

出國報告（出國類別：實習）

參加「推動循環農糧經濟以加強氣候行動
(Strengthening Climate Actions through
Circular Agri-food Economy)」訓練班

服務單位：農業部畜產試驗所畜產加工組

姓名職稱：黃寂槐助理研究員

派赴國家/地區：泰國

出國期間：民國112年9月12日至9月16日

報告日期：民國 112 年 11 月 16 日

摘要

「循環農業經濟」為當前的線性經濟“取-製-廢”方法提出一個可行的模型，通過少量外部投入，通過消除廢棄物排放等減少對環境的負面影響。在循環經濟的視角下，農業可以提供使用精確農業技術的初級生產，到農業廢棄物和材料回收和利用的多種機會。爰此，亞洲太平洋地區糧食肥料技術中心（Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, FFTC）與泰國農業大學（Kasetsart University, KU）合辦「推動循環農糧經濟以加強氣候行動（Strengthening Climate Actions through Circular Agri-food Economy）」訓練班，課程計有澳洲、馬來西亞、臺灣、韓國、日本、菲律賓、泰國、印尼、越南等9國參加。本課程邀請學者專家進行專題演講，內容重點包括循環經濟之基本概念，循環經濟四個主要策略：縮窄、緩慢、關閉、再生，以及3個原則：設計無廢棄和污染，保持產品和材料使用，恢復自然體系；生命週期評估基礎概念；日本國際農業科學研究中心（Japan International Research Center for Agricultural Sciences, JIRCAS）應用執行交替潤濕與乾燥的稻作灌溉技術之調查資料，分析於生命週期的溫室氣體減少排放情形，結果除了可以減省水資源，同時也可降低每年約38%溫室氣體排放；臺灣畜產品之生命週期應用，分析畜產品生命週期之溫室氣體排放量情形；泰國蒙庫國王科技大學（King Mongkut's University of Technology Thonburi, KMUTT）將甘蔗於環境層面之溫室氣體產生量與社會經濟層面的生產成本及利潤等決策因素，利用多項標準決定分析系統，分析並排定決策因素優先順序，找尋最大化利用甘蔗的途徑。結訓後，亦由FFTC安排參訪New Krung Thai Sugar Factory，包括其下智慧農場、糖廠及酒精廠，進行其製糖副產物及廢棄物生產酒精及發電加值利用的分享交流。在面對氣候變遷衝擊下，須以一個永續發展的視角來看待資源有效利用與研發管理，例如新創的科技技術或循環利用的模式中，是否兼具減碳效益，可透過生命週期評估工具加以檢視。其次，也須重視環境保護的重要性，透過減少廢棄物的產生和化學品的環境無害化管理，可以有效地減少對環境的不利影響。最後，有賴大眾都能獲得可持續發展方式和與自然和諧相處的相關資訊和意識提升，以行動來實際支持永續發展。

目次

	頁碼
壹、目的.....	3
貳、過程.....	4
一、行程.....	4
二、議程.....	5
三、訓練班內容.....	8
參、心得與建議.....	11
肆、照片附錄.....	12

壹、目的

亞洲太平洋地區糧食肥料技術中心 (Food and Fertilizer Technology Center for The Asian and Pacific Region, FFTC) 與泰國農業大學 (King Mongkut's University of Technology Thonburi, KU) 於 112 年 9 月 13-14 日在泰國拉瑪花園酒店共同舉辦「推動循環農糧經濟以加強氣候行動 (Strengthening Climate Actions through Circular Agri-food Economy)」訓練班，選定 20 名學員參訓，8 位培訓師分享了他們的知識和經驗，提供初學者生命週期評估 (LCA) 知識，適用於評估農業新技術、循環經濟產品、商業模式等的整體碳足跡。

