



公開
 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：040601M100

農業部苗栗區農業改良場112年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 二化性家蠶種原長期冷藏保存關鍵技術之研究 (第3年/全程4年)
(英文名稱) Research on the key technology of long-term coldstorage of the seed of dichroic silkworm

計畫編號： 112農科-4.6.1-苗-M1

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 112年1月1日 至 112年12月31日

計畫主持人： 廖久薰
研究人員： 吳姿嫻、張雅昀
執行機關： 行政院農業委員會苗栗區農業改良場





一、執行成果中文摘要：

136個家蠶品種（系）於112年4月及9月出庫，依慣行法進行家蠶種原4個階段的飼育及蠶卵更新。每個家蠶品系更新繁殖共50,000 ~ 60,000粒蠶卵，在25°C、80%濕度的建議條件下保護5~30天，然後移入冷藏庫越冬保存。14個二化性蠶種延長冷藏保存第四代，其幼蟲特性與一年2育的慣行保存對照組相同，五齡蠶體重、繭長、繭寬表現與對照組相同。CC01等13個家蠶品系經長期冷藏保存至第四代，健蛹率均達到80%以上。總體而言，本研究建立的蠶卵延長冷藏保存條件經過四代飼育，幼蟲體重、健蛹率和繭層率與對照相近，每隻蠶蛾產下497~687個蠶卵，繁殖能力優於對照組，有利於蠶種永續保存。未來我們將至少持續觀察2代，並擴大其它種原進行長期保存，維持蠶種特性與健康。

二、執行成果英文摘要：

136 silkworm varieties (strains) were moved out from the refrigerating chamber in April and September. Silkworm germplasms undergone 4 different stages according to the usual practice. Each strain oviposition 50,000 to 60,000 silkworm eggs per 1 year, preserved germplasms in a suggested climate condition, which means 25°C and 80% humid, for 3~10 days in spring and 30 days in autumn, respectively. Then moved silkworm eggs into the cold room for conservation.

Fourteen bivoltine silkworm strains extended cold storage preservation to the fourth generation. The characteristics of their larvae were similar to the control group, which followed the conventional preservation of two generations per year. The weight of fifth instar, cocoon length, and cocoon width were exhibited similar as compared to the control group. Thirteen domestic silkworm strains, including CC01, were preserved through long-term cold storage until the fourth generation, achieving a pupation rate of 80% or higher. Overall, the conditions for extended cold storage of silkworm eggs established in this study, after four generations of breeding, showed similar larval body weight, pupation rate, and cocoon yield to the control group. Each silkworm moth laid 497 to 687 eggs, demonstrating reproductive capability superior to the control group, which is conducive to the sustainable preservation of silkworm strains.

In the future, we plan to continue observing at least two more generations and expand the preservation of other germplasms for long-term maintenance, ensuring the characteristics and health of the silkworm strains.

三、計畫目的：

1. 完成家蠶種原136個品種(系)春秋蠶期繼代保育工作，維護家蠶種原永續
2. 評估蠶卵延長冷藏保存流程及第四代生育報告，建立二化性蠶種長期冷藏保存關鍵技術

四、重要工作項目及實施方法：

（一）家蠶種原保育：

1. 112年4月上旬及9月上旬，依慣行飼育法將苗改場家蠶種原庫136個家蠶品系(種)蠶卵逢機選種出庫，於25°C、80%R.H.養蠶室進行蠶卵催青，出庫後第3日起，每日開門換氣並照光至少16小時，有利蠶卵催青孵化。
2. 蠶卵點青後移至暗處，待收蟻當日取出照光，促進蠶卵孵化整齊。





3. 收蠶當日上午9時前，將136個種原移出照光，以一心2葉的新稍利用切桑機剉桑收蠶，桑葉約1×1cm，之後依不同日齡給予適量大小的剉桑給食、擴座及防乾飼育，以條桑全葉芽飼育四~五齡壯蠶，任其上簇。
4. 每齡期依蠶座上的蠶沙及殘枝量進行至少1次的眠除及起除作業，減少殘渣過多增加濕氣及病原菌滋生，影響蠶兒健康。末齡蠶食桑量大，殘枝及蠶沙產出量大，每日除沙1次以維持蠶座清爽潔淨。
5. 每種品系(種)飼育約400頭蠶，以維持族群內的遺傳歧異度。
6. 五齡第2日進行幼蟲特徵記錄，包括蟲體斑紋、體色、及腳色，淘汰病蠶及混雜的蠶。
7. 熟蠶起開始上簇，平均放置在紙簇或萬年簇任其吐絲，以透氣的紗布或蚊帳包覆，幫助熟蠶順利吐絲結繭。紀錄初熟及終熟時間。
8. 終熟後5日可採蚊帳及採繭，終熟日起算8日，蠶繭及蠶蛹狀態穩定時，依品系特性進行繭形與繭色選別，淘汰不良繭、死繭或同宮繭，確認每個品系維持其特性。
9. 原種親本視蠶蛹經過日數，人工削繭取蛹，進行雌雄鑑別，必要時以溫度調整出蛾時間，讓雌雄蛾可以同時出蛾並交配。
10. 每一個原種每年產卵至少500,000粒，每一個品系(原原種)產卵至少60,000粒，以維持種原的族群數目與遺傳歧異度。
11. 蠶蛾產卵後依據下次飼養計畫，春蠶秋養予以3~10天越夏保護，秋蠶春養則延長至20~30日越夏保護，再移至5℃冷藏室越冬。

