality test of grapevines.

A: March 2019; B: August 2019; C: March 2020; D: August 2020.

表 1. '義大利'、'巨峰'及三倍體葡萄花粉萌發率比較(2019 年夏季與冬季)

Table 1. Comparison of pollen germination rate of 'Italia IP65', 'Kyoho' and triploid grapevines in summer and winter 2019<sup>z</sup>.

Date	Variety	Ploidy	Pollen germination rates (%)
March 27	Italia IP65	2x	30.75 ± 11.54 b <sup>y</sup>
	Kyoho	4x	58.05 ± 13.85 a
	IK37	3x	0.15 ± 0.15 c
	IK44	3x	0.33 ± 0.58 c
	IK56	3x	0.06 ± 0.11 c
August 27	Italia IP65	2x	29.06 ± 1.99 a <sup>y</sup>
	Kyoho	4x	11.49 ± 1.84 b
	Xingcui	3x	0.38 ± 0.1 c
	Xingfeng	3x	0.22 ± 0.23 cd
	BK03	3x	0 d
	IK37	3x	0 d
	IK44	3x	0.11 ± 0.19 d
IK56	3x	0.05 ± 0.09 d	

<sup>z</sup> Pollens were collected in March and August 2019. Pollen germination rates were evaluated after incubating in B&K solution in the dark at 25°C for 3 hours. Three flower clusters of each variety were evaluated (3 replicates).

<sup>y</sup> Means ± SD, n = 3. Significant differences among treatments are indicated by different letters according to the *LSD* test at  $p < 0.05$ . Data were transformed by angular transformation before the *LSD* analysis.

表 2. '義大利'、'巨峰'及三倍體葡萄花粉萌發率比較(2020 年夏季與冬季)

Table 2. Comparison of pollen germination rate of 'Italia IP65', 'Kyoho' and triploid grapevines in summer and winter 2020<sup>z</sup>.

Date	Variety	Ploidy	Pollen germination rates (%)
March 20	Italia IP65	2x	34.45 ± 12.04 a <sup>y</sup>
	Kyoho	4x	33.90 ± 20.59 a
	Xingcui	3x	0.52 ± 0.56 b
	Xingfeng	3x	0.25 ± 0.24 b
	BK05	3x	0.21 ± 0.19 b
	IK37	3x	0.35 ± 0.38 b
	IK44	3x	0.12 ± 0.10 b
August 13	Kyoho	4x	6.40 ± 1.47 a <sup>y</sup>
	Xingcui	3x	0.04 ± 0.07 bc
	Xingfeng	3x	0.39 ± 0.06 b
	BK03	3x	0.37 ± 0.37 bc
	BK04	3x	0.08 ± 0.13 bc
	BK05	3x	0.28 ± 0.30 bc
	BK09	3x	0.13 ± 0.14 bc
	IH3-2	3x	0.09 ± 0.16 bc
	IH3-8	3x	0.22 ± 0.38 bc
	IH6-5	3x	0 c
	IK24	3x	0.03 ± 0.06 bc
	IK37	3x	0.14 ± 0.25 bc
IK44	3x	0.23 ± 0.20 bc	

<sup>z</sup> Pollens were collected in March and August 2020. Pollen germination rates were evaluated after incubating in B&K solution in the dark at 25°C for 3 hours. Three flower clusters of each variety were evaluated (3 replicates).

<sup>y</sup> Means ± SD, n = 3. Significant differences among treatments are indicated by different letters according to the *LSD* test at  $p < 0.05$ . Data were transformed by angular transformation before the *LSD* analysis.

