



☒ 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113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4年/全程4年)
(英文名稱) Featured Fruit Trees in Miaoli
- The Selection of Plum
Varieties

計畫編號： 113農科-4.1.3-苗-01

全程計畫期間： 自 110年1月1日 至 113年12月31日
本年計畫期間： 自 113年1月1日 至 113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



1131063



一、執行成果中文摘要：

李為薔薇科 (Rosaceae) 李屬 (*Prunus* L.) 溫帶果樹，本年度調查植株生育性狀及果實品質調查，以建立李子性狀資料庫，作為育種時親本之選擇。使用具有低需冷性、大果及果色特殊的品種作為親本進行雜交。李子萌芽開花期調查以早玉李、杏菜李、宜蘭李及胭脂李等早生品種之萌芽開花時間較早，落在1月中旬。李子之開花期約芽體萌動後15至20天，著果期約開花期後20天。調查10個李子品種(系)之營養及果實性狀，網室紅肉李之葉片最大，葉長、葉寬及葉面積分別為11.6cm、3.5cm及20.4cm²，其果重、果長及果寬亦為最大，分別為44.1g、40.7mm及44.9mm。彩色李與黃柑李果皮色澤偏黃綠色，故有較低的a值與較高的b值。李子品種雜交授粉試驗中，利用催芽劑打破紅肉李之休眠，使其開花時間與早玉李之開花時間相當，以利授粉雜交。使用早玉李、紅肉李及泰安李為母本，共計獲得124顆雜交種子，經由溼冷層積移植後，整體成活率約20%。植株性狀調查資料與育種相關技術之建立除了有利後續李子新品種選育，亦可增加台灣李子育種栽培技術資料。

二、執行成果英文摘要：

Prunes belong to the Rosaceae *Prunus salicina* Lindl family. This year, plant fertility traits and fruit quality were surveyed to establish a database of plum traits as a selection criterion for the parents during breeding. Varieties with requirements for low temperatures, large fruits, and special fruit colors were used as parents for crossing. In the survey of the budding and flowering period of plum, early budding and flowering varieties such as early Tsao Yu Li, Hsing Tsai Li, Yi Lan Li, and Yan Zhi Li bud and flower early, falling in mid-January. The flowering period of plum is about 15 to 20 days after bud germination, and the fruiting period is about 20 days after flowering. The nutritional and fruit traits of 10 plum cultivars (lines) were investigated. The Hong Rou Li cultivated in the mesh chamber has the largest length, width, and area of leaves, with 11.6 cm, 3.5 cm, and 20.4 cm² respectively, and their weight, length, and width of the fruit were also the largest, at 44.1 g, 40.7 mm, and 44.9 mm, respectively. The peel of Tsai Se Li and Huang Kan Li is yellowish-green, so there is a lower a value and a higher b value. In the cross-pollination experiment of plum varieties, a germinator was used to break the dormancy of red-fleshed plum to bring the flowering time of the red-fleshed plum comparable to that of the early Hong Rou Li, so as to facilitate pollination and cross pollination. A total of 124 hybrid seeds were obtained using white Tsao Yu Li, Hong Rou Li, and Tai An Li as the female parent, and the overall survival rate was about 20% after transplanting by cold stratification. The establishment of plant trait survey data and breeding-related technologies is not only conducive to the subsequent breeding of new plum varieties, but also can increase the technical data of plum breeding and cultivation in Taiwan.

三、計畫目的：

李為薔薇科 (Rosaceae) 李屬 (*Prunus* L.) 溫帶果樹，本計畫擬以低需冷性、大果或果實色澤特殊之李子品種為育種目標。低需冷性品種選育主要為解決因冬季低溫不足，造成開花不良及結果量低之問題。大果或果實色澤特殊之李子品種選育則是因應消費市場喜好，並增加栽培者種植及消費者購買時之選擇。由於國內外李子品種繁多，擬盤點及調查國內李子品種



1131063



(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，以擴大基因庫。本年度將持續進行植株生育性狀及果實品質調查，以建立李子性狀資料庫，作為育種時親本之選擇，另使用具有低需冷性、大果及果色特殊的品種作為親本進行雜交。

四、重要工作項目及實施方法：

(一)李子生育期調查：

- 1.材料：使用前期計畫收集22個國內李子品種。
- 2.方法：植株萌動後調查芽體萌動、開花期、著果期及落葉休眠時間。

(二)李子品種(系)性狀調查：

- 1.材料：調查白玉李、血筋李、沙連李、花螺李、紅肉李、泰安李、彩色李、黃柑李、慢玉李與網室紅肉李等10個品種。

2.方法：調查項目包含葉片大小、節間長及色澤等，果實品質則調查果重、果寬、果長、色澤、果皮硬度、果肉硬度與可溶性固形物等性狀，每種調查為10重複。

(1)節間長(Internode length)、莖徑(stem diameter)、果長(fruit length)及果寬(fruit width)：以游標卡尺測量果長及果寬，單位以公厘(mm)表示。

