

序

本場前身為「臺灣總督府桑苗養成所」，創立於民國前2年，原設在臺北市公館現民族國中校區內。臺灣光復後，隸屬於臺灣行政長官公署農林處。自民國38年改制為臺灣省政府農林廳蠶業改良場，民國78年，奉命增辦蜜蜂試驗研究，為臺灣唯一之蠶蜂試驗研究機構。民國86年精省改為苗栗區農業改良場，自改制以來，除新增苗栗區農作物改良及推廣輔導業務外，仍保有蠶蜂及生物防治經濟昆蟲生產及應用研究任務。在全體同仁努力下，近年來在農業研發與技術移轉上屢有進展，並於110年榮獲台灣農學會「農業學術暨事業獎團體獎」及「2021國家農業科學獎-前瞻創新類傑出團隊」殊榮。爰此，在本場改制25週年之際，辦理「111年蠶桑多元創新應用成果發表會」，邀集國內蠶桑相關研究團隊發表亮點成果，並將成果編輯成冊，作為蠶桑試驗研究及推廣服務之參考，茲忝為序，並將主要內容導讀如下：

本場自民國86年改制25年，期間歷經氣候變遷、國際情勢、疫情及人口結構改變等，或多或少對農業帶來不少衝擊與挑戰。基於使命感，本場對這段發展歷程加以回顧，審視是否符合當初改制時的組織定位與任務目標，以及面對這些衝擊與挑戰，是否有足夠的應變能力，其意義相當重大且深遠。本次出版之機關誌謹就沿革、組織職掌及職能異動狀況、經費及人力、歷任場長簡歷及事蹟、辦公廳舍興建及整建、主要業務與成果、未來展望及附錄等，共計8篇、25章，詳實記載25年來的發展軌跡，供各界參考。

此外發表會針對國內蠶桑研發分為三個主題，包括「蠶絲醫療科技研發」、「蠶桑在飼料及食品的研究成果」及「蠶桑文化教育」，邀集各領域專家分享近十年來蠶桑研究與成果。本專刊除了彙集8篇論文宣讀之全文外，另有14幅研發成果海報。發表會現場同時邀請技轉廠商共襄盛舉，共同見證本場改制25週年的發展歷程，並展現本場同仁的研發活力。

蠶桑自古便是國之本，在臺灣深耕立足逾百年。雖然國內蠶桑產業曾一度面臨困境，但栽桑養蠶千年文化仍須傳承，一直是本場最核心也是最重要的職責之一。「活化蠶業」為本場五大願景之一，現在已跳脫過去僅生產絲織品的框架，努力研發各種高價值的蠶桑產品與相關技術。在此要特別感謝全體同仁辛苦耕耘，無論是退休同仁的經驗傳承或是新進同仁的創新思維，共同努力下才有本次的成果發表會。今日研發成果已彙集成冊，尚祈學術先進及長官不吝斧正，也期許本場同仁，能再接再厲，為臺灣農業繼續努力。

場長  謹識

中華民國111年11月

苗栗區農業改良場

111年蠶桑多元創新應用成果發表會議程

日期：111年11月11日(星期五)上午9:30

地點：農委會苗栗區農業改良場 / 環境教育大樓 1 樓 / AE106 會議室

時間	議程	
9:30-10:00	報到	
10:00-10:15	主席及貴賓致詞	
	研究推廣成果報告	主持人
10:15-10:40	特別主題：機關誌 題目 / 講者：苗栗區農業改良場改制 25 周年機關誌介紹 / 鍾國雄研究員 (苗栗場)	余錫金前副場長
10:40-11:00	茶敘	全體與會人員
11:00-11:10	主委致詞 行政院農業委員會 陳吉仲 主任委員	
11:10-11:15	大合照	全體與會人員
主題一：蠶絲醫療科技研發		
11:15-11:45	題目 / 講者：生物材料將心肌細胞轉換為節律細胞 / 胡瑜峰教授 (國立陽明交通大學醫學院醫學系內科學科 / 臺北榮民總醫院)	國立清華大學 張晃猷教授
11:45-12:15	題目 / 講者：無特定病原蠶作為生物醫材之研發及應用 / 林孟均副研究員 (苗栗場)	
12:15-13:10	午餐	全體與會人員
主題二：蠶桑產品研發 (食品及飼料)		
13:10-13:30	題目 / 講者：GABA 桑葉茶研發歷程與推廣 / 施佳宏副場長 (苗栗場)	吳登楨前副場長
13:30-13:50	題目 / 講者：桑椹初級加工素材之研發 / 賴瑞聲課長 (苗栗場)	
13:50-14:10	題目 / 講者：蠶蛹抗菌胜肽於動物飼料添加物之研發與商品化 / 廖久薰副研究員 (苗栗場)	
主題三：蠶業文化教育		
14:10-14:30	題目 / 講者：養蠶三部曲 / 張霽月老師 (南投縣嘉和國民小學)	苗栗縣政府 文化觀光局 王浩中副局長
14:30-14:50	題目 / 講者：臺灣蠶業文化資產保存活化之口述歷史與文物調查 / 張訓堯助理研究員 (苗栗場)	
14:50-15:20	綜合討論與座談	呂秀英場長
15:20-16:00	1. 蠶桑研發成果海報及產品展示	作物環境課 作物改良課 蠶蜂課
	2. 環境教育導覽解說 (臺灣蠶業文化館)	農業推廣課
16:00	賦歸	

目錄

序.....	III
議程.....	V
論文	
傳承、轉型、創新-改制25週年機關誌／鍾國雄	1
生物材料將心肌細胞轉換為節律細胞／胡瑜峰	9
無特定病原蠶作為生物醫材之研發及應用／林孟均、詹雲貞、張晃猷、盧美君	13
GABA桑葉茶研發歷程與推廣／廖久薰、施佳宏	23
桑椹初級加工素材之研發／賴瑞聲、張雅玲、林志翰、邱益群	33
蠶蛹抗菌胜肽於動物飼料添加物之研發與商品化／廖久薰、吳姿嫻	47
養蠶三部曲／張霽月	59
臺灣蠶業文化資產保存活化之口述歷史與文物調查／張訓堯	65

海報

桑椹「苗栗1號」及「苗栗2號」品種特性／張雅玲*、劉雲聰、王仁助.....	84
桑椹栽培管理技術／張雅玲.....	85
桑椹果實成熟度之品質變化與採收後處理／張雅玲*、賴瑞聲.....	86
果桑加工產業價值鏈建構／張雅玲、林志翰、賴瑞聲*.....	87
桑椹菌核病介紹與防治／劉東憲.....	88
桑椹品種栽培技術移轉及產品應用／張雅玲*、賴瑞聲.....	89
不同品系桑樹抗氧化機能之探討／廖久薰*、賴瑞聲.....	90
桑葉低溫霜害症狀與管理措施／劉東憲*、施佳宏.....	91
桑園管理技術應用於桑木蟲防治／張雅昀*、廖久薰、吳姿嫻.....	92
桑葉應用於代謝疾病之保健功效研究／ 鄭靜枝、魏紋祈、陳昶璋、蕭永基、黃乃瑰、廖久薰、吳姿嫻、翁芸芳、劉慧康*.....	93
桑葉機能性產品加工製程與研發／廖久薰*、吳姿嫻、施佳宏.....	94
特殊斑紋家蠶臺蠶8-11號推廣成果／廖久薰、張雅昀*.....	95
不同桑葉品種對家蠶幼蟲生長性能之影響／廖久薰*、張雅昀.....	96
蠶絲蛋白製程專利技術應用於糖尿病傷口治療及藥物遞送／ 林孟均、詹雲貞、張晃猷、盧美君*.....	97
NAC負載於具光熱感應的SF/HA/PDA水膠作為藥物由鼻腔傳遞至腦部的研究／ 陳韋伶、鄭芷菱、鍾次文*.....	98

傳承、轉型、創新-改制25週年機關誌

鍾國雄¹

摘要

本場前身為蠶業改良場，可溯自日據時代，成立於民國前2年，原為臺灣總督府桑苗養成所，具有百年以上的歷史。其間為因應社會環境變遷及業務發展之需求，歷經多次機關變革改制、改隸等，仍保有最初的蠶桑研究與推廣，且陸續增加蜂業、生物防治及地區農業等業務，研究推廣領域，也與時俱進、適時調整，累積豐沛的研發能量與亮麗的研發成果。

本場自民國86年改制至今已25年，期間歷經921地震、加入WTO、氣候變遷、少子化、高齡化、SARS疫情、新冠肺炎(COVID-19)等，或多或少對農業都帶來不少衝擊與挑戰。基於使命感，實有必要對這段發展歷程加以回顧，審視是否達到當初改制時的組織定位與任務目標，以及面對這些衝擊與挑戰，是否有足夠的應變能力，其意義相當重大且深遠。

本次出版之機關誌謹就沿革、組織職掌及職能異動狀況、經費及人力、歷任場長簡歷及事蹟、辦公廳舍興建及整建、主要業務與成果、未來展望及附錄等，共計8篇、25章，詳實記載25年來的發展軌跡，供各界參考。

關鍵字：苗栗區農業改良場、機關誌、農業、蠶業、蜂業、生物防治

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場。苗栗縣。臺灣。

沿革

本場前身始自日據時期臺灣總督府桑苗養成所，創立於民國前 2 年，原址設於大加蚋堡頂內埔，即現今臺北市大安區(公館)「民族實驗中學」校區內。臺灣由於氣候溫和，野桑繁茂，日據時期，由總督府技師岡田真一郎，在臺北試行養蠶成功，繼作全島性推廣，成效良好，民國 2 年改組為總督府殖產局養蠶所。

民國 34 年臺灣光復後，接收養蠶所，併入臺灣省行政長官公署農林處，並陸續接收省內原蠶業機構。民國 35 年 5 月改名為蠶業改良場，仍屬行政長官公署農林處。民國 36 年 5 月臺灣省政府改制，乃改稱為臺灣省政府農林處蠶業改良場。民國 36 年 11 月，農林處改為農林廳，場名隨之改為臺灣政府農林廳蠶業改良場，場址仍設於臺北市公館。

因應蠶區轉移及臺北地區都市發展，將附設桑園售予國立師範大學，原公館場址則售予臺北市政府作民族實驗中學建校用地，於民國 66 年 5 月 16 日遷往苗栗縣公館鄉現址，繼續為提升蠶種繁殖技術、改良桑種栽植技術及蠶業經營企業化努力。

民國 78 年 1 月，將蠶業改良場改制為蠶蜂業改良場，增加蜜蜂研究與推廣業務，並積極從事蠶桑作改良，蜜蜂生產改良，蠶桑樹保護，蠶桑蜂產品加工，蠶蜂品種級產品監檢，與蠶蜂推廣工作。後經臺灣省政府多次評估、研討修訂，於民國 86 年 5 月 23 日核定改制為臺灣省政府農林廳苗栗區農業改良場，民國 88 年 7 月配合臺灣省政府功能業務與組織調整，改隸行政院農業委員會。業務面，除了延續全國性之蠶業、蜂業試驗研究及推廣工作，再增加苗栗區域性之農作物品種改良、栽培技術、植物保護、土壤肥料、農業機械、農業推廣、農民教育…等各項服務工作。

組織職掌及職能異動狀況

依據「行政院農業委員會各區農業改良場組織準則」，行政院農業委員會為辦理區域性農業試驗應用及推廣業務，特設各區農業改良場，為四級機構，並受本會指揮監督。

本場業務單位包括作物改良課、作物環境課、蠶蜂課、農業推廣課及生物防治分場，另設有南投蜂場及嘉義蜂場。行政單位設秘書室、人事室及主計室，負責行政支援工作編制員額職員 42 人，技工、工友及駕駛 43 人，共計 85 人。

經費及人力

經費部分包括公務預算及委辦經費，公務預算係本場處理一般公務或特定工作所需之試驗研究或辦理法定職掌之相關業務，依預算法編列之預算及執行，民國 86~110 年本場公務預算平均決算數為 146,767 千元。

委辦經費係受其他機關委託或補助，執行相關農業政策宣導、技術推廣及輔導服務農民任務的費用，民國 86~110 年本場執行代辦（或補助）計畫之平均決算數為 13,382 千元。

本場改制後首任場長為林俊彥場長，後續由林信山、盧煌勝、侯鳳舞及呂秀英場長帶領團隊，文中除臚列歷任首長外，亦將各單位之歷任主管、現職人員職掌及本場暨同仁歷年來獲獎的獎項列出供參考。

歷任場長簡歷及事蹟

此篇章係將改制後 5 位歷任場長的任職期間、學歷、經歷及事蹟做概要式的整理，其中事蹟部分，並區分出試驗研究推廣及行政措施兩個面向。

辦公廳舍興建及整建

本場採購案每年平均約 50 件，均依據政府採購法相關規定，公告金額以上採公開招標或限制性招標，公告金額以下採公開取得廠商書面報價或企劃書，未達小額則逕洽廠商取得報價。本篇僅列出單一標案超過 1,000 千元之興建工程及整建工程供參考。

主要業務與成果

一、蠶業

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，內容從桑、蠶及蠶桑業輔導等面向闡述研發成果。

二、蜂業

蜜蜂是重要的授粉昆蟲，對農業生產的助益更是高達新臺幣 200 ~ 300 億。此外，臺灣蜂產業近年來蓬勃發展，至民國 110 年專業蜂農登錄人數已超過 1,100 人，飼養蜂群數近 20 萬群，蜂產業產值接近新臺幣 40 億。臺灣蜂產業主要飼養西方蜜蜂 (*Apis mellifera*)，蜂蜜與蜂王漿是主要產品，內容從蜜蜂、蜜粉源植物、蜂產品及蜂產業推廣與輔導等加以說明。

三、生物防治

生物防治分場原為天敵繁殖工作站，民國 91 年自天敵繁殖工作站提昇為天敵繁殖分場，民國 95 年更名為生物防治分場，重點在於研究及開發天敵種原、天敵保育、量產技術、釋放技術、效益評估及推廣落實田間應用，包含草蛉、黃斑粗喙椿象、小黑花椿象、瓢蟲、捕植蝸、螳螂及寄生蜂等天敵昆蟲與原生植物資源調查等。民國 104 年後除原有天敵昆蟲研究，亦致力於有益微生物之研發、草莓育種及栽培管理技術。因此，內容包括天敵昆蟲、微生物、生物防治分場園區及國際交流等，均有詳細的介紹。

四、地區及特色作物

本場改制為區域農業改良場後，最大的區別在於新增農作物研究與推廣，並以苗栗縣為輔導轄區，在作物研發項目及進程取決於二個因素，第一項為研究人力的專長轉換，第二項為苗栗轄區主要作物或特色作物。在改制初期，農作物改良主要研究人員主要來自既有人力轉換跑道，由蠶桑研究專才轉為投入農作物研究，而後再逐漸增補農藝或園藝研究背景的研究人員。苗栗轄區農地環境有約 50% 坡地農園，以柑橘、水梨、柿、李及葡萄等果樹為大宗，另有 50% 平地農田，主要為種植水稻，以及少部分的雜糧。轄區的特色作物則包括草莓、紅棗、桑椹、李、杭菊及葉用枸杞等。因此，自主研發的項目以苗栗特色作物為主，另一方面則是配合不同階段政策進行作物研發及輔導。本章內容包括水稻、雜糧、果樹、蔬菜、花卉、藥用及特用作物、農業生態服務體系及農產加工打樣中心等共 9 節，分別說明改制以來的研發成果。

五、環境安全

作物環境係以守護農業環境安全為己任，於民國 87 年成立包含 3 個研究室：(1) 土壤肥料研究室：負責苗栗縣土壤肥力檢測、作物需肥診斷、合理化施肥推廣、作物施肥

基準之規劃與執行及有機農業之改良研究、作物施肥基準之規劃與執行；(2) 植物保護研究室：負責苗栗縣農作物病蟲害診斷、特殊疫病蟲害監測及防治技術之研究、農作物天然災害及公害汙染損害勘查鑑定及作物病蟲害安全用藥輔導及示範推廣；(3) 農業機械研究室：負責苗栗縣農業機械及自動化之改良研究。本章內容涵蓋推動土壤管理與合理化施肥、重要疫病蟲害、農業機械、農業天然災害及公害污染防治等，唯一的目標就是要守護苗栗地區農業環境安全。

六、農業推廣

農業推廣係以執行苗栗地區農業經營管理、農業推廣教育及活絡農村生活等政策及研究為主要任務，另因應社會開放後休閒農業之蓬勃發展，於民國 90 年籌建區域農業發展運籌中心，規劃農業博覽館、生物產業館、台灣蠶業文化館等設施，民國 94 年命名為「臺灣蠶蜂昆蟲教育園區」，並進行試營運，直至民國 96 年 3 月 1 日才正式開放民眾參觀。因此，農業推廣已從過去的農業政策執行，擴大為兼具博物館經營功能的雙重任務。本章內容有農業經營管理、推廣教育、農村生活及農業推廣研究成果等，內容相當多元，細細品味，可以看出改制以來農業政策的發展脈絡與軌跡。

七、臺灣蠶蜂昆蟲教育園區

本場於民國 83 年籌劃台灣蠶業文化館，民國 87 年 11 月落成開館，參觀人潮絡繹不絕。為此，乃於民國 90 年 2 月推動「區域農業發展運籌中心—苗栗區先驅計畫」，將現有台灣蠶業文化館及週邊設施與景觀加以整體規劃，擴充為多功能農業推廣運籌中心，規劃農業博覽館、生物產業館、環境教育大樓及導覽服務中心等。工程歷經 4 年完工後，將農業發展運籌中心各展館，再結合毛毛蟲生態區與植物展示區，改名為「臺灣蠶蜂昆蟲教育園區」，並於民國 94 年 6 月 1 日進行試營運，民國 96 年 3 月 1 日正式對外開放，提供民眾更多元優質服務。本章內容依序闡述台灣蠶業文化館、區域農業發展運籌中心及臺灣蠶蜂昆蟲教育園區 3 個時期的發展歷程，讓人能夠貫古通今，瞭解前因後果。

未來展望

本場自民國 104 年起明定組織發展願景為「臺灣農業生態資源永續利用的守護者」，同時設定五大策略目標：「活化蠶業、安全蜂業、普及生物防治、建構苗栗健康農業、推動環境教育」，今後將廣續規劃短中長程目標，建立滾動式作業配合外部環境變化，以隨時調整組織動能，朝著機關願景而努力。

因應國家發展、社會經濟及國際情勢的變遷，面對當前貿易自由化、氣候變遷與糧食安全等課題，農業不能再侷限於生產型產業，需導入科技研發強化跨域整合，建構新價值鏈農業，提高農業競爭力。

參考文獻

謝豐國 (76)。台灣蠶業百週年暨蠶業改良場遷場十週年紀念專刊。苗栗縣。臺灣省政府農林廳蠶業改良場。

林俊彥 (86)。臺灣省蠶蜂業改良場場志。苗栗縣。臺灣省蠶蜂業改良場。

林俊彥 (88)。行政院農業委員會苗栗區農業改良場年報。苗栗縣。行政院農業委員會苗栗區農業改良場。

林信山 (90)。行政院農業委員會苗栗區農業改良場年報。苗栗縣。行政院農業委員會苗栗區農業改良場。

盧煌勝 (91~94)。行政院農業委員會苗栗區農業改良場年報。苗栗縣。行政院農業委員會苗栗區農業改良場。

侯鳳舞 (95~103)。行政院農業委員會苗栗區農業改良場年報。苗栗縣。行政院農業委員會苗栗區農業改良場。

呂秀英 (104~110)。行政院農業委員會苗栗區農業改良場年報。苗栗縣。行政院農業委員會苗栗區農業改良場。

Chronicle of Miaoli Distric Agricultural Research and Extension Station from 1997 to 2022

Kuo-Shiung Chung^{1*}

Abstract

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station was previously called Sericulture Improvement Station which was originally established as Mulberry Propagation Unit at Gong-Guan, Taipei City, by Japanese Viceroy Administration in 1910. After Taiwan was restored from the Japanese occupation, this unit were merged and renamed by the changes of the social environment and the needs of business development.

The station has been restructured more than 25 years since 1997. During this period, it has experienced the 921 earthquake, joined to the WTO, climate change, declining birthrate, aging society, Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS), COVID-19, etc., brings a lot of impacts and challenges. Based on the vocation, it is necessary to review this developmental history, to examine whether the organizational positioning and mission objectives in the time of the restructuring have been achieved, and whether there is sufficient resilience to face of these impacts and challenges.

This publication has a total of 8 articles and 25 chapters, the detailed record of the track of development during the past 25 years, for the reference.

Keywords : Miaoli District Agricultural Research and Extension Station; organ chronicle; agriculture; sericulture; apiculture; biological control

¹ Miaoli Distric Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, R.O.C

* E-mail:cks@mdais.gov.tw



生物材料將心肌細胞轉換為節律細胞

胡瑜峰¹

摘要

心臟傳導疾病需要安裝電子調節器，然而手術及機器植入相關的風險仍無法避免。所以科學家無不希望找到可以替代方法。使用蠶絲蛋白做成的生物材料，能促成鈣黏蛋白在心肌細胞的異位表達啟動了一連串下游的機轉，可讓原本心臟中不會跳動的心肌細胞轉化為會跳動的起搏器心肌細胞。新生成的細胞可接續承擔放電讓心臟跳動的重要作用，生物材料也有機會治療心臟傳導疾病，讓心臟重新放電並恢復心跳。

緒言

每分鐘約 60-100 下的心跳，來自於心臟起搏器節律細胞 (sinoatrial node) 的放電，自發的電流讓心臟的肌肉能夠收縮把血液打到全身。不過隨著年齡增長，器官用久了總會耗損。因為起搏器節律細胞老化故障，會進而產生過慢的心跳（如病竇症候群、房室傳導阻滯等），病人就會出現虛弱無力、呼吸困難、暈倒、甚至猝死等症狀。盛行率約 1% 到 2%，如果是 65 歲以上長者這個數字可能更高。目前治療這類心臟傳導疾病的方法就是花兩小時的手術，在身體內裝設心律調節器。台灣約有超過四萬人裝有心律調節器。不過心律調節器大約 6 到 8 年需要換電池，侵入性手術也有手術感染的風險，甚至在手機盛行的年代，這類安裝電子調節器的患者也必須盡可能讓手機遠離心臟。所以科學家無不希望找到可以替代方法。

¹ 台北榮民總醫院心臟內科;Email: yfhu0609@nycu.edu.tw

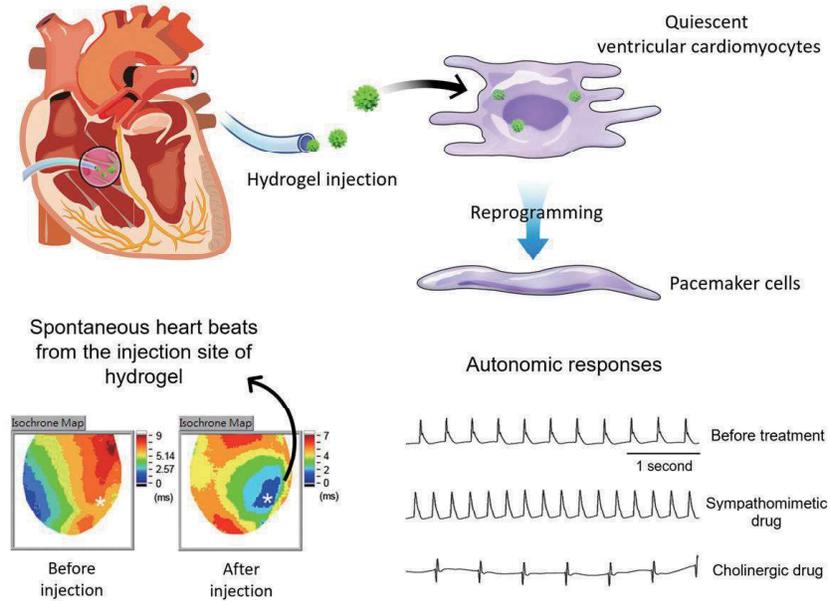
研究發現

之前的科學研究都著力於植入分化成熟的幹細胞以取代電子心臟節律器，試圖透過體外的幹細胞分離出起搏器心肌細胞，但分化過程複雜、不穩定外，很多研究也發現即使好不容易培養起搏器心肌細胞，但注射到心臟後，仍無法精準標靶，最後細胞往往流到人體的其他部位，治療效果有限。跳脫從體外培育幹細胞思維，轉從生物材料著手，團隊透過特殊技術萃取的蠶絲蛋白水凝膠（與陽明交通大學鍾次文教授及行政院農業委員會苗栗區農業改良場蠶蜂課合作），並將蠶絲蛋白水凝膠注入小鼠的心臟，可讓原本心臟中不會跳動的心肌細胞轉化為會跳動的起搏器心肌細胞。

蠶絲蛋白過去就曾用來作為手術縫線、人工敷料等，這是首次發現蠶絲蛋白除了力學與生化特性外，還有細胞轉化及製造生物電能的性質。研究團隊在動物實驗中發現，蠶絲蛋白做成的生物材料，能促成鈣黏蛋白在心肌細胞的異位表達啟動了一連串下游的機轉，才讓心臟重新放電並恢復心跳。換句話說，研究團隊等讓心臟重新生成了放電的細胞。如此一來一旦竇房結老化或病變，新生成的細胞可接續承擔放電讓心臟跳動的重要作用。這項研究在動物實驗上證實，除了幹細胞培養與基因療法外，生物材料也有機會治療心臟傳導疾病，獲得 Nature 旗下 Nature Biomedical Engineering 刊登 (1)。我們將相關的發現簡述如圖一。

蠶絲蛋白為安全性高的生物材料，不須透過體外培養細胞，而是直接讓靜止的心肌細胞轉化為起搏器心肌細胞，就好比車子若發生電路板故障，透過該技術可讓車內故障的電路板直接恢復運作，不用拆開車子換掉所有電路。蠶絲蛋白運用在生物材料並非頭一遭，手術常用的縫線就是蠶絲蛋白所製成，蠶絲蛋白做成的絲素膜可以作為人工皮膚，也就是說蠶絲蛋白對人體具有安全性、親和性、無過敏反應等特點，且目前施打的範圍也很局部，就目前小鼠實驗觀察，具有高度安全性，未來該研究也將往人體試驗進行。

蠶絲蛋白誘導心室細胞轉化起搏器心肌細胞，新生成的細胞可自主放電，讓心臟產



圖一、以生物材料作為起搏器心肌細胞轉化的實驗概念及結果

生跳動，並接受自律神經的調控。

結論

此新穎突破可應用於人類細胞的製造與未來人體的治療準備。其最終目標是於人體內製造生物起搏器以替換電子設備，並製成心臟傳導疾病的體外人類細胞系統。以此為心臟傳導疾病的治療帶來重要的變革。

文獻

1. Hu YF, Lee AS, Chang SL, Lin SF, Weng CH, Lo HY, Chou PC, Tsai YN, Sung YL, Chen CC, Yang RB, Lin YC, Kuo TBJ, Wu CH, Liu JD, Chung TW, Chen SA. Biomaterial-induced conversion of quiescent cardiomyocytes into pacemaker cells in rats. *Nat Biomed Eng.* 2022 Apr;6(4):421-434

Biomaterial-induced conversion of quiescent cardiomyocytes into pacemaker cells

Yu-Feng Hu. M.D., Ph.D.¹

Conduction system disorders in the heart lead to slow heart rates that are insufficient to support the circulation, necessitating the implantation of electronic pacemakers. Although effective, current electronic devices have lead or generator malfunction, lack of autonomic responsiveness, undesirable interactions with strong magnetic fields, and device-related infections. Biological pacemakers, generated by somatic gene transfer, cell fusion, or cell transplantation, provide an alternative to electronic devices. Here we show that the exposure of rat quiescent ventricular cardiomyocytes to a silk-fibroin hydrogel activates the direct conversion of the quiescent cardiomyocytes to pacemaker cardiomyocytes by inducing the ectopic expression of the vascular endothelial cell-adhesion glycoprotein cadherin. The silk-fibroin-induced pacemaker cells exhibited functional and morphological features of genuine sinoatrial-node cardiomyocytes *in vitro*, and pacemaker cells generated via the injection of silk fibroin in the left ventricles of rats functioned as a surrogate *in situ* sinoatrial node. Biomaterials with suitable surface structure, mechanics, and biochemistry could facilitate the scalable production of biological pacemakers for human use.