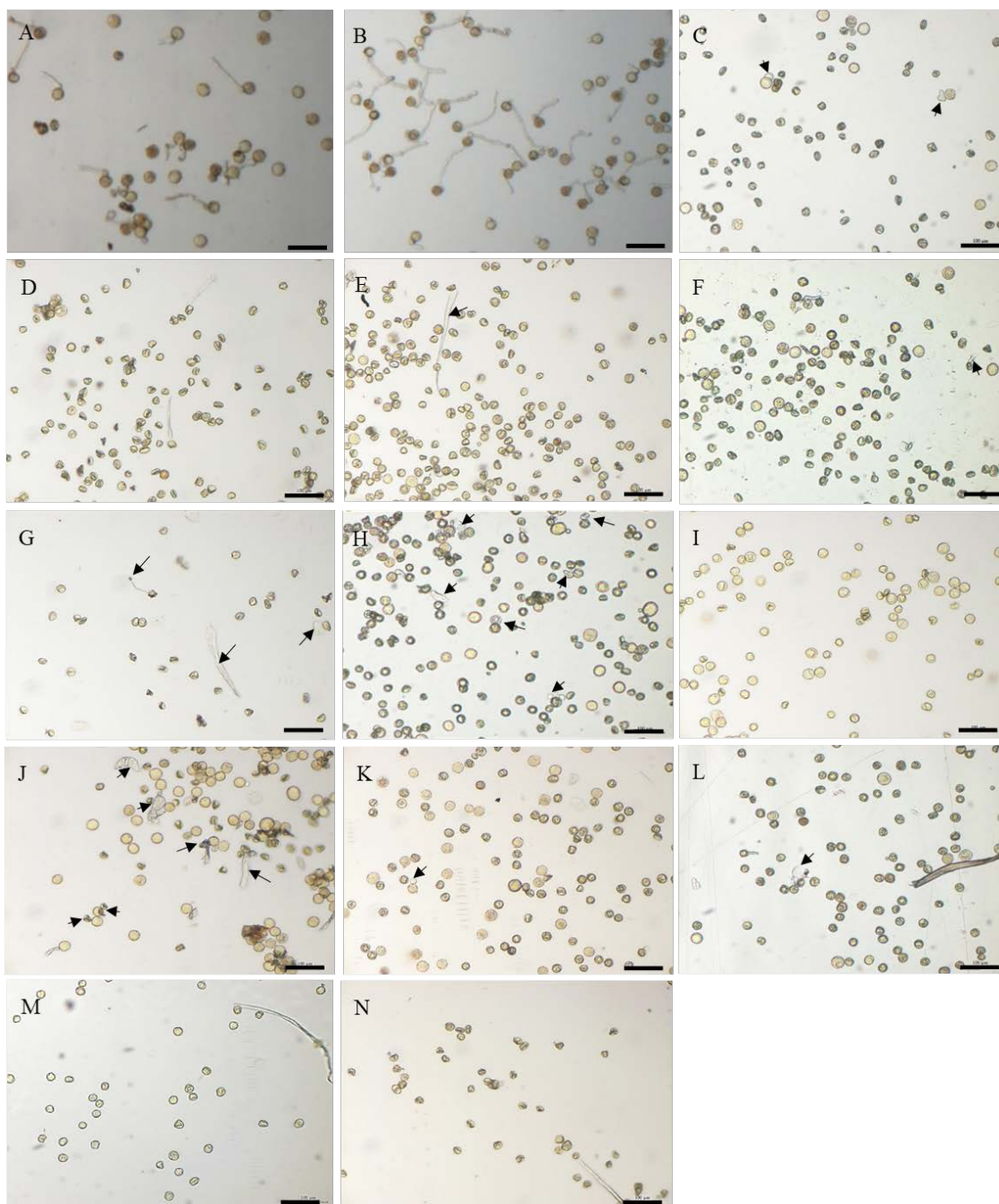


圖 2. '巨峰'、'義大利'及三倍體葡萄之花粉萌發。

Fig. 2. Pollen germination of 'Kyoho', 'Italia IP65' and triploid grapevines.

A: 'Kyoho'; B: 'Italia IP65'; C: 'Xingcui'; D: 'Xingfeng'; E: BK03; F: BK04; G: BK05; H: BK09; I: IH3-2; J: IH3-8; K: IH6-5; L: IK24; M: IK37; N: IK44. Bar = 100  $\mu$ m.

