

出國報告（出國類別：研習）

農業科技研發成果之國際交流與擴
散策略研究-反芻動物芻料組成對畜
產品生產效率及品質之影響

服務機關：農業部畜產試驗所北區分所

姓名職稱：王思涵副研究員兼系主任及廖曉涵助理研究員

派赴國家/地區：美國/加州及威斯康辛州

出國時間：113年 3 月 22 日 至 113 年 4 月 5 日

報告日期：113 年 4 月 23 日

摘要

後疫情時代再加上氣候變遷使得原物料收穫不如預期且導致價格居高不下，持續衝擊著美國乳牛產業鏈，但也同時迎來新的改變。本次交流首先參訪位於加州的兩個大型乳牛場，分別為Radoni Farm 及 Lopes Dairy，應用個別牛反芻及採食行為之管理系統，與導入基因選拔並生產肉牛延長牛群使用年限是其突破困境的主要策略。再來前往加州大學戴維斯分校（University of California, Davis）參訪試驗乳牛場及獸醫學院，與Dr. Fabio Lima教授團隊進行座談，該團隊近年之研究著重於篩選具高飼料效率之牛群，以提高生產效率作為減碳策略。團隊內博士後研究員Dr. Hugo F. Monteiro以簡報分享高飼效牛群其瘤胃菌相組成與一般牛群之差異，其中與氮代謝有關的菌群似乎對提高飼料利用率扮演相當重要的角色。接續前往威斯康辛州參訪Rosendale Dairy大型乳牛場，該牧場擁有自己之乳品廠且為全美前十大之乳品廠，為維持高產乳量及乳品質，以荷蘭牛與娟姍牛雜交（HolJersey）為其牧場主要乳牛品種。同日前往威斯康辛大學麥迪遜分校（University of Wisconsin-Madison）動物及乳牛科學系（Animal and Dairy Science）試驗乳牛場並與Dr. Luiz F. Ferraretto及Dr. Victor E. Cabrera教授進行座談。校方專屬試驗乳牛場共三處，本次參訪為Emmons Blaine乳牛中心及系館旁之小型乳牛場，該中心以不同畜舍及多重隔欄方式作為試驗區隔，除利用設備紀錄牛隻個別採食量同時搭配氣體收集設備GreenFeed 系統紀錄試驗牛隻其甲烷（CH₄）及二氧化碳（CO₂）等排放量，研究生跟我們分享目前GreenFeed中使用苜蓿粒做為牛群飼料，分成六次進行飼料並紀錄其氣體排放數據；系館旁乳牛場以繫留方式（tie stall）飼養，以營養試驗為主並進行部分動物行為試驗，例如透過母仔同室方式管理分娩母牛及仔牛，以了解對仔牛生長之影響。Dr. Luiz F. Ferraretto提及減少反芻動物碳排放策略不僅在添加劑的使用，高品質芻料應用同時考量能量與蛋白質的平衡，尤其蛋白質與胺基酸的平衡更是減碳關鍵；Dr. Victor E. Cabrera的研究則主要以開發各項線上評估工具，協助酪農精準的了解原物料的價值並達到最佳效益。最後前往美國農業部乳牛芻料研究中心（Agricultural Research Service Dairy Forage Research Center）參訪其試驗乳牛場並與Dr. Kenneth Kalscheur及Dr. Lizzy French 進行座談，乳牛場牛群採繫留方式飼養並持續進行營養試驗，乳牛場內有四組呼吸室（chamber）及四組GreenFeed，可同時進行多組試驗及資料收集。Dr. Kenneth Kalscheur與我們分享呼吸室算是進行溫室氣體收集的黃金準則，但近年來隨著GreenFeed系統的精進且相關研究也獲期刊所接受，未來利用GreenFeed系統作為研究將成為主流，美中不足的地方是GreenFeed系統價格持續升高。Dr. Kenneth Kalscheur及Dr. Lizzy French近年來在減碳相關的研究著重於如何應用多元芻料組合，例如以不同綠肥（cover clover）比例製作青貯，並以此當