¹ Heart Rhythm Center, Division of Cardiology, Department of Medicine, Taipei Veterans General Hospital, Taipei, Taiwan. Email: yfhu0609@nycu.edu.tw

無特定病原蠶作為生物醫材之研發 及應用

林孟均¹、詹雲貞¹、張晃猷²、盧美君^{1*}

摘要

家蠶為高蛋白生產潛能的模式生物，可用來量產特定用途的目標蛋白，作為醫療保健及生物醫材等用途。為建立符合世界衛生組織生物原料優良製作規範等相關國際法規之高規格動物原料，本場歷經 8 年研發 (98-105 年)，完成家蠶無特定病原 (specific pathogen free) 生產體系，包括種原消毒、環控飼育技術及 8 種主要病原檢測技術等，成功研發出可全齡飼育之人工飼料配方，搭配適性品系育種，健蠶率可達九成以上。此外，進一步應用蠶絲做為傷口敷料及藥物載體 (106-109 年)，經動物試驗證實，治療效果優於現行人工皮等主流產品。作為藥物載體上，對 IGF-1 的釋放速率遵循零級釋放的藥物動力反應，相較於游離型生長因子，可延長藥物活性達 2,000 倍以上，減少給藥頻率和副作用產生。超透明薄膜蠶絲敷料製程技術已取得中華民國發明專利 - 「蠶絲蛋白組合物及其製造方法」(發明第 I756896 號)，相關研究成果業已分別刊登於《Pharmaceutics》及《International Journal of Molecular Sciences》等國際期刊中。綜合上述，SPF 家蠶生產體系及蠶絲敷料作為生物醫材用途，極具市場發展潛力。

關鍵字：無特定病原、人工飼料、育種、傷口敷料、藥物載體

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

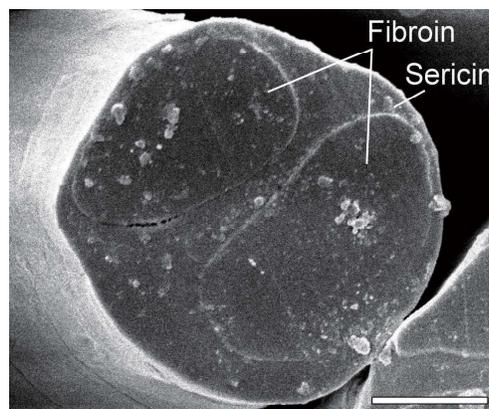
² 國立清華大學

* 通訊作者email:Lumj@mdais.gov.tw

家蠶作為生醫材料的國際發展趨勢

家蠶 (*Bombyx mori* L.) 為鱗翅目蠶蛾科 (Lepidoptera: Bombycidae) 昆蟲，自 7,500 年前即受到人類的豢養及運用 [1]，自西元 2004 年全基因體解序後，家蠶的各種研究開始蓬勃發展，其中又以基因轉殖蠶 (Transgenic silkworm) 或生物反應器 (Bioreactor) 等技術 [2]，運出家蠶為原料製造快篩試劑、蛋白疫苗及藥品等醫藥級產品最為廣泛，相較於大型動物及微生物，家蠶可精準表達目標蛋白、製程短、後代規模量大、產能高且成本低的製造平台，如：日本 Sysmex 與片倉工業開發抗血栓試劑、東麗公司 (Toray) 生產重組干擾素藥劑 (interferon, INF)，用來治療貓狗病毒及皮膚相關疾病，均以無特定病原家蠶製造相關產品，熱銷日本及歐盟各國 [3]。

蠶絲為家蠶生產之纖維性蛋白，蠶絲依其結構可大致分為絲膠蛋白 (sericin) 及絲質蛋白 (fibroin) (圖一)，其中絲質蛋白具穩定性高、機械強度及生物親和性等特性，廣泛運用在材料科學、生物醫學，甚至半導體產業 [4-6]。目前美國 FDA 已批准上市的产品包括 Surusil®、Sofsil™、Covidien 的絲線縫合線和 Seri®、Allergan 的絲線支架，此外，以絲質蛋白開發的新興商品，包括 Ekteino Laboratories 和 Banner Pharmacaps 藥物輸送系統、AMSilk 和 Wyss Institute 公司生產的高性能複合材料、Vaxess 開發的疫苗穩定化技術和 Immuno-Biological Laboratories 開發的重組人類蛋白質生產技術 [7,8]。據統計絲質蛋白全球需求量的年複合成長率 (CAGR) 高達 6.6%，預估至 2027 年全球絲質蛋白總需求產值上看 1.4 億美元 [9]，市場規模不容小覷。



圖一、蠶絲橫截面以電子顯微鏡5,000倍放大，可分別觀察到絲質蛋白(fibroin)及絲膠蛋白(Sericin) (Scale=5 μ m)

家蠶轉型作為生醫材料的研究進展

本場自成立以來一直肩負家蠶種原保育及產業推廣的任務，為提高家蠶運用率，促進產業轉型，我們以家蠶做為生物反應器開發豬瘟及禽流感疫苗研究為開端，開啟一連串家蠶轉型作為生醫材料的研發歷程，近年來陸續完成無特定病原生產體系、臺灣專用人工飼料配方、無特定病原家蠶育種、糖尿病傷口修復敷料及藥物緩釋載體等生醫材料的開發，相關研究成果頗豐，各項研發的重點分述如下：

一、無特定病原家蠶生產體系

無特定病原 (specific pathogen free, SPF) 動物，係指不含指定致病病原的動物。根據世界衛生組織 (WHO) 生物原料優良製造規範 (Good Manufacturing Practice, GMP) 明文指出，生產或檢定生物製品，皆須採用 SPF 等級的實驗動物 [10]。SPF 家蠶俗稱無菌蠶，根據規範此等級動物需須全程飼育人工飼料，飼育於嚴密監控的環境設施密閉系統中，並具有病原定期監測系統，確保動物品質，本研究已完成上述相關體系之建立，其中包括萬級正壓飼育環控系統、生產流程及檢測技術 SOP 等。在檢測技術方面完成包括核多角體病毒 (Nuclear polyhedrosis, NPV)、質多角體病毒 (Cytoplasmic polyhedrosis, CPV)、病毒性軟化病 (Facherie virus, IFV)、濃核病 (Densovirus disease)、細菌性腸道病 (Bacterial gastroenteric disease)、白黃殭病 (White/yellow muscardine)、綠殭病 (Green muscardine) 及麴黴病 (Aspergillus disease) 等病原之病原蒐集分離保存、確認、接種、定序比對、資料庫登錄等確認步驟，建立鏡檢、聚合酶連鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 或反轉錄聚合酶連鎖反應 (RT-PCR) 等雙重檢測確認方式。其中又因 NPV 及 CPV 為臺灣家蠶飼育中盛行率及傳染度極高之病原，為提高監測效率，開發專用抗體及酵素連結免疫吸附分析技術 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)，並確立陽性閾值 (cut-off value)，作為每齡期家蠶發病監控基準。在家蠶品質優化試驗顯示，以 ELISA 檢測並逐代淘汰帶原病卵，可有效降低蠶卵帶原率降幅達九成五以上。



圖二、利用抗原抗體免疫分析法進行病原快篩機制

二、開發人工飼料與適性育種

建立人工飼料的飼育體系，可穩定的量產高潔淨度家蠶，為家蠶多元化發展的關鍵技術。人工飼料具有無菌化、成分可控性、蠶桑分地分時生產及降低勞力密集等優勢，透過成分檢測、農藥篩檢及高溫滅菌製程，可精準掌握每批食料的成分，穩定生產之家蠶品質，並降低家蠶中毒及感病機率，達到周年量化生產及學術研究等目的。日本早於1960年首度發表家蠶人工飼料的相關研究 [11]，中國大陸近年來也因勞力成本上升、環境汙染及因應世界趨勢等因素，著手進行人工飼料的研發 [12]。人工飼料蠶體系之建立會受到品種、飼料成分、飼育方式、環境等因素所影響，為加速臺灣家蠶人工飼料系統之建立，本試驗以日本飼料原體為基礎，利用改良家蠶品系、飼料配方改良、提高家蠶清淨度及優化飼育環境為對策，經適食性選拔、雜交育種、帶原選拔淘汰、飼育 SOP 建立及配方調整等試驗，逐步建立臺灣家蠶專屬人工飼料之飼育系統，並完成高度適性品系—BmC03、Bm-J10 及 Bm-F01 等三品系之育種，其中 Bm-J10 品系家蠶，全齡飼育人工飼料，幼蟲期平均健蠶率達 90% 以上，健蛹率達 99% 以上，五齡起蠶蠶重達 1.04 公克，蛹重達 2.08 公克，繭層重達 0.53 公克，達到全齡飼料飼育、強絲種、高絲種及穩定量產等重大突破。



圖三、新開發的人工飼料配方可維持健蠶率高達九成以上



強絲種
BmC03

- 機能性醫學材料
- 高機械性工程材料



蛹大高絲量
BmJ10

- 蠶蛹類生醫材料
- 高潔淨度蠶絲量產



蟲大容易飼育
BmF01

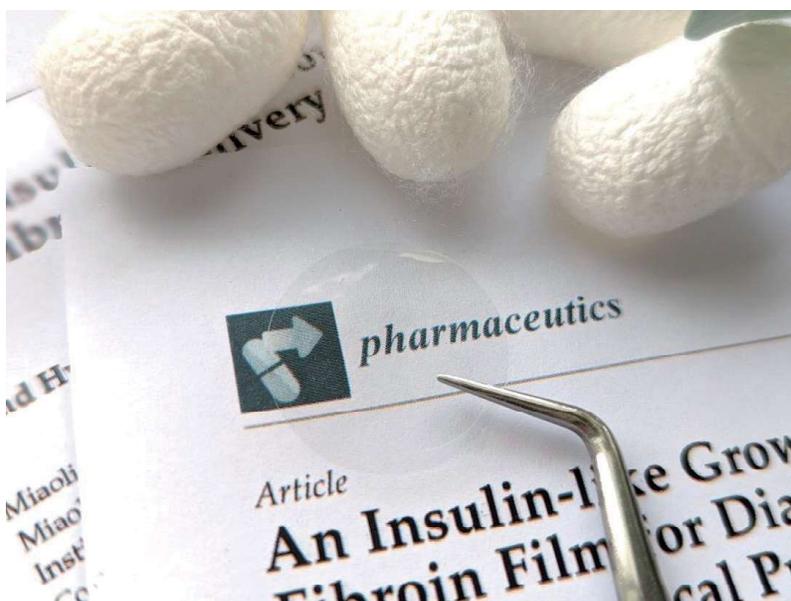
- 幼蟲類生醫材料
- 容易飼育四交種
- 農民及教育推廣飼育優良蠶種

圖四、完成三種人工飼料適性品系育種

三、開發傷口敷料產品

根據統計全球敷料市場 2022 年達到 70.15 億美元，年複合成長率高達 4.8%，預估 2025 年總產值達 140 億美元，其中又以治療難癒合的糖尿病慢性潰瘍市場需求量最高 [13,14]。盤點市售敷料產品，缺乏具有低敏性、專一性治療及長效治療等功能之糖尿病專用敷材，此外，分析蠶絲蛋白特性顯示具有高生物相容性、共軛性及穩定性等特性 [15-17]，具有開發成糖尿病潰瘍敷材的高度潛力。有鑑於此，苗栗場與清華大學共同合作，以絲質蛋白為材料開發糖尿病傷口專用高階敷料，傳統加工處理技術侷限了蠶絲原料的效能，本研究透過優化製程，利用提純及灌注技術優化，大幅移除易致敏因子，提高了四成以上的絲質蛋白含量，提高 β 摺板 (Beta sheet) 的蛋白摺疊，提升了原料的

穩定度及透明度，開發了獨步全球的超透明蠶絲薄膜（圖五），驗證顯示此薄膜可供細胞增生，後續可運用於再生醫材的開發，極透明的特性可運用於人造器官或半導體材料的開發。相關研發已取得中華民國發明專利 - 「蠶絲蛋白組合物及其製造方法」（發明第 I756896 號）（圖六）。



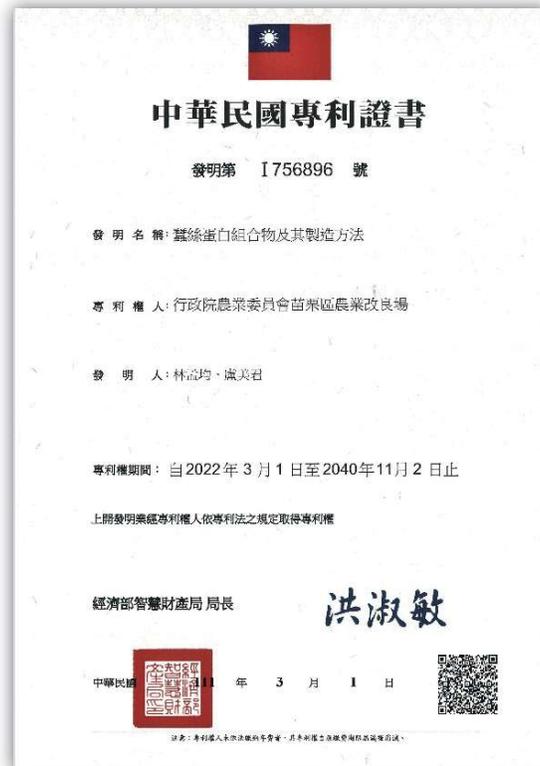
圖五、蠶絲蛋白透過新創製程可轉變成高透明度敷料

評估運用在動物糖尿病傷口的治療效果上，相較於市售常見的水膠體人工皮 (hydrocolloid)，超透明蠶絲敷料可促進糖尿病鼠傷口微血管再生及癒傷組織形成，進而加速傷口修復，整體癒合率提升 20% 以上，且無皮膚刺激性，顯示其作為敷料之無過敏性優勢，相較市場主流敷料更具有競爭力。

四、評估藥物緩釋載體效能

在藥物載體的效能評估中，以薄膜蠶絲敷料添加生物活性因子（例如類胰島素生長因子 :IGF-1），可延長 IGF-1 活性達 30 天以上，整體藥物活性提高 2,000 倍以上，經藥物動力試驗分析顯示，此薄膜藥物釋放採零級反應 (zero-order kinetic)，可減少藥物過量造成副作用及依賴性，有助於穩定體內藥物濃度恆定性。此外，探討分子機制，顯示施用薄膜蠶絲敷料乘載 IGF-1 之處理組，可顯著提高傷口組織中 IGF-1 受體 (IGF1R)

磷酸化的比率，推論由於蠶絲敷料持續遞送 IGF-1，活化了 IGF1R 下游路徑，促進細胞生合成與組織修復的效果，未來發展不可限量，上述相關研究成果業已分別刊登於《Pharmaceutics》[18] 及《International Journal of Molecular Sciences》[19] 等國際期刊中。



圖六、蠶絲敷料已取得中華民國發明專利

結語

隨著國際市場及產業結構的改變，傳統的栽桑養蠶已式微，所幸隨著各領域創新技術的崛起，賦予了家蠶全新的使命，透過無特定病原體系的建立，我國已有力量產符合國際法規的材料，讓農業科技能與生物科技及醫學產業接軌。以蠶絲蛋白創新製程，延伸材料的效能，化身為傷口治療及藥物遞送的生醫材料，並進行產業化推廣應用。未來相關產品將投入市場，造福群眾，讓臺灣農業跨域生醫產業的軟實力傲視全世界。

參考文獻

1. Boregowda, M.H. Chapter 16 - Silkworm genomics: current status and limitations. In *advances in animal genomics*, Mondal, S., Singh, R.L., Eds.; Academic Press: 2021; pp. 259-280.
2. Kato, T.; Kajikawa, M.; Maenaka, K.; Park, E.Y. Silkworm expression system as a platform technology in life science. *Appl Microbiol Biotechnol* 2010, *85*, 459-470, doi:10.1007/s00253-009-2267-2.
3. Tanaka, T. Manufacturing pharmaceutical-grade interferons using silkworm- baculovirus system. *J. Biotechnol.* 2012, *s9*, doi:10.4172/2155-952x.S9-002.
4. Kwak, H.W.; Ju, J.E.; Shin, M.; Holland, C.; Lee, K.H. Sericin promotes fibroin silk I stabilization across a phase-separation. *Biomacromolecules* 2017, *18*, 2343-2349, doi:10.1021/acs.biomac.7b00549.
5. Altman, G.H.; Diaz, F.; Jakuba, C.; Calabro, T.; Horan, R.L.; Chen, J.; Lu, H.; Richmond, J.; Kaplan, D.L. Silk-based biomaterials. *Biomaterials* 2003, *24*, 401–416.
6. Vepari, C.; Kaplan, D.L. Silk as a biomaterial. *Prog. Polym. Sci.* 2007, *32*, 991-1007, doi:10.1016/j.progpolymsci.2007.05.013.
7. Yucel, T.; Lovett, M.L.; Kaplan, D.L. Silk-based biomaterials for sustained drug delivery. *J. Control Release* 2014, *190*, 381-397, doi:10.1016/j.jconrel.2014.05.059.
8. Zhou, Y.; Damasceno, P.F.; Somashekar, B.S.; Engel, M.; Tian, F.; Zhu, J.; Huang, R.; Johnson, K.; McIntyre, C.; Sun, K.; et al. Unusual multiscale mechanics of biomimetic nanoparticle hydrogels. *Nat. Commun.* 2018, *9*, 181, doi:10.1038/s41467-017-02579-w.
9. Reports, R. Global and United States silk fibroin (SF) market report and forecast 2022-2028. *360 Research Reports* 2022, *QYR-20991439*.
10. Organization, W.H. WHO good manufacturing practices for biological products. *WHO Technical Report Series N° 999* 2016.
11. Fukuda, T.; Higuchi, Y. Artificial food for Oak-silkworm raising. *Agr. Biol. Chem.*, 1963, *27*, 99-102.

12. Dong, H.L.; Zhang, S.X.; Tao, H.; Chen, Z.H.; Li, X.; Qiu, J.F.; Cui, W.Z.; Sima, Y.H.; Cui, W.Z.; Xu, S.Q. Metabolomics differences between silkworms (*Bombyx mori*) reared on fresh mulberry (*Morus*) leaves or artificial diets. *Sci Rep* 2017, 7, 10972, doi:10.1038/s41598-017-11592-4.
13. Diligence, M. Worldwide wound management, forecast to 2024: Established and emerging products, technologies and markets in the Americas, Europe, Asia/Pacific and rest of world. *MedMarket Diligence* 2015, Report #S251, <http://mediligence.com/rpt/rpt-s251.htm>.
14. Chaby, G.; Senet, P.; Vaneau, M.; Martel, P.; Guillaume, J.C.; Meaume, S.; Téot, L.; Debure, C.; Domp martin, A.; Bachelet, H.; et al. Dressings for acute and chronic wounds: A systematic review. *Arch. Dermatol.* 2007, 143, 1297-1304, doi:10.1001/archderm.143.10.1297.
15. Yazawa, K.; Ishida, K.; Masunaga, H.; Hikima, T.; Numata, K. Influence of water content on the beta-sheet formation, thermal stability, water removal, and mechanical properties of silk materials. *Biomacromolecules* 2016, 17, 1057-1066, doi:10.1021/acs.biomac.5b01685.
16. Gomes, S.; Leonor, I.B.; Mano, J.F.; Reis, R.L.; Kaplan, D.L. Natural and genetically engineered proteins for tissue engineering. *Prog Polym Sci* 2012, 37, 1-17, doi:10.1016/j.progpolymsci.2011.07.003.
17. Zhang, Y.Q.; Ma, Y.; Xia, Y.Y.; Shen, W.D.; Mao, J.P.; Zha, X.M.; Shirai, K.; Kiguchi, K. Synthesis of silk fibroin-insulin bioconjugates and their characterization and activities in vivo. *J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.* 2006, 79, 275–283, doi:10.1002/jbm.b.30539.
18. Lin, M.-J.; Lu, M.-C.; Chan, Y.-C.; Huang, Y.-F.; Chang, H.-Y. An insulin-like growth factor-1 conjugated *Bombyx mori* silk fibroin film for diabetic wound healing: fabrication, physicochemical property characterization, and dosage optimization in vitro and in vivo. *Pharmaceutics* 2021, 13, doi:10.3390/pharmaceutics13091459.
19. Lin, M.-J.; Lu, M.-C.; Chang, H.-Y. Sustained release of insulin-like growth factor- 1 from *Bombyx mori* L. silk fibroin delivery for diabetic wound therapy. *Int. J. Mo/. Sci.* 2021, 22, doi:10.3390/ijms22126267.

Development and Application of Specific Pathogen Free Silkworm (*Bombyx mori* L.) As the Biomedical Materials

Meng-Jin Lin¹, Yun-Chen Chan¹, Hwan-You Chang², and Mei-Chun Lu^{1*}

Abstract

Silkworm (*Bombyx mori* L.) is a potential model organism in life science to produce the target protein for healthcare and biomedical materials. This study aimed to develop a specific pathogen free (SPF) silkworm system that follows the regulation of WHO GMP for biological products and confirms its ability to be used as a biomaterial. The production system of SPF silkworm, including germplasm disinfection, labor-saving rearing, environment control, and pathogen detection, was established in the last eight years. The artificial diet formula for the larval stages and new silkworm strains for the SPF system were also found in our study. In addition, the silk fibroin film (SF-Film) was evaluated for wound healing and drug delivery. The SF-film significantly accelerated wound healing in diabetic model animals compared with wounds treated with commercial hydrocolloid dressing. In the drug delivery study, the release rate of the SF-film delivering IGF-1 followed zero-order kinetics. The sustained release of SF-film was evidenced by a two thousand-fold increase of the IGF-1 activity in the IGF-1-loaded SF-film treatment group compared to that in the free-IGF-1 control, which could reduce the frequency of drug administration and side effects. According to the studies, the Taiwan patent- 'A composition of silk protein and the method for manufacturing the same' (Taiwan patent no. I756896) was granted and these results were published in *Pharmaceutics* and *International Journal of Molecular Sciences*, respectively. To sum up, these results indicate that SPF silkworm system and SF films have considerable potential for biomedicine and wound therapy.

Keywords : specific pathogen free (SPF), artificial diet, breeding, silk fibroin, wound dressing, drug delivery

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, R.O.C.

² National Tsing Hua University, Hsinchu, R.O.C.

*Correspondence: Lumj@mdais.gov.tw

GABA桑葉茶研發歷程與推廣

廖久薰¹、施佳宏^{1,2*}

摘要

桑葉含有許多對人體有益的營養成分，包含蛋白質、多種胺基酸、多酚化合物、類黃酮等，其中 γ -胺基丁酸 (GABA) 更是哺乳類動物中樞神經系統一種抑制神經傳導的物質。一般桑葉茶所含的 GABA 量約 100~150 mg/100 g，苗栗區農業改良場建立桑樹栽培管理制度，選育高 GABA 含量之葉桑品種及其採摘技術，結合茶業改良場製茶技術，明顯提高桑葉 GABA 含量至 300~600 mg/100g 以上。此項「GABA 桑葉茶產製技術」成為高機能性茶飲市場中，提供消費者無咖啡因及無農藥殘留之桑飲品。

關鍵詞：桑葉茶、製程、 γ -胺基丁酸 (GABA)

前言

自古以來，農民栽種桑樹是為了養蠶以獲取蠶繭紡紗製衣之用，一般民眾的觀念裡，桑樹總是與蠶寶寶劃上等號，並重新憶起兒時養蠶的樂趣與尋找桑葉時的深刻印象。然而，桑樹的利用不僅作為家蠶食物來源，包含桑枝、桑葉及桑果（桑椹）在中醫領域各有其特性與效用，同時被列載於衛生福利部食品藥物管理署網站「可供食品使用原料彙整一覽表」（註：111年6月21日改版為「食品原料整合使用查詢平臺」），甚至桑花富含花粉並提供蜜蜂採粉，桑樹可謂一身都是寶。行政院農業委員會苗栗區農業改良場（簡稱苗改場）前身是日治時代臺灣總督府「桑苗養成所」，當時廣為收集並保存來自各地的桑樹種原；政府遷臺後承襲種原至今，因此現今仍保有桑樹種原 238 種品種（系）。

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

² 國立聯合大學

* 論文聯繫人E-mail: sch@mdais.gov.tw

桑樹依經濟利用可以區分為採收桑葉的葉桑及收穫果實的果桑，苗改場分類保存 178 個葉桑品系及 60 個果桑品系，為了增加葉桑的多元利用，除了餵養家蠶外，近年來積極投入桑葉研發技術，期望可提升農民栽種桑樹意願，並協助國內桑樹種原推廣運用。

一、桑葉營養成分與傳統中醫藥理功效

桑樹栽培歷史逾千年，果實（桑椹）、桑枝、桑葉及根（桑白皮）各有不同利用方式，而桑葉是桑樹的主要產物，占整株桑樹地上部 60% 以上產出，提供給家蠶及經濟動物作為食物，少量用於製作麵食及桑葉茶等副產品。桑葉含 17 種胺基酸、維生素、礦物質、酚類化合物、生物鹼及多醣等機能性成分，如芸香苷、槲皮素及蘆丁等酚類化合物及類黃酮。中國藥典《神農本草經》稱桑葉為「神仙草」，具有補血、疏風、散熱、益肝通氣、降壓及利尿之功效；近年來，隨著桑葉萃取物對降血壓、降血糖、抗氧化、抗老化、抗病毒及抑制癌細胞等多種活性功能研究，桑葉多元開發利用成為現今蠶桑產業轉型的重要方向（吳，2019；吳等，2019）。

桑樹（*Morus sp.*）是桑科（*Moraceae*）桑屬（*Morus*）多年生木本植物，桑葉含多種營養及機能性成分，除作為前述家蠶（*Bombyx mori* L.）及反芻動物的食物，以及傳統藥典所記載之藥用植物外，基於現代人對健康保健的議題日益重視，在日常飲食兼具機能性的需求隨之增加下，經現代研究證實桑具有多種保健功效。一般市售桑葉茶產品，或是民眾隨處採摘桑葉泡茶飲用，這些桑葉茶都是新鮮桑葉直接烘乾或曬乾後飲用，製作過程無特殊加工製程。我國 110 年 5 月經衛生福利部核准專案製造的「清冠一號濃縮製劑」，桑葉亦是其成分之一，可以有效減緩罹患新冠肺炎患者的不適症狀及縮短病程。

二、GABA 機能性早期研究及導入臺灣特色茶加工製程的 GABA 桑葉茶

γ -胺基丁酸（ γ -aminobutyric acid, GABA），是哺乳類動物中樞神經系統中的一種抑制性神經傳遞物質，具降血壓（林等，2001）、保持神經安定、改善大腦機能 and 增強記憶功能等有關係（龔和周，2016）。在桑葉的 17 種胺基酸中，以麩胺酸、天門冬胺酸及離胺酸含量最高，麩胺酸含量多寡會影響 GABA 含量（陳等，2012；龔和周，2016）。1987 年 Tsushida 與 Murai 最先將茶葉調製成高 GABA 含量的「佳葉龍茶」；「佳葉龍茶」與一般茶製造之差異在於製茶的過程多了一道「嫌氣處理」（又稱嫌氣發酵或厭氧發

醇)。學者發現當新鮮茶菁經過嫌氣處理後，茶湯中 GABA 含量可提升 17.7 倍。目前定義為 100 公克茶樣中至少含 150 毫克 GABA 成分，可稱為 GABA 茶或稱佳葉龍茶；茶湯中 GABA 成分含量可視為佳葉龍茶品質檢定的標準之一，其含量越高、市場價格亦相對提高 (蔡等，1995；Ho et al., 2008)。佳葉龍茶中的 GABA 主要是麩胺酸 (Glutamic acid) 轉變而來，麩胺酸受到麩胺酸脫羧酶 (Glutamic acid decarboxylase, GAD) 作用，轉變成 GABA (Tsushida and Murai, 1987)；累積的 GABA 如果在有氧條件下，很快就會再經由 GABA 轉胺酶 (GABA-Aminotransferase, GABA-T) 作用，轉變成琥珀酸半醛 (Succinic acid semialdehyde, SSA)，最終進入檸檬酸循環 (TCA cycle) 生化反應。然而在厭氧條件下，GABA 轉胺酶沒有活性，於是促使 GABA 大量累積，因此厭氧處理是製造佳葉龍茶之必要條件 (蔡，2004)。