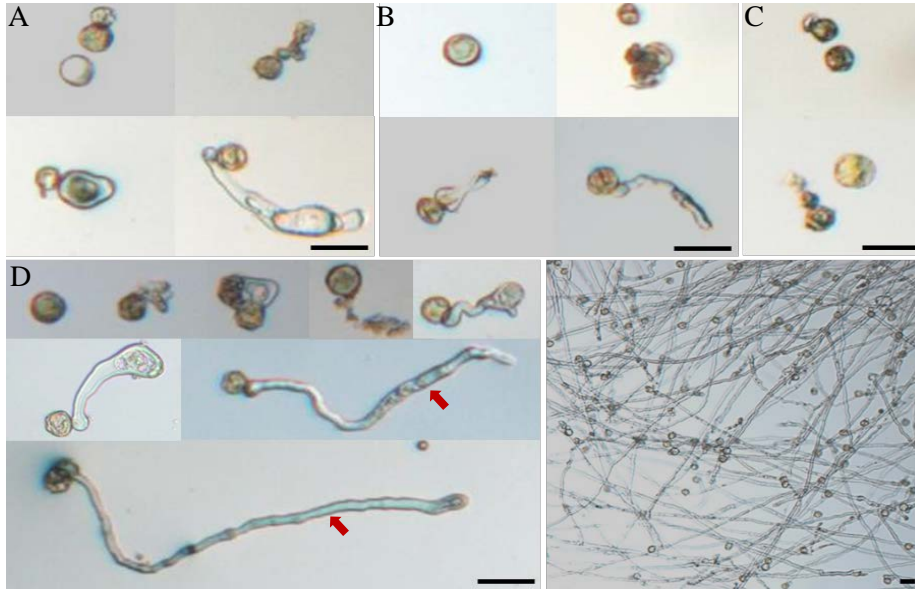


圖 3. '巨峰'及三倍體葡萄之體外花粉管生長。

Fig. 3. Pollen tube growth *in vitro* of 'Kyoho' and triploid grapevines.

A: 'Xingcui'; B: 'Xingfeng'; C: IK37; D: IK44; E: 'Kyoho'. Pollens were incubated in B&K solution in the dark at 25°C for 24 hours. Most pollen tubes germinated from triploids grow abnormally or slowly compared with tetraploid 'Kyoho'. A-D: Arrows indicate normal pollen tubes, but they grow slowly. Others are abnormal pollen tubes. Bar = 50  $\mu$ m.

## 二、花粉管生長

2019年3月調查之體內花粉萌發率如表3，以'義大利'最高，其體內有花粉管生長之小花比率為100%，且小花柱頭上花粉粒萌發之花粉管至少有數十條向花柱下方生長，持續接近胚珠；'巨峰'次之，體內有花粉管生長之小花比率為90%；三倍體之IK37、IK44及IK56分別為20%、40%及0%。

2019年8月調查之體內花粉管生長結果如表4，以'義大利'最高，其體內有花粉管生長小花比率為100%；'巨峰'次之，為90%；三倍體之'興翠'、'興峰'、BK03、IK37、IK44及IK56分別為20%、20%、10%、0%、10%及0%；每朵小花之花粉管生長數皆為個位數。

2020年8月'巨峰'體內有花粉管生長之小花比率為90%，三倍體之'興翠'、'興峰'、BK03、BK04、BK05、BK09、IH3-1、IH3-2、IH3-8、IH6-5、IK21、IK37及IK44則分別為0%、0%、0%、0%、0%、10%、10%、0%、0%、0%、0%、10%及0% (表5)。

四倍體'巨峰'與二倍體'義大利'生體內萌發之花粉管大多皆可正常在花柱內生長，且每朵小花萌發之正常花粉管為數眾多(圖4A、4B)；三倍體雜交後代花粉粒極大部份無法順



利萌發生成花粉管，且每朵小花柱頭上之花粉粒即使有花粉管萌發，其花粉管數量皆為個位數，花粉管生長速度也較'義大利'及'巨峰'緩慢，部份花粉管亦無法順利向柱頭下方生長(圖 4C-4O)。綜合以上結果顯示，三倍體無子葡萄之花粉萌發率及花粉管生長速率明顯低於有子之四倍體'巨峰'與二倍體'義大利'葡萄。

表 3. 葡萄小花開花當日體內花粉管之生長(2019 年 3 月)

Table 3. Pollen tube growth of grapevines *in vivo* on the blooming day (March 2019)<sup>z</sup>.

Variety	Ploidy	Flowers with pollen tube in pistil (%)	
		Yes	No
Italia IP65	2x	100	0
Kyoho	4x	90	10
IK37	3x	20	80
IK44	3x	40	60
IK56	3x	0	100

<sup>z</sup> If a flower had a normal pollen tube, it was considered normal. Ten flowers were randomly selected from each variety for evaluation.

表 4. 葡萄小花開花當日體內花粉管之生長(2019 年 8 月)

Table 4. Pollen tube growth of grapeines *in vivo* on the blooming day (August 2019)<sup>z</sup>.