成添加物的概念讓芻料利用效率及乳品質提升，同時減少氨氮排放量，在地的原料應用是首要條件。另外，討論到乳牛飼糧中添加海藻及3-硝基氧丙醇（3-nitrooxypropanol, 3NOP）作為減碳策略時，惟目前3NOP在美國仍未通過美國食品藥物管理局（U.S. Food and Drug Administration, FDA）的核准。3NOP雖然已經有許多研究報告說明其減碳功效，但多屬於短期試驗，此類化合物對瘤胃菌相的影響是需要長時間評估的；海藻應用目前的困境是萃取或乾燥後之乾物質量偏低，在牛群使用上僅限於小規模試驗，數據仍需持續累積。整體而言，本次參訪不僅了解疫後美國大型乳牛場之轉變及生存之道，也更清楚國內乳牛產業的減碳方向將可從GreenFeed導入、營養策略應用（蛋白質與胺基酸的平衡）、選出高飼效乳牛及瘤胃菌相組成等開始逐步建立在地的減碳策略，以符合國際趨勢。

目次

壹、目的	5
貳、過程	6
一、行程	6
二、加州大學戴維斯分校（University of California, Davis）研究發展及商業乳牛場經營現況	7
三、威斯康辛大學麥迪遜分校（University of Wisconsin-Madison）研究發展及商業乳牛場經營現況.....	8
四、美國農業部乳牛芻料研究中心（Agricultural Research Service Dairy Forage Research Center）研究發展現況.....	10
參、心得及建議	11
肆、附錄（參訪照片）	13

壹、目的

為研析芻料組成並建構反芻動物生產效率與芻料組成之關聯性分析，應用創新定序技術於建構熱帶地區芻料組成對瘤胃微生物研究，並進一步了解其對反芻動物應用生產效率的影響，期提升畜產品品質、健康性，增進產業永續及動物福祉。本次藉由農業科技研發成果之國際交流與擴散策略研究-反芻動物芻料組成對畜產品生產效率及品質之影響計畫訪美，期能藉此串聯起臺美長期共享成果之合作，美方可獲得熱帶地區芻料調製、乳牛飼養管理技術及提升乳製品健康性。臺方可獲得氣候變遷下之調適資料，提升反芻動物熱緊迫下之生產效率。讓國內乳牛試驗研究符合國際趨勢並進一步能落地於產業應用，協助產業精進與永續。

貳、過程

一、行程

時間			起訖地點	行程內容
月	日	星期		
3	(臺) 22	五	分所-臺灣桃園國際機場 (TPE) -美國洛杉磯國際機場 (LAX) -加州薩克拉門托(SMF)	搭乘班機飛往美國 (桃園-加州)
	(美) 22	五		
	23-24	六-日	美國加州大學戴維斯分校區	準備住宿、租車及參訪簡報確認，並進行市場調查
	25-26	一-二	美國加州大學戴維斯分校區；3/26 自加州薩克拉門托(SMF)飛往芝加哥(ORD)在開車前往威斯康辛麥迪遜	前往 Radoni Farm 及 Lopes Dairy 乳牛場並參訪加州大學戴維斯分校試驗乳牛場及獸醫學院，與 Dr. Fabio Lima 教授團隊進行座談
	27-29	三-五	美國威斯康辛州	參訪 Rosendale Dairy 乳牛場並與美國 Kemin 營養人員進行座談
	30-31	六-日	美國威斯康辛州	資料及簡報整理，並進行市場調查
4	1-3	一-三	美國威斯康辛州；4/3 自威斯康辛州往芝加哥移動	威斯康辛大學麥迪遜分校 (University of Wisconsin-Madison) 動物及乳牛科學系 (Animal and Dairy Science) 試驗乳牛場並與 Dr. Luiz F. Ferraretto 及 Dr. Victor E. Cabrera 教授進行座談；前往美國農業部乳牛芻料研究中心 (Agricultural Research Service Dairy Forage Research Center) 參訪其試驗乳牛場並與 Dr. Kenneth Kalscheur 及 Dr. Lizzy French 進行座談
	4 (美)	四	伊利諾州-美國芝加哥國際機場 (ORD) -臺灣桃園機場 (TPE) -分所	搭乘班機飛往臺灣 (芝加哥-臺灣)
	5 (臺)	五		