課程包含了五項主題課程，包括主題一：循環經濟之基本概念 (The basic concept of circular economy)。主題二：農糧循環經濟策略：農糧於氣候變遷緩解之潛力 (Circular Economy Strategies: potentials in the agri-food sector on climate change mitigation)。主題三：生命週期評估基礎概念 (Fundamentals of Life Cycle Assessment)。主題四：生命週期於泰國及其他國家之應用 (Application of LCA in Thailand and other countries)。主題五：應用生命週期或其他工具評估農糧系統的循環經濟 (Application of LCA (or other tools) to evaluate circular economy in agri-food system)。

貳、過程

一、行程

日期	內容	地點
9/12	臺灣（高雄）-泰國（曼谷）	泰國（曼谷）
9/13-14	「推動循環農糧經濟以加強氣候行動」 國際訓練班	泰國拉瑪 花園酒店
9/15	參訪新恭泰糖廠	泰國
9/16	回國	

二、議程

Production 2023 KU-FFTC Training Course Strengthening Climate Actions through Circular Agri-food Economy

Training course: September 13-14, 2023

Study tour: September 15, 2023

Venue: Rama Gardens Hotel

September 13, 2023 (Wednesday) , 08:30 – 16:30 (GMT+7) Training Day 1

Time (GMT+7)	Topics and speakers	Note
08:30 – 09:00	Onsite registration/networking	
Opening		
09:00 – 09:20	Welcome and Remarks KU, KMUTT, FFTC	20 min
09:20 – 09:40	Introduction By coordinator (TBD) • How to proceed with this training course • Introduction of trainers	20 min
Training Activities		
09:40 – 10:40	Activity 1 The basic concept of circular economy (Lecture and Q&A) Trainer: Prof. Anthony Halog (Queensland University of Technology) (TBC)	Lecture 40 min, Q&A 20 min
10:40 – 11:00	Coffee break / Networking	20 min
11:00 – 12:00	Activity 2 Circular Economy Strategies: potentials in the agri-food sector on climate change mitigation Trainer: Prof. Anthony Halog (Queensland University of Technology) (TBC)	Lecture 40 min, Q&A 20 min
12:00 – 13:20	Lunch Break	80 min
13:20 – 14:20	Activity 3 - 1 Fundamentals of Life Cycle Assessment, LCA -1	Lecture 40 min,

September 14, 2023 (Thursday) , 09:00 – 16:30 (GMT+7) Training Day 2

Time (GMT+7)	Topics and speakers	Note
09:00 – 10:00	<p>Activity 4 (Continue.) Application of LCA in Thailand and other countries (Thailand, Japan, Korea, and Taiwan) Korea: Dr. Kyo Suh, Assistant Professor, Seoul National University (TBC) Taiwan: Dr. Mei-Ping Cheng, Deputy Director General, TLRI (TBC)</p>	30 min *2
10:00 – 11:00	Activity 5	60 min
Time (GMT+7)	Topics and speakers	Note
	<p>Application of LCA (or other tools) to evaluate circular economy in agri-food system (Technical practice, tools, software, database, etc.) Trainers: Dr. Pariyapat Nilsalab and Dr. Patcharaporn Pongpat (JGSEE, King Mongkut's University of Technology Thonburi)</p>	
11:00 – 11:15	Coffee break / Networking	15 min
11:15 – 12:15	<p>Activity 5 (Continue.) Application of LCA (or other tools) to evaluate circular economy in agri-food system (Technical practice, tools, software, database, etc.) Trainers: Dr. Pariyapat Nilsalab and Dr. Patcharaporn Pongpat (JGSEE, King Mongkut's University of Technology Thonburi)</p>	60 min
12:15 – 13:30	Lunch Break	75 min
13:30 – 14:45	<p>Activity 6 Presentation of invited trainees of their activities and challenges (10 min talk + 5 min Q&A) x 5 trainees Moderator: (TBD) Indonesia: Mr. Bahroin Idris Tampubolon Environmental and Resource Economics, Faculty of Economics and Management, IPB University Malaysia: Ms. Nurul Ain binti Abu Bakar Senior Research Officer, Agrobiodiversity and Environment Research Centre, MARDI Ms. Khairul Nadiyah Ibrahim (TBC) Senior lecturer, University of Kuala Lumpur- Malaysian Institute of Chemical and Bioengineering Technology (UniKL MICET)</p>	75 min