(二) 二化性蠶種延長冷藏保護及第四代生育力調查：

1. 經本研究建立的延長冷藏保存流程第四代CC01、HC01、HC02、HC04、LL01、LL02、LL03、LL04、OC01、OC04、VC02、VC04、YC04及YC14，共14個二化性家蠶種原經長期保存10個月，於112年春季出庫繁殖，依慣行飼育及除沙等，直至上簇。以慣行1年2育之相同品系，CC01等14個品系當作對照組，觀察相同品系蠶種在2種蠶卵保存流程，家蠶健康與繁殖力表現是否維持該品系之生育及特性。
2. 每品系進行以下項目調查：
 - (1) 數量性狀：蠶卵催青日數、孵化率、五齡起蠶體重、五齡食桑滿4天體重、幼蟲全齡經過天數、繭長、繭幅、全繭重、單粒繭殼重，計算繭層率、健蛹率及每蛾產卵量等。孵化率=孵化卵數/每蛾圈總卵量*100%，健蛹率=健康蠶蛹/100隻蠶*100%，繭層率=單粒繭殼重/全繭重*100%。
 - (2) 質量性狀：幼蟲體斑紋、體色、腳色、繭形、繭色。
 - (3) 每品系3重複，每重複100隻。

(三) 桑園修剪管理

本場桑園1.6公頃，於112年2月中旬及7月下旬以摺負式割草機修剪，鐮刀修整細枝。修剪後中耕施灑有機肥，促進新芽萌發。期間以割草機人工除草，維持桑樹生長。3月、6月、8月及11月可視實際情形進行桑枝條扦插及高壓繁殖，俾利桑園缺株補植工作。

五、結果與討論：

一、家蠶種原保育

家蠶種原136個品系(種)，依慣行保育方法於112年4~6月及9~11月進行春、秋蠶期繼代飼育及蠶卵繁殖更新一次。136個品系(種)蠶卵逢機取樣出庫，將蠶卵置於 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $85\pm 5\%$ 相對濕度及每日照明至少16小時的孵化室中催青；稚蠶期以剉桑採防乾紙育，壯蠶期採條桑育，每日給桑2次，為維持品系內遺傳歧異度，每品系(種)飼育約400隻。飼育期間觀察並調查種原外觀性狀：幼蟲體色、斑紋、腳色、繭形及繭色，並挑別生育力差及不良繭，以維持種原特性。將每品系每季繁殖蠶卵20,000~30,000粒，原種春季繁殖至少300,000粒，秋季繁殖至少





400,000粒。春蠶越夏保護5日，秋蠶越夏保護30日後，移入5°C、75~80%相對濕度的冷藏室中越冬保存，直至113年4月出庫飼育。二、二化性蠶種延長冷藏保護及生育力調查