Variety	Ploidy	Flowers with pollen tube in pistil (%)	
		Yes	No
Italia IP65	2x	100	0
Kyoho	4x	90	10
Xingcui	3x	20	80
Xingfeng	3x	20	80
BK03	3x	10	90
IK37	3x	0	100
IK44	3x	10	90
IK56	3x	0	100

<sup>z</sup> If a flower had a normal pollen tube, it was considered normal. Ten flowers were randomly selected from each variety for evaluation.

表 5. 葡萄小花開花當日體內花粉管之生長(2020 年 8 月)

Table 5. Pollen tube growth of grapevines *in vivo* on the blooming day (August 2020)<sup>z</sup>.

Variety	Ploidy	Flowers with pollen tube in pistil (%)	
		Yes	No
Kyoho	4x	90	10
Xingcui	3x	0	100
Xingfeng	3x	0	100
BK03	3x	0	100
BK04	3x	0	100
BK05	3x	0	100
BK09	3x	10	90
IH3-1	3x	10	90
IH3-2	3x	0	100
IH3-8	3x	0	100
IH6-5	3x	0	100
IK21	3x	0	100
IK37	3x	10	90
IK44	3x	0	100

<sup>z</sup> If a flower had a normal pollen tube, it was considered normal. Ten flowers were randomly selected from each variety for evaluation.

