

臺灣有益昆蟲蠶蜂應用之回顧 與展望

吳登楨*

行政院農委會苗栗區農業改良場

* 聯繫人 e-mail: wudj_mdais@yahoo.com.tw

摘要

臺灣地處亞熱帶-熱帶地區，高溫多濕，桑樹終年常綠，是天然理想栽桑養蠶地區；傳統養蠶主要作為蠶絲衣飾及蠶絲被之用途，為一勞力密集之產業，在臺灣已不具競爭優勢。近年來苗栗區農改場工作團隊仍積極進行家蠶新用途及功能相關之研發，並有良好成果，希望能開拓臺灣蠶業新絲路，發展生技養蠶產業，開創蠶業第二春。

蜜蜂是重要的授粉昆蟲，與農業生產息息相關，被稱為「農業之翼」，臺灣有 40 多種農作物需仰賴蜜蜂授粉，授粉產值初估達新臺幣 200-300 億元，除授粉的貢獻外也提供多種天然珍貴的蜂產品供人們利用，是人類「健康之友」。臺灣蜂產業易受氣候變遷、農藥汙染、蜜源植物開花率等影響，常使養蜂收益不穩定，影響養蜂產業的發展，農政單位應加以重視及保護。

引言

中國是最早開始養蠶製絲的國家，自古即有「農桑並舉，男耕女織」的傳統，故數千年來，在國民經濟中佔有重要地位。蠶絲素有「纖維女王」之稱，具有觸感柔細、吸濕透氣、冬暖夏涼等優點，作為蠶絲衣飾及蠶絲被普遍受大眾青睞。近代臺灣蠶業在前輩們的努力之下，曾有輝煌成果，惟主要仍以原料繭（乾繭）外銷，沒有建立自主性的繅絲及織綢工業，最後產業還是落空。

蜜蜂是已知上百萬種昆蟲中，對人類最有貢獻者，在取食的同時，也為各種植物授粉，使植物繁衍延續生命，與農業生產息息相關，美國有一諺語：沒有蜜蜂就沒有蘋果，

蜜蜂可說是農業的好幫手，也是最廉價的勞工。根據調查臺灣有 40 多種農作物需仰賴蜜蜂等昆蟲授粉，初估蜜蜂授粉產值高達新臺幣 200-300 億元，顯現蜜蜂對農業的重要性，國外蜂群衰竭失調症（Colony Collapse Disorder, CCD）事件對國內似無影響，在各方努力之下，近年來蜂產業呈現穩定的發展。

臺灣蠶業歷史與發展回顧

臺灣約於明朝永曆 15 年（西元 1661 年），相傳由鄭成功自福建引進蠶種，在南部試養，此後民間即陸續零星養蠶，惟並未能發展成為產業。至清光緒 11 年（西元 1885 年），劉銘傳主持台政以後，命撫墾局興辦蠶業，獎勵桑蠶，並發展繅絲，才初步奠定蠶業基礎。西元 1910 年，日治臺灣總督府在今台北市公館蟾蜍山麓（現民族國中）處設立「桑苗養成所」（即光復後臺灣省農林廳蠶業改良場前身），進一步從事桑樹育苗及推廣養蠶工作。由於臺灣為一海島，外界蠶病不易入侵，又因地處亞熱帶—熱帶，桑樹終年常綠，為繁殖蠶種的良好地區；因此於 1930 年代，一度發展成為遠東最大的蠶卵供應地區，年產 25 萬張種（每張約 15,000 粒卵），運銷日本、中國及東南亞各地。1940 年代，因經歷二次世界大戰，百業蕭條，臺灣蠶種繁殖業隨之沒落，養蠶淪為農村副業，僅在山區小規模經營，經濟效益低。