苗改場借重茶改場的製茶經驗及「GABA 烏龍茶產製技術」，於 107 年起共同組成桑葉茶研發團隊，參照臺灣特色茶製程，採摘一心 2 葉及一心 5 葉桑菁 (圖一)，探究不同加工方式對桑葉茶之 GABA 含量的差異，結果發現直接以 100°C 烘乾及紅茶製程的桑葉茶湯分別測得 302.9 及 310.2 mg/ 100 g DW 的 GABA 含量，遠超過市售「佳葉龍茶」150 mg/ 100g DW 的標準；同時發現相同製程加入厭氧處理，茶湯 GABA 含量顯著提升 1.22 至 2.3 倍，因此建立厭氧處理的 GABA 桑葉茶製程並深入探討 (邱等，2018)。桑葉茶研發團隊在合作過程中，採用臺灣特色茶品質鑑定流程，建立不同製程之桑葉茶感官品評制度 (圖二)，綜合外觀、水色、香氣、滋味與葉底等五項標準，首度推出參香、麥香及果香 3 種風味桑葉茶 (圖三)。



圖一、採摘部位示意圖。

圖左為摘除一心二葉以下的三至五節位葉片，圖右上是含有頂芽的一心二葉，圖右下為摘除三至五節葉位的桑梗。



圖二、桑葉茶感官品評流程，藉由專業品評人員進行鑑定。



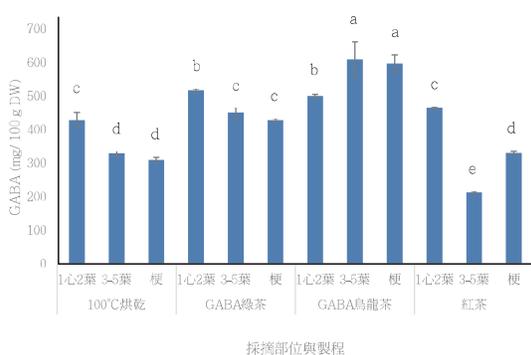
圖三、3種風味之 GABA 桑葉茶外觀，(A) 參香桑葉茶，(B) 麥香桑葉茶，(C) 果香桑葉茶。

苗改場與茶改場廣續於 108 年正式發表「GABA 桑葉茶產製技術」，為桑葉開拓新興產品生產加工技術，同時也讓國人在選擇健康茶飲品時多了一個新品項。因此，農家栽培之桑葉除飼養家蠶與經濟動物所消耗的桑葉外，開發作為機能性保健產品的原料，是目前極具潛力的研究素材。

三、影響桑葉茶 GABA 含量的關鍵技術

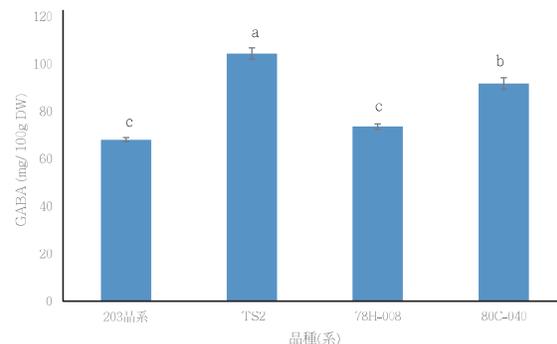
相關文獻指出，桑葉平均含 226 mg/ 100 g DW 的 GABA 成分（冀等，2007），不同品種間桑葉 GABA 含量差異達 1.21 倍；幼嫩葉高於老葉（馮等，2014）。苗改場研究發現，無論是直接 100°C 烘乾、綠茶或紅茶製程，採摘一心 2 葉的 GABA 含量皆高於 3 至 5 葉處理，分析結果與前人研究的論述相符；烏龍茶製程則以 3 至 5 葉的 GABA 含量最高（圖四）。值得注意的是，摘除葉子的桑幼嫩枝條（梗）之 GABA 含量亦不遜於桑葉，桑梗經由紅茶製程的 GABA 含量顯著高於 3 至 5 葉處理，只是感官品評風味不如桑葉清香及甘甜。未來若研發其它非飲品的 GABA 產品，桑梗是值得開發的一個理想素材。Chae 等 (2003) 發現 YK-209 桑樹品系在韓國永川地區較桑州地區具有較高含量的

1-Deoxyojirimycin (1-DNJ)、GABA 及類黃酮機能性成分；而且以早春(5月)採收的桑葉較生長晚期(6-8月)有較高含量的機能性成分，顯示除了製作工序會影響桑葉茶的 GABA 含量外，栽種地區及收穫季節對桑葉成分亦有所影響。苗改場之研究亦同時比較嘉義縣及苗栗縣種植之相同品系、相同製程的桑葉茶，發現種植區域對桑樹 GABA 含量呈現顯著性差異，推測兩地區氣候環境差異，可能影響桑樹生長及胺基酸累積、間接影響 GABA 含量；品種(系)間比較，結果發現 GABA 含量差異達 1.08~1.53 倍(圖五)。苗改場進一步探討桑樹於採收加工桑葉茶時，透過不同季節、採摘方式、加工製程對其之影響，作為產業化生產依據。試驗結果顯示，一心 2 葉之 GABA 含量皆高於同季節採收之 3 至 5 葉桑葉茶，GABA 含量甚至高達 610.2 mg/100g DW；不同發酵程度的桑葉茶會在不同季節與採摘部位有呈現極顯著差異，以臺灣嘉義地區桑樹在春、夏及秋季收穫後採摘不同發酵程度與厭氧條件進行桑葉加工下，夏茶及秋茶明顯優於春茶，推測嘉義地區夏秋兩季氣候條件極適合桑樹生長，桑葉有足夠的麩胺酸蓄積及轉換成為 GABA 成分(廖等，2020)。苗改場研究證實不論鮮葉或經臺灣特色茶製程加工後的桑葉茶，其 GABA 含量皆以頂芽嫩葉高於第三葉以下成熟部位，未來機能性產品之品質分級亦可選擇採摘部位作為一項指標。馮等(2014)亦曾比較桑葉嫩葉的 GABA 含量高於五至七節的老葉；相關研究指出採摘部位、採摘季節及加工製程之差異，其 GABA 含量亦不相同；至於桑樹栽種氣候或光照等環境因子如何影響桑葉中麩胺酸含量，或是桑葉茶樣 GABA 是否受到儲存時間與溫度條件影響等，未來仍有極大的空間可深入探討。



圖四、採摘部位在不同製程處理對 GABA 含量的影響。

誤差線是平均值標準偏差 (n=3)，平均值上示相同英文字母為 5% 水準下經 LSD 測驗未達顯著差異。



圖五、不同品種(系)桑樹 GABA 含量之比較。

誤差線是平均值標準偏差 (n=3)，平均值上示相同英文字母為 5% 水準下經 LSD 測驗未達顯著差異。

四、GABA 桑葉茶之輔導與推廣現況

為了落實科研計畫產業化，苗改場於 108 年與茶改場共同研發之「GABA 桑葉茶產製技術」，將具有臺灣特色茶製程的 GABA 桑葉茶，透過新技術加工，可提升到 300 ~ 600 mg/100 g 以上 GABA 含量。本技術採用各種製程中所產生的不同天然特殊香氣命名，推出包括參香、麥香及果香桑葉茶等 3 種風味桑葉茶。該技術發表後接連參與 108 年 11 月「發現農民力-線上直播」、「2019 臺灣醫療科技展-農業健康館」及「2021 臺灣創新技術博覽會」（圖六）對外技術推廣，活動期間不僅各界民眾熱烈詢問，也完成國內 3 家廠商技術移轉案。

上開技術已完成桑園友善耕作技術文件，內容包含高 GABA 桑樹品種(系)、桑苗繁殖、新設桑園土壤肥培管理、灌溉排水架設、鋪設稻草稈（稻殼）、桑苗最適行株距、病蟲害無農藥管理及修剪與採摘技術（圖七）等，輔導技轉廠商以友善環境、無毒耕作模式，生產高品質桑葉及桑葉茶，提供給民眾日常健康新選擇。



圖六、「GABA 桑葉茶產製技術」成果參與「2021 臺灣創新技術博覽會」。



圖七、桑園友善管理及採摘技術

結語

過去栽種桑樹主要是為了養蠶獲取蠶繭紡紗製綢，生產效益有限；加上自 80 年代國內蠶業榮景不再，桑園紛紛廢耕轉作。隨著消費者對健康意識注重，尤其近年來在全球新冠肺炎疫情下，民眾總是期盼在日常飲食獲取健康成分。桑葉富含多種營養與機能性成分，自古即是藥食同源的食材，同時又是現階段治療新冠肺炎的「新清冠一號濃縮製劑」的處方藥材之一，對保健研究有極佳的發展潛力。苗改場研發推出的 3 種風味桑葉茶，無論水色、香氣及滋味均各有特色。研究成果已技術移轉給國內廠商生產，技轉商品亦於今（111）年正式上市販售，為國內保健飲品市場造成熱潮。

桑葉富含酚類化合物、胺基酸及醣類等機能性成分，加上不含咖啡因，栽培管理全程不使用農藥，且全株皆可利用，是全方位在地的研究素材。展望未來，苗改場將以 GABA 桑葉茶為開端，研發其它桑樹多元產品，推廣具加值潛力之技術與商品，吸引更多農民投入生產，活化國內蠶桑業。

引用文獻

- 林智、大森正司。2001。氨基丁酸茶 (Gabaron Tea) 降血壓機理的研究。茶葉科學 21(2):153~156。
- 邱喬嵩、廖久薰、郭芷君、吳姿嫻、施佳宏、楊美珠。2018。不同加工製程對桑葉茶品質及 γ -氨基丁酸含量之影響。臺灣茶業研究彙報 37: 107~116。
- 吳勁軒。2019。桑葉綠茶加工工藝簡述。四川蠶業 1: 48~49。
- 吳勁軒、殷浩、王香君、夏川林、姚永權、蒲軍。2019。桑葉烏龍茶加工工藝初探。四川蠶業 2: 49~50。
- 陳恒文、林碧敏、鍾楊生、嚴會超、陳芳豔、王葉元、林健榮。2012。桑樹 γ -氨基丁酸含量的檢測分析。廣東農業科學 13: 137~142。
- 馮勝利、肖歡、張以和。2014。桑葉中 γ -氨基丁酸含量及富集方法的研究進展。湖南農業科學 24: 7~8。
- 廖久薰、郭芷君、邱喬嵩、吳姿嫻、楊美珠、施佳宏。2020。收穫季節、採摘部位及加工方式對於桑葉茶 GABA 含量之影響。苗栗區農業改良場研究彙報 9: 1~14。
- 蔡永生、阮逸明、張如華。1995。佳葉龍茶之研製。農特產品加工研討會專刊。162~178 頁。臺灣。
- 蔡永生。2004。佳葉龍茶之製造。佳葉龍茶 (GABA TEA) 專輯。興大農業第 49 期。
- 冀憲領、蓋英萍、陳恆文、王彥文、段組安、牟志美。2007。桑葉中 γ -氨基丁酸含量的測定及其影響因素的研究。蠶業科學 33: 176~180。
- 龔鑠、周防震。2016。厭氧處理對桑葉 GABA 含量的影響。安徽農業科學 44: 71~72, 89。
- Chae, J. Y., J. Y. Lee, I. S. Hoang, D. Whangbo, P. W. Choi, W. C. Lee, J. W. Kim, S. Y. Kim, S. W. Choi, and S. J. Rhee. 2003. Analysis of functional components of leaves of different mulberry cultivars. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 15~21.
- Ho, C. T., J. K. Lin, and F. Shihidi. 2008. Tea and tea products: chemistry and health-promoting properties. CRC.
- Tsushida, T. and Murai, T. 1987. Conversion of Glutamic Acid to γ -Aminobutyric Acid in Tea Leaves under Anaerobic Conditions. Agricultural and Biological Chemistry. 51: 2865~2871.

The research progress and promotion of GABA mulberry leaf tea

Chiu-Hsun Liao¹, Chia-Hung Shih^{1,2*}

Abstract

Mulberry leaves contain many nutrients that are beneficial for health, including proteins, amino acids, polyphenols, flavonoids and so on. γ -aminobutyric acid (GABA) is a substance that inhibits nerve conduction in the central nervous system of mammals. Generally, the amount of GABA contained in mulberry leaf tea is about 100-150 mg/100 g DW. The Miaoli District Agricultural Research and Extension Station (MDARES) have set up a mulberry cultivation management system, selected high GABA content mulberry varieties and picking techniques, combined the technology of Taiwanese tea processing from the Tea Research and Extension Station (TRES), increased the GABA content of mulberry leaves to more than 300~600 mg/100g. “The production technology of GABA mulberry leaf tea” will provide consumers with caffeine-free and pesticide-free mulberry beverages with high GABA content for the high-functional tea market.

Keywords: mulberry tea, process, γ -aminobutyric acid (GABA)

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O.C.

² National United University, Taiwan, R. O. C.

* Corresponding author, E-mail: sch@mdais.gov.tw



桑椹初級加工素材之研發

賴瑞聲^{1*}、張雅玲¹、林志翰¹、邱益群¹

摘要

桑椹果實富含酚類化合物，具有保健之功效，兼具鮮食及加工特點，但鮮果產期短且不耐運輸，加工方式多以果汁及果醬產品為主，本研究進行果乾及果粉初級加工素材研發及標準化，以延伸後端之多樣化產品應用。以苗栗 1 號、苗栗 2 號及 83C009 等 3 品種為原料，並分為 3 種果實成熟度進行鮮果及加工品質分析，隨著成熟度增加，果實重量、可溶性固形物、總花青素等增加，而可滴定酸度降低，其中以苗栗 2 號成熟果之糖酸度表現最佳，總酚含量也最高；經由冷凍乾燥、除濕乾燥及熱風乾燥等方式製作原味果乾，平均製成率約 9.1 至 11.9%，以成熟果使用冷凍乾燥處理有較高的製程率，其中又以苗栗 2 號最高，果乾水活性則介於 0.36 至 0.50 之間。再以苗栗 2 號進行不同果實大小乾燥試驗，3 種果實大小果乾產率介於 9.7% 至 12.1% 之間，以小果的製成率較高，在同一果實級距中，34 至 40 小時乾燥時間對果乾的製成率也無顯著影響，但隨著乾燥時間增加，則果乾亮度降低，而紅黑色澤增加。為提升桑椹果乾風味及口感，進行糖漬果乾研發，經 15% 及 20% 糖漬處理再乾燥，可縮短乾燥時間及提升風味，果乾白藜蘆醇含量為 2.97 ug/g，花青素含量 1.60 mg/g，產品水活性低於 0.5，可密封於常溫保存。桑椹壓濾榨汁後約有 50% 果渣副產物，苗栗 2 號果渣經不同乾燥方式之果粉製成率為 14.2 至 13.8%，果渣經冷凍乾燥後製成之果粉亮度較高，紅色的色澤較為鮮艷；果粉在 4°C 條件下之色差優於常溫保存，花青素及白藜蘆醇含量也維持較佳。糖漬桑椹果乾及果粉加工素材由烘焙業者進行麵包、蛋糕及牛軋糖等應用測試皆能獲得好評。

關鍵字：桑椹、加工、果乾、果粉、標準化

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 論文聯繫人E-mail：larry@mdais.gov.tw

前言

桑椹為落葉性果樹桑 (*Morus alba*) 之果實，《本草綱目》等傳統醫學記載：「桑椹性寒、味甘，具有補肝、益腎、熄風、滋液功能，主治肝腎虧虛、消渴、便秘、目暗、耳鳴、關節不利；搗汁飲，解酒中毒；釀酒服，利水氣，消腫」；現代醫學則指出桑椹可補充胃液的缺乏，促進胃液消化，入腸能促進腸液分泌，增進胃腸蠕動，因而有補益強壯的功效。近期研究顯示，桑椹果實含有酚類化合物、胡蘿蔔素、維生素 A、B、C，蛋白質、脂肪、揮發油及鞣質等，每 100g 鮮果含維生素 B1 0.03mg、維生素 B2 0.06mg、維生素 C 32mg。酚類化合物中以花青素含量最高，主要以矢車菊素為主，並含白藜蘆醇成分（是目前保健食品常見膳食補充劑），這 2 種成分是桑椹主要的機能成分。桑椹花青素和水萃物可清除自由基，抑制低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein；LDL) 氧化，減少血脂和動脈粥樣硬化 (Duet al., 2008, Chen et al., 2005)。以桑椹果粉餵食高脂飲食大鼠，其甘油三酯、總膽固醇、血清低密度脂蛋白膽固醇及動脈粥樣硬化指數顯著下降 (Yang et al., 2010)。

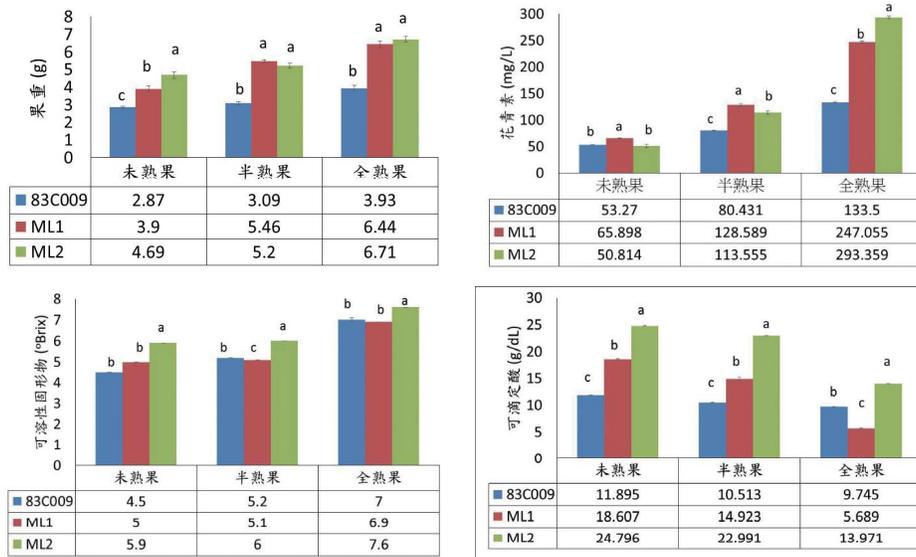
新鮮桑椹含大量水分（80%~85%），營養成分含總糖 12%~15%，粗纖維 0.91%、粗蛋白 0.8%~1.8%，游離酸 0.3%~1.86%。中國大陸在 5 個紫黑色桑椹品種分析中，發現桑椹花青素以矢車菊素為主，另含微量天竺葵色素，而飛燕草色素、矮牽牛色素、芍藥素均未檢出。品種間矢車菊素最高達 1.024 mg/g，最低為 0.450 mg/g，平均 0.743 mg/g，隨著桑椹成熟度增加，矢車菊素 -3-O- 葡萄糖苷、矢車菊素 -3-O- 芸香糖苷的含量呈現增加的趨勢。桑椹鮮果同時含有白藜蘆醇及白藜蘆醇苷（糖苷鍵型態，水溶性較佳），在桑椹發育全程中白藜蘆醇苷的含量始終高於白藜蘆醇，而果實發育過程中，白藜蘆醇及白藜蘆醇苷含量均以紅果中期最高，成熟紫黑果時呈現下降趨勢。

桑椹可以新鮮食用，並廣泛用於酒類、果汁、果醬和罐頭食品的加工生產 (Ning et al., 2005)。根據農糧署農情報告資源網資料估算，國內桑椹約有 70 公頃栽培面積，鮮果年產量 1,255 公噸，每年 1 月下旬進入開花結果期，桑椹成熟採收期集中於 4 ~ 5 月。桑椹兼具鮮食及加工特點，但新鮮果實產期短且過於集中，加上鮮果柔軟，採摘運輸容易受損，目前多以冷凍鮮果方式保存，產品型態單一、缺乏市場新穎性，且消費者取得

不便，透過加工方式可解決產期及果實不耐貯運的問題，國內目前加工方式多以果汁及果醬加工產品為主，無法有效延伸利用，且加工製程尚未標準化，使得產業無法升級。本研究擬開發桑椹作為新型態之加工原料素材，如桑椹果乾及果粉，透過建構標準化製程，優化加工流程及產品品質，並以花青素及白藜蘆醇含量為品質管控輔助指標，使後端產業可利用本項素材於後續加工產品製作，以突破現有初級加工面臨的困境，進而達到整體產業升級之目標。

桑椹鮮果品質特性

目前國內果桑流通品種以地方品種為主，本場另於 2007 年及 2012 年分別育成桑椹苗栗 1 號與苗栗 2 號。目前公館鄉農會栽種桑椹苗栗 1 號約 5 分地，另有小農技術授權栽培苗栗 1 號與苗栗 2 號，其餘地區以栽種地方品種為主，因此果實品質表現較不一致，不同栽培區域以中南部種植之桑椹品質更佳。果實大小、糖度、酸度、花青素與白藜蘆醇含量是桑椹鮮果品質重要指標，除了影響鮮食口感外，也會影響加工製程與成品品質，本場以苗栗 1 號、苗栗 2 號品種及 83C009 品系等 3 個品種（系）為材料，分別於果實成熟度 20%（紅色果實）、50%（紅黑色果實）及 90%（紫黑色果實）採摘，進行鮮果原料品質分析（圖一），結果顯示對同一品種而言，果實大小、重量、花青素含量及可



圖一、桑椹苗栗 1 號 (ML1)、苗栗 2 號 (ML2) 品種及 83C009 品系不同成熟度之鮮果品質

溶性固型物（糖度）在全熟果（90%，紫黑果）達最大，酸度則隨著果實成熟而降低；文獻指出白藜蘆醇含量以紅果中期最高，成熟紫黑果反呈現下降趨勢。3 個品種（系）之間以苗栗 1 號則有最高的類黃酮含量 (266.7 ug/ml)，而苗栗 2 號果實重量最大，成熟果之可溶性固形物及可滴定酸度、總酚化合物為三個品種中最高者，分別為 7.6 °Brix、14.0 g/dL 及 1674.0 ug/ml，糖酸比高、風味佳，且花青素含量較高，開發為加工素材更具特色。

桑椹原味果乾

一般果乾製程研發需評估製成率、水分含量以及水活性等三項指標，製成後之乾重除以鮮果重即為製成率，水分含量則與烘乾程度有關，而水活性是指微生物能利用的水分，水活性愈高，則愈容易遭受微生物污染而導致品質劣變，需低溫或其他更嚴謹方式保存處理。本場以苗栗 1 號、苗栗 2 號品種及 83C009 品系共 3 個品種（系）為材料，於 20%、50% 及 90% 果實成熟度採摘，分別以冷凍乾燥、除濕乾燥及熱風乾燥進行果乾製作，結果顯示，使用不同乾燥方式之桑椹果乾平均製成率約 9.1 至 11.9%，隨著果實成熟度越高，製成率亦隨之提升，其中以苗栗 2 號果乾平均製成率最高（11 至 13%）；綜合果實成熟度及乾燥方式，不論品種皆以 90% 成熟度使用冷凍乾燥處理之製成率最高，成熟度越高則果乾水分含量愈高，主要因為成熟果的糖度高，水分較不易移除。不同乾燥製程之水活性以冷凍乾燥較高，整體而言水活性則介於 0.36 至 0.50 之間，在密封包裝下放置常溫保存即可（表一）。比較乾燥處理後之果實色澤，桑椹成熟度越低，則果乾愈呈紅黑色，成熟度高則呈黑色，冷凍乾燥處理可保持較完整之果實外觀，國外研究則指出真空冷凍乾燥處理 21 小時，對桑椹果乾營養成分之維持、復水性及色澤維持均較佳（李等，2015），惟冷凍乾燥加工成本較高。

將桑椹苗栗 2 號鮮果依果實長度分為 3 種大小：2.5 < 小果 ≤ 3.5cm，3.5 < 中果 ≤ 4.2 cm，>4.2 cm 為大果，一採收批次中，小果及中果各約為 500g，大果數量較稀少，約為 360g，平鋪於大乾燥鐵網，以 50°C 除濕乾燥進行乾燥試驗（圖二），依序於 34、36、38 及 40 小時取出，進行果實水分含量及色澤度分析。3 種果實大小果乾產率不同，介於

表一、桑椹苗栗 2 號不同果實成熟度及乾燥方式對原味果乾品質的影響

成熟度 (%)	乾燥方式	果乾製成率	水分含量 (%)	水活性
20	冷凍乾燥	11.7%	11.0	0.503
	除濕乾燥	11.2%	6.8	0.374
	熱風乾燥	11.2%	7.7	0.349
50	冷凍乾燥	12.1%	12.9	0.535
	除濕乾燥	11.7%	8.6	0.362
	熱風乾燥	11.2%	8.7	0.365
90	冷凍乾燥	13.2%	10.5	0.439
	除濕乾燥	11.2%	8.2	0.395
	熱風乾燥	11.4%	8.6	0.368



圖二、苗栗 2 號鮮果依果實長度分為 3 種大小： $2.5 < \text{小果} \leq 3.5\text{cm}$ ， $3.5 < \text{中果} \leq 4.2\text{cm}$ ， $>4.2\text{cm}$ 為大果，平鋪於大乾燥鐵網，以 50°C 除濕乾燥進行 34~40 小時乾燥試驗

9.7%~12.1% 之間，以小果的果乾製成率較高，而中果及大果無明顯差異 (表二)。在同一果實級距中，34~40 小時乾燥時間對果乾的製成率也無顯著影響。但在乾燥過程中，隨著乾燥時間增加，則果乾色外觀 L 值有下降的趨勢，a 值增加，但 b 值則無顯著差異，顯示乾燥時間拉長則果乾亮度降低，而紅黑色色澤增加。於 50°C 下除溼乾燥，選用中果 ($3.5 < \text{中果} \leq 4.2$) 乾燥 38 小時可能較合適，成品才會較一致且色澤度方面 ΔL 值下降幅度較小。

表二、桑椹苗栗 2 號不同果實大小於 34~40 小時除濕乾燥方式之原味果乾色澤

果實大小	乾燥時間	鮮重(g)	乾重(g)	果乾製成率(%)	L	a	b
小果	34hr	500.0	55.5	11.1%	18.22	1.62	-0.04
	36hr	501.5	60.5	12.1%	17.35	1.05	-0.22
	38hr	502.0	56.0	11.2%	17.12	1.25	-0.47
	40hr	500.0	55.5	11.1%	16.29	1.89	-0.35
中果	34hr	501.0	60.0	12.0%	18.99	1.01	-0.38
	36hr	500.5	58.5	11.7%	17.91	1.25	-0.55
	38hr	500.5	49.0	9.8%	17.40	1.02	-0.12
	40hr	499.5	48.5	9.7%	16.49	2.32	-0.13
大果	34hr	366.0	38.5	10.5%	17.32	1.78	-0.21
	36hr	361.0	35.0	9.7%	16.84	1.17	-0.16
	38hr	363.0	35.5	9.8%	15.79	1.96	-0.06
	40hr	351.0	35.5	10.1%	15.98	1.54	-0.32

桑椹糖漬果乾

由於桑椹為聚合果且糖度相對較低，製成原味果乾時口感較不扎實，還有風味較淡的缺點，因此，考慮將桑椹先經過糖漬前處理提升風味，再進行乾燥處理製作糖漬果乾，以增進食用口感及風味。本場以苗栗 2 號冷凍鮮果，分別加入其重量百分比 15% 及 20% 之砂糖漬，而後取出瀝乾再進行乾燥處理，完成後進行果乾色澤度及水活性測定。另參考陳 (2010) 流程，取 20 克桑椹乾加入 80 克水 (1:4)，以果汁機攪打均質後，以豆漿布過濾即為糖酸度測定樣品，進行可溶性固形物與總酸含量分析，最後樣品測定結果皆回乘稀釋倍數，測定結果如表 2。冷凍鮮果可溶性固形物含量為 12.7° Brix，總酸度為 21.07%，糖漬果乾之可溶性固形物大幅增加，分別為 82.3 及 86.8° Brix，但總酸度差異不大，對於糖酸比及風味有明顯提升。糖漬果乾外觀色澤 L 值較冷凍鮮果高，隨著糖漬濃度上升 L 及 a 值則有增加之趨勢，而 b 值沒有明顯趨勢；水活性則兩種糖漬濃度間差異不大，分別為 0.43 及 0.46，都可密封於常溫儲藏。桑椹鮮果白藜蘆醇含量為 0.74ug/g，果乾白藜蘆醇含量為 2.97 ug/g(圖四)，花青素含量 1.60 mg/g 可作為品質管控指標(表三)。桑椹糖漬果乾製程中，每批次以桑椹鮮(凍)果 50 公斤計算，15% 糖漬濃度，糖漬果乾產率約為 6.2 公斤，副產物桑椹糖汁 12.5 公斤。

