



☒ 公開
☐ 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：0401030100

農業部苗栗區農業改良場114年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 苗栗特色果樹-李品種選育 (第1年/全程4年)
(英文名稱) Featured Fruit Trees in Miaoli
- The Selection of Plum
Varieties

計畫編號： 114農科-4.1.3-苗-01

全程計畫期間： 自 114年1月1日 至 117年12月31日

本年計畫期間： 自 114年1月1日 至 114年12月31日

計畫主持人： 張雅玲
研究人員： 賴瑞聲
執行機關： 農業部苗栗區農業改良場



1141287



一、執行成果中文摘要：

本研究旨在育成高品質低需冷性之李子品種為目標。本年度將前期收集的國內外李子種原共20個品種，於休眠期（一月初）定植於田間並於溫室中保存，並使用流式細胞儀分析13個國內外李子品種之染色體倍數。生育特性調查結果顯示，國內品種的萌動和開花期普遍早於日本品種，其中宜蘭李、杏菜李及胭脂李於1月下旬至2月上旬開花，顯示出極佳的低需冷性親本潛力。染色體倍數分析結果確認李子種原的倍數多樣性，其中President李（屬於歐洲李品種，*Prunus domestica*）被鑑定為六倍體；貴陽李（屬於日本李品種，*P. salicina*）則為三倍體（ $2n=3x=24$ ），其餘受測的12個品種均為二倍體。育種工作方面本年度以具有低需冷性之白玉李與果實品質佳之紅肉李進行雜交授粉，共獲得262個種子並育成153株實生苗。鑑於國內外品種間存在嚴重的花期隔離，未來若進行品種間雜交，必須採取人工授粉與花粉保存策略，如先收集國內品種花粉保存，待日本品種開花時使用，以克服花期不一致的雜交障礙，提高育種效率。

二、執行成果英文摘要：

This study aimed to develop high-quality, low-chill plum (*Prunus* spp.) cultivars. Twenty previously collected domestic and exotic plum accessions were transplanted to the field and maintained in a greenhouse during the dormancy period (early January). Flow cytometry was used to determine chromosome ploidy levels for 13 cultivars. Phenological evaluations showed that domestic cultivars generally exhibited earlier bud break and flowering than Japanese cultivars. Notably, 'Yilan', 'Xingcai', and 'Yanzhi' flowered from late January to early February, indicating strong potential as low-chill breeding parents. Ploidy analysis confirmed substantial cytogenetic diversity among the germplasm: the European plum cultivar 'President' (*Prunus domestica*) was identified as hexaploid ($2n = 6x = 48$), while the Japanese plum 'Guiyang' (*P. salicina*) was determined to be triploid ($2n = 3x = 24$). The remaining 12 cultivars were diploid. For the breeding program, controlled hybridization was conducted between the low-chill cultivar 'Baiyu' and the high-fruit-quality red-fleshed cultivar 'Hongrou'. A total of 262 seeds were obtained, and 153 F1 seedlings were successfully established. Given the pronounced flowering asynchrony between domestic and Japanese cultivar groups, future inter-group hybridization will require the integration of artificial pollination and pollen storage strategies—for example, collecting pollen from early-flowering domestic cultivars for use on later-flowering Japanese cultivars—to overcome temporal isolation and improve breeding efficiency.

三、計畫目的：

台灣具有全球少見的低需冷性之李子品種，於一月下旬至二月上旬萌芽開花，五月即可採收果實，但早熟品種之果實普遍偏小且酸度高，不符合消費市場對鮮食要求，因此多作為加工應用。本計畫擬以早熟且果品佳之品種為育種目標，提升台灣早熟品種之果實品質。由於國內外李子品種繁多，擬盤點及調查國內李子品種(系)、生育性狀及果實品質等，並收集國內之品種及引進國外品種作為育種材料。本試驗前期(110年至113年)陸續收集國內外不同性狀之李子品種種原保存多以盆植方式為主，植株生育與田間定植生育有差異，且容易受外界影響而流失，擬定植田間以利保存及生育性狀觀察。另持續進行生育及果實性狀調查，建立台灣李子品種性



1141287



狀資料庫，作為育種時親本之選擇。新品種選育工作則先以白玉李為低需冷性親本，紅肉李為果實品質佳之大果親本進行雜交試驗，以育成低需冷性且品質佳之李子新品種。

四、重要工作項目及實施方法：

(一)李子種原田間定植及品種(系)性狀調查：

1. 李子種原田間定植：

(1)材料：使用前期計畫收集20個國內外收集之李子品種盆栽苗，國內品種包含蜜李、黑桃李、大紅李、泰安李、頭斑李、慢玉李、狗屎李、花螺李、宜蘭李、杏菜李、胭脂李、二紅肉李等10個品種。國外品種品種包含President、Pluto、Soldam、貴陽、大石早生、涼呂、King Saturn、秋姬、Santa Rosa、太陽等10個品種。