(2)葉長(Leaf length)、葉寬(leaf width)及葉面積(leaf area)：以葉面積儀測量(Area Meter, LI-COR出品, LI-3100C)測定，葉長與葉寬單位以公分(cm)表示，葉面積單位以平方公分(cm^2)表示。

(3)果重(weight)：使用電子磅秤測量，以g表示單位。

(4)葉片及果皮色澤(skin colour)：以色差計(color meter, Nippon Denshoku出品, NE4000)測定果皮色澤。L值表示亮度，數值由0(黑)至100(白)，數值越高代表亮度越高，a值表示紅色(+a)或綠色(-a)，b值表示黃色(+b)或藍色(-b)，果皮彩度(chroma)以 $(a^2+b^2)^{1/2}$ 計算，所求得數值越高表示色彩濃度越高。色相角(hue)以 $\tan^{-1}(b/a)$ 計算，為顏色色相之變化，0度為紅色至紫色，90度為黃色，180度為藍色至綠色，270度為藍色。

(5)硬度(firmness)：在果實赤道部相反方向的兩面以物性測定儀(TA.XT.plus, Stable Micro Systems, UK)搭配P/2(直徑2 mm)不銹鋼圓柱型探頭進行穿刺，深度為5 mm，速度為 $2.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(6)總可溶性固形物(total soluble solid, TSS)：將果實榨汁後，以糖度計(PAL-1, ATAGO, Japan)測定果汁所含總可溶性固形物，以 $^{\circ}\text{Brix}$ 表示單位。

3.統計分析：試驗數據資料以SAS Enterprise Guide 7.1 (statistic analysis system software- Enterprise Guide 7.1)軟體進行變異數分析(ANOVA)，在最小顯著差異法(least significant difference, LSD)，當 $p < 0.05$ 表示兩者之間有顯著性差異。

(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(包含大果及不同果色)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(紅皮紅肉)為果色特殊之親本，泰安李為大果親本進行雜交試驗。

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種植株開花趨於一致。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)李子生育期調查：





調查本年度李子萌芽開花期(表1)，其中以早玉李、杏菜李、宜蘭李及胭脂李等早生品種之萌芽開花時間較早，落在1月中旬，紅肉李及二紅肉李等晚生品種則為2月中旬。開花期約芽體萌動後15至20天，著果期約開花期後20天。落葉休眠期則以宜蘭李及杏菜李最早。李子萌芽開花及休眠受到氣候影響，將持續調查。

(二)李子品種(系)性狀調查：

不同品種李子之葉長介於8.3至11.6mm，葉寬2.1至3.5mm，葉面積介於8.9至20.4cm²，節間長介於4.1至14.7mm，莖徑介於2.6至4.0mm，葉片色澤L值介於32.1至36.3，其中網室紅肉李之葉片最大，葉長、葉寬及葉面積分別為11.6cm、3.5cm及20.4cm²，沙連李之葉片最小，葉長、葉寬及葉面積分別為8.3cm、2.1cm及8.9cm²，彩色李有最大的節間長(14.7cm²)，慢玉李有最大的莖徑(4.0mm)，紅肉李、黃柑李及慢玉李葉片有最高的L值(表2)。

網室紅肉李之果重、果長及果寬最大，分別為44.1g、40.7mm及44.9mm，沙連李之果重、果長及果寬最小，分別為13.0g、27.8mm及29.8mm。黃柑李有最高的L值(52.4)，彩色李與黃柑李果皮色澤偏黃綠色，故有較低的a值與較高的b值，兩者a值分別為6.4及-9.7，b值分別為24.9及39.8，使得彩色李與黃柑李亦有較高的彩度(Chroma)與色相(Hue)。泰安李有最高的果皮硬度與果肉硬度，分別為367.0g及244.4g，慢玉李之可溶性固形物最高(13.6 °Brix)，網室紅肉李有較高的抗壞血酸(197.8 mg.L⁻¹) (表3)。

(二)李子品種雜交授粉：

為使紅肉李之開花時間與早生之早玉李之開花時間相當，利用催芽劑打破紅肉李之休眠，經處理後促使紅肉李提早10天萌芽開花，與早玉李開花期相近，有利授粉工作之進行。2月份完成低需冷性及不同果色之李子品種雜交育種，果實成熟後採收去除堅硬之內果皮硬殼，其中以早玉李為母本之雜交種子54顆，紅肉李為母本之雜交種子38顆，泰安李為母本之雜交種子32顆，共計124顆。於低溫冷藏庫進行濕冷層積法處理以利種子萌芽，種子萌發根系後移出冷藏庫進行種植，雜交種子之萌芽率分別為93%、62%及40%，惟移植後植株生長不佳，本年度共計獲得26棵雜交苗，移植後之成活率約20%。

