

第一章 蠶業

第一節 綜論

自民國86年改制為區域改良場後，除承襲本場前身蠶業改良場超過百年悠久蠶桑研究與品種改良業務，蠶業研究推廣使命更從優良蠶桑品種提供及改良逐漸轉而投入蠶業生技研發，以帶領產業轉型。自民國88年投入家蠶生物反應器之研究，篩選重組桿狀病毒表現系統之適用品種、表現豬乳鐵蛋白豬瘟E2次單位疫苗及禽流感H5，進而建立以家蠶作為生物反應器的動物疫苗生產平台。除發展生物科技外，為吸引更多民眾及學子對蠶桑產業興趣，擴大蠶桑應用範圍，101年起選育特殊斑紋家蠶，107年通過4個新品種，深獲教育界喜愛。105年起發展蠶桑機能性產品研究，開發GABA桑葉茶、桑香鬆及蠶蛹機能性飼料添加物等，並成功以非專屬授權技術轉移給生技產業，量產蠶桑機能性產品，落實擴大蠶桑產業市場需求的目標。

第二節 桑

一 桑樹種原保育

本場蒐集臺灣野生桑、國外引種及人工雜交後裔中選育優良品種，保育178種葉桑品系。桑園占地約1.6公頃，其中種原圃面積為2.5分地，約600株桑樹。可分為三個系統：臺灣在來桑（*Morus formosensis*），分布於臺灣平地及低海拔山區，無休眠現象；島桑（*Morus australis*），為臺灣原生種，不休眠可全年生長；廣東桑（*Morus atropurpurea*），自廣東引進，易開花結果，冬季落葉。葉桑桑園管理模式，多於冬季及夏季修剪至距離地面50公分處、移除多餘枝條和

施肥，以利桑樹再生長出新梢，維持樹勢生長旺盛，以便採收利用。當樹齡20年以上，樹勢明顯弱化時，以扦插法或高壓法無性繁殖桑苗，保留桑樹種原性狀，更新種原圃。常年調查外觀性狀作為品種間基礎鑑別方式，以維持種原圃純化及永續保存。

民國9年於臺灣在來桑中選育出適合平地栽培的優良推廣品種「台桑一號」，葉缺刻或橢圓形，單性雄花，單株平均收葉量0.696公斤。民國44年起為提升葉桑產量進行雜交育種，於民國67年推出「台桑二號」，親本為屏東泰武鄉觀察五號在來桑及嘉義中埔鄉觀察二十二號在來桑，葉為長心型，單性雌花，單株平均收葉量1.706公斤。同年推出「台桑三號」，親本為屏東泰武鄉觀察五號在來桑及嘉義中埔鄉觀察二十號在來桑，葉為心臟型，單性雄花，單株平均收葉量1.777公斤。「台桑二號」及「台桑三號」之單株平均桑葉產量高且對環境適應性強，至今仍是生產桑葉的優良推廣品種。



● 本場桑樹種原圃

二 桑葉加值利用

本場自保育之葉桑品系進行機能性成分分析，包含蛋白質、多種胺基酸、酚類化合物、生物鹼、類黃酮及可溶性醣類等，篩選優良品系作為開發機能性產品素材來源。葉桑種原的保育及加值化研究，是蠶桑產業發展基礎。

（一）桑葉活性成分研究

民國98年測定桑葉中富含的活性成分1-DNJ（1-Deoxynojirimycin），其抑制黑色素癌細胞B16F10黏附、移行及侵襲等癌細胞轉移能力指標具顯著效果。1-DNJ同時具有降低葡萄糖苷酶活性，減少細胞膜表面與轉移能力正相關之醣蛋白表現量，顯示其具抑制黑色素癌細胞B16F10轉移能力。