(2)方法：於春季進行定植，行株距為2*2公尺及3*3公尺，使用噴灌設備早晚澆灌15分鐘。

2. 李子品種(系)性狀調查：

(1)材料：使用前期計畫收集20個國內外收集之李子品種調查生育表現，國內品種包含蜜李、黑桃李、大紅李、泰安李、頭斑李、慢玉李、狗屎李、花螺李、宜蘭李、杏菜李、胭脂李、二紅肉李等10個品種。國外品種品種包含President、Pluto、Soldam、貴陽、大石早生、涼呂、King Saturn、秋姬、Santa Rosa、太陽等10個品種。其中10個國外品種及3個國內品種(彩色李、血筋李與扁果紅肉李)進行染色體倍體數分析。

(2)方法：

a. 生育調查：調查定植田間後植株芽體萌動、開花期(包含始花期、盛花期與終花期)、著果期及落葉休眠時間，並進一步比對使用盆栽栽培植株之生育表現。

b. 染色體倍體數分析：取新鮮完全展開之嫩葉，避開葉脈部位以刀片切約1cm²的葉片組織，加入0.2 mL Cystain® UV Precise T (Sysmex, Germany)之萃取緩衝液(Nuclei extraction buffer)，以刀片將葉片組織在萃取緩衝液中切碎，隨後加入 0.8mL Cystain® UV Precise T 之染色緩衝液(Staining buffer)混勻，並以50 μ m過濾網進行過濾。濾液靜置3分鐘後，以流式細胞儀(CyFlow® Ploidy Analyzer, Partec PA, Germany)進行細胞核染色體檢測。每一葉片樣本檢測之細胞數目為3000個。

(二)李子品種雜交授粉：

1. 材料：本試驗雜交目的分別為育成低需冷性品種及果實品質佳之後代，親本選擇目前商業常見之品種如白玉李為低需冷性親本，紅肉李為果實品質佳之大果親本兩品種相互雜交。

2. 方法：本試驗於本場網室進行，避免受到環境氣候影響。由於李子品種之間的開花時間不一，因此除了使用前期試驗中先行採集花粉冷凍備用之外，本年度將以催芽方式誘導不同品种植株開花趨於一致。授粉方法為選擇未綻放的花朵去雄，再將花粉以毛筆沾附柱頭，完成授粉後套上小袋避免其他花粉沾附。果實成熟後將果肉去除，將內果皮硬殼破壞後取出種子，再以濕冷層積法處理，發芽後移出種植並進行生育觀察。

五、結果與討論：

(一)李子種原田間定植及品種(系)性狀調查：

1. 李子種原田間定植(圖1)：本場李子種原原以盆栽方式保存，雖然可節省空間及管理人力，但限縮樹體生長且不利生育觀察，另考量日後將作為育種親本，需要樹體著生較多的枝條用以開花著果，故將前期收集之盆栽種苗定植於田間，定植時間為一月初，樹體尚於休眠期，有利定植後發根存活。本次定植國內品種包含蜜李、黑桃李、大紅李、泰安李、頭斑李、慢玉李、狗屎李、花螺李、宜蘭李、杏菜李、胭脂李、二紅肉李等10個品種，日本品種包含President、Pluto、Soldam、貴陽、大石早生、涼呂、King