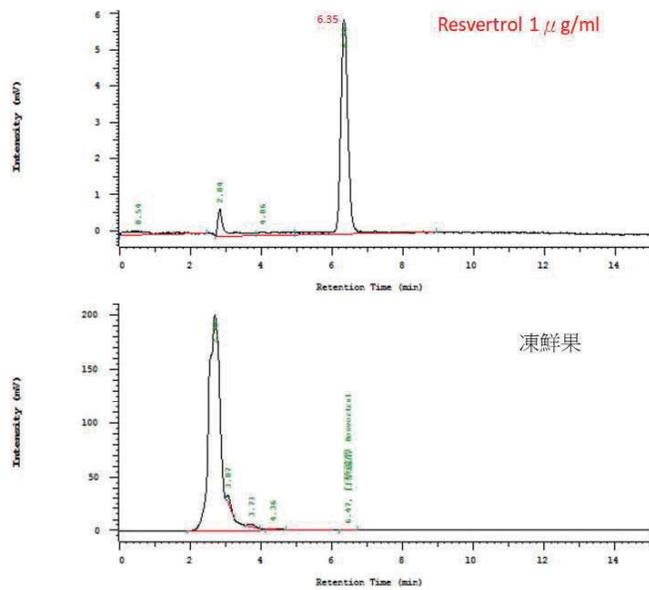
表三、桑椹苗栗2號二種糖漬濃度對果乾品質的影響

	L	a	b	Aw	TA(%)z	°Brix	花青素 (mg/g)	白藜蘆醇 (ug/g)
冷凍鮮果	16.21	1.31	-0.51		21.07	12.17	1.00	0.74
15%果乾	19.10	1.49	-0.31	0.43	26.07	82.33	1.60	2.96
20%果乾	19.78	1.91	-0.25	0.46	21.85	86.83	1.28	2.63

^z檸檬酸係數(0.0064)



圖三、桑椹苗栗2號糖漬果乾製程



圖四、桑椹白藜蘆醇 HPLC 分析方法，分析管柱 Shim-pack GIST C18-AQ 5uM，移動相為甲醇：0.5%PBS(pH6.8)= 55 : 45，RT 為 6.35min。

桑椹果粉及造粒研發

桑椹花青素為紫紅色，可供天然色素添加應用，李等(2014)以超微粉碎方式20分鐘，可得到最佳品質的桑椹果粉，果粉的粒徑及容積密度減小、色澤變淺、保水能力下降、可溶性固形物、溶解度、吸油能力、總酚和花青素溶出量增加。葉等(2014)以真空冷凍乾燥處理之桑椹果粉，生產率和含水率低於熱風乾燥果粉，但溶解性力較佳，因真空冷凍乾燥果粉顆粒大，顆粒間孔隙較多結構疏鬆，熱風乾燥果粉顆粒間聚集緊密孔隙較少所導致，真空冷凍乾燥亦可保留桑椹成分及色素。

桑椹原味果乾可經由篩網式粉碎機製成果粉，但受潮結塊特性較為明顯。而桑椹榨汁作為果汁或發酵果醋產品，其果渣仍含有高量花青素(58.7mg/g)且糖度降低，經乾燥後可粉碎為果粉副產品。苗栗1號及苗栗2號鮮(凍)果以壓濾式榨汁機約有50%果汁，另有50%果渣副產物，果渣分別以冷凍乾燥、除濕乾燥及熱風乾燥後皆可粉碎為果粉，苗栗1號果渣之果粉製成率為13.6~12.4%，苗栗2號果渣經不同乾燥方式之果粉製成率為14.2~13.8%，苗栗2號冷凍乾燥果粉之色差測定L值38.4，a值7.6，b值1.9，熱風乾燥之色差測定L值37.4，a值3.2，b值0.8(表四)，意即果渣經冷凍乾燥後之果粉亮度較高，紅色的色澤較為鮮艷。果粉在4°C條件下保存2個月之色差表現優於常溫保存(表五)，花青素含量也明顯維持較佳含量，白藜蘆醇含量也有相同的趨勢。另一方面，乾燥果渣也可混合紫米進行粉碎，果粉也可與紫米等作為造粒產品(圖五)，可供不同素材應用之可能性。

表四、桑椹苗栗1號及苗栗2號果渣經不同乾燥方式產製果粉之製成率及色差

品種	乾燥方式	果粉製成率(%)	L	a	b
苗栗1號	熱風乾燥	12.35	37.0	3.2	1.1
	除濕乾燥	12.80	37.0	3.3	0.9
	冷凍乾燥	13.56	38.7	8.0	2.1
苗栗2號	熱風乾燥	13.84	37.4	3.2	0.8
	除濕乾燥	14.15	37.5	3.7	0.8
	冷凍乾燥	14.15	38.4	7.6	1.9

表五、桑椹苗栗1號及苗栗2號果渣果粉在常溫及4°C條件下儲存2個月之色差與成分分析

品種	乾燥方式	常溫保存2個月					4°C保存2個月				
		L	a	b	花青素 (mg/g)	白藜蘆醇 (μ g/g)	L	a	b	花青素 (mg/g)	白藜蘆醇 (μ g/g)
苗栗1號	熱風乾燥	36.8	3.1	0.7	10.50	nd	37.1	3.1	0.6	12.05	nd
	除濕乾燥	36.7	3.2	0.6	9.90	2.72	36.9	3.3	0.6	12.10	3.00
	冷凍乾燥	38.6	7.6	1.4	21.92	2.68	38.7	7.7	1.7	25.61	3.25
苗栗2號	熱風乾燥	37.0	3.2	0.8	24.51	nd	37.1	3.2	0.7	26.77	3.46
	除濕乾燥	36.6	3.3	0.6	14.45	nd	37.0	3.5	0.7	16.02	nd
	冷凍乾燥	38.3	7.5	1.6	35.07	2.61	38.4	7.4	1.8	35.76	2.34



圖五、桑椹果渣果粉及混合造粒型態 (左：桑椹果渣果粉，中：桑椹乾燥果渣與紫米同重量混和後粉碎，右：桑椹果粉與紫米穀粉混合造粒)。

結論與展望

桑椹營養豐富是國人熟知的保健水果，更含有花青素及白藜蘆醇等機能成分，但受限於產期短且鮮果不易保存，後端產業不易擴大。藉由初級加工產製果乾或果粉，可解決鮮果保存及運送之問題，也不受到產期的限制，桑椹果乾及果粉素材可進一步應用於其他食品，將有助於消費者更便利取得桑椹產品，可望逐步取代蔓越莓等進口莓果素材。本場曾以糖漬桑椹果乾、副產物桑椹糖汁及桑椹果粉為材料，與烘焙業者進行加工素材



圖六、桑椹果乾及果粉加工素材之產品應用

應用測試，在麵包、蛋糕捲都有應用成果，應用於牛軋糖也能發揮桑椹材料特色(圖六)，亦可應用於果乾堅果休閒食品，皆能獲得食用者之好評。

有鑒於國內桑椹栽培規模較小，農產品原料成本高，相對於進口競爭下，製成國產加工素材成本較高，因而發展農產加工品必須跳脫以次級品進行加工的思維，需改從特色原料及加工製程來提升加工素材的品質，方能使我國農產品更具競爭力。農產加工品從原料品質、加工技術到產品安全性十分重要，目前苗改場選育果桑苗栗 1 號及苗栗 2 號，鮮果原料具有果實大、糖度高、花青素含量高特性，依循臺灣良好農業規範 (TGAP) 可生產安全高品質原料，配合農業委員會推動農產品初級加工政策，可生產高機能性、高品質桑椹果乾或果粉，既能提升農產品的產值，又能讓消費者食的安全，吃的美味，吃的更健康。

參考文獻

- 李兆路、陳芹芹、畢金峰、吳昕燁、段玉權、司旭。2014。超微粉碎技術對桑椹果粉理化特性的影響。食品科技 12:101-106。
- 李嬌嬌、郜海燕、陳杭君、房祥軍。2015。真空冷凍乾燥桑椹果工藝參數優化。浙江農業學報 27:1067-1072。
- 葉磊、郜海燕、周擁軍、陳杭君、穆宏磊。2014。熱風乾燥與真空冷凍乾燥對桑椹果粉品質的影響。食品與發酵工業 40:155-159。
- 陳昫寧（2010）。微波輔助熱風乾燥處理對金棗蜜餞製程能源效能與其產品品質之影響。國立宜蘭大學食品科學系碩士論文
- Du, Q., J. Zheng, and Y. Xu. 2008. Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity. J. Food Compos. Anal. 21:390-395.
- Ning, D.W., B. Lu, and Y.L. Zhang. 2005. The processing technology of mulberry series product. China Fruit Veg. Proc. 5:38-40.
- Sadiq Butt, M., A. Nazir, M. Tauseef Sultan, and K. Schroen. 2008. *Morus alba* L. nature's functional tonic. Trends Food Sci. Technol. 19:505- 512.
- Yang. X.l., L. Yang, and H.Y. Zheng. 2010. Hypolipidemic and antioxidant effects of mulberry (*Morus alba* L.) fruit in hyperlipidaemia rats. Food Chem. Toxic. 48: 2374-2379.

Research and development of mulberry primary processing materials

Lai, J. S^{1*}, Chang, Y. L., Lin, Z. H., Qiu, Y. Q.

Abstract

Mulberry fruit is rich in phenolic compounds, which has the effect of health care. It is a good for fresh eating and processing. However, the fresh fruit has a short production period and is not resistant to transportation. The processing methods are mostly fruit juice and jam products. In this study, the research, development and standardization of the primary processing materials of dried fruit and fruit powder are carried out to extend the diversified product applications.

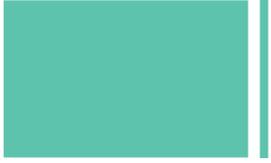
Three varieties of mulberry Miaoli No. 1, Miaoli No. 2 and 83C009 as raw materials are divided into three kinds of fruit maturity to analyze fresh fruit and processing quality. With the increase of maturity, fruit weight, soluble solids, total anthocyanins are also increased, but the titratable acidity decreased. Among the three varieties, Miaoli No. 2 mature fruit has the best sugar/ acidity ratio and the highest total phenolic content. The original dried fruit is made by freeze drying, dehumidification drying and hot air drying, etc. The average yield is about 9.1 to 11.9%, and the freeze drying process of ripe fruit has a higher production, especially Miaoli No. 2 variety. The water activity of dried fruit is between 0.36 and 0.50. Then the drying test was carried out with three fruit sizes of Miaoli No. 2. The yield of dried fruit was between 9.7% and 12.1%, and the yield of small fruit was higher. In the same fruit grade, the drying time of 34-40 hours had no significant effect on the yield of dried fruit. With the increase of drying time, the brightness of dried fruit decreased, while the red and black color increased. In order to improve the flavor and taste of mulberry dried fruit, research and development of candied dried fruit

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

* Corresponding author, E-mail : larry@mdais.gov.tw

is carried out. The mulberries are treated with 15% and 20% granulated sugar and then dried, which can shorten the drying time and improve the flavor. The resveratrol content of the dried fruit is 2.97 ug/g, the anthocyanin content is 1.60 mg/g, and the water activity of the product is lower than 0.5. About 50% of the pomace is a by-product after mulberry pressed and squeezed. The yield of Miaoli No. 2 fruit powder obtained by different drying methods is 14.2~13.8%. The fruit powder made by freeze-drying pomace has higher brightness and brighter red color. The color difference of the fruit powder at 4° C is better than that stored at room temperature, and the content of anthocyanin and resveratrol is also maintained better. Candied mulberry dried fruit and fruit powder processing materials have been well received by bakers in application tests such as bread, cakes and nougat.

Keywords : Mulberry, Processing, Dried fruit, Fruit powder, Standardization



蠶蛹抗菌胜肽於動物飼料添加物之 研發與商品化

廖久薰^{1*}、吳姿嫻¹

摘要

為振興國內蠶桑產業，本研究團隊開發蠶蛹於貓咪食品之研究，建立家蠶誘導產生抗菌胜肽，經體外抑菌試驗證實家蠶體液可抑制格蘭氏陽性菌生長。添加於動物飼糧比較試驗顯示添加 0.5 及 1% 蠶蛹粉可提升肉雞體增重及改善腸道結構與菌相，促進營養吸收及健康。添加於小鼠飼糧食結果顯示含蠶蛹飼糧餵食 4 週後，腸道產氣莢膜梭菌數量減少 15%。進行本研究誘導之蠶蛹添加於家貓食品之研發，商品化產品熱量 132.8 kcal/100g，水分 78.2%，粗蛋白 10.5%，鈣磷比 1.5:1，符合美國及歐洲公告之建議量，且經檢驗無重金屬殘留。採問卷調查方式進行適口性試驗，採雙碗測試，結果顯示受試家貓無取食方向性干擾，對本產品低於 60 秒試探時間占 82%，平均試探時間低於對照的市售罐頭，市售罐頭僅 67% 低於 60 秒。75% 受試家貓對本產品總取食量多過於市售罐頭。本技術產品適口性優於對照組市售罐頭。本技術已移轉給廠商生產販售，並轉介契作蠶農生產蠶蛹原料，增加蠶蛹多元加值利用與廠商營收，促進國內蠶桑產業發展。

關鍵字：蠶蛹、抗菌胜肽、動物飼料添加物、商品化

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場。苗栗縣。臺灣。

* 論文聯繫人E-mail：jsliaw@mdais.gov.tw

緒言

在聯合國 One Health 全體健康、減抗飼養及淨零碳排等全球倡議與趨勢下，動物保健品在其中扮演重要角色。透過「動物保健產業及安全防護科技創新開發」計畫，行政院農業委員會匯聚國內農業試驗改良場、所與產學研跨界合作，開發安全、天然具功效實證的動物保健品，應用於經濟動物飼料添加物與伴侶動物保健食品，實質健全國內動物保健品產業價值鏈、深化產品之創新及獨特性。

過去農民栽種桑樹養蠶主要目的是生產蠶繭繅絲製綢，近 30 年已逐漸從傳統農業轉型為生技產業，現代生物技術與醫學研究利用蠶絲輕柔、高度親和性及透氣性，作為美容保養品、傷口縫合線與人工皮膚等生物醫學用的素材。然而蠶蛹多被視為蠶桑生產之副產物，多作為田間堆肥或飼養家禽，尚無有效地經濟利用。蠶蛹是桑蠶變態過程的一個階段，無毒且含有多種營養成分，蠶蛹粉含 55-65% 粗蛋白、30-34% 粗脂肪及多種礦物質等，表列於「可供給家畜、家禽、水產動物之飼料參考物質」之一；不僅如此，Sadat *et al.*(2022) 蠶蛹含有脂肪酸、胜肽、酚類化合物等生物活性物質，於人體實驗中證實蠶蛹對人體具有抗氧化、抗菌、抗腫瘤及保肝的功效，在泰國及韓國等地將之視為優質蛋白質來源及機能保健食品，供人食用的相關產品已流通多年。

家蠶為體液免疫反應感受性高之昆蟲，受環境或外來物刺激後可自體產生多種具有抗菌作用的小分子肽。本研究建立友善飼養家蠶流程，刺激家蠶化蛹時自發性產生抗菌胜肽，同時利用蠶蛹本身營養物質，開發抗菌機能性蠶蛹添加於家貓食品，期可改善寵物貓咪腸道健康，提升飼主與貓咪生活品質。創造蠶蛹多元利用與蠶桑產品多樣性，有助於增加農民的收入及蠶桑產業再加值。

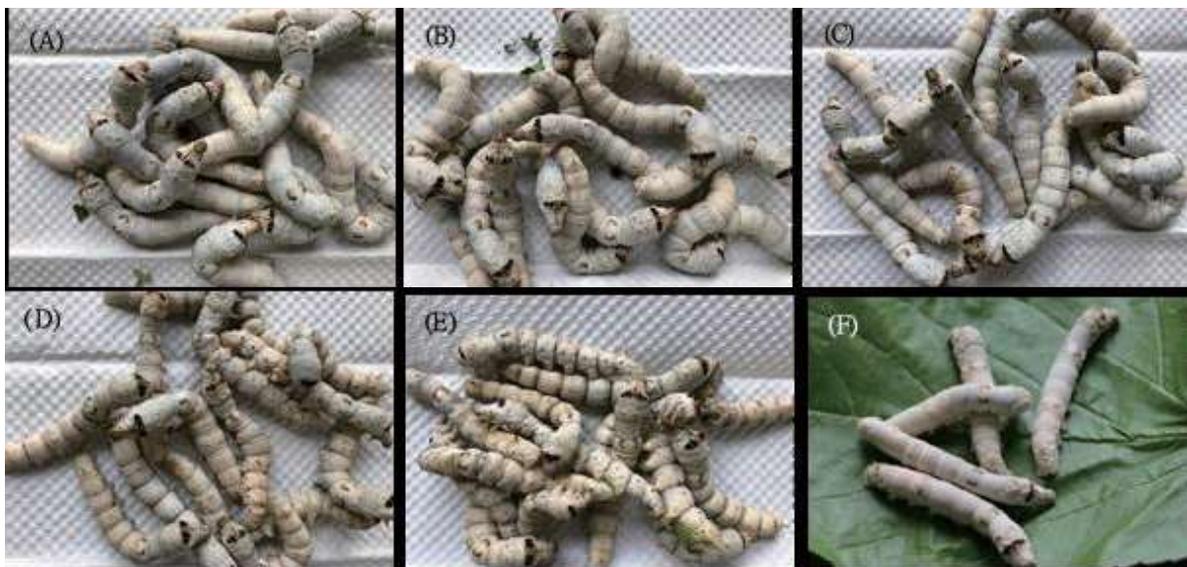
蠶蛹抗菌胜肽在動物飼料添加物之研究

抗菌胜肽 (Antimicrobial peptides, AMPs) 又稱宿主防禦肽，泛指存在於生物體內具抵禦外界微生物侵害，消除體內突變細胞的一群小分子肽，是天然免疫防禦系統的重要成分。這類的抗菌胜肽分子量小，由 6~120 個胺基酸組成；多呈正電，且同時具親水與疏水端的雙性分子；對熱及酸鹼耐性穩定；無抗原性；抗菌範圍廣；對健康的真核細胞幾

乎沒有毒性，對大腸桿菌、金黃葡萄球菌等有不同程度的殺害作用(范等，2009)。Xiao *et al.* (2015) 利用酵母菌增殖的抗菌乳鐵蛋白是最普遍用於離乳仔豬生長的抗菌肽，可增加仔豬最終體重及日增重 13.3 及 29.3%。

昆蟲不似哺乳類動物的免疫機制，當病原菌侵入昆蟲體內，細胞產生非專一免疫的抗菌物質，造成細菌細胞破裂而死亡(Nesa *et al.*, 2020)。1974 年發現經由細菌感染的惜古比天蠶 (*Hyalophora cecroia*) 蛹體內存在一種具抗菌活性的天蠶素 (cecropin)；家蠶在面臨生存危機時，體內也會自主性產生天蠶素及其它類似的胜肽群，以抵禦外來微生物侵擾而避免死亡(范等，2009)。Nesa *et al.* (2020) 依據不同的胜肽分子結構及殺菌特性，發現在家蠶體內有天蠶素、defensin、moricins、gloverins、attacin 及 lebecins 等 6 種抗菌胜肽，此類胜肽的抗菌範圍廣，不僅具有廣效抗細菌的活性，並具抗真菌、抗腫瘤、抗病毒等活性，非基因工程之天然產物，是一種新型應用於飼料科學，可取代抗生素且無公害的天然素材。

Nesa *et al.* (2020) 當病原菌侵入昆蟲體內，體液細胞進行瘤結及吞噬病原菌，再者會引起黑化反應，產生非專一免疫的活性氧及抗菌物質，造成細菌細胞破裂而死亡。家蠶幼蟲末齡施以刺激或緊迫處理，處理後的家蠶幼蟲體表呈現黑化，隨著處理程度愈高，黑化程度愈明顯(圖一)。蠶體黑化表示家蠶受到逆境刺激，體內已經開始出現自體抵禦



圖一、處理後對家蠶幼蟲體表的影響。(A) 至 (E)，低至高劑量，(F) 對照組。

的表現。體外抑菌確效結果顯示利用物理性刺激後的蠶蛹萃取液可抑制金黃葡萄球菌及木糖葡萄球菌等格蘭氏陽性菌，抑菌效果等用 Ampicillin 抗生素抑菌作用。本試驗調查發現經物理性處理家蠶幼蟲對蠶絲生產影響不明顯。因家蠶對農藥敏感，桑葉生產及養蠶過程不使用農藥，因此蠶蛹粉經 374 項農藥品項及重金屬砷、鉛、汞及鎘等劇毒重金屬檢測結果皆未檢出，作為飼料添加物安全無虞；添加 1% 蠶蛹粉可提升肉雞增長期體增重 4.6%(表一)，且肉雞血液生化分析結果，顯示肉雞食下含蠶蛹粉飼糧對生長無不良影響。肉雞飼糧添加 0.5~1% 蠶蛹粉可提高盲腸中乳酸菌菌數及降低大腸桿菌數目(表二)；可增加迴腸絨毛高度 / 腺窩深度，促進肉雞腸道吸收營養及生長。

添加蠶蛹飼糧於小鼠飼糧，對 ICR 小鼠體重及血液生化值沒有不良影響。添加蠶蛹處理組與無蠶蛹對照組在 14 天糞便菌相比較，結果顯示添加蠶蛹處理組之糞便含乳酸桿菌在第 14 日之菌數達 1.3×10^8 CFU/ g，高於無蠶蛹對照組之 1.0×10^8 CFU/ g，產氣莢膜梭菌數為 1.6×10^6 CFU/ g，低於對照組之 2.0×10^6 CFU/ g (圖二)。動物腸道菌數目會隨著機能性蠶蛹添加量增加而提高抑制有害細菌滋生之潛力。

表一、蠶蛹飼糧對肉雞生長性能之影響

Item	Treatment			
	control	0.5%PM	1.0%PM	1.5%PM
1-21 d				
Weight gain, g/bird	919.9±4.6 ab ^z	904.9±4.5 b	900.3±4.0 b	935.2±4.6 a
Feed consumption, kg/bird	1.3±0.0 a	1.2±0.1 c	1.2±0.2 bc	1.2±0.0 ab
FCR (kg/kg)	1.4±0.1 a	1.3±0.0 b	1.3±0.0 b	1.3±0.1 b
22-35 d				
Weight gain, g/bird	1423.7±10.0 b	1454.9±10.4 ab	1489.5±9.8 a	1403.4±9.5 b
Feed consumption, kg/bird	2.1±0.0 a	2.2±0.1 a	2.2±0.0 a	2.1±0.1 a
FCR (kg/kg)	1.5±0.0 a	1.5±0.0 a	1.5±0.1 a	1.5±0.0 a

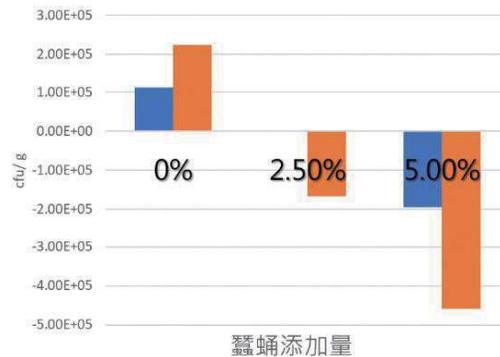
z : means ± standard error (n=3) within each row followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

FCR: Feed conversion rate; PM: pupae meal.

表二、蠶蛹飼糧對肉雞腸道菌落之影響

Microbial parameter, log cfu/g	Treatment			
	Control	0.5% PM	1.0% PM	1.5% PM
<i>Lactobacillus sp.</i>				
Ileum	7.3±0.2 a ^z	8.1±0.2 a	7.1±0.1 a	6.8±0.2 a
Caecum	7.5±0.1 b	9.0±0.1 a	8.1±0.1 b	7.6±0.0 b
Coliform				
Ileum	7.2±0.1 a	7.5±0.1 a	7.0±0.1 a	6.5±0.0 a
Caecum	8.8±0.1 ab	9.3±0.1 a	8.1±0.2 c	8.7±0.1 bc

z: means ± standard error (n=6) within each row followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test. PM: pupae meal



圖二、食後 2 及 4 週蠶蛹飼糧對小鼠腸道產氣芽孢桿菌菌落數影響

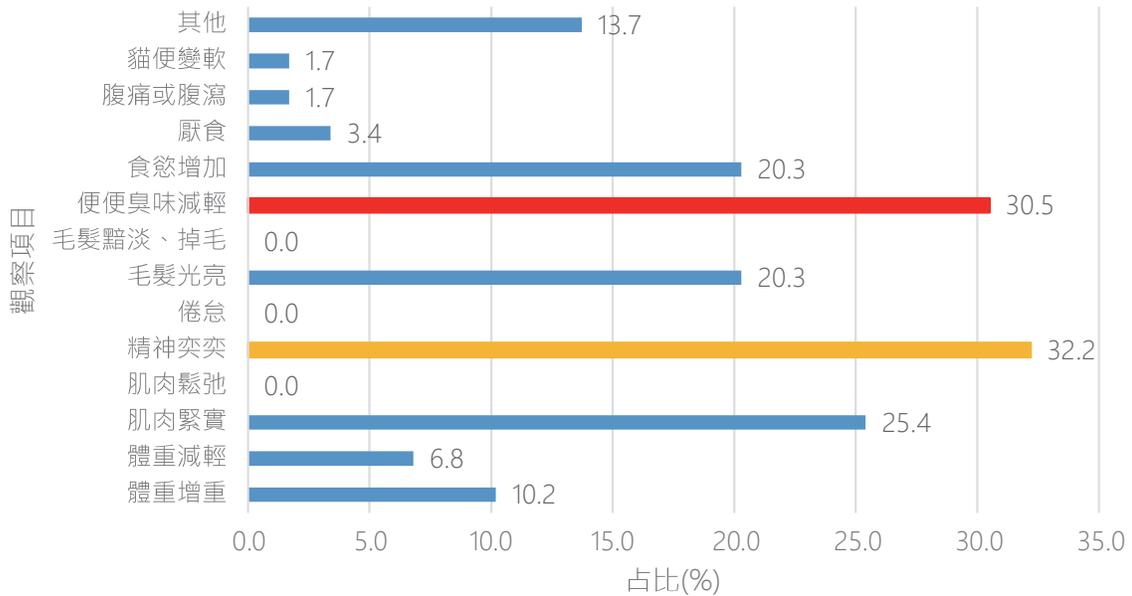
蠶蛹於家貓食品創新研發與商品化

隨著社會型態改變，新生兒出生數目銳減，許多家庭以飼養寵物慰藉心靈。根據台灣經濟研究院調查，2020 年國內寵物飼養隻數已超過 15 歲以下青少年人口數，少子化趨勢下，養毛小孩的現象逐漸普遍，對寵物食品與用品需求大增，全球寵物市場規模以每年超過 10.9% 速度成長，其中寵物保健食品的年成長率高達 72.9%，遠超過整體寵物食品平均年成長率，同時也開啟相關產品商機（李等，2021）。飼主將寵物視為家人及伴侶，關注其身心健康議題，更注重寵物食物是否天然有機，不僅吃得飽，更要吃得好、吃得

健康。本團隊開發之蠶蛹貓咪主食罐熱量 132.8 kcal/ 100g，水分 78.2%，粗蛋白 10.5%，粗脂肪 10%，碳水化合物 0.2%，灰分 1.1%，鈉 0.1%，鈣磷比 1.5:1(表三)，符合美國及歐洲公告之建議量，且經檢驗無重金屬殘留，安全無虞。募集 72 隻家貓進行本產品試吃問卷調查，結果顯示 93.2% 飼主願意給家貓含昆蟲成分的罐頭。試用 2 週後，75% 家貓接受並喜愛本產品，90% 飼主認為家貓試用本產品對其牠的外觀及健康有正面效果，其中 32.2% 認為貓咪神采奕奕，30.5% 貓咪便臭情形改善，25.4% 肌肉緊實度增加(圖三)。另募集 15 隻受試家貓進行產品適口性試驗，有效回收率 80%(12 隻)，採雙碗測試，受試家貓取食沒有方向性干擾，受試期間優先試探左碗的次數是 42 次，優先試探右碗的次數也是 42 次，比例為 1:1(表四)。貓咪對本技術產品(A 罐)有 82% 試探時間低於 60 秒，對照的市售罐頭(B 罐)試探時間有 67% 低於 60 秒。12 隻受試貓對 A、B 罐總取食量分別為 3613.5 克及 2868 克(0.56:0.44)，當中有 9 隻對 A 罐取食量多過 B 罐(圖四)，整體而言，本技術產品適口性優於對照組 B 罐。本技術已成功移轉給國內廠商生產販售，並轉介製作蠶農生產原料，市場反應良好，已成功增加蠶蛹多元增值利用與產業營收，促進國內蠶桑產業發展。