自 1973 年政府推行加速農業建設計畫，於苗栗、南投、台南、高屏及花東地區，設立蠶業生產專業區，推廣契作栽桑養蠶，輔導及改進養蠶技術及設施改良，如稚蠶共育、壯蠶省工條桑育、蠶卵保存及人工孵化、蠶桑良種推廣、省工熟蠶上簇、紙質迴轉蠶簇、機械剝繭衣、桑樹病蟲害共同防治等，所生產之蠶繭品質良好，外銷日本大增，因此栽桑面積急速擴增，於民國 1980 年面積達 2,700 多公頃，為歷史新高，年產蠶繭產量亦由 1973 年之 123 公噸提高為 1,824 公噸，使農家由副業方式改變為專業化養蠶，利用平地種桑，全年可養蠶 6-8 次，充分利用桑葉、設施及勞力，並使平均每盒蠶卵（約 20,000 粒）收繭量達 29 公斤以上，當時被譽為是「亞熱帶最先進養蠶地區」，此後因受限於日本保護政策，原料繭出口受阻，國內繅絲業又未及時發展，繅絲成本高無法與工資低廉之開發中國家競爭，養蠶已無利可圖，蠶農紛紛廢耕桑園轉作其他作物。1992 年 6 月政府停止專業區輔導計畫，臺灣的蠶業就此告一段落。本場亦由蠶業改良場轉型為「蠶蜂業改良場」，並持續進行蠶桑種原保育工作。為保存珍貴蠶業文物，於 1998

年將原有的蠶絲檢定工廠改建為「臺灣蠶業文化館」，典藏臺灣蠶業文物、紀錄蠶業技術演進、蠶寶寶活體展示等，參觀人數絡繹不絕，儼然成為苗栗縣生態資源與文化保存的主要景點之一，再於 2001 年併入「臺灣蠶蜂昆蟲教育園區」擴大對外開放。

蠶桑生技產業之展望

傳統養蠶主要作為蠶絲衣飾及蠶絲被之用途，為一勞力密集之產業，在臺灣已不具競爭優勢。近年來本場工作團隊仍積極進行家蠶新用途及功能相關之研發，並有良好成效，希望能開拓臺灣蠶業新絲路，發展生技養蠶產業，開創蠶業第二春，茲簡述如下：

- (一) 蠶絲蛋白：蠶絲主要成分為蛋白質及胺基酸，外層由絲膠蛋白 (sericin) 組成，約占全蠶絲的 25%，內層由絲素蛋白 (fibroin) 組成，約佔全蠶絲的 75%，二種蠶絲蛋白均無毒性，對人體皮膚親和性佳、無致敏性及生物可分解性等特點，絲素並容易進行化學性修飾及可加工製成多種形式的生醫材料如：纖維狀 (fibers)、管狀 (tubes)、海綿狀 (sponges)、薄膜 (films)、凝膠狀 (gels) 及微球體 (microspheres) 等，應用美妝產品、生醫材料、藥物緩釋等方面，有無限的潛力與商機。本場已研發絲膠及絲素蛋白製取技術，並移轉業者應用於美妝產品生產販售，另進行蠶絲蛋白傷口敷料及靜電紡絲奈米蠶絲研發中。
- (二) 家蠶生物反應器生產特定蛋白：以動物作為生物反應器，主要有哺乳動物及昆蟲兩大類，昆蟲家族中又以家蠶桿狀病毒系統最重要，由於 1. 家蠶桿狀病毒具專一性，只感染家蠶，不會影響其他昆蟲。2. 桿狀病毒對人類完全無毒害。3. 家蠶蟲體大、發育快、飼養容易、外源蛋白產量高 (綠螢光 1mg/1 隻以上)。4. 家蠶為高等動物，所生產的蛋白質活性比利用原核生物，如細菌、乳酸菌、酵母菌所生產之活性高。5. 臺灣氣候高溫多濕，桑樹終年可發育，幾乎全年均可養蠶，符合工業量產的需求。目前國內研發團隊已取得豬瘟 E2 次單位疫苗生產專利，估計每隻蠶可產生 300-500 μ g 的抗原，約可製成 5 劑量疫苗。另禽流感疫苗、抗菌蛋白、綠螢光及紅螢光蛋白等均能成功利用此系統來表達，家蠶已經成為大量生產特定蛋白的有效工具。另研發成功家蠶感染方法、裸蛹生產技術、人工飼料開發、及 SPF 養蠶模式等，可供產業化及產品高清淨度之應用。
- (三) 家蠶生產北冬蟲夏草：北冬蟲夏草 (*Cordyceps militaris*) 又稱「蛹蟲草」，簡稱「北