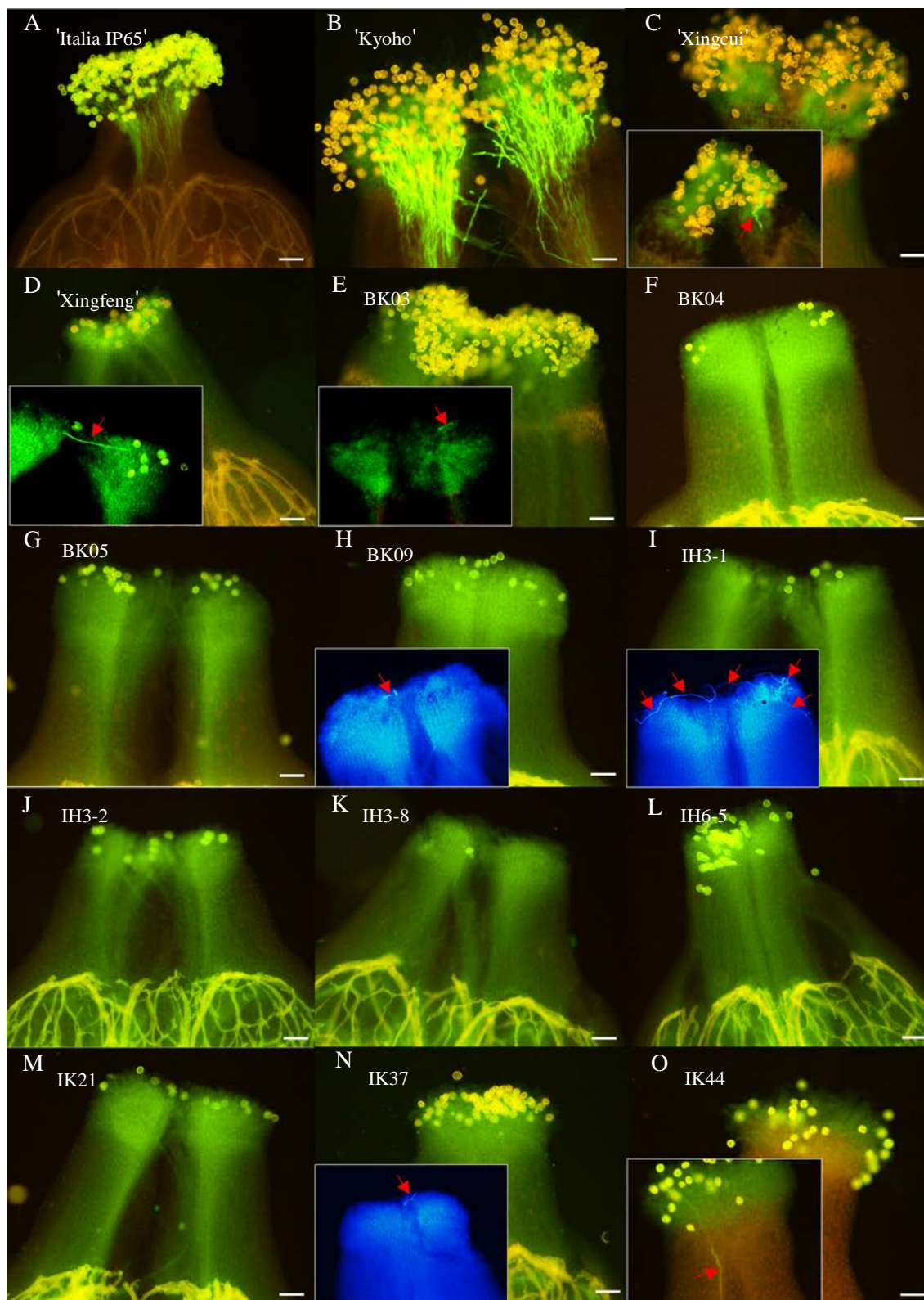


圖 4. 葡萄體內花粉管生長情形

Fig. 4. Pollen tube growth of grapevines *in vivo*.

(A) Normal pollen tube growth in 'Italia IP65'; (B) Normal pollen tube growth in 'Kyoho'; (C) Pollen tube growth and no pollen tube growth in 'Xingcui', respectively; (D) Pollen tube growth and is without pollen tube growth in 'Xingfeng', respectively; (E) Pollen tube growth and is without pollen tube growth in BK03, respectively; (F) No pollen tube growth in BK04; (G) No pollen tube growth in BK05, respectively; (H) Pollen tube growth and no pollen tube growth in BK09, respectively; (I) Pollen tube growth and no pollen tube growth in IH3-1, respectively; (J) No pollen tube growth in IH3-2; (K) No pollen tube growth in IH3-8; (L) No pollen tube growth in IH6-5; (M) No without pollen tube growth in IK21; (N) Pollen tube growth and no pollen tube growth in IK37, respectively; (O) Pollen tube growth and no pollen tube growth in IK44, respectively. Arrows indicate pollen tube growth of triploid grapes *in vivo*. Comparing with diploid 'Italia IP65' and tetraploid 'Kyoho', most pollen tubes of triploid grapes grow slowly or they can't grow smoothly below the stigma. Bar is 100  $\mu\text{m}$ .

## 討 論

### 一、花粉活力

本研究於四次花粉活力調查中，'巨峰'花粉活力介於 6.4-58.05% (表 1、2)，與 Sabir 及 Kucukbasmaci (2020) 以及 Park 等人(2002) 分別測得'巨峰'花粉活力為 13.46% 及 56.9% 大致相似，'巨峰'於 2019 年 3 月測得之花粉活力最高(表 2)，2020 年 8 月測得之花粉活力最低(表 2)，且 2019 年及 2020 年兩季花粉活力試驗皆以夏季花粉活力較低(表 1、2)，此結果推測可能因夏季高溫影響花粉活力，使活力降低，且 2020 年夏季花粉活力調查前一日之強降雨(69 mm) (圖 1D) 影響花藥開裂，使得花粉活力嚴重下降，2020 年 3 月花粉活力調查前一日也有 4 mm 之降雨量(圖 1C)，故相較於 2019 年 3 月花粉活力，2020 年 3 月花粉活力為 33.90% (表 2)，較去年略低一些，然而，對比栽植於簡易塑膠棚內之'義大利'，2019 年及 2020 年三次調查之花粉活力介於 29.06-34.45% 之間(表 1、2)，且以 2020 年 3 月之花粉活力最高(表 2)，因其不受降雨之影響，且花粉發育前一週最高溫度皆未高於 30  $^{\circ}\text{C}$  (圖 1C)，而 2019 年夏季之活力則為最低(表 1)，此結果得知環境影響花粉活力，若溫度高於 35  $^{\circ}\text{C}$  或低於 12  $^{\circ}\text{C}$  花粉活力受阻(Kliwer, 1977; Ebadi *et al.*, 1995)，花前一日至花期降雨使得環境溼度高亦會造成花穗授粉受精不良及花穗受病原菌侵染等問題，致使花穗枯萎壞死(Whitelaw *et al.*, 2011; Bhaskar Rao *et al.*, 2012; Gonzalez *et al.*, 2016; Hall *et al.*, 2016)。

雜交三倍體 BK 及 IK 品系之花粉活力於四次調查中介於 0.00-0.52%(表 1、2)，而 Park 等人(2002)與 Heo 及 Park (2016)調查雜交三倍體之花粉活性分別介於 0.00-1.30% 以及 0.00-5.88% 之間，且 Park 等人(2002)調查數種二倍體及四倍體之花粉活力介於 10.5-56.9% 之間，由此可知，雜交三倍體體外花粉活力相對較四倍體及二倍體有子葡萄低(Park *et al.*, 2002; Heo and Park, 2016)。