1. 家蠶的蠶卵階段具滯育特性，當蠶卵產下後會逐漸進入休眠階段，必需將蠶卵移至低溫越冬，維持胚胎發育。然而，越冬冷藏時期亦不能過久，否則蠶卵將失去活性而逐漸死亡。蠶種因滯育特性分為一化性、二化性及多化性。國內保育的家蠶品系（種）除5個多化性外，其餘皆為二化性種原，意即一年內要繁殖更新2次，否則蠶種將逐漸失去活性而滅絕。然而，每年2次蠶種保育工作繁雜，期間投入龐大勞力及時間，間接壓縮蠶桑科研發展的能量。再者，每年2次的保育工作，長久以來增加家蠶族群內自交次數，容易造成種內自交弱勢、生育力差及抗病性弱等隱憂，對蠶種保育人員帶來極大的困擾及嚴苛的挑戰。為此，本研究擬建立蠶卵延長保存方式，改變蠶種化性及保育次數，減緩族群自交弱勢的危機，調節桑園利用與改善養蠶環境，培育優質家蠶種原，兼具減少保育工作耗費的勞力。
2. 臺灣地區春季氣候溫和，冬季桑園修剪後新芽萌發較緩，葉質佳，家蠶飼養成功率較高，因此本研究將集中於春蠶期進行。111年春蠶繁殖的第四代蠶卵，蠶種為CC01、HC01、HC02、HC04、LL01、LL02、LL03、LL04、OC01、OC04、YC04、YC14、VC02及VC04等14個二化性蠶種，每種各產下至少10,000粒蠶卵，進行延長冷藏保護程序：越夏保護150日，移入5°C保存30日，移入0°C保存90日，再移至5°C保存30日，出庫孵化。以一年2育的相同品系當作對照組，比較蠶卵經延長冷藏保存處理後的催青天數及孵化率。3重複，每重複至少400顆卵。蠶卵孵化後依慣行飼育方式，一齡蠶飼育環境28°C、85%相對濕度，之後每增一齡，蠶室溫度下降1°C，相對濕度調降5%；稚蠶以剝桑防乾飼育，壯蠶以條桑飼育，任其上簇。為維持種原內遺傳歧異度，每品系飼育數量400頭蠶。飼育期間觀察品系外表特徵：幼蟲斑紋、幼蟲體色、幼蟲腳色、繭形及繭色。調查健蛹率、單粒繭殼重、繭長、繭幅及繭層率，健蛹率=健康蠶蛹(個)/400*100%，繭層率=單粒繭殼重(g)/全繭重(g)*100%。成蟲交尾後產下第四代卵，蠶卵置於室溫越夏150日，移至冷藏室越冬，待113年春季出庫飼育。
3. 調查結果：延長冷藏保育蠶卵催青天數為11.5~12天，一年2育對照組催青天數12天。隨著試驗代數增加，催青天數已從第一代的13.5天到第四代的12天，與一年2育的對照組表現相同。
4. 孵化率結果：延長冷藏保育組孵化率76.9~96.6%，OC01最低，LL04最高；與對照組相比，14個蠶種經過延長冷藏保育後飼養到第四代，孵化率皆高於對照組（圖一）。而且，第四代的平均孵化率91.9%高於第三代86.7%、第二代81.8%、第一代80.2%，並且優於慣行一年兩育對照組86.4%（圖二）。本研究擬再評估至少2代的馴化，確保延長冷藏保存流程的可行性及蠶種生育穩定度，以維護家蠶種原永續性。
5. 五齡起蠶體重以HC01、HC04、LL04、VC02及VC04的處理組較對照組重，其餘處理組皆低或相同於對照組（圖三）。五齡食桑滿4日重量高查結果，HC04、VC02及YC04已優於慣行保育對照組（圖四）。食桑滿5日則是CC01、HC04重量表現優於對照組（圖五），其餘表現較差。健蛹率表示幼蠶變態成蛹期的健康程度，調查結果：14個品系延長冷藏保存第四代，健蛹率76.7~95.5%，健蛹率和五齡重量是評估家蠶健康的重要指標。由本研究調查結果，VC02蠶種在五齡起蠶及五齡食桑滿4日的重量表現優異，而且比一年兩育的對照組表現佳，健蛹率卻不如預期，顯著低於對照組，推測熟蠶上簇時間過早，蠶兒未食飽便被撿拾到紙簇營繭，導致熟蠶不吐絲或吐絲量少，化蛹不完全的簇中死亡現象。CC01、HC01、HC02、HC04、LL03、LL04、OC01、OC04及YC04等9個蠶種的健蛹率超過80%，表示經由延長冷藏保存蠶卵後，孵化出的幼蟲生育健康。健蛹率以VC02最低，54.5%，其它蠶種的健蛹率介於71.1~98.4%（圖六），除了YC14外，其餘13個品系的繭蛹率皆達到80%以上，表示蠶卵長期置於低溫冷藏室保存，不會影響幼蟲生長與健康。繭幅（圖七）及繭長（圖八）性狀皆與慣行保育對照組相同。所有蠶種的處理組的家蠶





品系營繭率皆優於對照組（圖九）。營繭率高表示幼蟲所食的营养皆表現在繭絲，對農民栽桑養蠶可以收到較多繭絲，增加獲利。

6. 外觀特徵調查結果：14個品系無論是幼蟲斑紋、體色、腳色、繭形及繭色皆維持種原特性。
7. 本研究為延長保育第四代，整體而言，健蛹率與營繭率表現優於慣行保育組。蠶蛹經10~14天後蠶蛾破繭而出，蠶蛾於上午交尾至少4小時，下午將雄蛾移走，雌蛾產下第五代蠶卵，每蛾產卵量476~687粒，優於對照組（圖十），已達到蠶種基本的生育力，對於種原保育工作而言，是可以維持蠶種內族群數量與遺傳歧異度。
8. 經過四代生育調查，隨著代數增加，孵化率、健蛹率、繭層率及產卵量有逐年增加，甚至已經優於慣行一年兩育的對照組。然而並非所有蠶種皆適合現行建立的延長冷藏保流程，未來應適時調整，有效維持蠶種特性及蠶種保育。