民國107年調查種原圃數個葉桑品系之葉和桑枝之水萃取物中與抗氧化力正相關的成分，如總酚和類黃酮類。每公克桑葉之水萃取物所含總酚為11.4~22.38毫克、類黃酮6.84~14.38毫克，占桑葉乾重0.6~2.2%，高於桑枝水萃取物中的抗氧化物含量，顯示桑葉水萃取物中抗氧化機能性物質含量較高。

民國108年針對桑葉中富含之舒緩神經傳導作用的活性成分 γ -胺基丁酸（GABA）進行研究，100°C烘乾的100克桑葉中有302.9毫克的GABA，較茶葉製成之佳葉龍茶（GABA茶）的含量更高，亦適合開發茶飲。

（二）桑葉茶研發

民國72年仿製茶方式，採一心二葉、半發酵方式製作桑葉茶。民國84年仿綠茶方式製作，並開發擠壓造粒之桑葉茶包以方便沖泡。民國108年與茶業改良場技術合作，導入臺灣特色茶製程，研發高GABA成分且具參香、麥香及果香共3種風味的桑葉茶。並以「GABA桑葉茶產製技術」非專屬技轉給業者生產，以無氧發酵技術保留更多桑葉茶GABA含量，占桑葉乾重

0.57%以上，比傳統烘乾加工方式高1.7~2.9倍。



● 高GABA桑葉茶3種風味之茶湯水色（上）及葉底（下），A為參香桑葉茶；B為麥香桑葉茶；C為果香桑葉茶。

（三）桑香鬆研發

民國109年將桑葉應用於食品調料，取代海苔開發低碘香鬆產品。以新鮮桑葉瞬間殺菁，透過中低溫烘烤，保留桑葉原味香氣並創造出類似海苔酥脆口感。同年公告非專屬授權技術「桑香鬆加工技術」，比一般市售香鬆產品減鈉60%、碘含量低56%，且每100公克桑香鬆產品的膳食纖維含量高達17.7公克。



● 桑香鬆產品

第三節 蠶

一 家蠶種原保育及利用

(一) 家蠶種原庫

本場保育136種家蠶品系，每年每品系繁殖兩期蠶卵約60,000~100,000粒，春（秋）季依慣行保育方法繼代繁殖一次，經25°C越夏保護5~30日後，移入5°C、相對溼度75~80%冷藏室保種，人工越冬60~120日，秋（春）季再自然孵化或人工浸酸孵化。

本場自保育之家蠶品系進行品系特性調查，分析家蠶種原庫中各品系之間的種間性狀差異。其中YJ、YC及VJ品系，適合應用於生產高蛋白及高絲量的相關研究；又YJ及YC品系，幼蟲易感染蠶病，適合應用於感病性相關試驗；而HJ及HC品系幼蟲強健，適合應用於抗性品系育種。民國99年本場保育之家蠶品系以簡單重複序列間多態性（Inter-Simple Sequence Repeat, ISSR）進行親緣分析，OJ品系19種品系間遺傳相似度介於46.6~79.7%；YC品系16種品系間遺傳相似度介於48.2~79.8%，顯示具有品種歧異性，種原保存須受到重視。

表25 本場種原庫家蠶品系之種間性狀調查

品系代號	幼蟲蟲體大小	繭層厚度	繭層絲量	健蛹率	感病性
YJ	蟲體較大	較厚	絲量多	低	高
YC	蟲體較大	較厚	絲量多	低	高
VJ	蟲體較大	較厚	絲量多	-	-
HJ	蟲體較小	較薄	絲量少	高	低
HC	蟲體較小	較薄	絲量少	高	低
OJ	蟲體較小	較薄	絲量少	-	-