此外，試驗以 20% 蔗糖之 B&K 溶液培養雜交三倍體之花粉於 25°C 黑暗環境下培養 24 小時，結果發現大部份花粉管均生長異常(圖 3)，花粉管生長緩慢或停滯，其花粉管長度仍與培養 3 小時之花粉管長度相近(圖 2)，四倍體'巨峰'花粉培養 24 小時，花粉管明顯增長(圖 3E)。三倍體之花粉多不萌發，即使有萌發，花粉管大多末端腫大、花粉管肥大、花粉管破裂或是僅冒出一點點花粉管即不再發育(圖 2、3)，可能與維持細胞完整性並防止花粉萌發及花粉管破裂生長之因素有關，需要更進一步研究。

## 二、花粉管生長

二倍體'義大利'與四倍體'巨峰'於體內花粉管生長情形均表現良好，'義大利'三次調查中，每次調查隨機選取之 10 朵小花皆有花粉管生長，各次調查之平均體內花粉管生長率皆為 100%(表 3-5)，而'巨峰'三次調查中，各次調查之平均體內花粉管生長率皆為 90%(表 3-5)，可知每次調查隨機選取之巨峰 10 朵小花平均有一朵小花體內無花粉管萌發，此朵小花著果後即可能發育為 shot berry，而體內花粉活力高低為影響果實受精產生種子的要素之一，若花粉活力及體內花粉管生長率低，則平均果實有子率以及平均每粒果實之種子數也應較低。Sarikhani 及 Wakana(2006)研究結果表明'巨峰'具單為結實能力，且四倍體葡萄每粒果實平均種子數大多較二倍體葡萄少，每穗葡萄 shot berry 數大多較二倍體葡萄多(Okamoto *et al.*, 2001a; 2001b)，試驗結果與此相符。

三倍體 BK 品系、IH 品系及 IK 品系，於三次調查每次隨機選取之 10 朵小花中，體內花粉管生長率介於 0-40%(表 3-5)，且即使雌蕊有花粉管萌發，其萌發數目亦遠低於'義大利'及'巨峰'(圖 4)，體內花粉管生長與體外花粉活力低之結果相似，且萌發之花粉管有生長緩慢以及無法順利朝柱頭下方延伸至胚珠進行受精之情形(圖 3、4)，其可能受雌蕊柱頭以及胚珠內各種細胞影響(Higashiyama and Takeuchi, 2015; Palanivelu and Tsukamoto, 2012)，其中，除了輔細胞中常見的 LUREs 與 MYB98 蛋白會影響花粉管生長方向及生長情形外，胚珠調控之阿拉伯半乳聚糖(arabinogalactan polysaccharide, AMOR)，卵細胞調控之 ZmEA1 蛋白，極核細胞調控之 CCG 與 CBP1 蛋白，以及花粉管本身調控之數種蛋白皆會影響花粉管生長方向與發育情形(Zheng *et al.*, 2018)，故三倍體品系體內花粉管生長率低可能亦受胚珠發育異常影響。此外，三倍體品系體內花粉管生長率低，故平均果實有子率應相較於'義大利'及'巨峰'低，試驗發現三倍體品系平均果實有子率皆低於 2%(未附表)，明顯較'義大利'及'巨峰'低，符合上述推論。

### 三、結語

綜合本研究結果，三倍體葡萄體外花粉活力均低於 1%，顯著較二倍體'義大利'及四倍體'巨峰'低，小花柱頭上之花粉粒幾乎無法順利生長出花粉管，即使有花粉管萌發，其大多較二倍體'義大利'及四倍體'巨峰'之花粉管生長緩慢，且花粉管大多無法順利向柱頭下方生長使其到達胚珠與卵及極核進行雙重受精，故雄蕊之花粉活力低及花粉管發育異常可能為三倍體葡萄無子的主要原因之一。