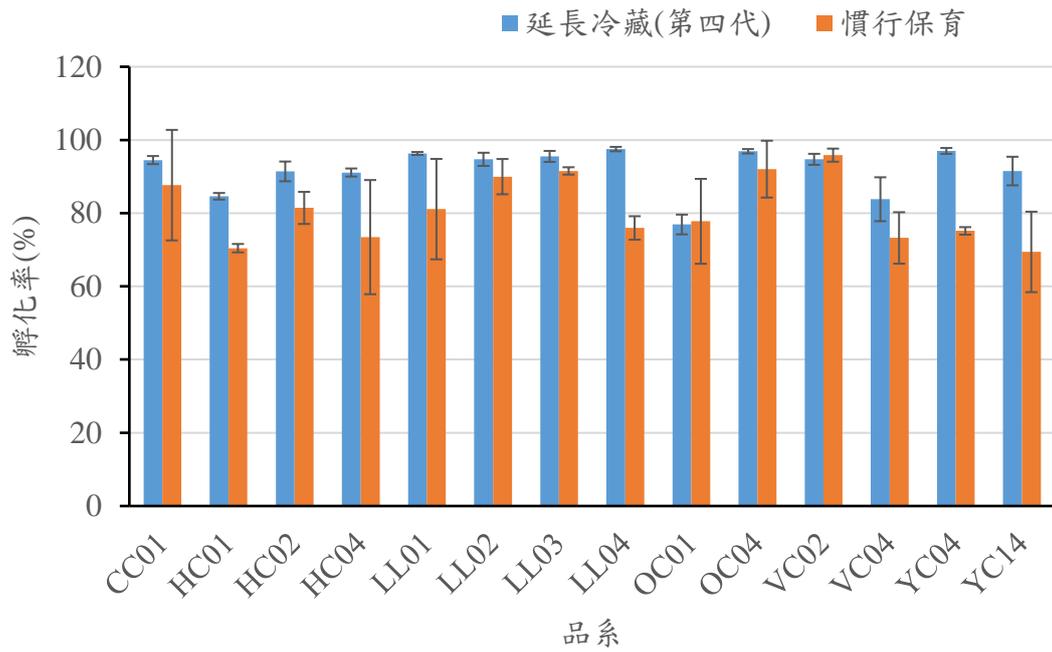
六、結論：

1. 已完成136個家蠶品種(系)112年度春、秋蠶期蠶卵更新作業，每個品種（系）於春季及秋季各繁殖更新約30,000粒蠶卵，已進入越冬保護。
2. 已完成2個原種及4個推廣品種蠶卵更新作業，每個種原於春季及秋季各更新至少300,000及400,000粒蠶卵。
3. 已完成家蠶原種繁殖作業，截至112年11月，已販售至少300,000粒蠶卵，提供民眾及農民飼養，增加國內家蠶飼養數及蠶桑週邊產業推廣。
4. 已完成蠶卵延長冷藏保存第四代飼育及生育調查，蠶卵催青日數12日，與一年2育對照組無異。平均孵化率91.9%，高於對照組、第一代、第二代及第三代的表現。五齡體重以優於對照組重量，健蛹率除YC14簇中死亡外，其餘有13個蠶種的健蛹率皆達到80%以上，表示以本研究所建立的蠶卵冷藏保存流程可維持蠶種健康。
5. 經過四代的蠶卵冷藏保種及飼育，蠶繭性狀表現與對照組無異，營繭率高於對照組，有利於農民栽桑養蠶收取更多蠶繭，提高繭絲收益。
6. 113年將逐步以延長冷藏保育的處理組取代慣行一年兩育的保育方式，減少秋蠶飼育的數量，並擴及其它種原進行長期保存流程，期望降低蠶種保育付出的勞力，彈性調整桑園利用。

七、參考文獻：

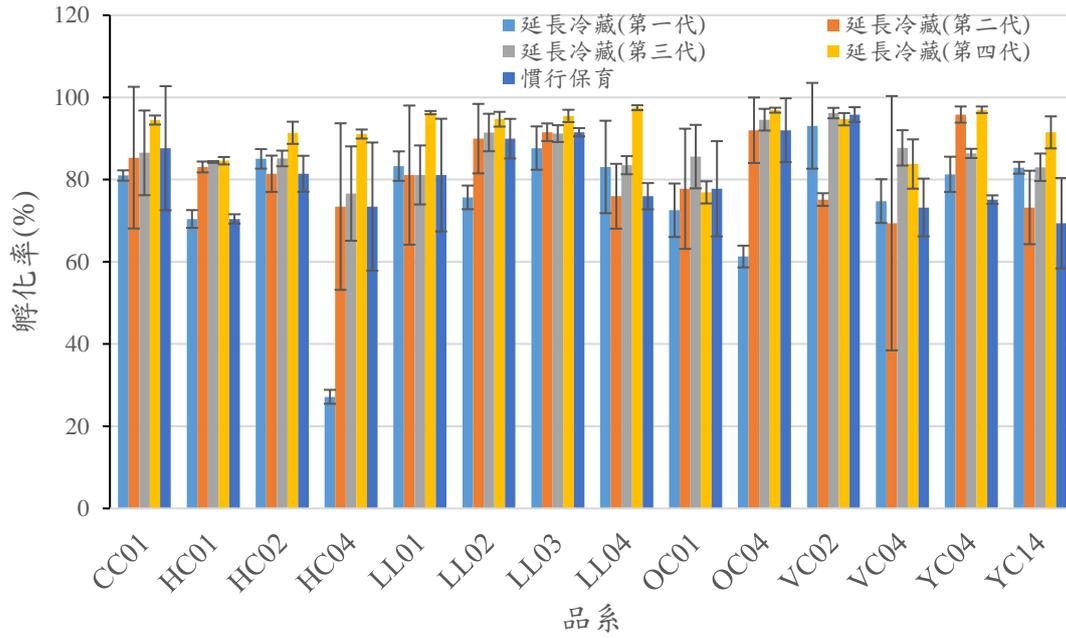
1. 北澤敏南、神田俊男、高見丈夫。1963。蠶卵の休眠に伴う核分裂の消長。日本國立蠶試報告 18(5):283-295。
2. 吉武成美。1965。昆蟲遺傳學。256-264。アツミ書房。東京。
3. 高見丈夫。1969。蠶種の生立ち。日本蠶絲科學と技術。8(7):28-31。
4. 高見丈夫。1970。蠶種總論。34-336頁。全國蠶種協會刊。東京。