蟲草」，與冬蟲夏草（*Cordyceps sinensis*）為近緣種，其功能性成分與之相近，被認為最佳代用種，並廣泛被應用。近代藥理功能研究顯示：北冬蟲夏草具有抗氧化、清除自由基、抗菌、抗病毒、抗腫瘤、調節免疫功能、抗疲勞、耐缺氧、雄性激素樣作用、抗衰老、保護肝腎及呼吸系統等功效。本場是以仿自然生態方式，以活蠶蛹或蟲體為材料，經人為接種北蟲草菌，在適當培養條件下誘導長出子實體，尤其蟲草素（cordycepin）含量高，遠比液態培養菌絲體或固態培養產品高許多。

- (四) 蠶機能性動物飼料生產：家蠶擁有特殊的非專一性免疫反應，在面臨逆境及生存危機時，體內會自主性產生多種抗菌物質，以抵禦外來微生物侵擾而避免死亡。本場已從多種刺激家蠶產生抗菌物質的方式中，找到了在蠶蛹階段能產生高量抗菌物質的方法，並且經測試對金黃葡萄球菌等有抑制效果，希望能成為機能性動物飼料添加物，以減少抗生素的使用。
- (五) 桑機能性飲品開發：桑葉過去大都供養蠶之用，用於食用或中藥材使用頻度並不高。近年來成為國內外學者關注和研究的熱點，中國也將其列為藥食兩用種類，主要機能性成分有生物鹼（1-脫氧氮雜-D-葡萄糖；1-脫氧野尻霉素；1-Deoxynojirimycin；簡稱DNJ）、類黃酮（芸香苷、槲皮素等）、 γ -氨基丁酸（ γ -aminobutyric acid；GABA）、桑葉多醣等。近代藥理研究證明桑葉有降血糖、降血脂、清除氧自由基、抗感染、抗病毒等功效。其中 γ -氨基丁酸（ γ -aminobutyric acid, GABA），GABA是腦中最安全又安定之鎮靜劑，腦中高濃度的GABA有助人體紓緩許多精神不適症狀，桑葉含豐富的GABA及前驅物麩胺酸（glutamic acid），經由厭氧處理，即可大幅增加GABA的成分，目前本場正與茶業改良場合作開發桑茶等飲品。
- (六) 蓖麻蠶飼養技術建立：近年來境外入侵的荔枝椿象危害已遍佈全台，給無患子科植物（龍眼、荔枝、臺灣欒樹）帶來嚴重危害，同時也影響養蜂業者採收龍眼及荔枝蜂蜜之收益，經研究蓖麻蠶卵是荔枝椿象天敵-平腹小蜂的良好替代寄主，本場已建立相關蓖麻蠶量產技術，於2016年開始生產蠶卵供量產平腹小蜂，至2018年總計產出261萬隻平腹小蜂，供田間生物防治釋放之用。