表三、蠶蛹貓咪罐頭營養成分表

代謝能:122 kcal/ kg		
成分	營養分析(%)	營養分析(乾物比%)
粗蛋白	10.5	48.2
粗脂肪	10	45.9
碳水化合物	0.2	0.9
灰分	1.1	5.0
鈉	0.1	0.5
水分	78.2	
	含量(%)	mg/ 100 kcal
磷	0.22	165.7
鈣	0.32	241.0
鈣磷比	1.5:1	

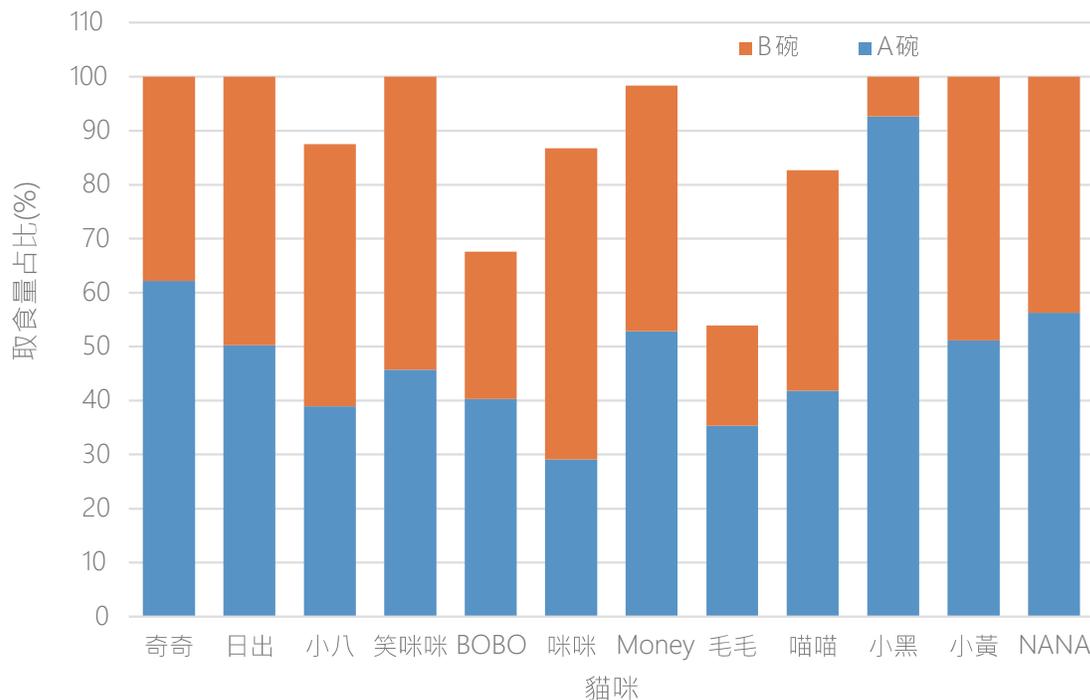


圖三、貓咪試用蠶蛹配方罐頭 2 週後的健康情形

表四、蠶蛹貓咪罐頭適口性測試及每日取食情形

貓咪	第1日		第2日		第3日		第4日		第5日		第6日		第7日	
	A	B	A	B	B	A	B	A	A	B	B	A	A	B
奇奇	25*	24	44	32*	64	70*	13*	80	78.5	80*	26	80*	70	78*
日出	30*	25	38	43*	44*	58	68*	67	47	35*	51	34*	47	52*
小八	40*	40	40*	30	50	20*	50	20*	30*	0	30	30*	40	40*
笑咪咪	40*	65	40	65*	75	50	75	50*	75*	50	75*	40	70	60*
BOBO	0	30*	15	30*	5*	0	5	0	70*	0	65*	10	75*	0
咪咪	60*	10	70*	10	70*	0	40*	0	50	50*	50*	50	50*	60
Money	80	10*	50	20*	40	60*	60	60*	70*	20	25	50*	45*	40
毛毛	0	30*	0	60*	0	60*	45*	0	45*	0	0	50*	40*	0
喵喵	3	100*	100*	0	70*	10	12	20*	70*	10	50*	30	40*	20
小黑	30*	30	50*	10	12	80*	5	70*	70	5*	8	68*	80*	0
小黃	30	28*	45*	20	45*	10	30*	25	45*	10	40*	10	45*	5
NANA	35	32*	38*	34	29	40*	38	43*	33	51*	25	37*	43	34*
取食量 (小計)	373	424	530	354	504	458	441	435	683.5	311	445	489	645	389
優先試探 (小計)	6	6	6	6	5	7	6	6	7	5	5	7	7	5

*優先試探



圖四、受試家貓對 A、B 兩種貓罐頭總取食占比，A 罐為本試驗產品，B 罐為市售家貓罐頭

討論與展望

過去養蠶事業主要為繅絲製綢，蠶蛹僅能算是蠶桑產業副產物。家蠶本身富含優質蛋白質與脂質，當作飼料是很好的營養來源，若又能善加利用昆蟲本身產生抗菌物質的特性，減低動物受有害微生物的侵害，可謂「一兼二顧」。本研究以蠶蛹作為飼料添加物，以無毒友善方式飼育家蠶，利用物理方式刺激家蠶幼蟲，使家蠶在化蛹時，體內產生天然抗菌肽，進一步應用於家貓飼料添加物，同時可提供蠶蛹營養與改善動物腸道健康。目前本技術產品已於國內販售，飼主可以直接上網選購及餵食，有助於提升寵物健康及寵物與飼主生活品質。

蠶桑事業全程無毒栽培管理，生產過程無排放有害物質；蠶蛹沒有農藥及重金屬殘留疑慮，作為動物飼料添加物是兼顧農業生產安全及環境永續發展最佳典範。本技術已成功增加國內蠶蛹增值利用，提高農民收入，未來應可視市場需求增加栽桑面積及養蠶農戶數以提高蠶絲及蠶蛹之原料生產，落實活化蠶業之願景。

參考文獻

- 李春芳、林義福、林恒夫、李盼、余祁暉。2021。「動物保健產業及安全防護科技創新開發」計畫簡介與執行效益。農業生技產業季刊 67：6~12。
- 范濤、代君君、周業奉、魏國清、范后文、肖玲珍、吳偉華、王儲炎、田善富。2009。家蠶抗菌肽的誘導及其抑菌作用的研究。中國農學通報 25：30-32。
- Nesa, J., A. Sadat, D. F. Banieli, A. Kati, A. K. Mandal and O. L. Franco. 2020. Antimicrobial peptides from *Bombyx mori*: a splendid immune defense response in silkworm. RSC Adv. 10:512-523.
- Sadat, A., T. Biswas, M. H. Cardoso, R. Mondal, A. Ghosh, P. Dam, J. Nesa, J. Chakraborty, D. Bhattacharjya, O. L. Franco, D. Gangopadhyay and A. K. Mandal. 2022. Silkworm pupae as a future food with nutritional and medicinal benefits. Curr. Opinion in Food Sci. 44 DOI:10.1016/j.cofs.2022.100818
- Xiao, H., M. Wu, F. Shao and W. Ren. 2015. The application of antimicrobial peptides as growth and health promoters for swine. J. Animals Sci. and Biotechnology DOI: 10.1186/s40104-015-0018-z

Development and commercialization of silkworm pupae antimicrobial peptides in animal feed additives

Chiu-Hsun Liao^{1*} and Tzu-Hsien Wu¹

Abstract

In order to develop the sericulture in Taiwan, we study the dry silkworm (*Bombyx mori* L.) pupa powder as a cat food additive for improving the pets' health. We establish the procedure of the inducing antimicrobial peptides (AMPs) in silkworm pupa. The hemolymph of AMPs-inducing silkworm pupa shows the ability of gram-positive bacteria inhibition. Both adding 0.5% or 0.1% AMPs-inducing silkworm pupa powder within feed could not only strengthen poultry' s digest system but also increase body weight and improve nutrition intake. Also, we find that after 4-week AMP-inducing silkworm pupa feed trial, *Clostridium perfringens* in the mice' s intestine decrease 15 percent. According to above reason, the research team come up with the idea of adding AMPs-inducing silkworm pupa powder within cat food, as a functional pet food. To comply with U.S. FDA and European' s recommendations of pet food, this AMPs-inducing silkworm pupa-added can product' s mineral ratio of Calcium/ Phosphorus is 1.5 and is without heavy metal residue. The nutrition content is 132.8 kcal/100g with 78.2 % moisture and 10.5% crude protein. To understand the palatability of AMPs-inducing silkworm pupa feed, we conduct the two-bowl test and it shows no preference difference between control group and experiment group. The food intake rate in 60 seconds feeding trial of the functional cat food

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O.C.

*Corresponding author, E-mail : jsliaw@mdais.gov.tw

is 82 percent, 15 percent higher than control group. We have technical transfer with biotech industry and there are several AMPs-inducing silkworm pupa adding cat food products in the market now. The popular of silkworm pupa cat food will also drive up the sericulture industry in Taiwan.

Keywords : silkworm pupae, antibacterial peptides (AMPs), functional additive, commercialization



養蠶三部曲

張霽月¹

摘要

感謝苗栗區農業改良場舉辦的《蠶桑教學教案設計競賽》，使原本對蠶一問三不知的學生，有機會親自飼養蠶寶寶，雖然一開始並不順利，飼育過程遇到了困難，卻是屢敗屢戰，愈挫愈勇，從不放棄，不僅進入決賽，最後還拿下全國冠軍，更在校園裡掀起養蠶寶寶的熱潮。重要的是，學生在互動過程中，學會分工合作與彼此尊重，學習上的進步更是有目共睹。接著，為了在畢業前夕共同永久保存這個美好回憶，也讓更多人了解蠶寶寶的生命歷程，決定指導學生組隊參加電子書大賽，寫下這珍貴難得的回憶。期間由於不間斷飼養蠶寶寶，取得各季節性吐絲的蠶寶寶，一次又一次地製作蠶絲扇，發現真正弄髒蠶絲，且產生難聞氣味的原因，有可能是不健康的蠶寶寶所造成。為了探究真正原因，進而帶學生繼續參加科展研究，開始了這探究之旅。

緒言

養蠶本應該是國小必經的歷程，即使不透過學校教育，課後與同儕抓昆蟲、摘桑葉都是稀鬆平常的事。然而，隨著時代的變遷，學生與昆蟲的互動管道，除了特地參觀科博館、植物園等地外，只剩下學校的課程，但無毒桑葉不易取得，大量交配後的蠶卵也無法處理，廠商為了配合教學方便，都改以「獨角仙」、「鳳蝶」、「竹節蟲」為昆蟲單元的主角，「養蟲經驗」產生迥異，曾幾何時，國小校園裡已見不到小學生飼養蠶寶寶。筆者在偶然的機緣下得知苗栗區農業改良場舉辦了《蠶桑教學教案設計競賽》，便決定與同事攜手合作，策劃一個寓教於樂的養蠶活動，開啟了一個別具意義的養蠶之旅。

¹ 南投縣立嘉和國小
E-mail：jihyueh0512@gmail.com

養蠶三部曲之第一部「作繭不自縛—照亮你、照亮我」

此教案結合社會、自然及藝術與人文三個領域，以「蠶」為何物、養蠶樂趣、平面繭絲、創意燈罩等活動，帶著學生去深入了解蠶寶寶。

活動一：「蠶」為何物

透由老師的引導，帶著學生去覺察身旁的蠶絲製品，對於蠶絲是如何取得，可從老師播放的影片得知傳統抽絲剝繭方式，過程中更引導學生生命教育的概念。蠶的起源眾說紛紜，各組學生則根據老師提供的資料進行探討，上台發表分享最後的討論結果，與此同時培養其他人做到聆聽與尊重，並給予適當的建議。

活動二：養蠶樂趣

觀察昆蟲與紀錄的方法是學生先備的經驗，但蠶寶寶對於現在小學生可能是從未看過，所以更不用說飼養的經驗，為了讓學生能飼養得順利，提供蠶寶寶飼育的影片與資料給學生學習，並透過實際飼育觀察完成蠶的一生的學習單。

活動三：平面繭絲

經由老師兩難情境的提問，促使學生的思考能更全面，然而相對於傳統抽絲剝繭方式，平面繭絲則能創造出「雙贏」的局面，實際操作方式可從老師播放的影片來獲得。

活動四：創意燈罩

人們晚上經常會使用夜燈來提供光照的安全感，有的甚至是為了緩解對黑暗的恐懼。如何將家中的夜燈大升級，自製的創意燈罩，上頭的圖案會由各組討論設計，利用平面紙雕方式來施作，最後讓珍珠光澤般自然閃動的蠶絲裝飾在學生的創意燈罩上面，更顯得燈罩的優雅高貴，感受到創作樂趣。

養蠶三部曲之第二部「生命的悸動—養蠶『心』體驗」

為了在畢業前夕共同永久保存這個美好回憶，也讓更多人了解蠶寶寶的生命歷程，筆者決定指導學生組隊參加《第十二屆國際華文暨教育盃電子書創作大賽》，寫下這珍貴難得的回憶。

根據學生的特質與專長，有人撰文、有人繪圖、有人配音、有人打字並負責多媒體

工具的使用，彼此分工各司其職，歷經兩個多月，終於完成這本電子書《生命的悸動—養蠶「心」體驗》。

全書分成十二個章節，章節名稱皆以「蠶」來貫穿，內容詳細記錄了過程中所遭遇的困難，大家卻從不放棄，愈挫愈勇，互相補位，互相鼓勵，讓讀者有身歷其境的感覺，也很榮幸得到評審與讀者的肯定，最後拿下電子書國小組全國第一名，這也是對學生最好的鼓勵。



• 後記	• 第十二章「蠶」久深刻在我心	• 第十一章得「蠶」所願，獨占鰲頭	• 第十章與「蠶」同行，進軍全國	• 第九章拋磚引玉，養「蠶」再現	• 第八章一番「蠶」鬥，脫穎而出	• 第七章「蠶」開心胸，不分彼此	• 第六章「蠶」意有所領悟
	P29	P26	P24	P22	P20	P18	P17
							P16

• 第五卷	• 第四章不斷「蠶」試	• 第三章「蠶卵」宅急便	• 第二章「蠶」生危機	• 第一章那些年爸爸媽媽養的「蠶寶寶」	• 前言	• 基本介紹	目錄
P14	P12	P10	P8	P7	P5	P3	

養蠶三部曲之第三部「手弄生絹白團扇—蠶絲扇」

原本認為蠶寶寶在吐絲階段，所排出的尿液，不僅氣味難聞，還會弄髒蠶絲，所以才無法製作出乾淨潔白的蠶絲扇。透由不間斷飼養蠶寶寶的過程，取得各季節性吐絲的蠶寶寶，一次又一次地製作蠶絲扇，結果發現真正弄髒蠶絲，且產生難聞氣味的原因，有可能是不健康的蠶寶寶所造成。為了探究真正原因，開始了科展的探究之旅。

根據我們實驗研究的結果，我們發現以下幾點：

一、吐絲的習性實驗

蠶寶寶有群聚互相靠攏的互動情形，有向上移動的習慣。

二、季節差異實驗

我們在季節差異實驗中，發現蠶絲的品質與數量受到氣溫與桑葉品質的影響，孟子曾提到：「雖有智慧，不如乘勢；雖有鎡基，不如待時。」能抓住時機、配合時機是很重要的，這樣才能事半功倍，所以選擇春季飼育蠶寶寶才是最恰當的。

三、健康狀況差異觀察實驗

健康狀況差異觀察實驗中，主要將生病吐絲的蠶寶寶與健康吐絲的蠶寶寶分別作觀察記錄，從外觀與「排尿」兩個項度可觀察出兩者有明顯差異。生病吐絲的蠶寶寶呈現軟弱無力精神差，過程中不時「排尿」且味道難聞，更無法將絹絲腺中的絲漿與絲膠全部分泌吐出，就提早結束生命；健康吐絲的蠶寶寶則呈現身體結實有精神，過程中只會排尿一次，無味且清澈，更有趣的是不時還會翹起屁股。唐代詩人李商隱的《無題》這首詩，提到「春蠶到死絲方盡」，但根據我們的研究觀察，蠶寶寶將絲吐盡是不會死的，蠶寶寶將會進行最後一次脫皮化蛹，之後蛻變成蛾繁衍下一代。若能準確分辨吐絲的蠶寶寶是否健康，所製作出的蠶絲扇就會截然不同

四、其他實驗

(一) 尿漬清除實驗

尿漬清除實驗得知，健康吐絲的蠶寶寶排尿所造成的尿漬，是可以清除，但對於生病吐絲的蠶寶寶，後來吐絲過程中又不斷的「排尿」所造成的「尿漬」，發現

用水擦拭卻無法清除乾淨。

(二) 黃絲白絲由腳分辨實驗

我們發現蠶寶寶吐出的蠶絲顏色可以從蠶寶寶的腳得知，蠶寶寶的腳若是黃色，則能吐出黃色的絲；蠶寶寶的腳若是白色，則能吐出白色的絲。



結論

畢業典禮當天，筆者班上每個學生面對畢業有說不出的不捨與感動，大家的心中似乎有一條看不見的「蠶絲線」，將彼此的心緊緊扣住。大家曾為了共同目標一起努力，即使遇到挫敗，也絕不輕言放棄，再接再厲，最終享受成果的喜悅，過程中有人找到自己的亮點，有人發現學習路上自己並不孤單，國小生活讓他們印象最深刻的莫過於此。



The Trilogy of Rearing Silkworms

Chi-Yueh Chang¹

Abstract

Thanks to the Silkworm Teaching Plan Design Competition held by Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, which gave students who were originally ignorant about silkworms the opportunity to raise silkworm babies in person. Although it was not smooth at the beginning and encountered difficulties in the breeding process, they repeatedly failed repeatedly. The more frustrated they became braver they became. They never gave up. They not only entered the finals, but also won them. The national champion also set off a craze for raising silkworm babies on campus. Importantly, in the process of interaction, students learn to divide labor and respect each other, and the progress in learning is obvious to all. Then, in order to keep this beautiful memory forever on the eve of graduation and let more people understand the life of silkworm babies, it was decided to guide students to form a team to participate in the e-book competition and write down this precious and rare memory. During this period, due to the continuous breeding of silkworm babies, the silkworm babies who spit silk seasonally made silk fans again and again, and found that the real dirty silk and unpleasant smell may be caused by unhealthy silkworm babies. In order to explore the real reasons, he took the students to continue to participate in the scientific exhibition research and began this exploration journey.

¹ Nantou County Jishe Elementary School
E-mail : jihyueh0512@gmail.com

臺灣蠶業文化資產保存活化之 口述歷史與文物調查

張訓堯¹

摘要

為瞭解臺灣蠶業發展歷史軌跡，以紀錄口述歷史、整理文資史料及指認蠶業建築遺跡，為蠶桑產業文化保存計畫目標。從拜訪耆老及資深蠶業從業人員，蒐集有關蠶業專業區、重要關鍵人物、核心發展地區、重要農業副業及特殊民俗文化等口述歷史主題。由蠶業文化館展品盤點及檔案室文書檔案分類，建置蠶業史料基礎背景資料。蠶業發展過程衍生歷史建築群、文化景觀及所遺留的建築及工業遺跡之指認，重新瞭解蠶業發展聚落情形。本計畫藉由蠶業口述歷史紀錄、文物史料整理及產業遺跡分布，梳理臺灣蠶業發展歷史脈絡，為蠶業文化資產保存活化發展奠定基礎。

關鍵字：蠶業、口述歷史、文物調查、文化資產保存

緒言

為傳承百年蠶產業避免文物逐漸流失，苗栗區農業改良場（以下簡稱本場）自民國87年開始，蒐集蠶業文物設立「臺灣蠶業文化館」，除吸引國內外賓客指定交流參訪，年度參觀民眾亦超過2萬人，發展蠶業文化資產保存場域深具潛力。適逢106年8月22日苗栗縣政府公告登錄本場生物防治分場（苗栗縣大湖鄉）為歷史建築，部分建築列為「原大湖蠶業改良場（試驗場）建築群」，顯示文化資產保存受高度重視，推動蠶業文

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場。苗栗縣。臺灣。
E-mail：chy@mdais.gov.tw

化復甦已水到渠成。本場續於 109~110 年執行「臺灣蠶桑產業文化保存活化推動計畫」，其中「臺灣蠶業拓展與蠶桑民俗文化之演替調查」子計畫委託清華大學執行，「文物盤點分類與背景資料建置」子計畫則由本場自行辦理，藉由蠶業者老口述歷史、文物分類清查等基礎調查工作，梳理蠶業發展歷史脈絡，逐步實踐、完善蠶業文化資產的保存。

臺灣蠶業口述歷史訪查

繼蠶業專區之後，廢耕已逾 40 年，有鑑於熟稔蠶桑業者陸續退休或辭世，歷史記憶快速流失，因此「臺灣蠶業拓展與蠶桑民俗文化之演替調查」以訪談為執行重點。

第一階段訪對象（110.2.1~110.4.25）以苗栗區農業改良場退休人員為核心，在此基礎上，第二階段的訪談對象（110.8.5~110.9.3）擴及專區、推廣地區的農會的退休人員和蠶農等。訪談過程採用錄影、錄音，隨後以逐字稿進行確認工作。訪談耆老訪查名單如表 1。

迥異一般蠶業歷史研究多侷限於核心人物及文獻蒐集，本次口述歷史擴大口訪範圍，從原料生產的蠶農、蠶絲加工業者及蠶業主管機關，均有探訪。礙於篇幅，本文僅以部分主題節錄摘要提供參考。

（一）蠶業的現代化發展

蠶專業包括栽桑、養蠶、繅絲及紡織等過程，屬農工複合產業，曾是「農業界的台積電」。從桑苗的培育管理與繁殖供應、桑苗種植與採收、養蠶室設立、蠶卵及飼育技術等，均需投入密集技術與專業人力。相關蠶業重要產業特徵歸納如下。

1. 蠶業專區計畫性生產：62 年「加速農村建設計畫」納入蠶業，培訓專業人員至專業區駐點擔任指導員推廣蠶業，如苗栗、南投、嘉義、臺南、屏東、花蓮及臺東專業區等，將原本野桑採集推展為平地栽桑，開創民國 63 年至 69 年的蠶業輝煌年代，不論蠶繭產量及生產面積均達到史上最高峰。
2. 推動生產履歷：蠶業改良場曾推行臺灣最早的生產履歷。當時每個蠶戶，都有登記養蠶工作紀錄卡片，詳細記錄養蠶過程，具現今生產履歷雛型。
3. 推動產業分工及駐點指導：由改良場分派各專業區技術人員駐點指導「稚蠶共

育」，訓練技術優良蠶農集中飼育 1~3 齡的稚蠶，先讓蠶寶寶發育整齊，4~5 齡壯蠶再轉由一般蠶農接力飼養。

4. 執行蠶種法規使臺灣免除蠶微粒子病的侵襲：以「蠶種製造條例」嚴格規範蠶種三級繁殖制度，避免蠶微粒子病（pébrine）入侵。此種疾病可謂是蠶的黑死病，曾幾乎毀滅世界蠶業。直至臺灣蠶業廢耕，尚無發現微粒子病感染，至今還保持這項罕見世界紀錄。

5. 應用蠶卵催青技術，每年養蠶週期提高至 8 次

早期農民每年飼養春蠶及秋蠶各 1 次，即蠶種為春製秋用或秋製春用，在自然狀態下可滿足休眠所需要的低溫，而解除休眠。為推行一年養 8 次蠶，蠶卵供應成為最嚴峻挑戰。專業區推廣初期，曾遭遇蠶卵無法孵化的問題，影響蠶專業區推動。經本場前副場長余錫金先生開發人工定溫孵化（催青）的技術，解除蠶卵休眠順利孵化，消弭蠶卵供應危機。

6. 推動現代化栽桑養蠶管理技術

- （1）推動平地或梯田種植桑樹：減少採桑耗費的時間，提供新鮮的桑葉，蠶農毋須翻山越嶺採集野桑葉，且明顯提高產量和品質。
- （2）篩選桑樹品種，提高養蠶效率：蠶業改良場葉桑育種目標，培育葉片大、葉片厚、生長勢好、枝條數多等高產特徵的桑種，有助促進蠶繭質量。
- （3）良好的病蟲害控制觀念：避免病害傳播的基本概念，即為避免稚蠶共育之幼蠶遭受病害感染，採用專人養殖幼蠶，嚴格禁止 4~5 齡蠶養殖人員進入稚蠶共育區域，減少稚蠶遭受病害感染，提高育成率。

（二）日治時代大湖地區逐漸成為臺灣蠶業發展核心

1. 霧峰林家獎勵養蠶為大湖地區蠶業發展濫觴：清光緒十二年（1886 年）劉銘傳任命霧峰林家族長林朝棟擔任撫墾局局長，督辦臺灣中部撫墾事務暨興辦蠶業，並於大湖卓蘭庄大坪林獎勵養蠶，為大湖地區發展蠶業濫觴。臺灣二大家族（板橋林家與霧峰林家）均參與清治時代蠶業推廣，以往歷史僅提及林維源及李春生協助北部蠶業推動，遺漏林朝棟曾推動中部蠶桑事業之紀錄。

2. 日治時代大湖地區成為臺灣蠶業發展重鎮：日治時期大正元年（1912 年）總督府曾考察大湖地區，認為氣候非常適合發展蠶業，鼓勵民眾養殖。在日治時代，全臺 80% 蠶業在苗栗縣，苗栗縣 80% 蠶業在大湖鄉，大湖鄉 80% 蠶業則在四份地區（現今栗林村），尤其四份地區家家戶戶都在養蠶，可見大湖地區是臺灣蠶業發展核心。

（三）蠶業曾在農業貿易及農村經濟發展扮演重要角色

1. 原住民養蠶極盛一時：日治時期推動原住民山地養蠶，主要由日本警察兼職推廣及教導原住民養蠶。蠶繭收成後運至交易所交換物品或現金，包括角板山、大湖及埔里等交易所都曾是蠶繭集散地。
2. 臺灣蠶繭物美價廉，吸引日本廠商設立製種廠及購買蠶繭：臺灣蠶繭品質好，生產成本比日本便宜，吸引日本廠商購買。根據耆老回憶，為降低成本，通常是 4 份的日本蠶繭併入 1 份的臺灣蠶繭。
3. 養蠶是重要的副業：實施「稚蠶共育」後，蠶農只需飼養 4 齡及 5 齡壯蠶，實際養蠶時間只需半個月，就可快速獲得現金收入，成為當時相當重要的副業。
4. 臺灣蠶業由盛轉衰的轉折：民國 69 年日本實施「事先確認制」，係日本國會議員立法保護日本蠶農，限制日本繅絲工廠只能購買國內蠶繭，不足才能購買外國蠶繭。臺灣蠶業受限於日本進口限額，開始步入黃昏，最終民國 82 年廢耕。
5. 蠶業沒落後的產業轉型：自民國 69 年後，蠶業走下坡，產業被迫從一級產業轉型為二三級產業。例如苗栗縣農會轉為推廣蠶絲被，國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場推廣袋綿蠶絲被、臺東縣池上蠶桑休閒農場推廣平面繭蠶絲被，下營區農會將葉桑改推廣果桑栽培，輔導製作蠶絲被，辦理產業文化節，至今仍維持販售蠶絲相關產品。廢耕後，蠶業專業區相關蠶業幾乎完全消失，至今仍有多家販售蠶絲被之廠商，但目前僅苗栗縣獅潭鄉涂泉明先生持續經營蠶業生態農場。

