

李子國外育種趨勢及方式

張雅玲（副研究員）

前言

李子為薔薇科 (Rosaceae Jussieu) 梅屬 (亦稱李屬) (*Prunus* L.) 落葉性喬木，有歐亞、北美和東亞三個種原傳播中心，歐亞中心之物種包含歐洲李 (*P. domestica*)、烏荊子李 (*P. insititia*)、黑刺李 (*P. spinosa*) 和櫻桃李 (*P. cerasifera*) 等，分佈於南歐、西亞、高加索山脈和里海周圍、巴爾幹半島以及地中海國家。北美中心之物種包含加拿大李 (*P. nigra*)、美洲李 (*P. americana*) 和雁李 (*P. munsoniana*) 等，分佈於墨西哥灣和美國西海岸到北部加拿大。東亞中心之物種包含東北李 (*P. ussuriensis*)、日本李 (*P. salicina*，亦稱中國李) 和杏李 (*P. simonii*) 等 (圖一)，分佈於中國、日本及韓國。

李子的基本體細胞染色體數為 $8 (x = 8)$ ，不同物種的染色體數從二倍體到六倍體不等，日本李、櫻桃李、美洲李和杏李是二倍體 ($2n = 2x = 16$)，黑刺李是四倍體 ($2n = 4x = 32$)，而歐洲李和烏荊子李是六倍體 ($2n = 6x = 48$)，其中歐洲李和日本李最具商業價值，各國發表逾 400 個品種中 70% 為歐洲李，30% 為日本李。

現今全球李子面積約 260 萬公頃，年產量約 1,200 萬噸，其中以中國大陸、賽爾維亞及羅馬尼亞種植面積最大 (依據糧農組織統計資料庫 FAOSTAT, 2022)。儘管李子品種繁多，但因栽培者和消費市場的需求，仍有育成新品種之必要性。育種者依據需求訂定李子育種目標，如自花受精、短枝結果、果



圖一、不同李子物種葉片、果實及枝條型態 (由左至右為日本李、櫻桃李、杏李、東北李、烏荊子李、歐洲李、美洲李、加拿大李與黑刺李) (圖片來源：修飾劉等，2023)。

實生長期短、不同果實成熟期、高產量、高品質及提高抗病性等。

李子育種趨勢

一、大果、耐運輸品種選育

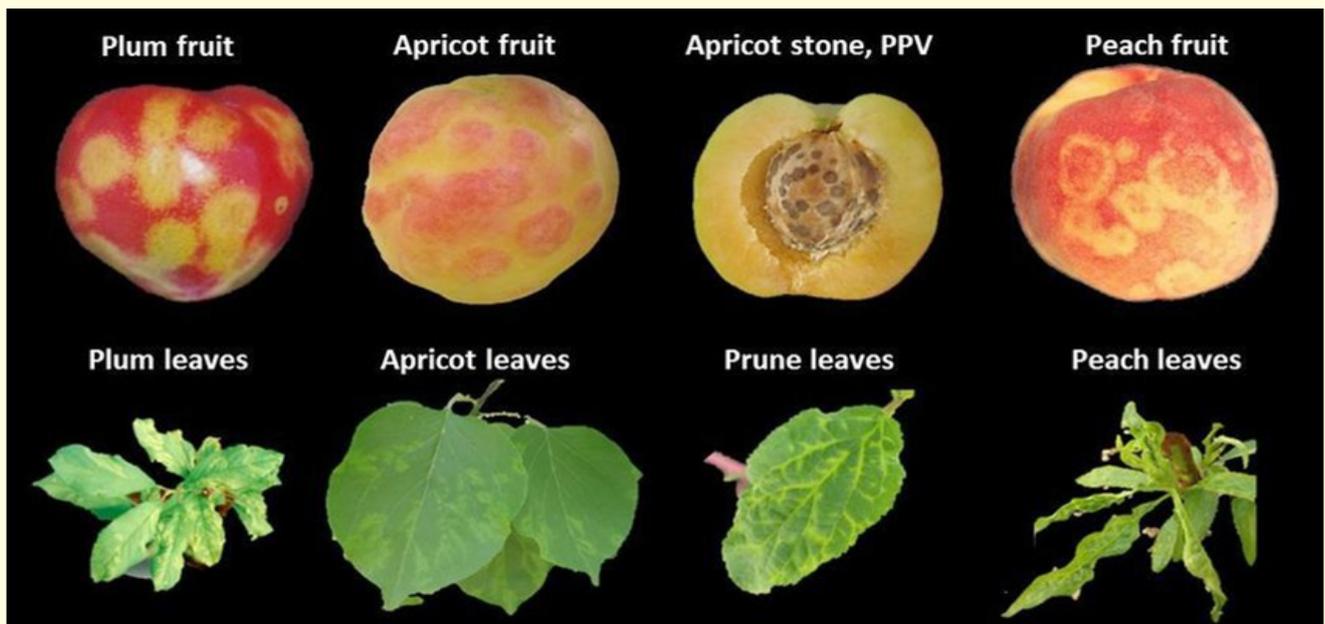
日本李及杏李最常作為育種親本，日本李原產於中國大陸長江流域，其需冷性低且抗病性佳，果實大、果肉多汁且不沾黏果核，糖度和酸度低於歐洲李。杏李於亞洲廣泛栽培，其被認為是杏與李雜交後代，果實小、果肉沾黏果核，但具有濃郁香氣。育種家路德·伯班克 (Luther Burbank) 於 1875 年利用日本李品種 Kelsey 和 Abundance 與杏李及美洲李等北美品種雜交，選育出 Beauty、Burbank、Duarte、Eldorado、Formosa、Gaviota、Santa Rosa、Satsuma、Shiro 和 Wickson 等品種，這些新品種果實大且質地硬，適合長距離運輸，加州遂成李子產業重地。這些品種也在逐漸在世界各地進行種植，並於李子新品種選育時作為雜交的親本。