六、結論：

由生育性狀及果實品質調查，可得知不同李子品種之特性，可用於育種時親本之選擇，亦可建立台灣李子品種特性資料庫。依據目前調查結果得知，萌芽開花期與進入休眠期早晚有關，但李子生長受到氣候影響大，尤其對休眠期的影響更甚萌芽期，以今年為例，宜蘭李及二紅肉李受颱風影響落葉後，後續環境溫度仍未降低的情況下，部分芽體萌發開花，故擬持續調查以確保資料正確性。

本年度已建立催芽、雜交種子取種及濕冷層積法處理方法等技術，其中透過使用催芽劑可使不同品種之李子開花時間趨近於一致，迫使休眠較深但果實品質佳的品種提早開花，與早生之品種進行雜交。由於李子果肉較黏核，果肉不容易與果核分離，利用乾燥方式減少取種子時的不便。有鑑於種子發根移植後生長不佳，後續試驗將調整種子破核、濕冷層積處理時間及栽培方法，以提高移植後苗株成活率。植株性狀調查資料與育種相關技術之建立除了有利後續李子新品種選育，亦可增加台灣李子育種栽培技術資料。

七、參考文獻：

1. 陸明德、歐錫坤、宋家瑋。2013。臺灣李育種。臺灣果樹育種研討會專刊。167-176。
2. 張雅玲、王雲斌。2017。李果實生長及採收後冷藏品質之變化。苗栗區農業改良場研究彙報5: 37-50。
3. 溫英杰、劉怡伶。2004。李種原評估及其親緣關係之RAPD標誌研究。中華農業研究53: 97-110。



1131063



4. 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.
5. 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.
6. 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.
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. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Sansavini, S., A. Gamberini, and D. Bassi. 2006. Peach breeding, genetics and new cultivar trends. *Acta Hort.* 713:23-48.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.





表 1. 李子萌動開花期及休眠期調查

序號	品種	芽體萌動	開花期	著果期	休眠期	備註
1	紅肉李	2/5(處理) 2/15(未處理)	2/22(處理) 3/1(未處理)	2/28(處理) 3/2(未處理)		溫室落地栽培
2	早玉李	1/22	2/15	2/22		溫室落地栽培
3	黃肉李	未完全落葉	4/17	無		溫室落地栽培
4	蜜李	未完全落葉	2/22(處理)	無		溫室落地栽培
5	西瓜	2/4	2/15	2/22		溫室落地栽培
1	杏菜李	1/19	2/1	2/19	10/25	盆栽
2	早玉李	4/8	4/8	4/8	10/30	盆栽
3	紅肉李	1/19	1/30	2/19	10/25	盆栽
4	沙連李	1/19	2/28	3/5	11/4	盆栽
5	大紅李	2/5	2/19	3/5	10/25	盆栽
6	泰安李	2/5	2/22	3/5	11/13	盆栽
7	大玉李	2/6	2/22	3/5	10/30	盆栽
8	胭脂李	1/22	2/4	3/5	10/30	盆栽
9	蜜李	4/8	4/8	4/8	10/30	盆栽
10	香檳李	1/26	2/1	2/19	10/30	盆栽
11	黑桃李	2/19	2/28	3/5	10/30	盆栽
12	花螺李	2/1	2/19	3/5	10/30	盆栽
13	宜蘭李	1/22	2/1	2/19	10/25	盆栽
14	二紅肉李	2/19	2/22	3/5	10/30	盆栽
15	彩色李	2/19	2/27	3/5	10/30	盆栽
16	血筋李	2/19	無花	無花	10/30	盆栽
17	日本李	未落葉休眠	無花	無花		盆栽