1141287



Saturn、秋姬、Santa Rosa、太陽等10個品種。日本品種除本田種植保種之外，另定植於溫室中進行保存（圖1），規劃作為溫室內授粉時之親本。

2. 李子品種(系)性狀調查：調查國內品種包含蜜李、黑桃李、大紅李、泰安李、頭斑李、慢玉李、狗屎李、花螺李、宜蘭李、杏菜李、胭脂李、二紅肉李等10個品種；日本品種包含President、Pluto、Soldam、貴陽、大石早生、涼呂、King Saturn、秋姬、Santa Rosa、太陽等10個品種。調查芽體萌動、開花期(包含始花期、盛花期與收花期)及落葉休眠時間。由觀察結果得知(表1)，露天田區栽培之國內品種較日本品種早萌動，宜蘭李、杏菜李及胭脂李芽體萌動及開花時間較早，宜蘭李及杏菜李休眠時間亦較早，而蜜李遲至4月初才萌動。雖然為定植後第一年，除了蜜李、泰安李及狗屎李等品種未開花，其餘品種已可正常開花，但本年度春季多雨，缺乏授粉情況下，著果情況不佳。此外，日本品種為嫁接後第四年之植株，在台灣氣候條件下，本年度已有Pluto、秋姬及太陽少量花果著生，顯示其具有作為育種親本之潛力，後續將持續觀察。相較於露天田區栽培，使用盆栽栽培之李子，不論萌芽或是休眠皆較露天田區栽培慢，但盆栽栽培之不同品種之間仍以宜蘭李、杏菜李及胭脂李為較早萌動之品種(表2)。
3. 李子品種染色體倍體數分析：主要的商業栽培種如日本李 (*P. salicina*) 多為二倍體 (Gowacka *et al.*, 2021; 張等; 2020)，而歐洲李 (*P. domestica*) 則是重要的六倍體物種，具有高度的遺傳多樣性 (Neumüller, 2011)。染色體倍體數與雜交親和性、後代的可育性及生育性狀有關，因此必須鑑定親本的倍數級別。本試驗以泰安李為對照組，已知其為二倍體，主要波峰出現在橫軸位置100處(表3)，受測品種包含President、Pluto、Soldam、貴陽、大石早生、涼呂、King Saturn、秋姬、Santa Rosa、太陽等10個日本品種，以及彩色李、血筋李、紅肉李（果實形狀為較扁圓）等3個國內品種。測試結果顯示，President主要波峰出現在橫軸位置300處，為六倍體，貴陽主要波峰出現在橫軸位置150處，為三倍體，其餘品種與對照品種泰安李相同，主要波峰出現在橫軸位置100處，故為二倍體。President為歐洲李品種，本試驗結果為六倍體，符合已知的歐洲李之染色體倍數。貴陽雖為日本李 (*P. salicina*) 品種之一，其染色體為三倍體，雖有大果之品質特性，但易發生早期落果（仲條等，2014）。其餘品種已確定為二倍體，後續可依據生育表現及果實品質等特性，作為李子品種選育之父母本。

（二）李子品種雜交授粉：

本試驗育種目標為育成高品質低需冷性品種，親本選擇目前商業常見之品種白玉李為低需冷性親本，紅肉李為果實品質佳之大果親本，兩品種相互雜交。本年度雜交時間由1月下旬至2月下旬，白玉李果實於五月下旬採收，紅肉李則於六月上旬採收。經去除果肉及果核後，本年度共獲得後代種子262個，將種子置入低溫冷藏庫進行溼冷層積，種子發根後種植於三吋盆中，共計153株。

六、結論：

李子種原由盆栽轉為田間和溫室定植，優化育種親本的生長條件。在生育特性調查得知，國內品種宜蘭李、杏菜李及胭脂李開花較其他品種早，顯示出極佳的低需冷性親本潛力。日本品種本年度在田區雖有少量開花，但開花數量少可能與植株尚處於幼年期（嫁接後第4年生）或未滿足低溫需求有關，故須持續觀察。

透過流式細胞儀分析鑑定13個李子品種（系）的染色體倍數，President 確認為六倍體，而貴陽品種鑑定為三倍體，後者因不稔性可能引發早期落果。此外，日本品種雖有開花但著果不佳，可能因為缺乏其他品種花粉進行異花授粉，且日本品種較國內品種萌芽開花期慢至少一個月以上，花期隔離將嚴重不利於兩類品種之間的自然雜交。





本年度已成功執行白玉李（低需冷性）×紅肉李（果實品質佳）雜交試驗，並獲得153株實生苗，為後續育種選拔奠定基礎。基於花期隔離的觀察，後續若以日本品種為親本與台灣品種雜交，必須採取人工授粉策略，即先收集國內品種花粉進行低溫保存，待日本品種開花時使用；或收集日本品種花粉，保留至隔年國內品種開花時行人工授粉，以克服花期不一致的雜交障礙，提高育種效率。