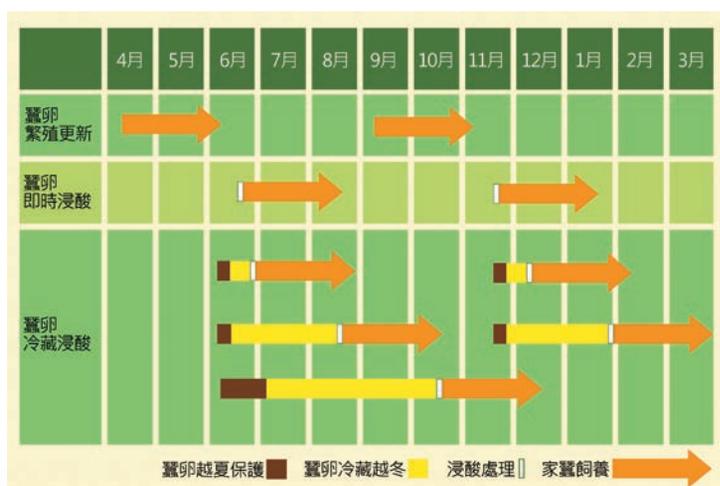
民國104年將品系特性調查結果整理出版《臺灣家蠶種原名錄》，以彩色照片記載本場種原庫136種家蠶品系並詳載各品系性狀資料，包含五齡起蠶體重、食桑滿4日及5日體重、蠶繭單粒重、繭層重、繭層率及健蛹率等性狀。同時，將家蠶種原相關的調查資料登錄於本場開發之「農業有益昆蟲產業資訊服務系統」中，並開設前台網站供一般民眾檢索，提供科普教育及學術研究參考。



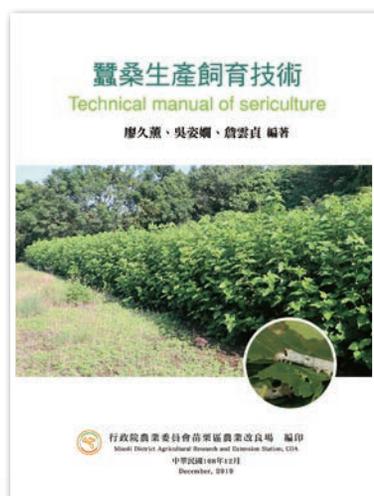
● 《臺灣家蠶種原名錄》書封

(二) 家蠶繁殖技術

本場保育之家蠶品系中有131種屬於二化性家蠶，二化性家蠶蠶卵具滯育期，需經溫度低於15°C休眠75日後，再回溫到25°C以上打破休眠才能孵化。配合家蠶生技產業發展，於民國105年開發蠶種周年繁殖技術，利用即時浸酸及冷藏浸酸方法打破蠶卵休眠，以44°C鹽酸浸卵6分鐘可得最高蠶卵孵化率，建立蠶種周年繁殖技術流程。



● 蠶種周年繁殖技術流程



● 《蠶桑生產飼育技術》書封

民國108年出版《蠶桑生產飼育技術》專書，內容包括優良桑樹品種介紹、桑樹栽培管理模式與祕訣，以及養蠶技術、蠶繭生產及蠶種周年繁殖技術等，以利推廣桑樹種植及科學化家蠶飼育，使蠶桑產業原料生產更安全、穩定與高品質。

民國109年起建立蠶種延長冷藏保育流程，以減少飼育時的自交次數，延緩種原弱化速率。測試蠶種先以越夏保護150日後漸進式低溫保存5個月，紀錄蠶卵孵化率、催青日數、健蛹率、蠶繭繭幅及繭長等性狀，建立蠶種延長冷藏保存關鍵技術，並維持家蠶種原生育力與蠶種遺傳歧異度。