二、抗病品種選育

李痘病毒 (Plum pox virus, PPV) 好發於桃子、油桃、杏、李子及杏仁，嚴重威脅歐美李子產業，感染後於果皮形成點狀或環狀凹陷的病徵 (圖二)，導致落果及果實品質下降。被感染的植株及連同周圍 500 公尺範圍內的植株必須銷毀，以防止病毒傳播，因此根除病毒的成本相當高。Stanley 為 1926 年紐約州農業試驗站發表之新品種，以法國 Prune d'Agen 與英國 Grand Duke 雜交獲得，其對李痘病毒具有耐受性，果實豐產且品質佳，兼具鮮食與加工利用特性，因此在世界各地廣泛種植，並成為育種之親本。塞爾維亞查克水果研究所 1961 年發表的加工用品種 Čačanska Rodna 即為 Stanley 與 Požegača 雜交產生之後代。

三、抗病砧木選育

除了提升果實品質及品種本身的抗病性之外，二者難以兼顧時則可藉由砧木提高李子



圖二、李子、杏和桃子果實及葉子之李痘病毒徵狀 (圖片來源：Dehkordi et al., 2017)。

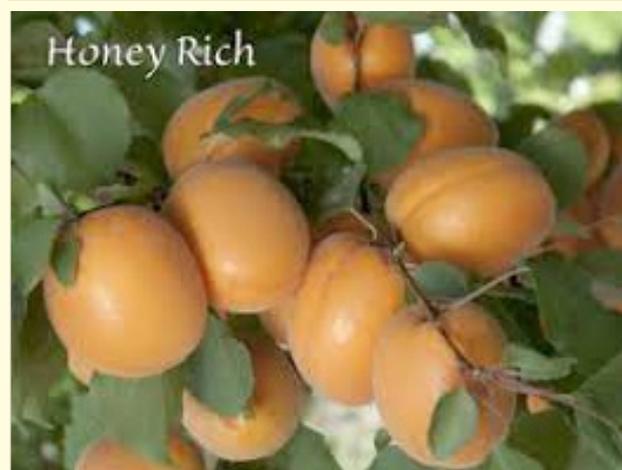
之抗病能力與對栽培環境之適應性，特定砧木選育也是發展方向之一。在法國以櫻桃李、日本李和桃子 (*P. persica*) 進行種間雜交，培育出具有抗線蟲能力之砧木用品種 Ishtara，且與李子嫁接親和性佳，可使接穗品種產量高且果實品質佳。德國慕尼黑工業大學則利用歐洲李和黑刺李雜交，獲得抗李痘病毒砧木用品種 Dospina 235，可增加接穗品種的抗病性。