臺灣蜂產業歷史與發展回顧

臺灣地區的養蜂起源於清朝康熙年間，呂、賴、林三姓家族自大陸移居到嘉義關仔嶺附近，開始捕捉棲息在石縫、樹穴營巢的野生蜜蜂（中國蜂）來飼養，以竹片編織成圓筒狀，外敷上泥土或與石灰混合物、中空樹幹或其他容器當成蜂箱，而後養蜂就漸漸傳佈到全台，至 1910 年日本人自日本引進歐洲種的「義大利蜂」種，在南部地區以經過改良的巢箱飼養，這才開啟了臺灣養蜂業。臺灣養蜂邁向專業化、規模化的經營，關鍵期在 1975-1976 年間，蜂王漿成功外銷日本，養蜂收入大增，養蜂經營規模擴大，加上不斷精進蜂群管理及蜂王漿生產技術，使原來以採收蜂蜜為主的生產方式轉變為以生產蜂王漿外銷為主的經營方式，使養蜂逐漸邁進企業化經營。自 1978 年起中國大陸低價蜂王漿加入競爭，致外銷數量大幅銳減，至 1985-1986 年間，外銷已無利可圖，養蜂戶數及蜂箱數也因此大幅銳減，部分蜂農則轉移到泰國泰北地區，建立養蜂基地，所生產蜂蜜多數回銷臺灣，也給臺灣養蜂業帶來另一波影響。至 2011 年臺灣養蜂呈現較穩定狀態，總戶數為 600-700 戶，總養蜂箱（群）數約 10 萬箱。最近 107 年農業年報統計養蜂戶有 1,005 戶，飼養蜂群 146,330 箱，平均每戶飼養 145.6 箱蜜蜂，顯現近幾年又有逐漸增加趨勢，蜂蜜年產 13,303 公噸，年產值約 20 億餘元，惟每年蜂蜜產量易受採蜜期氣候及植物開花大小年之影響呈現不穩定現象；蜂王漿年產 526 噸，產值 13 億元，蜂蜜為臺灣養蜂業主要的收入，其次為蜂王漿、花粉。養蜂戶分布雖遍及全台，主要分佈在台中、台南、高雄三地區；200-299 箱養蜂戶約佔 66%，大於 300 箱蜂戶只佔 10.9% 左右。蜂產品銷售多以自產自銷或微型企業經營模式進行，近年來休閒農業盛行，也有配合蜜蜂生態教育，以體驗行銷方式販售蜂產品，另有少部分蜂農兼作大盤商與蜂農契作，收購蜂產品進行加工，並自創品牌行銷。茲就近年來本場蜂業重要研發應用及推廣成果簡述如下：

- （一）蜂種改良及推廣：本場 1989 年改制為蠶蜂業改良場以來，即著手進行地方蜂種的蒐集及保育，並於 1991 年引進夏威夷及高加索蜂，1993 年引進日本義大利黃金種蜂，1997 年自中國大陸引進義大利蜂、卡尼鄂拉蜂、喀爾巴阡蜂等蜂王，以閉鎖集團（closed population breeding）方式進行選育，來增加性對偶基因（sex allele）的異質型及數量，選育目標分為蜂蜜種群及蜂王漿種群，蜂蜜種群並於

2005 年起技轉養蜂產銷班應用。

- (二) 養蜂技術改進：1. 人工育王：蜂王是養蜂的根本，決定養蜂的成敗及收益，建立人工大量育王相關技術，並推廣應用，使用小交尾群育王，僅需 300-2000 隻工蜂，同時適時培育大量優種雄蜂供交尾之用，可提高蜂王交尾純度及品質。2. 繼箱採蜜及雙王養蜂技術：研發推廣利用繼箱採蜜，使蜜蜂繁育區與儲蜜區藉隔王板加以區隔，有助於提升蜂蜜的品質及減少採蜜次數，節省人工。採蜜期前可同時讓繼箱保有蜂王，雙蜂王同時產卵繁育，可短時間增加供蜂數量 70% 以上。3. 王漿採收機研發：研發推廣蜂王漿採收機，其效率是人工採漿的 7.9 倍，可降低蜂王漿生產成本 30% 以上。4. 蜂蟲體之利用：蜜蜂蟲體有蜂王幼蟲及雄蜂蛹二種，蜂王幼蟲又稱蜂王胎，過去蜂王漿生產時並未充分利用，其成分除與蜂王漿的大略相近外，還含有多種生物酵素及昆蟲的生長激素，也具有多種保健功能，採用凍乾法製成保健產品。雄蜂蛹生產採用雄蜂巢礎及幽禁蜂王產卵方式，使整巢脾內雄蜂子發育一致，提升品質及方便採收，除增加收入外，也可預防蜂蟹蟎的危害。
- (三) 研發及推廣蜜蜂授粉：1. 近年來由於農藥的普遍應用，導致野生授粉昆蟲銳減，蜂農也常因蜜蜂農藥中毒事件，將蜂群遠離經濟作物栽培區域，以策安全。設施溫網室瓜類、果樹類栽培擴充快速，因阻隔授粉昆蟲進入，需依賴蜜蜂授粉。本場持續研發並建立各類作物蜜蜂授粉模式，如蜂群之組成、授粉蜂管理技術、授粉所需蜂量、授粉時機、蜂箱和材質簡化改進、蜂群放置等，並將研究成果辦理田間觀摩會及拍攝錄影帶、編印推廣小冊等，提供農民參採。2. 提出花粉銀行 (pollen bank) 概念，先將花粉利用花粉採收器保鮮收集，乾燥冷凍保存，再利用研發的蜜蜂攜帶授粉器，在適當時機藉由蜜蜂將標的花粉攜出雜交授粉，本技術可應用於雌雄開花期不一致及自交不親合性或雄不稔性作物之雜交採種上。3. 愛玉子為臺灣特有種，為山地野生，平地或低海拔雖可種植成功，但因缺乏愛玉授粉小蜂，不易結果，本場經試驗選育 3-4 種不同花期之雄單株 (品系)，透過人工接種保育繁殖愛玉小蜂，立足於田間供授粉之用，建立平地愛玉子成功栽培模式。
- (四) 蜂產品加工：1. 多數蜂蜜自然存放下，會有結晶現象，但結晶顆粒粗糙，影響