（四）養蠶的特殊記憶

1. 學童是養蠶好幫手：早期蠶架用竹子搭設，為避免在蠶架內結繭，蠶農讓學童鑽進蠶架協助抓熟蠶上簇。

2. 蠶輕咬手指頭：根據部分受訪者後代表示，以手工協助抓熟蠶上簇後，在休息或睡夢時，仍隱約感覺數百尾（頭）蠶寶寶爬在手上輕咬搔癢的感覺。
3. 永遠餓不飽的蠶：多數受訪者對 5 齡蠶食量奇大印象深刻，此時期營養供應不足會影響繭的產量與品質，必須不斷補充桑葉餵食，此時為人力需求最殷切時期，日夜無法休息。
4. 蠶的啃食聲：養蠶室內數萬頭蠶寶寶在努力啃食桑葉，不斷迴盪「沙～沙～沙～」聲音，耆老以「蠶雨」來形容，這種持續不斷的催促聲會讓人感到相當緊繃。
5. 蠶寶寶當零食：當婦女揹著嬰幼兒協助養蠶時，因嬰幼兒對蠶好奇，時有將蠶寶寶送進嘴裏的情形。
6. 燒木炭是專業技術：蠶飼養環境必須控制溫度及濕度，冬天溫度降低，蠶生長緩慢，必須加溫，最早的加溫採用木炭，在蠶室下方挖洞燒木炭，配合適度通風，維持適當的溫度，使蠶發育良好。

（五）蠶業與喪葬民俗文化的連結

1. 老嫁妝：蠶絲除了做蠶絲被之外，也可製作成老嫁妝（壽衣），便利於撿骨，而蠶絲被的製作原料袋綿，也曾有撿骨師用於包裹骨灰，放在甕裡二次葬，因蠶絲會吸溼氣，可將骨灰保存很好。在中國貴州也有在往生者臉上放野蠶絲絲綢的習俗。
2. 蠶單位為「仙」：民間相當忌諱以每頭（隻）蠶為計數單位，需稱為「仙」，據說可減少蠶的死亡，也有一說是為表達對蠶尊敬及感激之意。

臺灣蠶業相關文物調查

本計畫子計畫目標包括蠶業文化館文物及檔案室移交資料之基礎盤點分類，蠶業文化館展品相當豐富，惟尚無基礎調查盤點；而自本場生物防治分場移交檔案室之資料，保留部分蠶業專業區訓練輔導等史料，惟尚未歸檔清點造冊。囿於人力，目前僅能基礎清點，涉及文物維護修補或需專業掃描、基礎背景資料及基礎歷史脈絡部分，未來則申請專案計畫委由專業廠商或文史工作者接力辦理。文物登錄流程參考國立臺灣歷史博物

館（以下簡稱臺史館）流程：

A. 開箱清點→ B. 測量文物與紀錄→ C. 拍攝文物照片→ D. 填寫登錄號碼→ E. 文物清單造冊。

（一）蠶業文化館文物盤點分類

1. 文物調查登錄調查：參考臺史館文物史料登錄欄位格式，考量本場文化館館藏與一般博物館殊異，故部分調整增刪代碼及編碼，先以簡要欄位為主，未來再依蒐藏狀況調整調查內容。實際文物盤點分類簡要欄位示意如表 2。

2. 文物保存調查結果：經調查蠶業文化館文物保存狀況調查（如表 3），總計盤點 511 項文物，依主要欄位分類調查結果如下。

（1）以展示主題區分：以蠶業歷史佔 254 件最多，蠶業技術 154 件，織品區 81 件，繅絲檢定區為 22 件。

（2）以材質區分：最大宗為紙質類，計 114 件，織品類 104 件，金屬類 100 件，書籍類 60 件，木質類 55 件，農產品類 26 件，塑膠類 19 件，照片類 12 件，標本類 11 件，其他類 10 件。

（3）以保存狀況等級區分：第一級 - 完整良好（宛如新品），409 件；第二 - 有損傷但狀況穩定無須處理，並可安全持拿，95 件；第三級 - 有損傷須處理，但無急迫性（含持拿不易），7 件；第四級 - 結構碎裂無法持拿及須緊急處理，0 件。

（二）檔案室待回溯建檔資料盤點分類

完成生物防治分場（原蠶種繁殖場）自昭和 19 年（1944）至民國 77 年間有關蠶業發展未建檔資料初步分類，主要內容為蠶業生產專業區、蠶種製造、蠶業推廣、桑園管理及其他行政公文（人事、總務及主計類），經初步統計，計 11 箱 51 類 266 冊卷宗資料。該批資料係本場大湖生物防治分場於 108 年移交未建檔資料，屬蠶業文資文物，但未列入年度公文檔案回溯建檔範圍。因內文資料繁多，目前僅針對目錄掃描，建議日後採專案回溯建檔，逐步將資料數位化，提供未來公文檔案查詢或文史資料研究用。蠶業發展公文案卷待回溯建檔統計如表 4。

臺灣蠶業發展遺留的建築遺跡

臺灣蠶業發展歷程，從日治時代設立蠶業機構至推動蠶業專業區期間形成蠶業聚落，數十年間遺留下相關蠶業建築場域亦相當豐富。惟蠶業衰落，多數民間建築改建或是轉為其他用途，公有部分則移交國有財產署，民間殘存蠶業遺跡幸賴耆老親自帶領指認，得以提供後續探究之線索。

- (一) 生物防治分場列為歷史建築群：本場因見證大湖地區養蠶業發展，且具有蠶業養殖建築特色，106 年被推薦指定為「原大湖蠶業改良場建築群」歷史建築，包括蠶室（招待所）1 幢、養蠶室（倉庫）3 棟、雙拼宿舍 1 幢及日式木造建築 2 幢，由地方主管機關苗栗縣政府列管，必須編列年度經費維護。
- (二) 原蠶業改良場各區工作站活化：除名間工作站及嘉南工作站外，原蠶業改場各區工作站場址均已移交國有財產署，並陸續活化中。高屏工作站預計由屏東縣鹽埔鄉公所改建為清潔隊專用場所，花蓮工作站已由水土保持局花蓮分局改建為「舞鶴傳奇水保驛站」，花東工作站則由臺東縣關山鎮公所分期改建為「客庄生活傳藝中心」。
- (三) 原蠶業改良場宿舍指定為文化景觀：在臺北舊場之宿舍經地方居民積極爭取，經文化部 105 年 8 月 25 日正式公告列為「蟾蜍山文化景觀」。
- (四) 蠶業工業遺跡散布各地：包括昔日蠶業工作站，各蠶業專業區仍有公民營蠶種製造場、稚蠶共育室、養蠶室、機械養蠶室、繅絲工廠及蠶桑農場等遺跡。

目前已踏勘 34 處，計有 66 棟各式蠶業設施，多數建築以鋼筋水泥為主，木造建築僅 6 棟。蠶業建築種類包括蠶種製造場 3 棟，蠶室（包括機械養蠶室）31 棟，宿舍 7 棟，稚蠶共育室 17 棟，辦公室 5 棟，蠶絲加工場 2 棟，主要集中在苗栗、南投及花東地區，其中花東地區達 28 棟，苗栗地區 15 棟次之，南投地區達 13 棟，其他嘉南地區 5 棟及屏東地區 3 棟。其中又以臺東縣池上鄉達 17 棟數量最多，依序為南投縣名間鄉 13 棟次之，苗栗縣大湖鄉 8 棟，苗栗縣銅鑼鄉 5 棟等。從現有蠶業建築遺跡分布，顯示專業區分布為汙染較少之淺山農業區，可能因工業發展較少，農業副業相形較為重要，因此蠶業衰退較慢；另由各專業區工作站、製種場、稚蠶共育室及蠶室之分布，可窺見當時推廣專

業區計畫性生產，以蠶業技術推廣與整合上下游產業鏈，形成緊密完整的專業區生產聚落。由蠶業建築的利用情形，亦可得知各專業區面對蠶業衰退期的產業結構變化及因應產業變遷韌性。主要相關蠶業建築遺跡分布如圖 1，遺址初步調查如表 5。

結論與展望

臺灣因地理位置優越，曾是大航海時代海上絲路上的一個重要樞紐，又四周環海，地理隔絕，氣候溫暖，野桑普遍生長，深具蠶業發展潛力。從荷據、明鄭、清治及日治時期至今 300 餘年的蠶業發展歷程，初從荷據、明鄭時代引進蠶業，繼清治撫墾獎勵蠶業，後經日治及民國時代積極現代化經營將蠶業發揚光大。尤其日治時初以教化原住民為目的，於駐在所廣設蠶業指導所鼓勵養蠶，開設蕃童教育所傳授原住民幼童養蠶課程，頒布相關獎勵措施，鼓勵日人至臺灣推廣蠶業，最終發展為重要農業副業，對改善農村經濟頗有助益。

更因臺灣冬季氣候溫暖，無微粒子病肆虐，發展蠶種供應日本早春養蠶之接力分工模式具有優勢，日治時期吸引日本蠶種製造業者競相到臺灣生產蠶種，臺灣一躍為蠶種供應重要地區。

在民國 60 年代推動蠶業專業區期間，藉由計畫生產與推廣人員駐點推廣栽桑養蠶，公民營機構及農民亦大力響應，將蠶業推至歷史最高點，蠶農收入頗豐，達到專業區推動目標。蠶農及推廣人員回憶當時發展盛況，除津津樂道並相當懷念，但對於斷崖式殞落，則不禁感到惋惜不捨！尤其推廣人員明知傾盡全力推動蠶業回春，還是難以回天，最終還須親手執行漫長且痛苦的廢耕過程，不免感到深沉的無奈與失落感！

雖然蠶業最終難抵世界趨勢而廢耕，蠶業最璀璨一頁也已逝去，但推動專業區時留下相當豐富蠶業遺緒，至今仍是研究蠶業發展脈絡最珍貴的瑰寶，相當值得相關單位持續保持關注並加以保存與研究。

本計畫執行適逢疫情期間，在實際計畫執行未滿一年時間，辦理近 30 人次口訪及各專業區遺址踏勘，以有限人力及資源投入，獲得相當可觀成果，誠屬不易。惟欲窺得蠶業全貌，仍值得吾人再持續深入探訪，力求建置完整口述歷史紀錄與遺址探訪，以逐步

完整建置蠶業歷史發展脈絡的梳理。

現階段蠶文化資產保存，尚處於初步盤點階段，後續仍有賴各界持續投入資源，從優化文物保存環境、補充基礎背景資料及資料數位化外，並透過科技化或各種方式加值活化，俾使蠶業文化永續保存，繼續弘揚而不被遺忘。

誌謝

本場執行臺灣蠶桑產業文化保存活化計畫，承蒙文化部文化資產局 109-110 年度「產業文化資產創生計畫」補助，國立清華大學歷史所毛傳慧教授、研究生賴羿霆先生及李彥鋒先生，提供口述歷史訪問紀錄，涂益聰先生及陳榮宗先生協助遺跡指認，徐金科先生口述歷史錄影，劉文欽先生聯繫東部耆老，黃柔娥小姐、徐月蘭小姐及羅玉青小姐提供耆老聯絡方式，楊美琴小姐協助文物盤點登錄，臺史館黃瀨慧小姐提供文物分類建議，特表謝忱之意。

引用文獻

1. 文化部文化資產局。2016。文化景觀 - 蟾蜍山。國家文化資產網。（<https://nchdb.boch.gov.tw/assets/overview/culturalLandscape/20160825000001>）
2. 文化部文化資產局。2017。歷史建築 - 原大湖蠶業改良場建築群。國家文化資產網。（<https://nchdb.boch.gov.tw/embed/assets/overview/historicalBuilding/20170929000003>）
3. 行政院農業委員會苗栗區農業改良場。2021。臺灣蠶業拓展與蠶桑民俗文化之演替調查報告。臺灣蠶桑產業文化保存活化推動計畫。pp.586。（未出版）
4. 苗栗縣卓蘭鎮公所。2014。蠶。卓蘭鎮志。中冊經濟篇。第五章畜禽業。p.549-550。
5. 國立台灣歷史博物館。2020。典藏網。蒐集與保存。（<https://collections.nmth.gov.tw/Article.aspx?a=160>）（2021.4.29 擷取）
6. 臺灣省蠶蜂業改良場。1997。蠶業。臺灣省蠶蜂業改良場機關志。林洋三總編輯。p.89-135。
7. 謝源水。1953。臺灣之蠶業。謝源水、陸錦標、朱永康等合著。pp.59。

表 1. 蠶業口述歷史耆老訪查名單 (依訪查日期先後排序)

項次	日期	受訪者	口訪地點	職稱	主要訪談內容
1	110.02.01	吳登楨	苗栗區農業改良場	退休副場長	蠶桑科技 / 蠶業推廣
2	110.02.01	林洋三	苗栗區農業改良場	退休秘書	蠶業國際合作交流 / 改良場改制
3	110.02.02	溫榮發	苗栗區農業改良場	退休科主任	蠶業教育 / 專業區實習
4	110.02.02	羅文賢	中華郵政郵票博物館	文史工作者	大湖蠶桑開墾 / 原住民撫墾
5	110.03.23	黃勝泉	苗栗縣大湖農工	退休秘書	蠶桑栽培 / 蠶業推廣
6	110.03.23	余錫金	新竹縣竹北市	退休副場長	蠶種改良與製種 / 蠶業政策
7	110.04.06	涂泉明	泉明生態教育蠶業農場	場長	蠶桑栽培 / 蠶業環境教育推廣
8	110.04.06	林洋三	苗栗區農業改良場	退休秘書	蠶業國際合作交流 / 改良場改制
9	110.04.16	蔡新墩	嘉義工作站	資深技工	專業區蠶業推廣
10	110.04.17	黃銘鋒	臺南市下營區	退休秘書	專業區蠶業推廣
11	110.04.17	郭登福	臺南市六甲區	退休秘書	專業區蠶業推廣
12	110.04.25	林鴻懿	生物防治分場/大湖鄉圖書館	退休廠長	製種與蠶絲加工
13	110.08.05	劉仁文	苗栗縣泰安鄉	部落會議主席	泰安原住民 / 原住民養蠶
14	110.08.05	陳光火	苗栗縣大湖農工	退休警察	製種 / 製種廠建築構造
15	110.08.05	黃勝泉	苗栗縣大湖鄉	退休秘書	養蠶室與器具 / 養蠶歷史
16	110.08.06	林惠虹	苗栗區農業改良場	退休員工	蠶絲加工
17	110.08.07	李友正	苗栗縣銅鑼鄉	退休班員	蠶業養殖

項次	日期	受訪者	訪地點	職稱	主要訪談內容
18	110.08.17	鍾達賢	苗栗區農業改良場	退休課長	臺蠶經營歷史
19	110.08.17	劉增城	苗栗縣公館鄉	退休員工	蠶業推廣
20	110.08.18	賴清政	苗栗縣銅鑼鄉	產銷班班長兒	銅鑼鄉蠶業發展
21	110.08.19	郭登福 黃勝泉	臺南市六甲區	退休秘書	專業區蠶業推廣
22	110.08.19	陳運造	臺中市霧峰區	退休秘書	蠶業推廣
23	110.08.20	甘子能	新北市新店區	退休簡任技正	蠶業廢耕
24	110.09.02	涂益聰	臺東縣臺東市	推廣人員	山地農牧局蠶業推廣
25	110.09.02	黃運東	臺東縣池上鄉	退休班長	臺東蠶業養殖
26	110.09.02	邱聰妹	臺東縣池上鄉	退休班員	臺東蠶業養殖
27	110.09.03	邱文貴	臺北市內湖區	退休廠長	蠶業發展



圖 1. 臺灣蠶業發展相關建築與遺址分布概況圖

表 2. 蠶業文化館文物盤點分類簡要欄位示意

項次	照片	物件編號	中文名稱	件數	尺寸	物件性質	主要材質	狀況描述
1		M110-001-01	韓國御親蠶室	1	29.7*21	二手資料	紙質	第一級： 完整良好
81		M110-015-03	蠶種製造許可證	1	27.3*39.2*30	原件	紙質	第一級： 完整良好
290		M110-045-06	動力式切桑機(天龍式)	1	110*50*80	原件	木質	第一級： 完整良好
319		M110-046-28	採繭剝繭衣機	1	83*75*104	原件	金屬	第一級： 完整良好
328		M110-047-06	磨蛾器	1	51.5*96*112	原件	金屬	第一級： 完整良好

表 3. 蠶業文化館文物保存狀況調查

項次	展示主題	材質	保存狀況				合計
			第一級	第二級	第三級	第四級	
一	蠶業歷史	紙質	72	35	1	0	108
		織品	21	3	0	0	24
		金屬	1	3	0	0	4
		書籍	34	26	0	0	60
		木質	4	2	0	0	6
		農產品	16	9	0	0	25
		塑膠	3	0	0	0	3
		照片	12	0	0	0	12
		標本	2	4	0	0	6
		其他	6	0	0	0	6
		合計	171	82	1	0	254
二	蠶業技術	紙質	4	2	0	0	6
		金屬	70	4	5	0	79
		木質	40	4	0	0	44
		農產品	1	0	0	0	1
		塑膠	15	0	1	0	16
		標本	3	2	0	0	5
		其他	2	1	0	0	3
		合計	135	13	6	0	154
三	織品區	織品	80	0	0	0	80
		其他	1	0	0	0	1
		合計	81	0	0	0	81
四	繅絲檢定區	金屬	17	0	0	0	17
		木質	5	0	0	0	5
		合計	22	0	0	0	22
總計			409	95	7	0	511

備註：第一級-完整良好。第二級-有損傷但狀況穩定無須處理。第三級-有損傷須處理，但無急迫性。第四級-結構碎裂無法持拿及須緊急處理。

表 4. 蠶業發展公文案卷待回溯建檔統計

箱號	卷宗名稱	紀錄年份	類別數	冊數
1	生產專業區	62~69	1	10
2	製種	46~72	1	16
3	蠶種出入庫報告	50~71	1	17
4	試驗研究、訓練講習、消耗品等	33~76	11	27
5	蠶業監管、會計、財產等	58~63	3	31
6	實物配給、經費報銷、業務檢查報告、育苗等	58~65	12	24
7	財產、桑園管理、收文登記簿等	45~69	14	50
8	總務	46~69	1	20
9	推廣	45~77	1	20
10	人事、會計	45~62	4	20
11	工作報告、推廣工作日誌	45~70	2	31
總計			51	266

表 5. 臺灣蠶業發展相關建築與遺址調查表

項次	設施種類	地點	GPS定位	棟數	建築型式	面積(坪)	現況
1	宿舍	臺北市大安區	25.009599 121.539044	1	鋼筋水泥	15	住家
2	蠶種製造場	苗栗縣頭屋鄉象山村 (頭屋製種場)	24.570278 120.868586	1	鋼筋水泥	100	資材室
3	蠶室	苗栗縣銅鑼鄉中平村 (碧多妮蠶絲公司)	24.495993 120.811754	1	鋼筋水泥	35	資材室
4	蠶室	苗栗縣銅鑼鄉中平村	24.493070 120.806277	2	鋼筋水泥	36,36	資材室
5	蠶室	苗栗縣銅鑼鄉中平村	24.491930 120.808998	1	鋼筋水泥	30	資材室
6	蠶室	苗栗縣銅鑼鄉中平村	24.492525 120.808475	1	鋼筋水泥	78	資材室
7	蠶室	苗栗縣大湖鄉大湖村 (生物防治分場)	24.423599 120.869644	4	木造	70,12, 8.5,11	資材室
8	宿舍			1		133	宿舍
9	雉蠶共育室	苗栗縣大湖鄉栗林村	24.380480 120.845725	1	木造	34	廢棄
10	雉蠶共育室	苗栗縣大湖鄉栗林村	24.378000 120.839142	1	木造	50	資材室
11	蠶種製造場	苗栗縣大湖鄉大寮村 (大湖農工/中興製種場)	24.420983 120.861313	1	鋼筋水泥	60	辦公室

項次	設施種類	地點	GPS定位	棟數	建築型式	面積(坪)	現況
12	蠶室	苗栗縣獅潭鄉永興村 (泉明生態教育蠶業農場)	24.552004 120.927353	1	鋼筋水泥	50	蠶室
13	辦公室	南投縣名間鄉中山村 (名間工作站)	23.8512941 120.694383	1	鋼筋水泥	42	辦公室
14	蠶室			1		70	資材室
15	宿舍			1		60	宿舍
16	雉蠶共育室	南投縣名間鄉新民村	23.820556 120.688169	1	鋼筋水泥	100	廢棄
17	雉蠶共育室	南投縣名間鄉新民村	23.814438 120.697807	2	鋼筋水泥	100·100	廢棄
18	雉蠶共育室	南投縣名間鄉炭寮村	23.832212 120.685054	2	鋼筋水泥	50,50	住家
19	雉蠶共育室	南投縣名間鄉中山村	23.838593 120.681027	1	鋼筋水泥	50	住家
20	雉蠶共育室	南投縣名間鄉炭腳村	23.835656 120.661582	1	鋼筋水泥	50	營業用
21	雉蠶共育室	南投縣名間鄉新光村	23.848678 120.674377	1	鋼筋水泥	50	集貨場
22	雉蠶共育室	南投縣名間鄉新光村	23.855699 120.675638	1	鋼筋水泥	50	住家
23	蠶室	南投縣名間鄉大庄村	23.875445 120.660088	1	鋼筋水泥	50	營業用
24	辦公室	嘉義縣新港鄉安和村 (嘉南工作站)	23.5139318, 120.315868	1	鋼筋水泥	33	辦公室
25	蠶室			1	鋼筋水泥	67	資材室
26	宿舍			1	鋼筋水泥	67	宿舍
27	蠶室	臺南市六甲區龜港里	23.254393 120.298094	1	鋼筋水泥	110	資材室
28	蠶室	臺南市六甲區龜港里	23.254678 120.297802	1	木造	40	資材室
29	辦公室	屏東縣鹽埔鄉新圍村 (高屏工作站)	22.730812 120.556196	1	鋼筋水泥	42	規劃中 (未定案)
30	蠶室			1		60	
31	宿舍			1		82	
32	雉蠶共育室	臺東市永樂里	22.748708 121.114056	1	鋼筋水泥	100	資材室
33	雉蠶共育室	臺東市長沙街 (舊臺東工作站)	22.747352 121.143712	1	鋼筋水泥	36	廢棄
34	雉蠶共育室	臺東縣鹿野鄉瑞隆村 (瑞源社區發展協會)	22.956312 121.154037	2	鋼筋水泥	115,115	辦公室
35	蠶室	臺東縣延平鄉武陵村	22.969451 121.117879	1	鋼筋水泥	24	資材室
36	辦公室	臺東縣關山鎮豐泉里 (花東工作站)	23.0622730 121.168068	1	鋼筋水泥	42	客庄傳藝中心
38	蠶室			1		70	
39	宿舍			1		57	
40	蠶室	臺東縣池上鄉新興村	23.105333 121.206569	3	鋼筋水泥	50,60,27	資材室

項次	設施種類	地點	GPS定位	棟數	建築型式	面積(坪)	現況
41	水絲綿廠	臺東縣池上鄉新興村 (退輔會臺東農場)	23.119678	1	鋼筋水泥	100	資材室
42	絲綿拉製場		121.210937	2		54	
43	蠶種製造場		23.122151	1		50	
44	雉蠶共育室		121.207157	1		50	
45	機械養蠶室		23.119843 121.203801	1		218	住家
46	雉蠶共育室	臺東縣池上鄉富興村 (池上蠶桑休閒農場)	23.089162 121.227546	1	鋼筋水泥	100	廢棄
47	蠶室			4		120,120, 100,180	
48	蠶室			2		30,30	
49	蠶室	臺東縣池上鄉富興村	23.074496 121.218288	2	鋼筋水泥	38,32	住家 資材室
50	辦公室	花蓮縣瑞穗鄉瑞祥村 (花蓮工作站)	23.496206 121.369554	1	鋼筋水泥	44	舞鶴傳奇水保驛站
51	蠶室			1		60	
52	宿舍			1		53	

Oral History and Historical Relic Investigation of Sericulture Cultural Heritage Preservation in Taiwan.

Chang, Hsun-Yao¹

Abstract

This research aimed to study the historical evolution of sericulture in Taiwan, through the oral history, cultural relics collection and historical architecture remains indication. During the visit on elders and senior practitioners, the oral history theme about the sericulture professional area, important key person, core development area, side agriculture occupations and special folk culture were collected. In the inventory of exhibits in the Taiwan Sericulture Museum and classification of the files in the archive room, the basic historical background information of sericulture was established. In identifying the remains of historical architecture, cultural landscape, architectural and industrial relics derived from sericulture, be able to re-understand the development of the industry cluster. In this project, by the oral history, historical relic investigation and distribution of industrial relics, organize the historical evolution of sericulture in Taiwan, the preliminary basis of cultural heritage preservation was established.

Keywords : Sericulture, Oral History, Cultural Relic Investigation, Cultural Heritage Preservation.