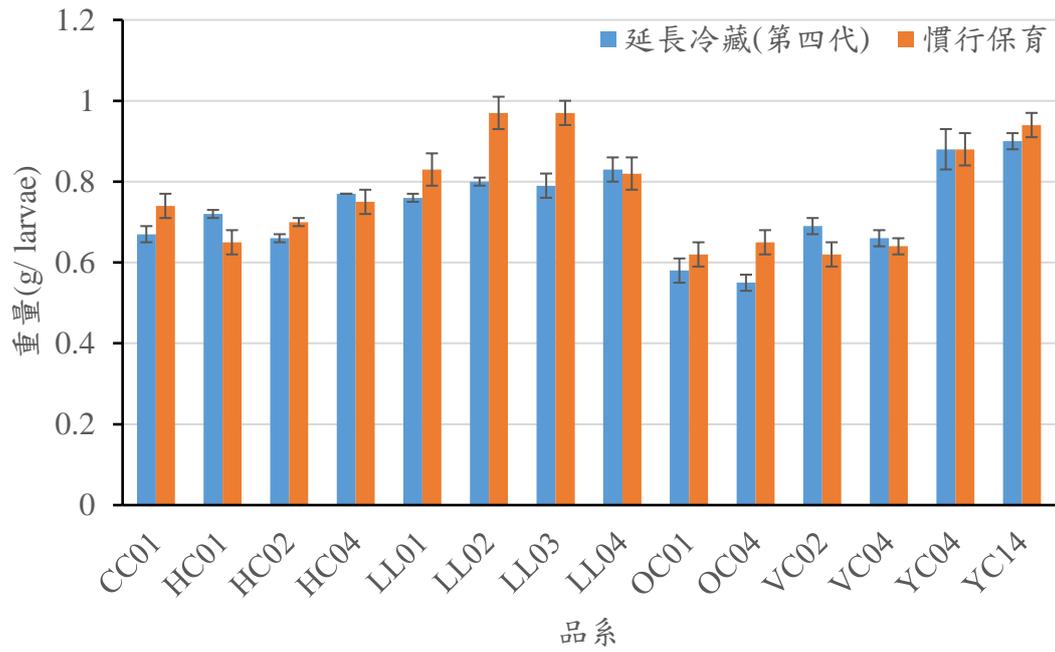
圖一、14 個二化性蠶種蠶卵延長冷藏保存之第四代蠶卵孵化率表現，誤差線是平均值標準偏差(n=4)。





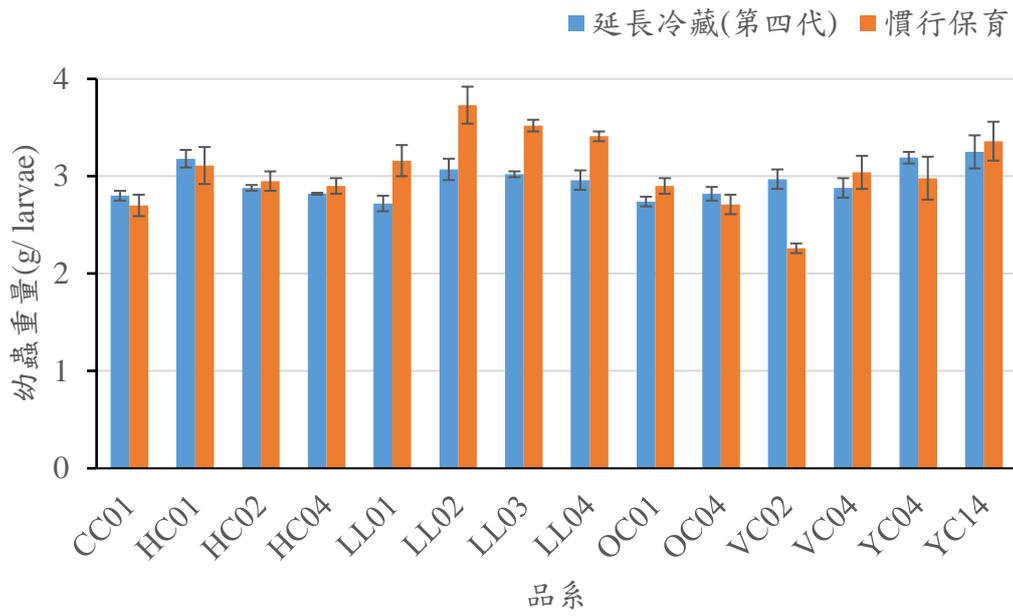
圖二、14 個二化性蠶種蠶卵延長冷藏保存一~四代之孵化率，誤差線表示平均值標準偏差(n=5)。