育種技術應用

一、種內與種間雜交

李子早期以種內雜交為主，大多數品種都是透過種內簡單雜交育成，品種的進步性較低；受惠於李子同屬種間物種繁多，育種者轉向嘗試種間雜交產生新品種，以加速新特性品種選育。由於李子物種間之染色體倍體數不盡相同，選擇親本時需將染色體倍體數納入考量，其中二倍體物種如櫻桃李、日本李、杏李、美洲李、加拿大李、狹葉李 (*P. angustifolia*)、園圃李 (*P. hortulana*) 及雁李之間的雜交容易，Santa Rosa 即是日本李、杏李與美洲李的雜交品種。利用杏 (*P. armeniaca*) 為親本導入優良性狀則是近年來雜交品種趨勢，日本李（或其雜交後代）和杏種間雜交品種稱為 Plumcot[®]，如美國 2005 年發表的 Spring Satin 品種。Zaiger Genetics 公司以李子與杏雜交產生 Pluot[®] 及 Aprium[®] 高品質之品種，Pluot[®] 為利用李子及杏先行雜交，再與李子回交而得，Pluot[®] 中 Dapple Dandy，即是大眾熟知的恐龍蛋品種。Aprium[®] 為杏及李子的雜交品種，但性狀與杏更相似，表現出杏果

實特徵和風味，如 Honey Rich 品種（圖三）。



圖三、利用李子與杏種間雜交產生之 Dapple Dandy（上）與 Honey Rich 品種（下）（圖片來源：<https://www.davewilson.com/growers/products/fruit-trees/>）。

二、組織培養輔助育種

李早熟品種雜交授粉易發生敗育情形，可利用體外培養技術進行授粉和受精，將匈牙利加工品種 Sweet Common Prune 開花後胚珠切下，置於含有 15% 蔗糖的白色培養基，以 Stanley 種的花粉授粉，再將胚珠轉移到 Norstog 培養基上，透過此法可以人工方式促使授粉成功獲得雜交後代。

種間雜交更容易發生胚敗育而無法獲得雜交後代，胚拯救培養 (embryo-culture) 是一種有效的體外方法，透過優化培養基配方，可獲得李子雜交品種的幼苗，例如將 Burmosa (*P. salicina*) 和 Ruth Gerstetter (*P. domestica*) 雜

交授粉之未成熟胚胎置於含有 TDZ 的 MS 培養基上，隨著合子胚胎的發育，進而有不定器官發生，已獲得 300 多株幼苗可做為新品種選育來源。

三、分子標誌輔助育種

分子標誌發展日新月異，從 RAPD、RFLP、AFLP、SSR、SNP，到次世代定序 (NGS) 等，可用於分析李子物種演化、建立遺傳圖譜與輔助育種，現代改良品種遺傳背景主要來自日本李 (29%~36%)，其次是來自杏李 (21%~26%)、櫻桃李 (21%~28%) 和美洲李 (10%)。日本李親本貢獻果實大小、風味、顏色和貯藏能力等特性；杏李貢獻硬度和酸度，而美洲李貢獻抗病能力、果皮硬度和香氣。

在基因組層級上，李屬物種之間的高度同線性，可以參考桃子基因組中的 SNP 進行精細定位，進而準確檢測數量性狀基因座 (QTLs)，進而識別李子果實成熟時間、果皮顏色、葉綠素降解指數和果實重量顯著相關的基因組區域，目前在 98-99 與 Angeleno 雜交後代遺傳圖譜建構已有應用實例。

結語

臺灣李子品種繁多，最常見之品種如白玉李、紅肉李、沙連李和泰安李等均屬於日本李物種，具有生育強健及豐產特性，且低溫需求相較於其他國家栽培品種低。受到氣候變遷影響，冬季高溫及乾旱發生頻率增加，不利於李子開花萌芽。另一方面，現行品種果實普遍偏小且酸度高，長年未導入新穎品種，已無法滿足消費市場需求。因此，本場參考國際育種趨勢與育種技術，並引進日本優質品種以增加育種親本的選擇，期能選育低需冷性、大果且果實品質佳之新品種，以改善李子需冷性與品種新穎性不足之問題。

參考文獻

- 劉碩、徐銘、劉家成、章秋平、馬小雪、劉寧、張玉萍、張玉君、趙海娟、劉威生。2023，世界李育種概況，中國農業科學 56:1744-1759。
- Dehkordi, A.N., N. Babaeian, S. Karimpour, P. Martínez-Gómez, M. Rubio, and N. Bagheri. 2017. Sharka (*Plum pox virus*): A forgotten disease in Iran. *Int. J. Hortic. Sci. Technol.* 4:183-191.