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, Taiwan, R.O.C.
E-mail: chy@mdais.gov.tw



成果海報



桑椹「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」品種特性

The Variety Characteristics of Mulberry 'Miaoli No. 1' and 'Miaoli No. 2'

為使桑椹的品種多樣化，並兼具優良品種特性，本場於民國 96 年選育出桑椹「苗栗 1 號」品種（商品名紫蜜），具有適應性強、生長快速、大果、產量高及容易繁殖等特性。「苗栗 1 號」果重 5.5 g、可溶性固形物含量 6.9 °Brix 及可滴定酸 1.0 %，單株產量 26 公斤以上。另為改善桑椹產期集中及品質不穩定等缺點，本場於民國 101 年再選育出「苗栗 2 號」品種，具有早熟、果實大及甜度高等特性。「苗栗 2 號」果實於 3 月成熟，相較於其他品種於 4 月採收提早許多，具有調節產期之效益。「苗栗 2 號」果重 6.5 g、可溶性固形物 10.5 °Brix、可滴定酸 0.8 %、單株產量 20 公斤以上。桑椹「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」已取得植物品種權，栽培管理容易且對環境之適應性強，使用高壓苗可縮短成園所需時間並維持品種特性，果實利用方式可兼具鮮食及加工開發多樣化產品。



桑椹「苗栗 1 號」結實累累



桑椹「苗栗 2 號」結果樣態



表一、桑椹「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」品種特性

品種	產期 (月)	果實重量 (g)	可溶性固形物 (° Brix)	可滴定酸 (%)	產量 (kg/ 株)
苗栗 1 號	四月	5.5	6.9	1.0	26
苗栗 2 號	三月	6.5	10.5	0.8	20



桑椹栽培管理技術

The techniques of Mulberry Cultivation and Management

桑椹樹勢生育十分強健，對環境的適應性廣且生長快速，栽培時多使用無性繁殖苗（高壓苗或扦插苗）為種苗，由幼株長至成株期間，植株即開始少量結果，種植後 3 至 4 年即可生長為果實產量正常的成熟植株，桑椹種植及繁殖時機皆以冷涼季節最為適宜；修剪及施肥工作為年度重要工作項目，枝條正確配置及修剪，以及合理的肥料施用量，可促使樹勢強健，提高隔年生產之果實品質。果實採收則須完全仰賴人工，此時最耗費人力，且果實容易碰撞受損，採摘成熟度、放置容器及保鮮溫度都需要特別注意。桑椹種植雖無特別困難之處，但正確的管理可有效提高果實品質，並降低成本及人力的投入，故本場於本 (111) 年度發表「桑椹栽培管理技術」手冊，分享桑椹栽培管理之道，讓栽培者輕鬆掌握種植技巧。



圖、桑椹栽培重點管理工作

表、桑樹栽培工作曆

項目	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
種植	●	●								●	●	●
肥料	●			●		●						●
整枝修剪					●						●	●
採收			●	●								
繁殖	●					●	●					●
草皮管理	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



桑椹果實成熟度之品質變化與採收後處理

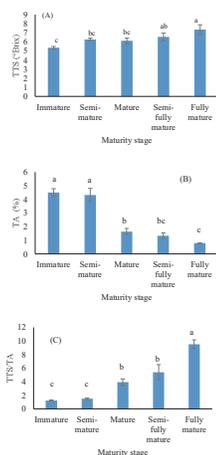
Quality change and post-harvest treatment of mulberry fruit

將果實依照不同成熟度分為未成熟果（紅色果皮）、半成熟果（20% 紫黑色果皮）、成熟果（50% 紫黑色果皮）、近完熟果（80% 紫黑色果皮）、完熟果（紫黑色果皮）五個等級。隨著果實成熟度增加，可溶性固形物由 5.4° Brix 增加至 7.4° Brix，可滴定酸度由 4.51% 降低至 0.44%，糖酸比 1.2 增加至 19.5，花青素由 0.17 mg. g⁻¹ 增加至 1.12 mg. g⁻¹。雖然完熟果實有最佳的果實品質表現，但由於果實具有不耐貯藏特性，可採收近完熟果以增加貯藏之能力。

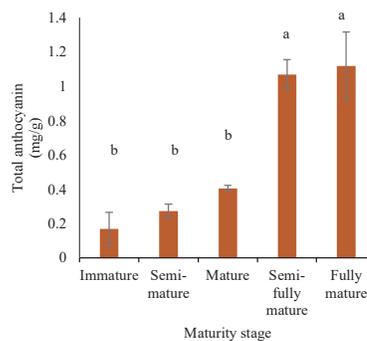
桑椹因皮薄多汁而容易受損且貯藏不易，因此包裝及貯藏保鮮處理格外重要。採摘完整無受損之果實，並使用小量的採摘容器，不僅有最佳的果實品質，且可避免再次整理及包裝造成果實損傷，且具有直接出貨銷售的優點。新鮮桑椹必須在採收後當天食用完畢，利用冷凍保存方式可延長賞味期限，冷凍前以清水將表面雜質去除，經分裝後置入 -20 °C 冷凍保存，取出後可立即食用，無需再次清洗。



不同成熟度之桑椹果實（由上而下為完熟果、近完熟果、成熟果、半成熟果及未成熟果）



桑椹‘苗栗1號’不同成熟度果實可溶性固形物(A)、可滴定酸(B)及糖酸比(C)



桑椹‘苗栗1號’不同成熟度果實總花青素含量



小包裝盒採收桑椹可避免擠壓且可直接出貨



果桑加工產業價值鏈建構

Construction of the value chain of fruit mulberry processing industry

桑椹富含花青素等多酚機能成分，是國人熟知的保健食材，國內目前栽培面積約 70 公頃，年產量 1,255 公噸，主要產區集中於中南部。但桑椹果實柔軟，採摘費工且易受損，各地產期僅約 1 個月期間，可藉由加工及儲藏擴大原料素材供應期，也方便消費者取得利用。

桑椹加工產業鏈增值整合，從品種、栽培方式、原料品質、加工技術到產品安全及機能增值十分重要，苗栗區農業改良場選育果桑苗栗 1 號及苗栗 2 號，可利用果桑病蟲害少之特性採用有機栽培，或依循臺灣良好農業規範 (TGAP) 生產安全高品質原料，相較於每年進口之冷凍莓果具有價格優勢。加工過程注重桑椹全果利用，配合行政院農業委員會農產品初級加工政策，可生產高機能性、高品質桑椹果乾、果粉，既能提升農產品的產值，又能讓消費者食的安全，吃的美味又健康。

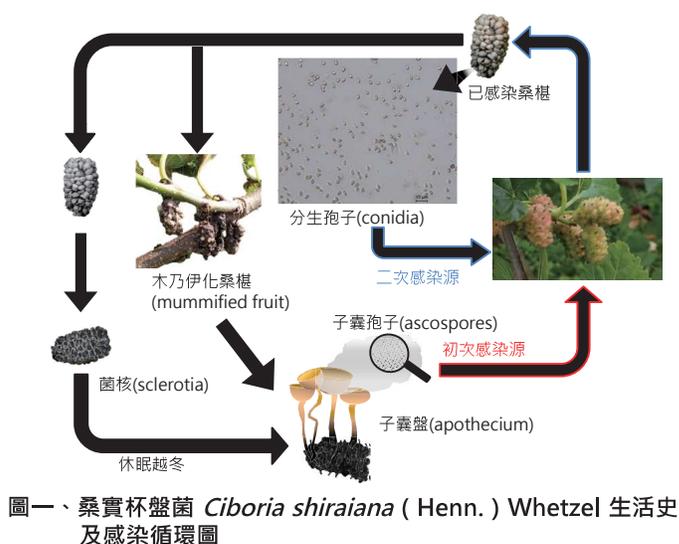




桑椹菌核病介紹與防治

Introduction and Control of Sclerotial Disease on Mulberry

桑椹是果桑主要產物，可供鮮食、加工或釀造等用途。受桑椹菌核病感染之桑椹，外觀失去鮮果色澤變成灰白色，且桑椹風味變差，造成被感染的桑椹無食用和加工價值。桑椹菌核病據記載由屬於子囊菌的核盤菌科 (Sclerotiniaceae) 病原菌所引起，其中以桑實杯盤菌 *Ciboria shiraiana* (Henn.) Whetzel 最常見，被該菌感染的桑椹果穗內部可見發黑分生孢子堆，破裂後隨風雨飄散可感染新鮮的花穗，感染的果實若被風乾會逐漸木乃伊化 (mummy)，或是果穗逐漸形成深褐黑色的菌核 (sclerotia)，木乃伊化果實或菌核為良好越冬殘存構造，具低溫或是具不良環境抗性，不容易破壞。翌年遇低溫 (15°C) 潮濕的環境，形成黃褐色杯狀子囊盤 (apothecium) 的子實體，並且隨風飄散出大量的子囊孢子，成為花穗的初次感染源。菌核對藥劑亦具抗性，故防治該病並無推薦用藥，主要防治方式為 (1) 應修剪讓結果枝條保持通風，並保持行株距為間隔 2 m。(2) 修剪的枝葉要破碎移除，不可就地掩埋。(3) 設計土溝促進田間排水。(4) 定期巡視，摘除病果與淘汰果。該病發生嚴重田區經 2 - 3 年以上方式清除病菌後，桑椹得病情形均可大幅度減少。



圖一、桑實杯盤菌 *Ciboria shiraiana* (Henn.) Whetzel 生活史及感染循環圖



圖二、遭桑椹菌核病感染形成灰白色的果實 (紅圈) 在結果枝分布情形。



桑椹品種栽培技術移轉及產品應用

The transfer of cultivation techniques and product development of mulberry varieties

本場選育出桑椹品種「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」分別於民國 96 年與 101 年取得植物品種權，隨後以非專屬授權技術移轉方式，將品種繁殖和栽培技術移轉於產業利用。本案之技轉業者可分為小農及農民團體兩種，技轉初期由本場派員進行桑椹栽培管理教育訓練，後續定期訪視協助技轉業者解決技術問題。桑椹生育快速，栽培 3 至 4 年後即達到成株應有之果實生產量，桑椹兼具鮮食及適合加工之特性，果實利用依據技轉業者經營方式而有所區別。小農趨向於鮮果販售，採取「在地生產、在地消費」模式銷售，減少運送距離及時間，降低果實受損及腐爛。由於桑椹品質優良，且在生產過程不噴施農藥，現已建立固定之消費客群。農民團體以公館鄉農會為例，利用自有之食品工廠將桑椹果實加工為果醬、果醋及酒精飲品等產品，於農特產展售中心及網路展售，桑椹加工產品現已達成終年可生產供應之目標。



派員定期訪視協助技轉業者解決技術問題



桑椹高壓繁殖法之教育訓練



小農以盒裝方式銷售桑椹「苗栗 2 號」鮮果



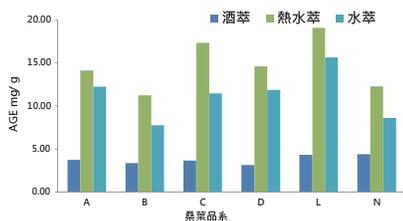
公館鄉農會生產販售之桑椹「苗栗 1 號」加工產品



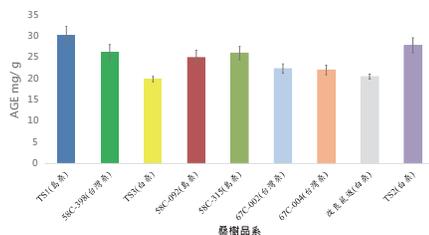
不同品系桑樹抗氧化機能之探討

Study on Antioxidant Function of Different Varieties of Mulberry

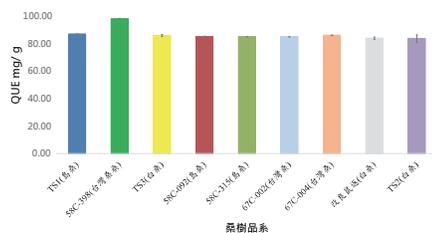
桑樹 (*Morus spp.*) 是桑科桑屬多年生木本植物，桑葉主要供作家蠶 (*Bombyx mori* L.) 的食物，少數餵養草食動物及製作桑葉茶等用途，也是傳統藥典所記載之藥用植物，經現代研究證實具有多種保健功效。本場保育 238 個桑樹品系，其中不乏高機能成分的品系。本研究調查不同品系桑葉抗氧化機能，作為開發桑葉機能產品的可行性。以熱水萃取桑葉粉進行桑葉總酚及總黃酮含量測定，作為評估桑葉抗氧化機能。TS1 總酚 30.2 mg/g 最高，TS2 是 27.8 mg/g 次之。58C-398 品系總黃酮 98.39 mg/g 最高。桑葉清除 DPPH 自由基能力與總酚含量之相關係數為 0.8774，與類黃酮含量之相關係數為 0.8029，兩兩之間呈現正相關。因此，未來可利用桑葉總酚及類黃酮成分評估不同桑葉抗氧化能力的參考，以開發桑樹抗氧化相關機能產品。



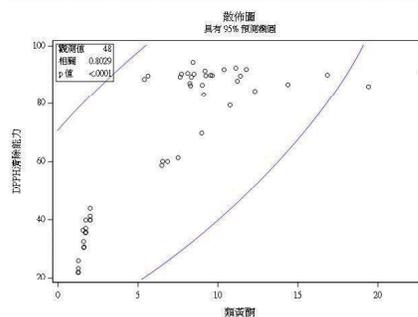
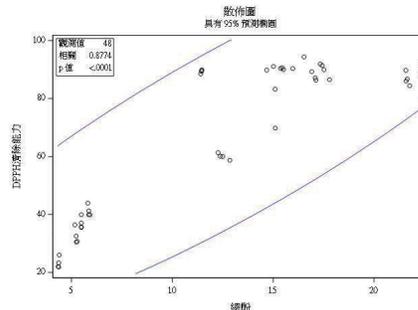
圖一、比較不同萃取溶劑之桑葉總酚含量



圖二、不同桑樹品種 (系) 總酚含量，誤差線是平均值標準偏差 (n=5)



圖三、不同桑樹品種 (系) 類黃酮含量，誤差線是平均值標準偏差 (n=5)



圖四、桑樹總酚 (上)、類黃酮 (下) 與清除 DPPH 自由基能力的相關



桑葉低溫霜害症狀與管理措施

Management of Low Temperature Carried Frost Symptom of Mulberry

桑樹 (*Morus alba* L.) 是桑科 (Moraceae) 多年生木本植物，為常綠樹種，冬季具有不落葉特性，桑葉一般常供藥用、養蠶等特作用途，近年來苗栗區農業改良場推廣以採摘幼葉加工製作 GABA 桑葉茶，春、夏及秋季皆為桑菁採摘適期。但在小寒至立春之節氣期間，若遇清晨發生結霜情形，需留意一心二葉採摘處的幼葉葉片是否出現明顯皺縮症狀，嚴重者有葉尖及葉緣焦枯情形，而老葉則症狀輕微，持續觀察葉焦枯症狀數天若無蔓延，即可斷定為霜害。前述出現之部分幼葉皺縮，與幼嫩莖部非正常之平滑樣態，此與一般作物典型缺硼症狀相似，加以觀察田間周邊闊葉草 (如咸豐草) 之雜草，亦可見類似症狀，但待清明時時期氣溫回暖大多能自然回復正常，故可知此類缺硼症並非土壤養分欠缺造成，而是低溫環境減緩土壤養分吸收，及植株蒸散作用減緩，因此生長停滯僅是暫時性表徵。本研究建議善用一些田間管理技巧以減緩低溫霜害症狀：1. 幼嫩葉片不像成熟葉具有革質表皮能抗低溫，需避免冬季施氮肥以減緩隔年春芽因暖冬提早萌發。2. 避免冬季葉面施肥及噴灌造成土壤潮濕，如遇低溫致使葉緣產生泌液，乾燥後高量鹽分容易傷及葉緣組織。3. 以草生栽培取代塑膠布與雜草抑制蓆栽培，能增強根圈冬季保溫及水分控制之功效。4. 根系周圍澆灌硼鈣液肥，可增強植株組織韌性及強度。5. 分層採摘桑菁，避免同時間過多新葉長出彼此競爭體內硼素。經過以上五項管理措施後，桑園均可自然回復原有正常生長樣態。



圖一、桑葉受霜害影響而呈現不規則焦枯症狀，受害範圍分布在同一時間點的嫩葉。



圖二、低溫影響硼吸收造成桑樹幼葉皺葉。



圖三、低溫影響硼吸收造成桑樹幼嫩莖部呈現局部陷落，進而影響養分輸送。



圖四、田間管理補充硼鈣肥及待氣溫回暖後，桑園回復正常幼葉樣態。



桑園管理技術應用於桑木蝨防治

Application of mulberry crop management to control mulberry psyllid

摘要

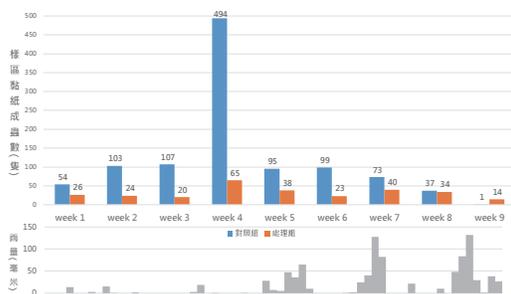
桑木蝨 (*Paurocephala sauteri*) 為桑葉生產主要蟲害，好發於春初和秋末，為避免農藥施用影響食用安全，本試驗以友善耕作法設置噴灌系統於高溫乾燥氣候條件下定時進行葉面噴灌，可有效抑制桑木蝨繁殖，若蟲防治率為 78.9%，成蟲蟲口減退率為 86.8%，顯示噴灌措施有助於干擾桑木蝨成蟲交尾繁殖，有效控制田間桑木蝨族群增長，本技術可作為友善耕作防治桑木蝨之參考。

試驗調查方法

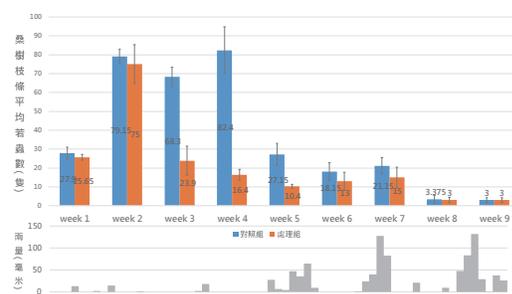
本試驗於 111 年 4 月 ~ 6 月進行，選擇噴灌處理面積約 15 平方公尺 (16 棵桑樹) 為調查樣區，並於本場區外田區設置同樣面積之對照樣區。於試驗處理前調查兩塊田區之桑木蝨蟲口數，每週調查一次，連續 2 週。噴灌處理組區域架設噴水設備，於每日清晨及夜間噴灌桑樹頂梢 10 分鐘，持續 2 週。另試驗期間遭遇連續降雨 3 週，中斷噴灌處理，並以每株 5 片葉片鏡檢桑木蝨若蟲及每區 8 張黃色黏蟲紙調查成蟲，試驗期間持續調查 7 週，每週調查 1 次，觀測害蟲密度消長情形。

結果與討論

本試驗於噴灌處理 2 週後，噴灌處理田區桑木蝨成蟲可維持於試驗前低密度狀態 (圖一)，若蟲族群因試驗處理後逐週下降 (圖二)，因調查期間遇連續 3 週連續降雨，於噴灌處理 2 週後計算噴灌處理害蟲防治率，已見成效，桑木蝨若蟲防治率為 78.9%，成蟲蟲口減退率為 86.8%，顯示噴灌措施，有助於干擾桑木蝨成蟲交尾繁殖，可控制田間桑木蝨族群增長。在連續降雨 3 週後，不論是噴灌處理田區或對照田區之桑木蝨密度皆明顯下降，可見噴水或連續降雨可有效抑制桑木蝨田間族群，建議在乾燥無雨溫度高之季節，可應用噴灌管理技術以預防桑木蝨於田間大量發生。



圖一、黏紙成蟲數及每日雨量



圖二、採集桑枝條嫩梢平均數若蟲及每日雨量





桑葉應用於代謝疾病之保健功效研究

Study on Antioxidant Function of Different Varieties of Mulberry

摘要

代謝性疾是葡萄糖和營養素代謝異常導致的疾病，透過飲食和生活方式的改變可以對此疾病產生預防或干預的健康益處。桑樹是台灣的一種經濟植物，桑葉亦是一種傳統中藥，典籍上已有記載許多保健功效。目前在台灣常用品系為 203，本計畫的研究目的為針對桑葉萃取物對於改善第二型糖尿病的功效性探索。

我們從苗栗區農業試驗場採集了桑葉 (ML203)。然後製備成兩種桑葉萃取物，如乙醇萃取物和水萃取物。化學成分分析後，桑葉 (ML203) 水和乙醇萃取物含有 γ -氨基丁酸和各種黃酮類化合物，包括綠原酸、蘆丁、槲皮素 -3-O- 葡萄糖苷和山奈酚 -3- 葡萄糖苷。

通過各種細胞平台的研究，我們證明桑葉萃取物確實具有多種抗糖尿病活性。桑葉萃取物均可刺激胰島素分泌、葡萄糖攝取和 GLP-1 分泌。並且具有抑制二肽基肽酶 -4 活性及糖化產物之生成。

桑葉萃取物的活體動物實驗中顯示，萃取物可以改善糖尿病高血糖、葡萄糖耐量、丙酮酸耐量、胰島素耐量和 HbA1c 水平。此外，桑葉萃取物可以調節內源性 GLP-1 水平。桑葉萃取物亦可降低肝臟甘油三酯積累、減少血清中的促炎細胞因子、並減少 CD8+ 細胞毒性 T 細胞、B 細胞和 NK 細胞的數量。最後，桑葉萃取物不影響藥物代謝酶活性，且會提高幾種藥物代謝相關的生物標誌物，如 P450、EROD、MROD、PROD、NFO、GST 和 NQO。

研究證實桑葉萃取物具有優異的保健功效。未來透過萃取工藝進一步提升活性，則具有成為植物性用藥原料的潛力，值得後續開發。

Figure 1. Characterization of chemical constituents of Mulberry leaf extracts.

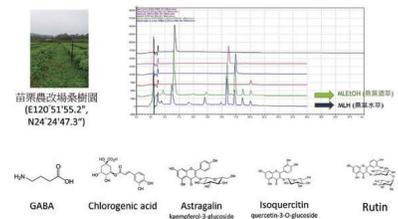


Figure 2. Mulberry leaf extracts provide multiple biological activities.

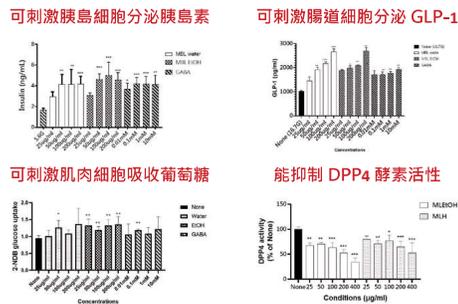


Figure 3. Effects of Mulberry extracts on glucose and lipid metabolism in type 2 diabetic mice.

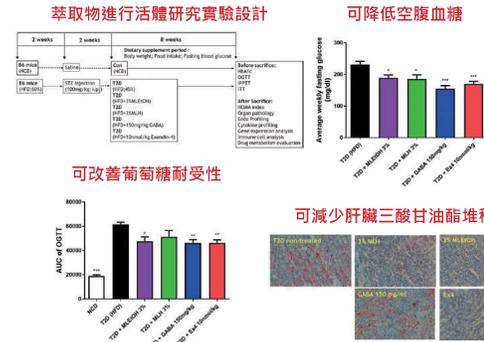


Figure 4. Effects of Mulberry extracts on inflammation conditions in T2D mice.

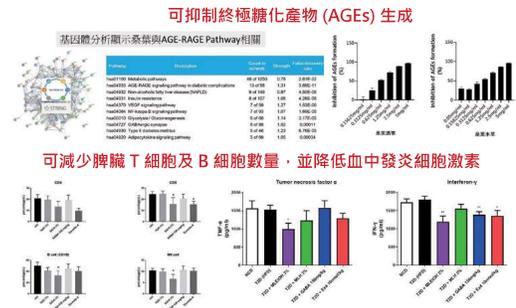
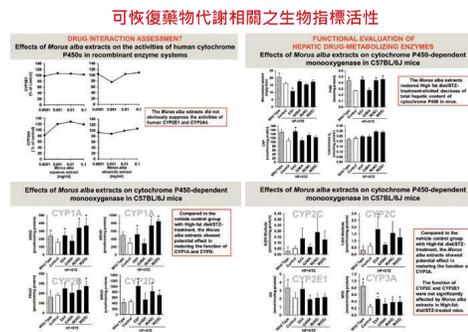


Figure 5. Effects of Mulberry extracts on drug metabolism in T2D liver.



致謝

感謝苗栗農改場提供桑葉原料及採收支援。
研究經費來源：衛生福利部國家中醫藥研究所 (MOHW110-NRICM-B-315-000003 ; MOHW111-NRICM-B-315-000003)



桑葉機能性產品加工製程與研發

Processing and exploit of Functional foods with mulberry leaves

桑葉含有許多對人體有益的成分，包含蛋白質、17種胺基酸、多酚化合物、類黃酮及可溶性醣類等機能性成分，本場相繼推出「GABA 桑葉茶」及「桑香鬆」，讓民眾在日常生活飲食可隨手接觸桑葉，重新認識桑葉。GABA 是一種有益人體的氨基酸，與穩定情緒、幫助入睡有關，透過新技術加工的「GABA 桑葉茶」，可提升 1.7 到 2.9 倍以上 GABA 含量，其健康價值勢必引發關注。「桑香鬆」則是強調低碘、減鈉、少糖且富含膳食纖維，較一般海苔香鬆高 2.4 倍，是牛蒡的 3.5 倍。添加枸杞的天然甜味來取代市售香鬆產品內加的砂糖或人工糖精。經瞬間殺菁及低溫烘烤，不僅保留桑葉營養與香氣，並呈現海苔酥脆口感，與各種食材搭配，相得益彰，讓民眾在輕鬆的飲食過程中就可以吃進健康。本技術期望產業共同發展桑葉多元增值利用，發揮創新價值與增加農民收入。

表一、不同加工製程對桑葉茶 GABA 含量之影響

製程	GABA(mg/ 100g DW) ^a
傳統烘乾桑葉茶	200 ± 47
參香 GABA 桑葉茶	466 ± 7 ↑ 2.3 倍
麥香 GABA 桑葉茶	570 ± 24 ↑ 2.9 倍
果香 GABA 桑葉茶	337 ± 1 ↑ 1.7 倍



圖一、4 種桑樹品種 (系) 之 GABA 桑葉茶製程。(A) 台桑 2 號、(B) 203、(C) 78H-008、(D) 80C-040



圖二、桑香鬆原料單純，具枸杞自然甘甜風味



圖四、桑香鬆搭配各種食材，是機能健康產品新選擇



圖三、桑香鬆調製流程

表二、桑香鬆與市售香鬆營養成分比較

	熱量 (Kcal)	蛋白質 (克)	飽和脂肪 (克)	反式脂肪 (克)	糖 (克)	膳食纖維 (克)	鈉 (毫克)	碘 (ppm)
桑香鬆	371.5	23.0	3.4	0	20.8	17.7	651	0.18
市售海苔香鬆	434.5	22.9	0.9	0	25.8	7.5	1655	0.41



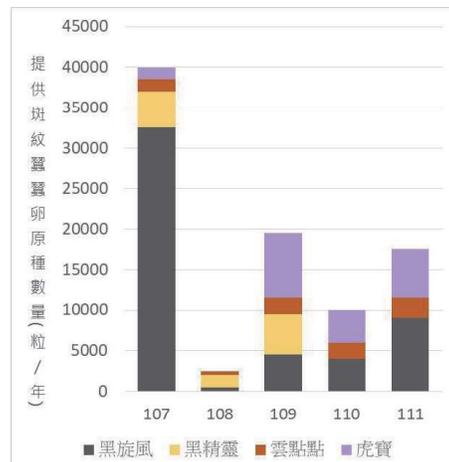
特殊斑紋家蠶臺蠶 8-11 號推廣成果

Promotion status of striped silkworms TBM 8-11

本場自家蠶種原庫中以斑紋形態家蠶及具強健特性姬蠶育成 4 個斑紋蠶推廣品系(種)。自 107 年推出「臺蠶 8 號 - 黑旋風」後，陸續再推出「臺蠶 9 號 - 黑精靈」、「臺蠶 10 號 - 雲點點」及「臺蠶 11 號 - 虎寶」。每年生產各品系(種)斑紋蠶卵達 84 蛾圈以上，約 42,000 粒蠶卵提供給民眾飼養。斑紋蠶甫推出時年供應 40,000 粒蠶卵最盛，近年平均年供應 18,000 粒蠶卵，其中以臺蠶 8 號 - 黑旋風最受到喜愛，其次為臺蠶 11 號 - 虎寶。蠶農販售斑紋蠶平均價格為每隻幼蟲 5 元，較單隻姬蠶幼蟲收益提高 1.5 倍，活絡飼養家蠶周邊產品銷售，經濟效益明顯提升。本場將持續選育產業所需之家蠶品系(種)，提供活體家蠶商品市場更多元化的選擇。



圖一、斑紋蠶之推廣推廣情形



圖二、斑紋蠶推廣品系原種之供應情形



圖三、4 種特殊斑紋蠶推廣品系受歡迎程度



NAC 負載於具光熱感應的 SF/HA/PDA 水膠作為藥物由鼻腔傳遞至腦部的研究

NIR irradiation to photo thermally responsive HA/PDA/SF hydrogels highly enhances nasal drug delivery to brain

摘要: 本研究將具生物黏附性的蠶絲蛋白 (Silk fibroin, SF)、玻尿酸 (Hyaluronic acid, HA) 和不同含量的胎貝白蛋白聚多巴胺 (Polydopamine, PDA) 交聯形成水膠 (HDS hydrogel 1~10)。水膠由多層網絡結構交織而成 (HA/PDA/SF/IPN)。以抗氧化劑 NAC 作為藥物，將 NAC 與水膠透過鼻腔的嗅覺神經送至腦部，從 ¹H-NMR 的頻譜，且 $\delta = 8.4\text{ppm}$ 處的訊號因有 NHS/EDC 存在顯示 Amide bond 的形成；UV-Vis 頻譜在波長 480nm 的訊號較弱，推測 DA 的胺基可能與 BDDE 的環氧基團反應，使得 DA 的聚合程度下降；AFM 量測結果為水膠中 PDA 的含量越多，水膠的黏著性會增加；從光熱感應結果，顯示 PDA 的含量增加促使快速升溫。綜合材料測試結果，本研究選擇 HDS5 水膠進行鼻腔傳遞實驗。HDS5 水膠與鼻黏膜的上皮細胞 RPMI 2650 共培養後，以跨上皮電阻值 (transepithelial electrical resistance, TEER) 量測 RPMI 2650 細胞之電阻變化，於 90 分鐘的結果顯示 HDS/NAC hydrogels 組別比控制組下降至 55%，照射 NIR 其細胞電阻值明顯下降到約 63%；細胞免疫螢光染色結果也顯示，RPMI 2650 細胞的緊密連接 (tight junction) 蛋白 ZO-1 呈現不連續的環狀，表示 HDS5/NAC 水膠可幫助打開 tight junctions，增加藥物通過細胞旁運輸。HDS5/NAC 水膠經隔性的進行鼻腔 NIR 光熱效應 (808nm, 45°C 照射 5 分鐘)，經大鼠鼻腔/腦部螢光影像系統 (IVIS) 150 分鐘的觀察，水膠因黏著性及黏滯性增加，故可延長 NAC 於鼻腔停留的時間；重要的是光熱感應作用的 HDS5/NAC 水膠可將 NAC 鼻腔至腦部之傳遞量較鼻腔注射的 NAC 溶液達 17 倍 (t = 90 min)，顯示新開發具 NIR 光熱效應作用的 HDS5/NAC 水膠能有效增進 NAC 從鼻腔遞送至腦部達 17 倍，可作為很好的鼻腔藥物傳遞之載體。關鍵字：蠶絲蛋白、聚多巴胺、水膠、鼻腔傳遞、tight junction