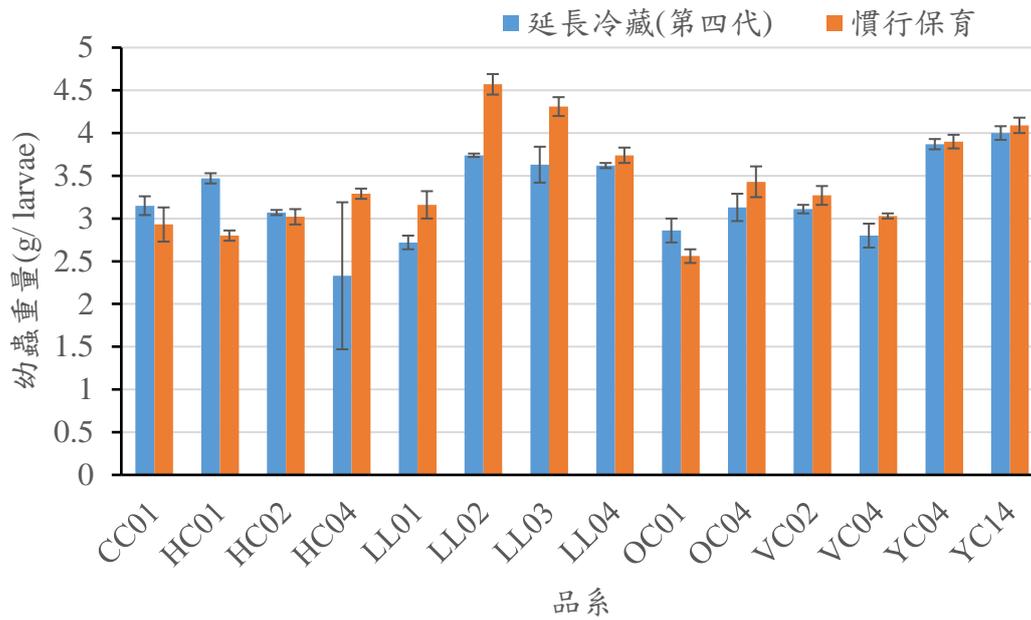
圖三、14 個二化性蠶種蠶卵延長冷藏保存第四代之幼蟲五齡起蠶重量表現，誤差線是平均值標準偏差(n=3)。





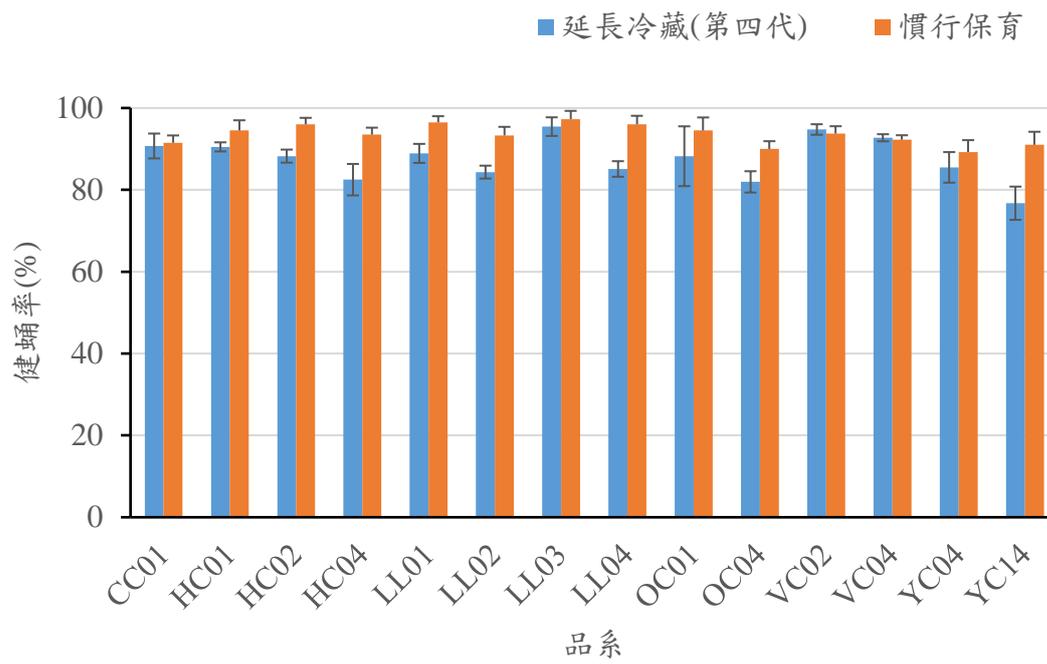
圖四、14 個二化性蠶種蠶卵延長冷藏保存第四代之幼蟲五齡食桑滿 4 日重量表現，誤差線是平均值標準偏差(n=3)。