	Philippines: Ms. Monica B. Castillo Science Research Specialist and Technical Staff, Policy Analysis and Information Management Unit (PAIMU), Socio-Economics Research Division (SERD).	
Time (GMT+7)	Topics and speakers	Note
	Taiwan: Ms. Ling-Yi Guo (TBC) Assistant Researcher of Agricultural Chemistry Division, Taiwan Agricultural Research Institute	
14:45 – 15:00	Coffee break / Networking	15 min
15:00-16:00	Activity 6 (Continue.) Presentation of invited trainees of their activities and challenges (10 min talk + 5 min Q&A) x 4 trainees Moderator: (TBD) Taiwan: Ms. Chi-Huai Huang (TBC) Assistant Researcher of Technical Service Division, Taiwan Livestock Research Institute Thailand*2: (TBD) Vietnam: Ms. Doan Thi Cam Hong (TBC) Deputy Head, Technology Transference Centre, SOFRI	60 min
16:00 – 16:20	Activity 7 Training wrap-up and Q&A (with discussions of the potential use of LCA) Resource person: Dr. Pariyapat Nilsalab and Dr. Patcharaporn Pongpat	20 min
16:20 – 17:00	Closing Ceremonies Awarding of certificates & Closing remarks	40 min

September 15, 2023 (Friday), 8:00 – 17:30 (GMT+7) Field Trip Program

Time (GMT+8)	Topics	Note
07:00	Hotel pickup	
	Travel to GKBI	About 2.5 hrs.
	GGC KTIS Bio Industrial Co. Ltd (GKBI)	
	Lunch	
	GGC KTIS Bio Industrial Co. Ltd (GKBI)	
	Return to the hotel	About 2.5 hrs.
17:00-18:00	Back to the hotel	

三、訓練班內容

此次參與訓練班計有澳洲、馬來西亞、臺灣、韓國、日本、菲律賓、泰國、印尼、越南等 9 國參加，5 大主題專題演講。

- (一)第一、二節主題：循環經濟之基本概念 (The basic concept of circular economy) 及農糧循環經濟策略:農糧於氣候變遷緩解之潛力 (Circular Economy Strategies: potentials in the agri-food sector on climate change mitigation)，由澳洲昆士蘭大學 Anthony Halog 教授擔任講者，主要講述由線性系統轉向循環經濟重要性、原理與策略。循環經濟三個關鍵原則: 1.設計無廢棄和無污染，係通過識別和消除負面外部因素來促進，例如農業因不當使用化肥、除草劑和殺蟲劑而導致土壤污染，可將化學肥料替換為有機肥料或開發生物防治系統。2.保持產品和材料的使用，意味著最大化產品、副產品和副產品的價值，目的是使資源保持最高效用和價值。同時技術發展可使各種材料在被永久丟棄之前可以在許多過程中使用。3.恢復自然體系，通過使用可再生資源替代並保護和增強生態系統。再生農業 (Regenerative agriculture) 指的是旨在改善周圍自然生態系統健康的作物和畜牧生產系統，透過改善土壤的結構，以便更好地儲存水分，並促進生成自己肥力的生物活躍土壤，減少了合成輸入的需求。循環經濟主要四個策略:縮窄 (narrowing)、緩慢 (slowing)、關閉 (closing)、再生 (regenerationg)，並以酪梨為例，縮窄:優化所有加工製程，以減少水/能資源利用與廢棄物產生；緩慢:以達到商品規格的酪梨作為新鮮成品販售，其它製成酪梨醬販售，延緩其使用期限；關閉:將酪梨廢棄物製成化妝品或動物飼料，避免廢棄物生成，再生:利用修剪或其他廢肥料修復土壤。