蜂蜜品質及儲存時間，本場研發利用蜂蜜特有物理結晶現象，在不添加任何化學藥物情況下，以人為控制水分及低溫誘導，使蜂蜜在短期間內完全成為油脂狀細緻的另類蜂蜜－結晶蜂蜜，其風味有別於一般液體蜂蜜，香甜滑潤，入口即化，已技轉業者應用。2. 蜂蜜釀酒，將蜂蜜稀釋加入活化酵母菌及發酵營養成分，控溫發酵釀成具特有香醇風味之蜂蜜酒。以提高蜂蜜附加價值及利用率，本技術已提供蜂農參採。

(五) 蜜蜂病蟲害防治：蜂蟹蝨為養蜂最重要的敵害，由於世代短易產生抗藥性及有封蓋的保護，防治不易，本場推廣整合性防治，利用隔蝨蜂箱飼養蜂群，以福化利搭配割除雄蜂房及更換新蜂王（換王）等蜂群管理技術。最近開發緩效性甲酸膠體，每週更換一次，連續施用三週，可達有效防治。白垩病為蜜蜂常見之病害，本場研發草本植物板藍根、丁香、黃芩加丁香之萃取物，可有效防治白垩病，增加蜂產品生產安全性。另建立 9 種蜜蜂病毒檢測方法及監測平台，應用於蜂場即時診斷服務。

(六) 其他：1. 國產蜂蜜評鑑，於 2005 年起由農糧署經費補助，本場持續辦理至 2015 年，後由臺灣養蜂協會接辦及輔導該協會辦理蜂產品驗證工作，有效提升國產蜂蜜品質及有效區隔合成蜜或假蜂蜜，提升養蜂收入。2. 建置農業有益昆蟲產業資訊服務平台，於 2017 年開放產業應用，提供基本昆蟲資料查詢、蜜粉源作物分布查詢、設定個人化資訊等。

臺灣蜂業發展潛力與展望

蜜蜂是已知上百萬種昆蟲中，對人類最有貢獻者之一，蜜蜂提供營養豐富的產物，供人類保健利用，同時也為農作物授粉與農業生產關係密切，近年來國外受蜂群衰竭失調症（colony collapse disorder；CCD）影響，蜜蜂大量不明原因消失，世界各國都重視蜜蜂產業並加以保護。臺灣蜂產業易受氣候變遷、農藥汙染影響、蜜源植物開花率等，常使養蜂收益不穩定，影響養蜂產業的發展，農政單位應加以重視及保護。

養蜂生產工作較精細，尤其蜂王漿、蜂蜜之生產，仍主要依賴人工，在人工短缺的情況下生產成本不斷提高。由於國內蜂產業需求量不大，自行研發成本高且費時，建議可引進國外相關蜜蜂機具加以改良以適合臺灣需求，較為實際。

近來國內發展林下經濟，已將養蜂列入，林地養蜂對臺灣養蜂業的助益極大，但林地養蜂可能面臨的問題有虎頭蜂為害及山區豪雨土石流導致蜂群、蜂箱的損毀及流失問題，都應加以重視及防範。林相蜜源植物種類、開花期、泌蜜規律等之調查及研究亦應加緊辦理，以利養蜂業者參採。