表 2. 10 種李子品種之營養性狀

品種	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	葉面積 (cm ²)	節間長 (cm)	莖徑 (mm)	<i>L</i>
白玉李	8.9±0.3 cd ^z	2.3±0.1 ef	9.3±0.4 ef	7.9±0.5 c	3.0±0.2 def	33.3±0.4 cd
血筋李	9.7±0.2 bc	3.2±0.1 ab	17.6±0.6 b	4.1±0.3 d	2.8±0.1 ef	35.0±0.4 ab
沙連李	8.3±0.2 d	2.1±0.1 f	8.9±0.6 f	9.4±1.2 bc	3.1±0.2 cde	34.0±0.5 bc
花螺李	9.3±0.3 bc	2.6±0.1 de	11.5±0.6 ef	9.4±0.5 bc	3.5±0.1 abcd	34.1±0.4 bc
紅肉李	9.6±0.5 bc	2.7±0.1 cd	12.3±1.0 de	11.7±1.2 b	3.3±0.2 bcd	36.3±0.9 a
泰安李	9.8±0.1 bc	3.0±0.2 bc	16.0±0.8 bc	9.0±0.5 c	3.6±0.2 abc	34.4±0.3 bc
彩色李	9.2±0.3 bc	3.2±0.2 ab	17.0±1.5 b	14.7±1.5 a	3.2±0.1 bcde	34.0±0.3 bc
黃柑李	10.1±0.3 b	2.7±0.1 cd	13.1±0.8 de	8.3±0.5 c	3.7±0.2 ab	36.0±1.0 a
慢玉李	9.8±0.3 bc	2.8±0.1 cd	14.6±0.8 cd	7.1±0.8 c	4.0±0.3 a	36.3±0.3 a
網室紅肉李	11.6±0.4 a	3.5±0.1 a	20.4±0.8 a	9.4±0.8 bc	2.6±0.1 f	32.1±0.2 d

^z Mean within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to Fisher's protected LSD test (n=10)





表 3. 10 種李子品種之果實品質

品種	果重 (g)	果長 (mm)	果寬 (mm)	L	a	b	Chroma	Hue	果皮硬度 (g)	果肉硬度 (g)	可溶性固 形物 (°Brix)	抗壞血酸 (mg/L)	果皮/果肉 色澤
白玉李	18.1±0.7 g ^z	30.6±0.5 e	32.1±0.4 e	26.7±1.3 cd	24.4±1.2 a	17.5±1.1 c	30.1±1.5 b	35.4±1.0 c	151.1±7.8 g	105.2±4.7 g	10.9±0.1 de	105.9±5.0 f	紅/橘黃
血筋李	23.4±1.0 f	30.8±0.4 e	36.7±0.6 d	30.5±1.2 c	17.7±1.3 bc	17.9±0.8 c	25.5±0.9 c	45.7±3.0 bc	203.2±10.0 f	134.2±6.1 f	10.7±0.1 e	152.4±2.0 d	紅/紅
沙連李	13.0±0.4 h	27.8±0.3 f	29.8±0.3 f	22.4±1.0 ef	18.3±1.5 bc	8.5±2.5 e	21.4±1.8 d	56.6±28.9 bc	299.6±6.5 b	203.4±4.3 b	9.4±0.1 g	166.5±6.6 c	紅/黃
花螺李	27.1±0.5 e	33.1±0.4 d	37.6±0.3 d	35.9±1.6 b	17.9±1.1 bc	14.5±1.6 cd	23.5±1.0 cd	38.3±4.1 c	262.8±6.9 c	178.8±4.7 c	12.6±0.1 b	166.8±2.2 c	紅/紅
紅肉李	35.9±0.7 c	37.0±0.6 bc	41.6±0.2 b	24.3±0.8 de	16.7±1.0 c	12.3±0.9 de	20.8±1.3 de	36.2±1.1 c	245.8±10.7 cde	168.9±7.3 cd	11.2±0.1 d	189.8±4.0 ab	紅/紅
泰安李	32.7±0.9 d	37.9±0.3 b	39.7±0.5 c	25.8±1.0 de	15.6±0.9 c	14.3±1.0 cd	21.4±0.8 d	42.4±3.0 c	367.0±6.4 a	244.4±4.3 a	11.9±0.1 c	182.2±2.6 b	紅/橘黃
彩色李	37.2±0.8 bc	36.0±0.4 cd	44.1±0.3 a	39.3±3.2 b	6.4±4.2 d	24.9±2.6 b	29.2±1.9 b	72.8±9.4 b	324.9±13.0 b	221.1±8.7 b	9.9±0.1 f	110.8±1.8 f	黃雜紅/黃綠
黃柑李	38.5±0.8 b	40.7±0.4 a	42.0±0.3 b	52.4±0.6 a	-9.7±0.6 e	39.8±0.9 a	41.0±0.7 a	103.9±1.0 a	254.2±10.4 cd	177.1±6.5 cd	12.4±0.1 b	124.8±8.8 e	黃/黃
慢玉李	14.1±0.5 h	28.4±0.3 e	29.5±0.3 f	18.8±0.7 f	22.0±1.0 ab	12.4±1.0 de	25.3±1.3 c	28.9±1.0 c	216.3±17.8 ef	143.2±12.5 ef	13.6±0.3 a	117.8±4.9 ef	紅/橘黃
網室紅肉李	44.1±0.8 a	40.7±0.5 a	44.9±0.4 a	26.6±1.4 cd	14.4±1.6 c	9.0±0.6 e	17.4±1.1 e	34.1±5.1 c	227.9±10.4 def	158.0±6.6 de	11.0±0.1 de	197.8±4.6 a	紅/紅

^z Mean within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to Fisher's protected LSD test (n=10)