引言

鼻腔遞送途徑為一種方便的方法，繞過血腦障壁 (BBB) 並將藥物從鼻腔直接輸送到腦部 [1]。藥物分子進入到腦，主要：嗅覺區域的嗅覺神經元和三叉神經，而藥物運輸透過細胞間的路徑 [2]。SF 及 HA 可與鼻腔黏膜上的黏蛋白 Occludens 產生互鎖，可作為鼻腔的藥物載體，本實驗將抗氧化的 NAC 藥物結合 HDS hydrogel 作為鼻腔的藥物載體，應用於鼻腔到腦部的藥物遞送。

材料與方法

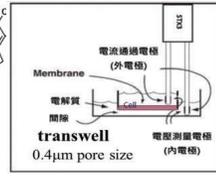
蠶絲蛋白化學結構：



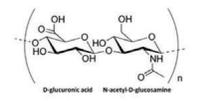
聚多巴胺化學結構：



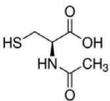
TEER 量測細胞電阻值示意圖：



玻尿酸化學結構：



NAC 化學結構：



¹H NMR (400MHz)、UV-Vis: HDS hydrogel 的結構分析。AFM: 水膠黏著力 (nN) 量測。光熱感應：用 808 nm NIR 照射，觀察水膠的升溫程度。TEER: 透過電極量測鼻黏膜的上皮細胞 RPMI 2650 細胞電阻值，當 tight junction 開啟時，TEER 值會下降。ZO-1 染色：探討 HDS/NAC 是否會促使開啟 RPMI 2650 細胞的 tight junction (不連續環狀)。活體即時影像系統 (IVIS): 藉由 HDS 水膠將 NAC-FITC 從大鼠鼻腔遞送到腦部的含量。

結果與討論

HDS hydrogel 材料性質分析

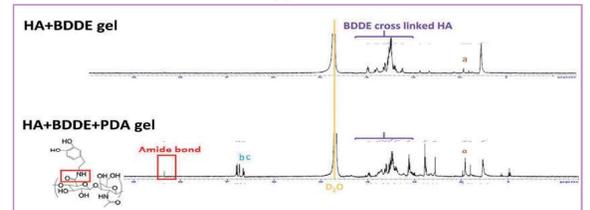
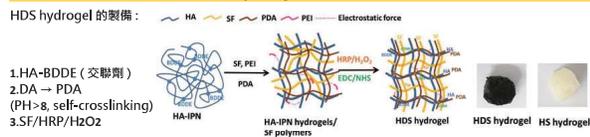


圖 1. ¹H NMR 圖譜，HDS 水膠中的 HA 和 PDA 有交聯形成網絡。HA+BDDE gel 高於 BDDE 的 δ (4.5 ppm) 的積分值 -HA 和 BDDE 有交聯反應；HA 與 DA 交聯為 Amide bond 於 δ 8.4 ppm。

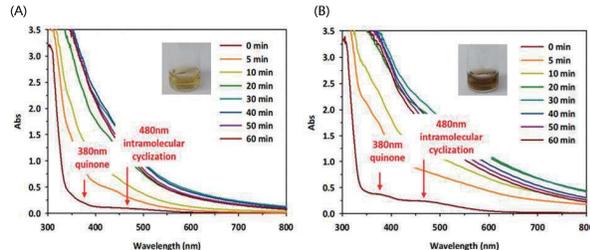


圖 2. DA 與 BDDE 的反應。(A) DA 溶液 (B) DA-BDDE 於鹼性溶液中聚合的 UV-Vis 光譜。380 nm 為 quinone 結構，480 nm 為分子內環化。DA-BDDE 的吸收光譜說明有較少 catechol 轉換成 quinone 結構且較少的胺基參與分子內環化，推測 DA 的胺基可能與 BDDE 的環氧基團反應，使得 DA 的聚合程度下降 [3]。

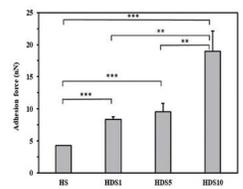


圖 3. HDS hydrogel 黏著力測試，隨著 PDA 的含量越高，水膠的黏著力越強，表示若將此製劑注入鼻腔內較不易被鼻腔中的黏液纖毛清除，可於鼻腔內停留較長的時間，使藥物可以更有效透過鼻腔傳遞至腦部。(n=3, **p<0.01, ***p<0.001)。

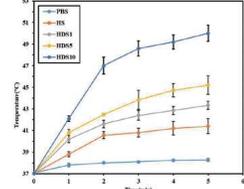


圖 4. PDA 不同濃度水膠的光熱感應；上升溫度與 PDA 濃度成正比，本研究採用 HDS5 hydrogel (n=3)。(照射條件：採溫 45°C、5 分鐘)

TEER 及 ZO-1 確認 tight junction 開啟及表現

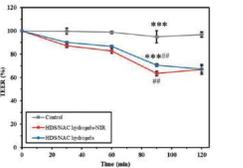


圖 5. HDS/NAC hydrogels 可以打開 tight junctions，RPMI 2650 細胞經 HDS5/NAC hydrogels 處理之時間的 TEER 值變化 (%) 圖；HDS5/NAC hydrogels-NIR 組於 90 分鐘 TEER 下降至 63%。(n=3, ***p<0.001, #p<0.01)。

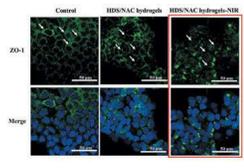


圖 6. HDS/NAC hydrogels- 經 NIR 照射許多 ZO-1 蛋白質環成不連續的環狀，RPMI 2650 細胞之 tight junction 表現 (藍色 = DAPI, 綠色 = ZO-1)。顯示 HDS/NAC hydrogels 可促使打開 tight junction，促進藥物運輸 (n=3)。

體內動物實驗

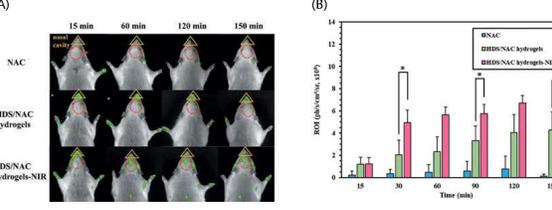


圖 7. HDS/NAC hydrogels 可以透過鼻腔有效的將 NAC 遞送至腦部。(A) 不同組別於大鼠鼻腔給藥的體內螢光系統影像圖 (B) 鼻腔給藥後 NAC-FITC 隨時間輸送至大鼠腦部的量測值。HDS hydrogel 可延長 NAC 在鼻腔停留的時間，至 150 分鐘鼻腔遞送維持約 54% 的 NAC，於 90 分鐘時，透過 HDS hydrogels 遞送的 NAC 比 NAC 水溶液腦部中螢光強度 (NAC) 高 17 倍。光熱感應作用的 HDS hydrogel 將 NAC 遞送至腦部，明顯高於未進行光熱感應組別約 40%。(n=4, *p<0.05)。

結論

本研究成功合成出 SF/HA/PDA 之水膠，作為 NAC 的藥物載體。研究成果顯示，搭載 NAC 的水膠可以打開鼻腔細胞 tight junctions 增加藥物對鼻腔的透過性。透過動物實驗觀察到將 NAC 以水膠透過鼻腔遞送至腦部於 90 分鐘時，用水膠從鼻腔遞送至腦部的 NAC 比直接從鼻腔注射的 NAC 水溶液螢光强度高 17 倍。本研究所合成之具光熱感應的 NAC 的藥物載體之水膠，可以成功地由鼻腔將高劑量藥物遞送至腦部。

致謝

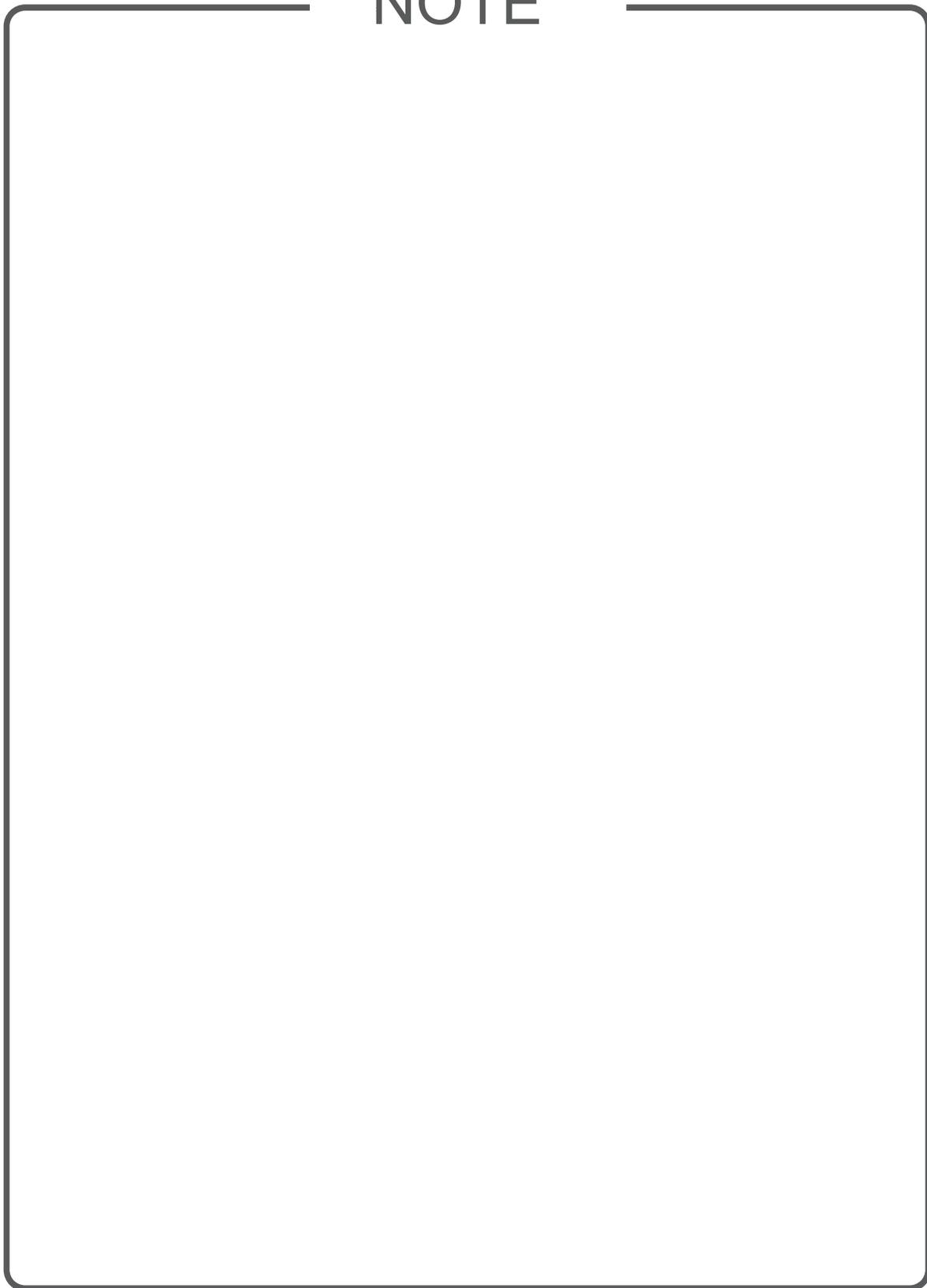
感謝科技部計畫 MOST 107-2221-E-010-005-MY3 和 MOST 110-2221-E-A49A-503- 對本研究的支援，以及感謝劉耘敬同學於動物實驗的幫忙。

參考資料

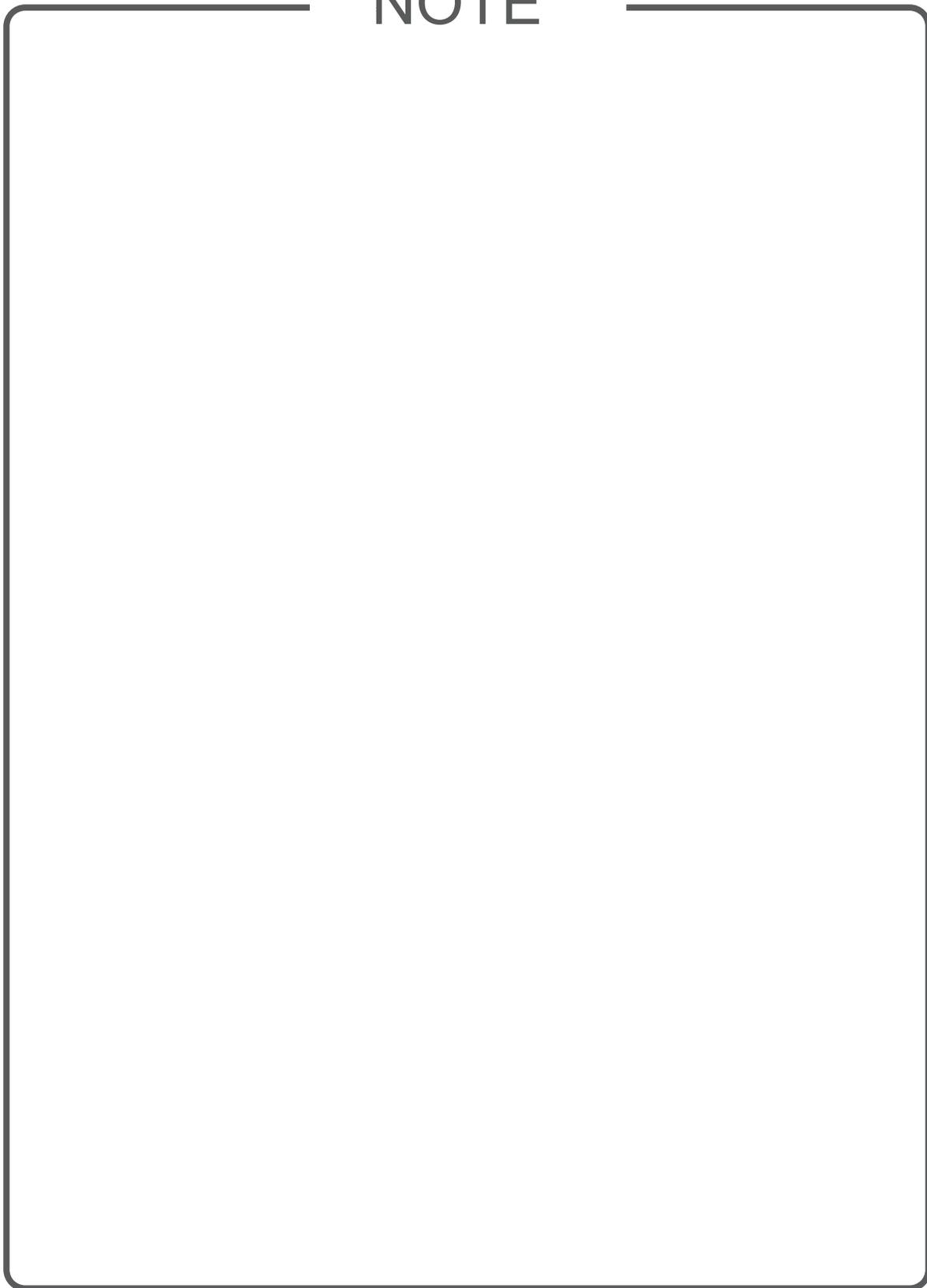
[1] Kim et al. Journal of Controlled Release 307 (2019) 76–89.
[2] Klementiev et al. Neuroscience 145 (2007) 209–224.
[3] Mazario et al. RSC Adv, 4 (2014) 48353–48361.

研究人員：陳韋伶¹，鄭正菱¹，劉耘敬¹，鍾次文^{2*}
單位：¹ 國立陽明交通大學 生物醫學工程系、² 國立陽明交通大學 醫學工程研發中心
* E-Mail : twchung@nycu.edu.tw

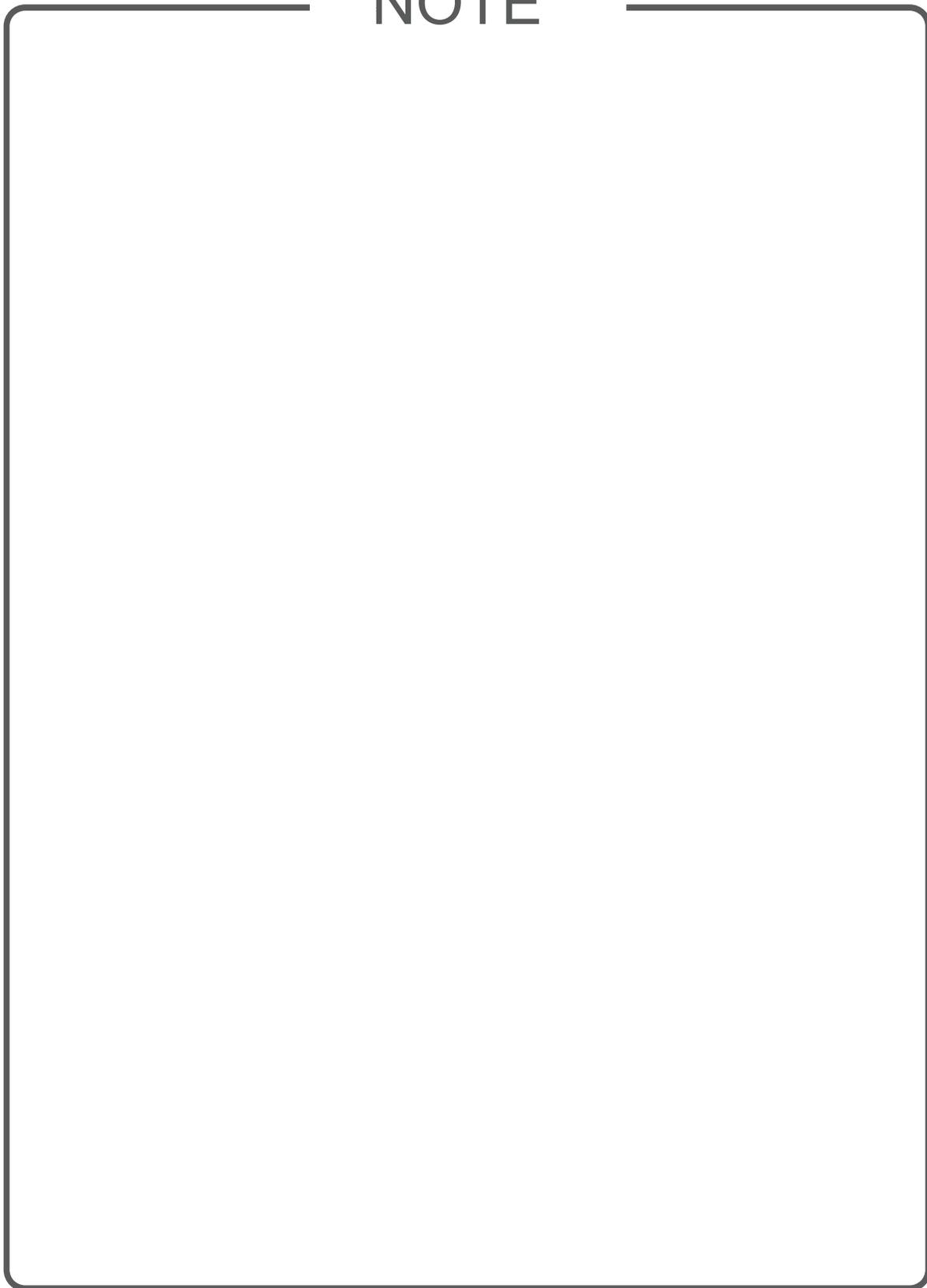
NOTE



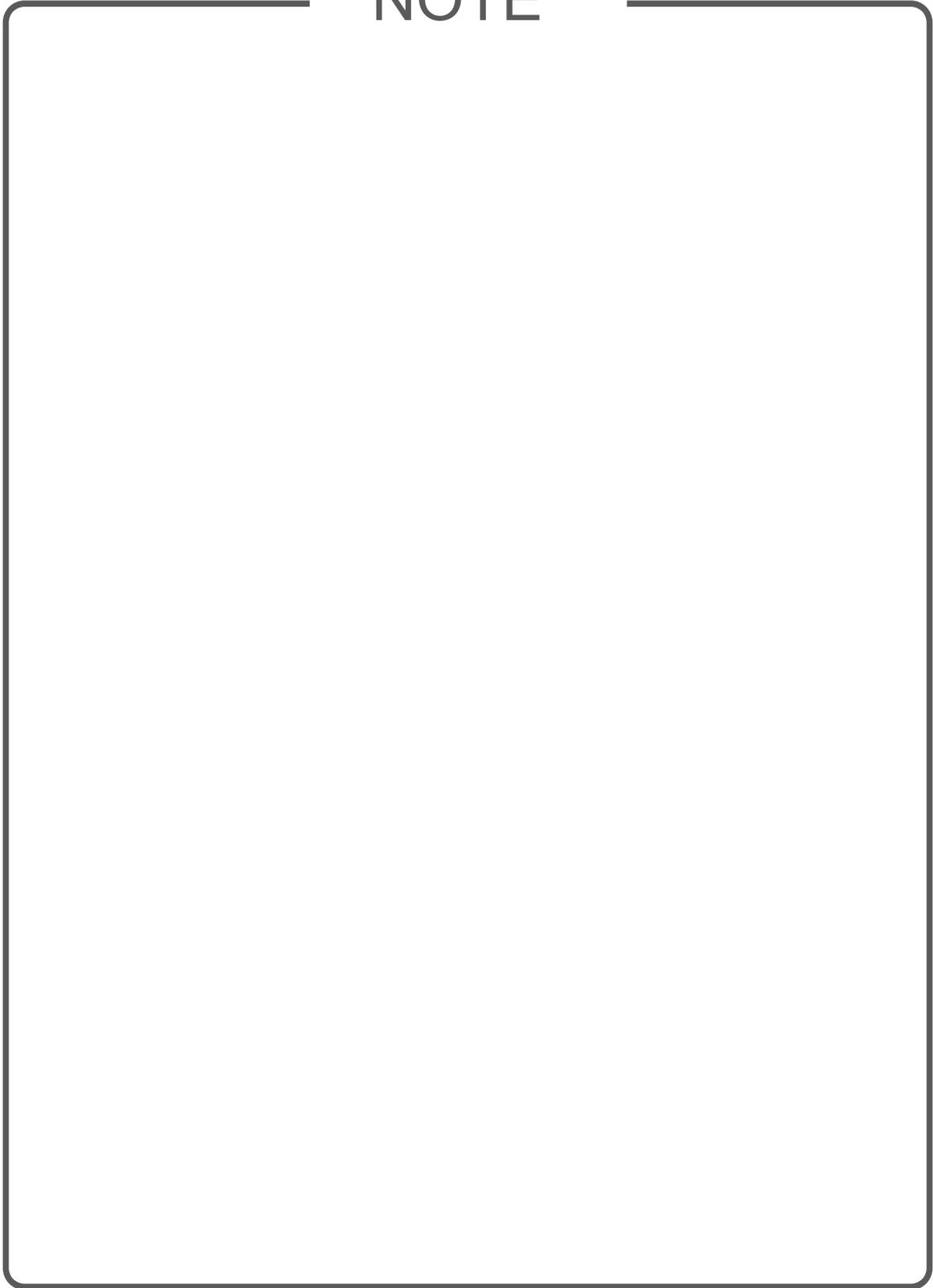
NOTE



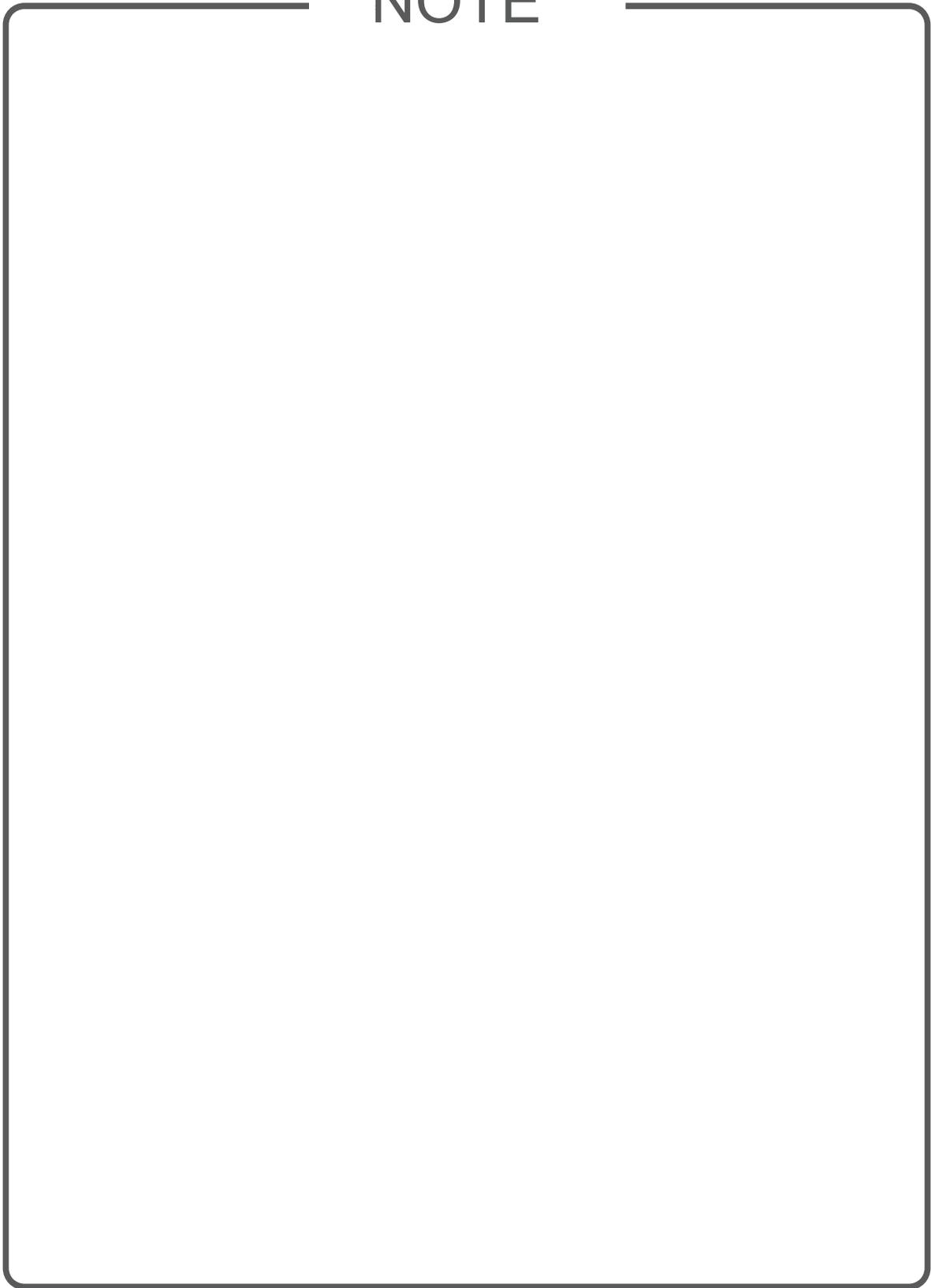
NOTE



NOTE



NOTE



國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

蠶桑多元創新應用成果發表會專刊. 2022 = 2022 proceedings of diversified innovative applications and achievements of mulberry and sericulture / 廖久薰, 吳姿嫻, 呂秀英編. -- 第一版. -- 苗栗縣公館鄉 : 行政院農業委員會苗栗區農業改良場, 民111.11
面 ; 公分. -- (苗栗區農業改良場特刊 ; 第6號)
ISBN 978-626-7110-25-6(平裝)

1.CST: 養蠶 2.CST: 文集

437.8207

111018070

書 名：2022 蠶桑多元創新應用成果發表會專刊

編 者：廖久薰、吳姿嫻、呂秀英

發行人：呂秀英

出版機關：行政院農業委員會苗栗區農業改良場

地 址：363201 苗栗縣公館鄉館南村 261 號

網 址：<https://www.mdais.gov.tw/>

電 話：037-222111

傳 真：037-221277

出版日期：中華民國 111 年 11 月

版 次：第一版 第一刷 200 本

定 價：新臺幣 350 元整

GPN：1011101732

ISBN：9786267110256 (平裝)

版權所有，翻拷必究