(三) 家蠶育種

本場每年繁殖家蠶種原時，同時不間斷地進行選育及雜交育種，以蟲體強健、蠶繭及蠶絲產量高且體色為白的姬蠶進行蠶絲生產品種育種。民國43年推出「臺蠶1號」（瀛台×瀛島）與「臺蠶2號」（華民×華國），前者前胸背板具有假眼，後者通體為白，兩者的地區適應性佳。民國48年以熱帶系統家蠶與臺蠶2號雜交，選育出「臺蠶3號」（泰康×臺蠶2號），同時具有二化性蠶繭大小及多化性蠶卵無滯育期的特性。民國61年推出「臺蠶4號」（瀛國×瀛富）與「臺蠶5號」（華農×華豐），蟲體強健，宜粗放飼養，且蠶繭產量高及蠶絲品質佳，至今仍是生產蠶絲被及蠶絲製品的優良推廣品種。民國68年選育出蠶繭產量及蠶絲品質更佳的「臺蠶6號」（瀛一×華二），然而其蟲體對溫度變化較敏感，需恆溫設備之飼養環境，較不易推廣。民國73年選育臺蠶6號雜交子代再分別與瀛一及華二雜交作為親本，改善臺蠶6號蟲體弱化之缺點，推出維持高絲量特性之「臺蠶7號」。

民國107年為活化蠶業、提高民眾養蠶的興趣，針對斑紋蠶品系與強健易飼育之姬蠶品系進行雜交育種，育成特殊斑紋家蠶，以提升市場對於活體家蠶及周邊商品的需求。育成「臺蠶8號」（BS01×HC04，商品名：黑

旋風)，其幼蟲具黑縞斑紋、「臺蠶9號」(BS02×HC04，商品名：黑精靈)幼蟲具深色呆斑特徵、「臺蠶10號」(BS03×HC04，商品名：雲點點)幼蟲腹部體節具9對褐圓斑及「臺蠶11號」(BS08×HC04，商品名：虎寶)幼蟲具虎斑特徵，完成4種具特殊斑紋且蟲體強健的優良推廣品種育種，品系特性如下表。

表26 本場家蠶新品系之品系特性

品系特性	臺蠶8號	臺蠶9號	臺蠶10號	臺蠶11號
商品外	黑旋風	黑精靈	雲點點	虎寶
幼蟲斑紋	黑縞	呆斑	褐圓	虎斑
幼蟲體色	黑白	黑白	青白	青白
食桑滿五天 體重(g)	2.3±0.1	1.9±0.1	2.9±0.1	3.1±0.1
幼蟲全齡 經過天數	24天22小時	23天22小時	24天22小時	25天4小時
繭形	橢圓、束腰	橢圓、束腰	橢圓、紡錘	橢圓
繭色	白	白	綠	白
繭層率(%)	14.1±0.4	13.3±0.3	15.2±0.2	12.3±0.2
繭幅(cm)	1.6±0.0	1.5±0.0	1.7±0.0	1.8±0.0
繭長(cm)	3.0±0.1	2.9±0.1	3.3±0.0	3.2±0.1
健蛹率(%)	96.3	94.3	99.0	93.0



● 特殊斑紋家蠶新品系(臺蠶8~11號)

二 家蠶生產外源蛋白之研究

(一) 以家蠶為生物反應器系統開發

民國89年自家蠶種原庫篩選感病力高及外源蛋白生產力高的家蠶品系，利用水母綠螢光蛋白基因（*gfp*）作為家蠶核多角體病毒表現載體的指標基因，以螢光光譜儀分析感病蠶體液內含綠螢光蛋白量，並分析外源蛋白產量的影響因子。高產外源蛋白品系家蠶幼蟲每隻可生產0.5~1.0毫克綠螢光蛋白，感病率95%以上，五齡蠶感染後第2日可偵測到外源蛋白，以30°C飼養溫度感染後第4日的外源蛋白產量最高。

為建立以家蠶作為生物反應器生產外源蛋白相關技術，先以生產廣泛存在動物體內的抗菌蛋白作為目標，以確立系統生產外源蛋白之效率。民國95年生產豬乳鐵蛋白，將重組病毒注射接種家蠶，成功生產出乳鐵蛋白，確認其具有抑制大腸桿菌生長之能力，並確認以高產外源蛋白家蠶品系之雜交子代產量略高於親本。民國96年以家蠶生產外源蛋白系統表現蜂王漿中的抗菌蛋白Royalisin和Apisimin，可生產出符合預期大小之外源蛋白。民國97年亦以此系統生產比目魚黏液中的抗菌蛋白Pleurocidin，家蠶幼蟲每隻可生產