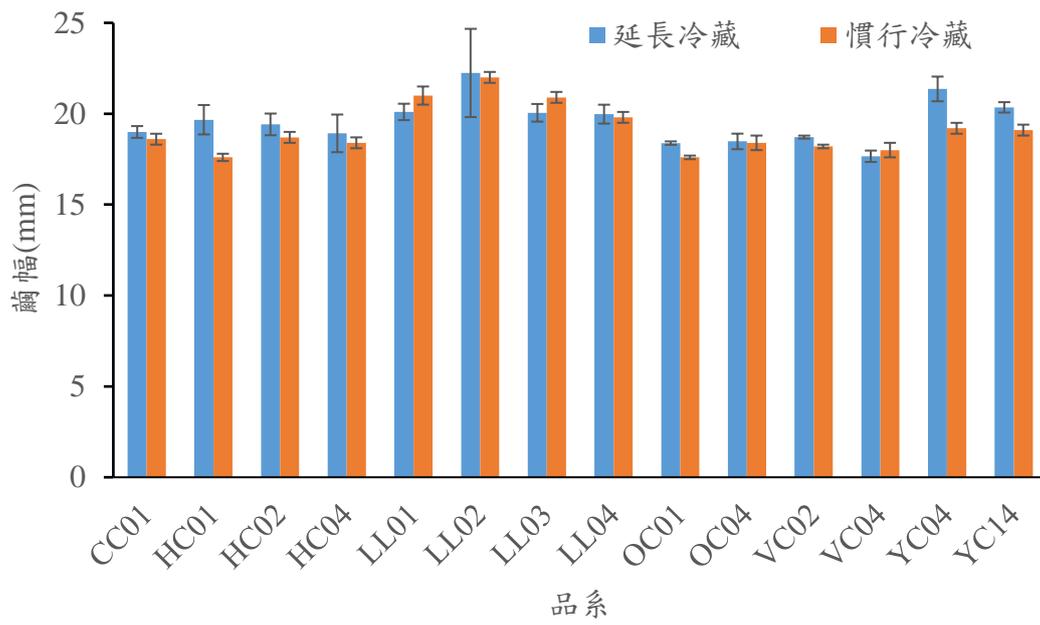
圖五、14 個二化性蠶種蠶卵延長冷藏保存第四代之幼蟲五齡食桑滿 5 日重量表現，誤差線是平均值標準偏差(n=3)。





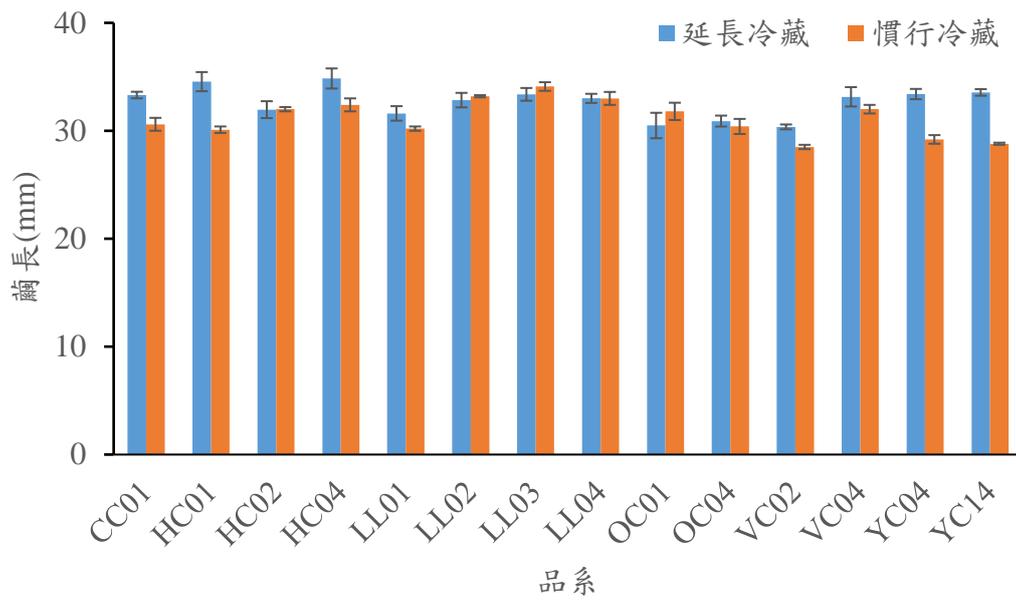
圖六、14 個二化性蠶種蠶卵延長冷藏保存第四代之健蛹率表現，誤差線是平均值標準偏差(n=3)。