- (二)第三節主題：生命週期評估基礎概念 (Fundamentals of Life Cycle Assessment)，由泰國 The Joint Graduate of Energy and Environment (JGSEE) 的 Shabbir H. Gheewala 教授擔任講者，內容講述生命週期評估 (LCA) 基本原理，並介紹進行 LCA 步驟和例子，例如環境管理、策略規劃、生命週期成本核算等。

LCA 於制定政策之應用:歐盟推動整合性產品政策，此政策旨在通過涉及產品的整個生命週期改進產品系統的環境性能，從而避免將環境問題從一個媒介轉移到另一個媒介，而不是針對解決一個特定環境效應的特定產品的政策。日本與泰國綠色採購計畫，

在相同功用下，採購對人類健康和環境衝擊較少之產品或服務。LCA 於產業之應用：包括溝通（例如：市場營銷、環境報告等）、供產品研發應用、供環境管理/戰略規劃、供開發環境績效指標/基準設定、供計算生命週期成本。

生命週期永續評估工具(Life Cycle Sustainability Assessment Tools; LCSA)：透過生命週期成本(Life Cycle Costing; LCC)、社會生命週期評估(Social Life Cycle Assessment; SLCA)，以及生命週期評估(Life Cycle Assessment; LCA)三種評估工具，整合社會、經濟與環境層面多項決策層面，從而形成產品/服務之生命週期永續評估。

(三)第四節主題：生命週期於泰國及其他國家之應用(Application of LCA in Thailand and other countries)，由泰國 National Science and Technology Development Agency 的 Jitti Mungkalasiriri 博士發表「Application of LCA in Thailand and Green Procurement」、日本國際農業科學研究中心的 Leon Ai 博士發表「Estimating the reduction in life cycle greenhouse gas emissions caused by the use of Alternate Wetting and Drying in rice cultivation」、韓國首爾大學的 Kyo Suh 教授發表「LCA from Overview to Practical Application for Environmental Impact Assessment in the Agricultural Sector」及臺灣畜產試驗所的程梅萍博士發表「Application of LCA in Taiwan's livestock product」，就 LCA 應用進行實際成果的分享：

1. 2009 年起泰國為產品引入碳足跡標籤，由泰國溫室氣體管理組織（公共組織）帶領。目前超過 4,000 種產品和服務（食品、飲料、能源和建築材料等不同行業）展示碳足跡標籤，泰國政府將碳足跡的概念轉化為可操作的政策、營運策略、消費者意識，以及堅決推動綠色採購，說明這些成就是協作努力結晶，此外，在消費者對環保產品日益增長的需求的推動下，私營部門在推動這項運動向前發展方面發揮了關鍵作用。
2. 日本國際農業科學研究中心（Japan International Research Center for Agricultural Sciences, JIRCAS）研究利用 2019-2020 年於越南農民調查資料，展示應用全年執行交替潤濕與乾燥的稻作灌溉技術於溫室氣體排放情形，結果除了可以減省水資源，同時也可降低生命週期約每年 38% 溫室氣體排放。
3. 講述生命週期衝擊評估法（Life Cycle Impact Assessment;

LCIA) 基礎概念，評估步驟包括分類 (Classification)、特徵化 (Characterization)、標準化 (Normalization) 和加權 (weighting)，以稻米生產為例說明。

4. 依《國家溫室氣體清冊報告》，2020 年臺灣溫室氣體排放總量達 28,513.1 萬噸二氧化碳當量，說明農業溫室氣體排放情形，與臺灣畜產品生命週期之溫室氣體排放量之分析。