七、參考文獻：

1. 仲條誉志幸, 大林沙泳子, 八幡昌紀, 永嶋友香, 成瀬博規, 増田幸直, 向井啓雄, 原田久 and 高木敏彦, 2014. 三倍体ニホンスモモ ‘貴陽’ における胚珠発育の組織学的研究. 園芸学研究13:107-111.
2. 張雅玲、杜元凱、邱益群、宋家瑋、賴瑞聲。2023。李品種生育性狀與染色體倍體數分析。苗栗區農業改良場研究彙報(12)71-84。
3. 歐錫坤、陳琦玲、宋家瑋。2002。臺灣李需冷量評估。中國園藝48:219-226。
4. Carrasco, B., L. Meisel, M. Gebauer, R. Garcia-Gonzales, and H. Silva. 2013. Breeding in peach, cherry and plum: from a tissue culture, genetic, transcriptomic and genomic perspective. Biol Res 46:219-230.
5. Fadon, E., S. Herrera, B. I. Guerrero, M. E. Guerra and J. Rodrigo. 2020. Chilling and heart requirements of temperate stone fruit trees (*Prunus* sp.). Agronomy 10: 409.
6. Gowacka, A., M. Sitarek, E. Rozpara, and M. Podwyszyska. 2021. Pomological characteristics and ploidy levels of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars preserved in Poland. Plants, 10:884.
7. Guerrero, B.I., N.E. Guerra, S. Herrera, P. Irisarri, A. Pina, J. Rodrigo. 2021. Genetic diversity and population structure of Japanese plum-type (Hybrids of *p. salicina*) accessions assessed by SSR markers. Agron. 11:1748.
8. Klabunde, GHF., M.A. Dalbo, and R.O. Nodari. 2014. DNA fingerprinting of Japanese plum (*Prunus salicina*) cultivars based on microsatellite markers. Crop Breed Appl Biotechnol 14:139-145.
9. Lapins, K. 1970. The Stella cherry. Fruit Var Horticult Dig 24:19-20.
10. Liu, M.J., P. Liu, and J.R. Wang. 2016. The technological approaches and practical exploration of cultivar improvement in Chinese jujube. Acta horticulturae.
11. Iezzoni A.F. 2008. Cherries. 1 In: Hancock JF(Ed.).Temperate Fruit Crop Breeding. Springer, USA. p.51-175.
12. Neumüller, M. 2011. Fundamental and applied aspects of plum (*Prunus domestica*) breeding. Fruit, Veg. Cereal Sci. Biotech. 5:139-156.
13. Nicolás-Almansa, María., D. Ruiz, J. A. Salazar, A. Guevara, J. Cos, P. Martínez-Gómez, M. Rubio. 2023. Phenotypic and molecular characterization of new interspecific Japanese plum × apricot hybrids (plumcots). Sci. hortic. 318:112131.
14. Okie, W.R. and J.F. Hancock. 2008. Plums. In Hancock JF (ed.) Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics. Springer, New York, p. 337-357.
15. Okie, W.R. and J.H. Weinberg. 1996. Plums. In: Janick J and JN Moore (Eds). Fruit Breeding I. John Wiley and sons, Inc., New York. p.559-607.
- 16.





- Sansavini, S., A. Gamberini, and D. Bassi. 2006. Peach breeding, genetics and new cultivar trends. *Acta Hort.* 713:23-48.
17. Scorza, R. and W.B. Sherman. 1996. Peaches. In: Janick J and JN Moore (Eds). *Fruit Breeding I*. John Wiley and sons, Inc., New York. p.325-440.
18. Son, L. 2010. Determination on quality characteristics of some important Japanese plum (*Prunus Salicina* Lindell.) cultivars grown in Mersin:Turkey. *Afr. J. Agric. Res.* 5:1144-1146.
19. Szymajda, Marek., M. Studnicki, A. Kuras, E. urawicz. 2022. Cross-compatibility in interspecific hybridization between three *Prunus* species. *S. Afr. J. Bot.* 146:624-633.
20. Wang, Y., H.M. Du, J. Zhang, T. Chen, Q. Chen, H.R. Tang, and X.R. Wang. 2018. Ploidy level of Chinese cherry (*Cerasus pseudocerasus* Lindl.) and comparative study on karyotypes with four *Cerasus* species. *Sci. Hortic.* 232: 46-51.





圖 1. 李子種原露天田區(上)及溫室(下)定植





表 1.李子品種萌芽開花及休眠期調查(露天田區)