### 參 考 文 獻

- Bhaskar Rao, B. and K. Markus. 2012. Not all shrivels are created equal—morpho-anatomical and compositional characteristics differ among different shrivel types that develop during ripening of grape (*Vitis vinifera* L.) berries. *Am. J. Plant Sci.* 3: 879-898.
- Ebadi, A., P. May, M. Sedgley, and B. G. Coombe. 1995. Effect of low temperature near flowering time on ovule development and pollen tube growth in the grapevine (*Vitis vinifera* L.), cvs Chardonnay and Shiraz. *Aust. J. Grape Wine Res.* 1: 11-18.
- Gonzalez, A. S., F. Massera, D. Moscoso, P. Hinrichsen, G. Montenegro, V. Laucou, T. Lacombe, J. Boursiquot, and P. Pszczółkowski. 2016. Identification and characterization of an original grapevine cultivar (*Vitis vinifera*) found in Chile. *Int. J. Agric. Nat. Resour.* 43: 337-345.
- Hall, S. J., I. B. Dry, C. L. Blanchard, and M. A. Whitelaw-Weckert. 2016. Phylogenetic relationships of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* isolates associated with bacterial inflorescence rot in grapevine. *Plant Dis.* 100: 607-616.
- Heo, J. Y. and S. M. Park. 2016. Variation in fruit characteristics of 3x progenies obtained from a cross between 4x and 2x grape cultivars. *Hortic. Sci. Technol.* 34: 761-770.
- Higashiyama, T. and H. Takeuchi. 2015. The mechanism and key molecules involved in pollen tube guidance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 66: 393-413.
- Kliewer, W. M. 1977. Effect of high temperatures during the bloom-set period on fruit-set, ovule fertility, and berry growth of several grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 28: 215-222.
- Okamoto, G., H. Tada, A. Suyama, Y. Hayashi, and K. Hirano. 2001a. Effect of shoot vigour on the development of transmitting tissue and pollen tube growth in pistils of tetraploid grape, cv. Pione. *Vitis* 40:105-110.
- Okamoto, G., H. Tada, A. Suyama, and K. Hirano. 2001b. Poor development of transmitting tissue in tetraploid grape pistils causing inhibition of pollen tube growth. *Vitis* 40:49-54.

- Palanivelu, R. and T. Tsukamoto. 2012. Pathfinding in angiosperm reproduction: pollen tube guidance by pistils ensures successful double fertilization. *WIREs Dev. Biol.* 1: 96-113.
- Park, S. M., A. Wakana, J. H. Kim, and C. S. Jeong. 2002. Male and female fertility in triploid grapes (*Vitis* complex) with special reference to the production of aneuploid plants. *Vitis* 41: 11-20.
- Sabir, A. and H. Kucukbasmaci. 2020. Agronomic response of 'Michele palieri' (*Vitis vinifera* L.) table grape to intraspecific diploid and interspecific tetraploid pollinizers. *Sci. Hortic.* 272: 109589.
- Sarikhani, H. and Wakana, A. 2006. Effect of ploidy on parthenocarpy in grape cultivars. *Acta Hortic.* 827: 433-438.
- Whitelaw-Weckert, M. A., E. S. Whitelaw, S. Y. Rogiers, L. Quirk, A. C. Clark, and C. X. Huang. 2011. Bacterial inflorescence rot of grapevine caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. *Plant Pathol.* 60: 325-337.
- Zheng, Y. Y., X. J. Lin, H. M. Liang, F. F. Wang, and L. Y. Chen. 2018. The long journey of pollen tube in the pistil. *Int. J. Mol. Sci.* 19: 3529.

## Studies on Pollen Vitality and Pollen Tube Growth in Triploid Grapevines

Rong-An Lin<sup>1)</sup> Ching-Cheng Chen<sup>2)</sup>

Key words: Triploid grapevines, Pollen vitality, Pollen tube growth

### Summary

This study was conducted to investigate the pollen vitality and pollen tube growth of triploid grapevines. The results indicated that triploid progenies crossed between diploid 'Muscat Bailey A' and tetraploid 'Kyoho' (BK lines), diploid 'Italia IP65' and tetraploid 'Kyoho' (IK lines) and diploid 'Italia IP65' and tetraploid 'Honey Red' (IH lines) all had low pollen germination rate *in vitro*, ranged from 0-0.52%, which was significantly lower than 'Italia IP65' (29.06-34.45%) and 'Kyoho' (6.40-58.05%). The number of pollen tubes grown *in vivo* in triploid grapevines were significantly lower than those of 'Italia IP65' and 'Kyoho'. Most pollen grains of triploid grapevines on the stigma of the same flower can not successfully germinate. Even though some pollens germinated, most of their pollen tubes grew slowly or can not extend smoothly below the stigma surface.

---

1) Student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

Corresponding author.