(四) 第五節主題：應用生命週期或其他工具評估農糧系統的循環經濟 (Application of LCA (or other tools) to evaluate circular economy in agri-food system)，由泰國蒙庫國王科技大學的 Pariyapat Nilsalab 與 Patcharaporn Pongpat 教授擔任講者，內容主要深入研究 LCA 在農業食品評估循環經濟的應用。

(五) 第六節主題安排 11 名學員簡報執行相關活動內容與面臨挑戰，筆者以臺灣畜產品類別規則 (PCR) 建置為題，講述為節省畜牧產業產品碳足跡盤點的時間及人力成本，本所規劃並 112 年度執行畜產品類別規則修訂計畫，相關制定流程，及畜牧業 PCR 建置情形。以目前所內鮮乳 PCR 修訂為例，修訂完成後可供國內鮮乳產業指引，拓展國內產品碳足跡推動。

結訓後，亦由 FFTC 安排實地參訪泰國孔敬糖業有限公司旗下新恭泰糖廠，包括其甘蔗的智慧農場，透過智慧技術分析數據，供作栽種及收割等決策。酒精廠及糖廠參訪，展示其將製糖副產物及廢棄物生產酒精、發電加值利用，體現其生產中創新價值提升的利用途徑。

參、心得與建議

本次參加 FFTC與KU在泰國聯合舉辦「Strengthening Climate Actions through Circular Agri-food Economy」訓練班，學習循環經濟及生命週期基礎概念，多國於鞏固氣候變遷行動的積極投入。在此感謝長官和同事們的支持與協助，以及FFTC提供訓練機會，完成了這次寶貴的學習旅程與經驗。

- 一、 在面對氣候變遷衝擊下，實現資源的永續利用是一個迫切需要解決的問題，須以一個永續發展的視角來看待資源有效利用與研發管理，例如新創的科技技術或循環利用的模式中，是否兼具減碳效益，可透過生命週期評估工具加以檢視監測。
- 二、 其次，循環經濟除降低廢棄物產生、提升資源的回收率及打造應用回收資源的市場外，同時也應考量生產過程原料使用對環境影響。例如健全管理化學品於環境的使用與減少塑膠使用及包裝，可以有效地減少對環境的不利影響，締造一個更綠色與更和諧的生活環境。
- 三、 為達到可永續發展的目標，個人層面的消費行為也涉及其中，應讓消費大眾都能獲得可持續發展和與自然和諧相處的生活方式的相關資訊和意識，以實際行動支持永續發展的未來。

肆、照片附錄



圖 1. KU Sutkhet Nakasathien 副總裁致詞開幕典禮



圖 2. FFTC 張淑賢主任致詞開幕典禮



圖 3. 訓練班培訓師及學員合影



圖 4. 訓練班會場



圖 5. 學員間自我介紹



圖 6. 昆士蘭大學 Anthony Halog 教授講授講述循環經濟之基本概念



圖 7. 泰國 JGSEE 的 Shabbir H. Gheewala 教授講述生命週期評估基礎概念



圖 8. 本所程梅萍副所長與參與人員進行問答交流



圖 9. 筆者分享所內執行 PCR 修訂計畫情形與挑戰



圖 10. 新恭泰糖廠講解其發展歷程

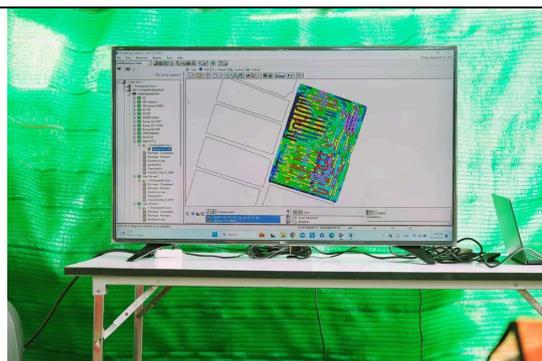


圖 11. 新恭泰糖廠的智慧系統



圖 12. 實地參訪人員與熱情的新恭泰糖廠工作人員合影