品種	萌芽期	始花期 (10%)	盛花期 (50%)	花期結束	落葉休眠期	需冷量* (小時)
蜜李	4 月 2 日	-	-	-		
黑桃李	2 月 18 日	2 月 26 日	2 月 28 日	3 月 5 日		500-700
大紅李	2 月 4 日	2 月 13 日	2 月 23 日	2 月 26 日	12 月 17 日	500-700
泰安李	2 月 18 日	-	-	-		
頭斑李	2 月 8 日	2 月 13 日	2 月 26 日	3 月 5 日		400-600
慢玉李	2 月 4 日	2 月 13 日	2 月 26 日	3 月 5 日		700-600
狗屎李	1 月 26 日	-	-	-		200-400
花螺李	2 月 4 日	2 月 13 日	2 月 26 日	3 月 6 日	12 月 17 日	400-600
宜蘭李	1 月 24 日	2 月 4 日	2 月 9 日	2 月 15 日		150-300
杏菜李	1 月 24 日	2 月 6 日	2 月 13 日	2 月 18 日	12 月 17 日	
胭脂李	1 月 24 日	2 月 4 日	2 月 10 日	2 月 15 日	12 月 3 日	150-250
二紅肉李	2 月 4 日	2 月 10 日	2 月 21 日	2 月 26 日		300-500
President	4 月 18 日	-	-	-		800-1000
Pluto	3 月 16 日	4 月 2 日	-	4 月 8 日		400-600
Soldam	3 月 28 日	-	-	-		800-1000
貴陽	3 月 14 日	3 月 28 日	-	4 月 3 日		600-800
大石早生	3 月 19 日	3 月 28 日	-	4 月 3 日		600-800
涼呂	3 月 14 日	3 月 19 日	-	3 月 28 日		700-900
King Saturn	3 月 14 日	3 月 19 日	3 月 28 日	4 月 10 日		600-800
秋姬	3 月 14 日	3 月 19 日	3 月 28 日	4 月 10 日		800-1000
Santa Rosa	3 月 14 日	3 月 28 日	-	-		300-500
太陽	2 月 4 日	2 月 4 日	3 月 14 日	4 月 2 日		700-900

-代表未開花，或開花量少

*為參考資料數據



1141287



表 2.李子品種萌芽開花及休眠期調查(盆栽)

品種	萌芽期	始花期 (10%)	盛花期 (50%)	花期結束	落葉休眠期	需冷量* (小時)
蜜李	3 月 19 日	3 月 28 日	-	-		
黑桃李	2 月 10 日	2 月 18 日	2 月 21 日	3 月 5 日	12 月 3 日	500-700
大紅李	2 月 10 日	2 月 18 日	2 月 22 日	-	11 月 5 日	500-700
泰安李	2 月 4 日	-	-	-		
花螺李	1 月 28 日	2 月 6 日	2 月 10 日	2 月 26 日	12 月 3 日	400-600
宜蘭李	1 月 21 日	1 月 28 日	2 月 10 日	2 月 21 日	11 月 5 日	150-300
杏菜李	1 月 21 日	1 月 24 日	2 月 4 日	2 月 13 日	11 月 5 日	
胭脂李	1 月 21 日	1 月 28 日	2 月 4 日	2 月 13 日	11 月 5 日	150-250
二紅肉李	1 月 22 日	1 月 28 日	2 月 10 日	3 月 5 日	11 月 5 日	300-500
President	4 月 20 日	-	-	-		800-1000
Pluto	3 月 16 日	-	-	-		400-600
Soldam	3 月 25 日	-	-	-	12 月 26 日	800-1000
貴陽	3 月 14 日	-	-	-	12 月 31 日	600-800
大石早生	3 月 19 日	-	-	-	12 月 31 日	600-800
涼呂	3 月 5 日	-	-	-	12 月 31 日	700-900
King Saturn	3 月 14 日	-	-	-		600-800
秋姬	3 月 19 日	-	-	-		800-1000
Santa Rosa	3 月 14 日	-	-	-		300-500
太陽	3 月 5 日	-	-	-	12 月 26 日	700-900

-代表未開花，或開花量少

*為參考資料數據



1141287



表 3. 使用流式細胞儀分析李品種之倍體數

序號	品種	品種來源	倍體數	果皮色澤	需冷量* (小時)
1.	泰安李	台灣	二倍體	鮮紅色	
2.	President	日本	六倍體	深紫色至 藍黑色	800-1000
3.	Pluto	日本	二倍體	紫黑色帶 有斑點	400-600
4.	Soldam	日本	二倍體	青綠色帶 紫紅斑	800-1000
5.	貴陽	日本	三倍體	鮮紅色至 深紅色	600-800
6.	大石早生	日本	二倍體	鮮紅色	600-800
7.	Suzuro(涼 呂)	日本	二倍體	深紅色至 紫黑色	700-900
8.	King Satuen	日本	二倍體	暗紅色	600-800
9.	秋姬	日本	二倍體	鮮紅色	800-1000
10.	Santa Rosa	日本	二倍體	紫紅色至 深紫色	300-500
11.	太陽	日本	二倍體	鮮紅色至 暗紅色	700-900
12.	彩色李	台灣	二倍體	黃綠色底 帶紅暈	300 - 500
13.	血筋李	台灣	二倍體	綠底帶紅 色條紋	300 - 500
14	紅肉李(扁 果)	台灣	二倍體	暗紅色至 紫黑色	350 - 500

*為參考資料數據