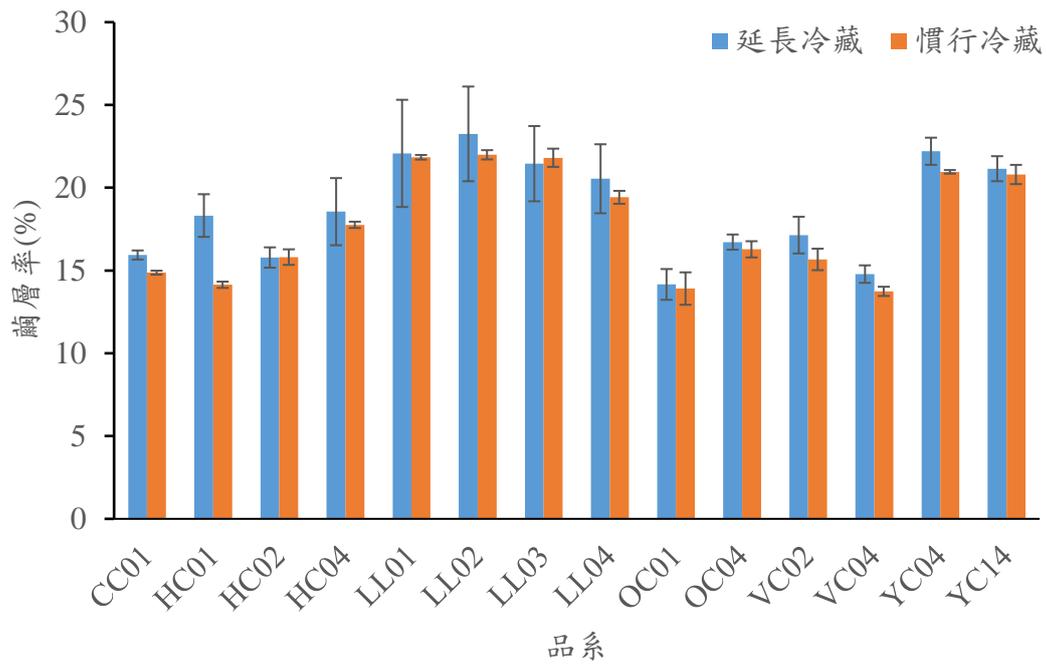
圖七、14 個二化性種原延長冷藏保育第四代之菌幅表現。誤差線是平均值標準偏差 (n=3)。





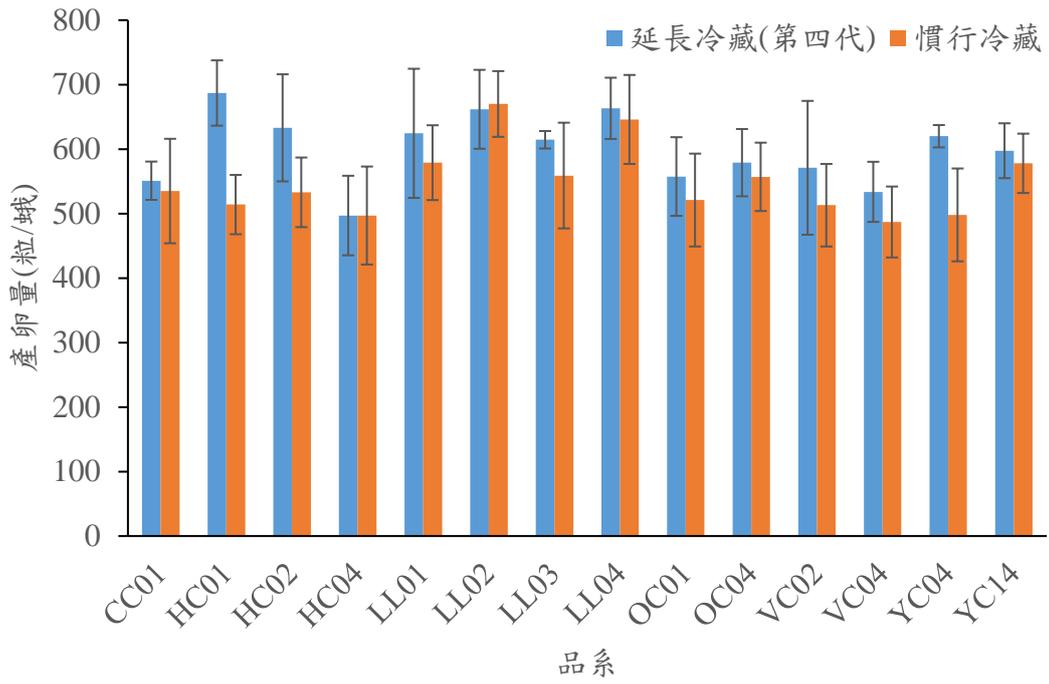
圖八、14 個二化性種原延長冷藏保育第四代之繭長表現。誤差線是平均值標準偏差 (n=3)。





圖九、14 個二化性種原延長冷藏保育第四代之營繭率表現。誤差線是平均值標準偏差 (n=3)。





圖十、14 個蠶種蠶卵延長冷藏保存第四代之母蛾產卵量，誤差線是平均值標準偏差(n=4)。