● 家蠶表現水母綠螢光蛋白及珊瑚紅螢光蛋白



● 使用針筒將重組病毒注射接種家蠶

0.28毫克，平均40毫克蠶粉中至少含有0.006毫克，蠶體液於-20°C儲藏2個月仍可偵測到表現之Pleurocidin。

研究結果確立家蠶可有效生產具效力之特用蛋白，且家蠶核多角體病毒對家蠶具極高專一性，家蠶無法在野外自行生存及蠶蛾不會飛行等特性，不會有基因外逸問題，讓家蠶生物反應器系統成為具有經濟效率的蛋白生產平台。

(二) 人工飼料飼育家蠶系統

為使家蠶生產外源蛋白達國際醫療原料衛生標準，並能周年量產，進行家蠶生產疫苗抗原專用家蠶品系之雜交育種，同時發展人工飼料飼育系統。

民國99年自保育之家蠶種原進行選育，篩選出適合生產高濃度豬瘟病毒E2次單位糖蛋白之品系3種及珊瑚紅螢光蛋白之品系1種，其五齡蠶注射接種家蠶重組病毒後置於22~25°C下飼育4天，兩種蛋白表現量最高分別為推廣品種的2.4及2.1倍。

民國106年改良前人研究中家蠶人工飼料配方原型，開發新型人工飼料，以桑粉、大豆粉、油脂及維生素為主配方之人工飼料應用於全齡飼育。配合蠶種周年繁殖，由人工飼料飼育出高潔淨度家蠶，以符合生醫產品原料之需求。

民國103年完成豬瘟疫苗專用家蠶品系BmJ10選育，其對於人工飼料適應性佳且可全齡飼育。幼蟲存活率96.4%及健蛹率84.7%，平均單顆裸蛹重1.38公克，每顆蛹可生產1.7毫克的豬瘟病毒E2表現蛋白。民國105年完成禽流感疫苗專用家蠶品系BmF01選育及BmJ10測試，上簇率97~100%且健蛹率95%，平均單顆裸蛹重1.68~2.08公克，每顆蛹可生產1.07~1.44毫克的禽流感病毒之血球凝集素（Hemagglutinin, HA）抗原蛋白，約可製成350劑量供雞隻施打。

(三) 動物疫苗用家蠶規格化生產

為提高以家蠶生物反應器生產豬瘟次單位疫苗的生產效益，針對省工飼育及抗體生產模式進行研究。

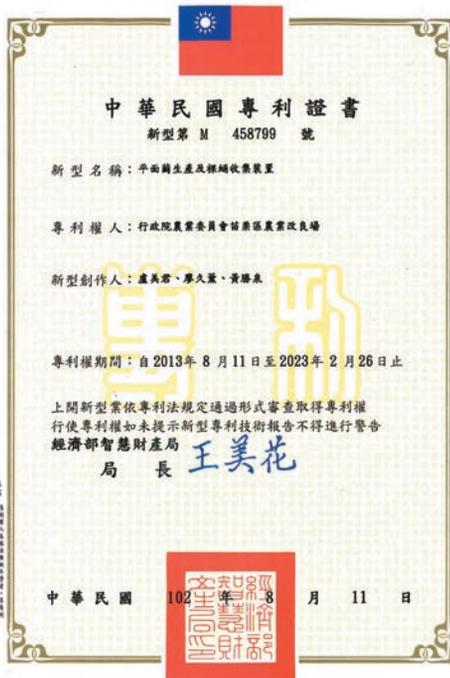
民國100年開發家蠶省工飼育設備，以家蠶損耗率、病蠶率、熟蠶上簇、廢桑量及勞力比率為評估基準，可以減少28%勞力並提高上簇整齊度。