結 語

從臺灣省蠶業改良場、蠶蜂業改良場到農委會苗栗區農業良場，個人在這個場服務逾 43 年。屆臨退休時刻，感謝呂場長邀請，參與這個研討會，將這些年來本場的研究成果、個人之工作經驗及心得向各位報告。

蠶與蜜蜂都是對人類很有供獻的昆蟲，蠶吐絲、蜂釀蜜及授粉是大眾熟知的常識。國內蜂產業，因受國外 CCD 事件之影響及國內農作物授粉需求，普遍受民眾及農政單位的重視，產學研各界參與研發人員亦較多，產業呈穩定的發展。

傳統蠶業以絲綢及蠶絲被為主要產品方式，在臺灣已無競爭優勢，再加上受化學纖維之影響，蠶絲產品已也受到很大的壓縮。惟蠶桑在新用途及功能上仍有很多開發潛力，目前雖有一些成果，但究竟以本場人力及資源仍相當有限，無法全面性發展，希望有更多產學研等單位共同來合作及研發，開拓臺灣蠶業新絲路。

重要參考文獻

- 王重雄、羅竹芳、乃育昕、王智源、陳韻如、黃偉峰、簡慈盈、吳治宇。2009。蜂群衰竭失調症。臺灣昆蟲 29：119-138。
- 余錫金、劉增城。1997。本省養蠶業之回顧與展望。蠶業專訊革新第 21 號。
- 余錫金。2002。臺灣蠶業研究之回顧與展望。科學農業 50 (1,2)：182-188。
- 吳登楨。2002。臺灣蜂業研究之回顧與展望。科學農業 50 (3,4)：189-193。
- 吳登楨。2011。家蠶生產北冬蟲夏草之技術研發。農政與農情 226：97-99
- 吳登楨、張素貞主編。2014。臺灣蠶業發展研討會專輯。苗栗區農業改良場、財團法人臺灣區蠶業發展基金會編印。
- 吳輝虎。2013。臺灣養蜂業及其營運現況介紹。苗栗區農業專訊 63：19-21。

林俊彥、吳登楨。1996。蜜蜂授粉技術。臺灣省蠶蜂業改良場編印。

林孟均、盧美君主編。2014。苗栗區農業改良場農科技研討會專刊。苗栗區農業改良場編印。

陳裕文。2017。臺灣養蜂業的問題與林地養蜂的建議。

<http://agritech-foresight.atri.org.tw/article/contents/1347>

陳楷廷、張羽萱。2017。全球蜂產業問題及臺灣蜂產業發展現況。林下經濟 2017 No. 52- 53。

盧美君。2016。臺灣蜂產業發展及挑戰之因應策略簡介。農政與農情 290 期。行政院農業委員會。



A Perspective and Review on the Development of Sericulture and Apiculture Industry in Taiwan

Den-Jen Wu*

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture,
Executive Yuan, Miaoli, Taiwan, R. O. C.

*Contact author, email: wudj_mdais@yahoo.com.tw

Abstract

Taiwan locates at sub-tropical and tropic region. The warm and humid weather provides an ideal condition for sericulture year long. The traditional sericulture industry in Taiwan focuses on applications related to apparel and comforter business. However, it is a very labor-intensive industry and therefore sericulture in Taiwan is no longer competitive under this circumstance. Recent years our team have been actively focused on exploring new utility and industry (i.e., sericulture-based biotechnology) for sericulture and have made tremendous progress. We aim to revive the sericulture industry in Taiwan and enhance its economic value.

Bees are important pollinators. Their well-being is deeply tied with the thriving of agriculture industry and therefore are called “the wings of agriculture”. There are more than forty different crops that rely on bee pollination and the total economic values sum up to approximately twenty to thirty billion dollars. In addition to pollination, bees provide multiple valuable natural products and therefore are called “the friends of health”. The apiculture industry in Taiwan is easily affected by climate change, insecticide pollution, and the fluctuating flowering rate of honey-producing plants. Because of these influencing factors, the performance and the growth of apiculture industry is affected and fluctuating. Government institutes should pay more attention on this issue to protect and promote the apiculture industry.

Key words: Sericulture, apiculture, Taiwan