民國101年開發家蠶裸蛹接種家蠶核多角體重組病毒技術，以自動注射器接種，每小時可注射接種372~400顆蛹，感染率為92%，接種後第4日為最佳收穫時間，每顆蛹可生產0.32毫克的豬瘟病毒E2蛋白。

民國102年取得「平面繭生產及裸蛹收集裝置」新型專利，可同時生產平面繭作為蠶絲被的材料及生產疫苗抗原的裸蛹，此裝置具有上簇率高（98.2~99.5%）、落蠶率低（0.15~0.19%）及健蛹率高（89.4~94.1%）等優勢。裸蛹於5°C儲藏20日，仍可100%感染重組病毒。

民國105年建立各齡期病原篩檢系統，製作家蠶核多角體病毒及質多角體病毒抗體，以使用酵素連結吸附免疫分析法（Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, ELISA）及針對真菌核糖體RNA（ribosomal RNA, rRNA）的ITS（Internal transcribed spacer）區域進行聚合酶連鎖反應（Polymerase Chain Reaction, PCR）監測，於家蠶未發病前檢測病原潛伏情形以發展家蠶無特定病原（Specific pathogen free, SPF）生產系統。

研發家蠶省工飼育設備、裸蛹收集裝置



● 平面繭生產及裸蛹專利證書

及疫苗專用家蠶品系，配合蠶種周年繁殖技術、改良式消毒法及各齡期病原篩檢系統，以建立人工飼料飼育動物疫苗專用家蠶品系標準作業之規格化生產流程。

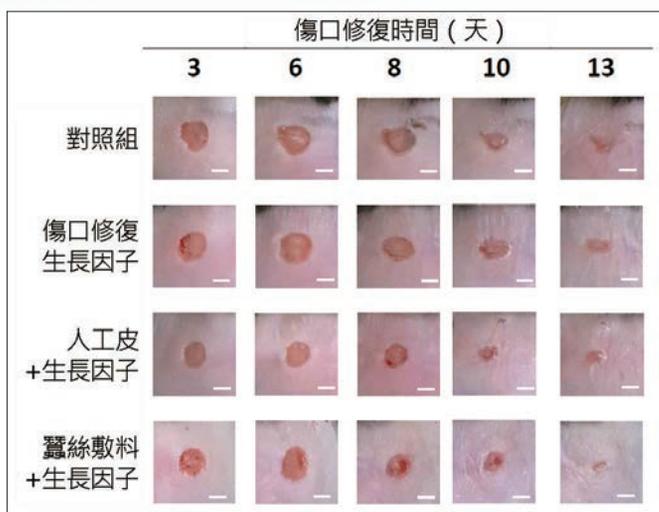
三 應用蠶絲於先進敷料之製程

本場為開發蠶絲多元利用，提高蠶絲製品的附加價值，研究蠶絲應用於非紡織業用途。民國81年精製出可添加於化妝品的絲質蛋白，顯示將蠶繭於100~120°C處理40~80分鐘精練出的蠶絲蛋白產量最高。

民國106年為跨足生物醫學材料領域，研發以蠶絲蛋白提高傷口癒合速度的功能性傷口敷料。完成蠶絲不同脫膠處理之分析，以取得最符合敷料需求之純化蠶絲。自保育之家蠶種原進行選育，篩選出絲質蛋白可促進免疫功能缺陷之小鼠細胞（BLAB/c3T3）生長達75%以上之高效家蠶品系，且不具細胞毒性。民國107年比較葉桑及人工飼料飼育之蠶絲蛋白高產量家蠶品系，兩種飼育方式生產蠶絲原料之蛋白分子量、脫膠率、絲質對細胞存活率及毒性等特性均無顯著差異。

民國108年構築生長因子（IGF-1）載體，另將生長因子雜合於蠶絲蛋白中，從細胞實驗發現敷料中雜合蠶絲蛋白可減少生長因子用量，可應用於糖尿病型動物傷口修復。民國109年開發符合零級釋放（Zero-release）之蠶絲敷料，作為藥物載體可精準控制藥物濃度、延長藥物活性、改善依從性，有效降低敷料成本並延長敷料作用時間，減低第二型糖尿病鼠傷口邊緣尺寸及表皮缺口、促進肉芽組織增生、提高表皮再生率等，使傷口正常癒合。

蠶絲蛋白傷口敷料具保濕、通氣性佳、延展性足與穩定性夠等優勢特性，具協助藥物活性緩釋能力及提升傷口癒合能力。讓蠶絲除了傳統紡織產業使用外，可以作為醫用材料，發展家蠶生技產業，以提升蠶絲產值。



● 不同敷料處理對第二型糖尿病鼠傷口修復之影響

四 家蠶生產北冬蟲夏草技術

本場自民國97年起進行家蠶生產北冬蟲夏草技術研究開發，以仿自然生態方式，人工接種感染北蟲草菌於蠶蛹及幼蟲體，並於適當之條件下成功誘導產生子實體，培育45~60天可培養完成，經測試所含蟲草素含量較液態培養生產菌絲體及固態米培養基生產之子實體含量高，此技術並成功以非專屬技轉給國內生技業者量產。

五 蠶蛹作為機能性動物飼料添加物

本場自民國107年起開發動物機能性飼料添加物，以物理性方式誘導蠶蛹產生抗菌物質，作為飼料添加物以促進動物健康。五齡蠶經處理24小時，體內可偵測到與免疫系統相關的抗菌蛋白。經饑餓、中至高劑量紫外線照射處理之五齡蠶其蠶蛹萃取液可以抑制金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 的生長，其降低菌液混濁度效果等同添加抗生素Ampicillin的抑制結果，且此抗菌物質具有耐熱性。

第四節 蠶桑產業輔導

本場致力於蠶桑產業推廣，對於蠶農輔導不遺餘力，與蠶農互動熱絡，協助解決栽桑養蠶實務工作上的問題，同時開發蠶桑新用途及功能，促進產業發展，吸引有興趣的農民投入蠶桑產業。

持續推廣種桑及養蠶技術，於民國104年開設「養蠶初級班」培育蠶桑產業人才，民國107年開設「栽桑養蠶訓練班」、民國108年開設「食農教育講座~蠶桑班」以及民國109年開設「蠶桑入門班」，提供一般民眾學習蠶桑產業相關知識。課程中介紹桑樹繁殖、栽培管理及病蟲害防治，實作桑枝扦插、說明家蠶飼育方法、參觀本場蠶業文化館及參訪蠶業農場，使參與學員了解養蠶實務經驗，進一步認識蠶桑的用途及利用方式。民國108~109年的課程增加桑葉茶的製作及茶葉品評鑑定方法，讓學員增加對桑葉利用之認識及廣納各種蠶桑產業行銷方法。

因應蠶桑生技產業發展，蠶絲及蠶蛹生產高端生醫及保健產品的需求日漸增加。本場於民國109年公告「家蠶製種量產體系建置」技術，內容包含養蠶場域規劃、家蠶製種量產技術及原種蠶卵以供製種，滿足產業需求。

為使民眾能隨手取得蠶桑相關資訊，自民國96年起本場定期維護與更新行政院農業委員會設置之「蠶桑館」主題網站，網站內容提供養蠶新知及栽桑研究技術、記錄臺灣蠶桑產業歷史故事及分享蠶桑產業相關新聞，便利民眾對家蠶與桑樹可貼近認識與了解。民國106年建置「農業有益昆蟲產業資訊服務系統」，開設家蠶專區，詳細介紹家蠶種原庫、生活史、養蠶技術、家蠶病蟲害防治及蠶相關產品，提供蠶農及家蠶飼養者查看相關資訊。



● 「蠶桑館」網站截圖及QR code



● 「農業有益昆蟲產業資訊服務系統」網站截圖及QR code