二、加州大學戴維斯分校（University of California, Davis）研究發展及商業乳牛場經營現況

目前加州總計有 1,100 家乳牛場，總飼養泌乳牛頭數為 1.72 百萬頭。加州乳牛之年生乳產量自 1993 年至今皆排名全美第一，約占美國年生乳產量之五分之一，每年生產之生乳量為 41.9 百萬磅（19 百萬公斤），其中 46% 的生乳被製作成乾酪（cheese）進入市場販售，加州同時也是全美第二大生產乾酪及優格（yogurt）的州。本次交流首先參訪位於加州的兩個飼養規模達千頭以上之大型乳牛場，分別為 Radoni Farm 及 Lopes Dairy。Radoni Farm 在加州已經是第三代在經營，由於飼養規模屬大型乳牛場，為進一步針對個別牛隻進行更細緻的管理，前幾年開始使用 SCR 管理系統，以個別牛採食、反芻及喘息等行為數據做為牛群管理依據。Radoni Farm 配合之系統工程師跟我們分享使用系統後對於牛群管理之發現，雖然 Radoni Farm 牛群熱緊迫數據普遍低於系統設定的閾值，但有趣的是當熱緊迫數據變化曲線出現上升趨勢時，隨之而來的是一連串牛群行為的變化（採食量下降或疾病），討論過程中工程師得知我們也有使用 SCR 系統，強烈的建議我們身處亞熱帶地區，熱緊迫數據的變化是相當值得觀察，早期發現牛群狀況及早做出對應的作為，可以減少不少後續問題。Mr. Cleber Fonts 為 Radoni Farm 及 Lopes Dairy 專屬營養顧問，他指出加州是一個在乳牛飼糧中使用非常多副產物的州，加州因為人口眾多只要人不吃牛可以吃的都可拿來使用，包括糖果、麵包、馬鈴薯、番茄、乳清等，也因為這樣多樣性的原料組成營養顧問在乳牛場扮演非常重要的角色，營養顧問須針對每批芻料及副產物進行營養成分分析，在符合乳牛各階段營養需求的前提下將副產物納入配方調製。副產物的使用不僅可降低成本、減碳也減少廢棄物產生。Mr. Cleber Fonts 指出 Radoni Farm 導入 SCR 系統不僅管理更為便利，對營養顧問來說藉由採食及反芻行為來了解飼糧狀況，也是一大好處。Mr. Cleber Fonts 也一再強調他的配方哲學，反芻動物就是吃草的動物，了解各項原物料特性包括棉籽（cotton seed）、含可溶物乾燥玉米酒糟（Corn Distiller's Dried Grains with Solubles, DDGS）、大豆殼粒（soybean hulls）及菜籽油粕（canola seed）等，供給足夠的纖維同時考量能量及蛋白質含量，這樣才能既符合乳牛需求也讓牛隻健康。

Lopes Dairy 乳牛場目前由場主兒子 Tony Lpoes 將基因選拔概念導入牧場並生產肉牛延長牛群使用年限以開創高收益。Tony Lpoes 利用面談的方式將牧場營運策略做完整介紹，首先 Lopes Dairy 場內所有的乳牛都進行基因體檢測，依照場內選拔目標進行牛群配種計畫，基因體檢測結果符合目標的母畜會依照指數優

劣進行配種精液選擇，並將後裔留於牧場族群裡繁衍；但若母畜之基因體檢測結果未符合目標，即以安格斯牛精液進行配種，將母畜作為代理孕母，生產肉牛同時也產出生乳加倍收益。目前美國肉牛價格非常好，酪農採用荷蘭牛進行肉牛生產者不在少數，Tony Lpoes 指出此類使用之安格斯牛精液是特別選過的並不會有仔牛體型過大難產的問題，且混種的肉牛長的就像荷蘭牛，且其牛肉品質約 20% 可達到 Prime（極佳級），總之收益是非常可觀的。

加州大學戴維斯分校（University of California, Davis）參訪的第一站是試驗乳牛場，Dr. Fabio Lima 教授親自帶領團隊為我們介紹試驗乳牛場設備及目前進行的試驗。目前試驗乳牛場使用的是 1*8 的賽馬式擠乳機（Parallel milking parlor），Dr. Fabio Lima 指出由於校方經費支持，這套擠乳設備是新的且搭配牛群管理系統，在研究資料收集較以往便利許多，同時在畜舍頸項夾區域有設置個別牛自動採食量偵測系統，由於目前正在進行乳牛飼糧胺基酸平衡試驗，因此可以看到牛群分組，每頭牛於頸部佩掛感測器，當接近屬於自己編號的採食欄位時採食窗口會自動開啟供牛群採食並記錄採食量。Dr. Fabio Lima 團隊近年之研究著重於篩選具高飼料效率之牛群，以提高生產效率作為減碳策略。團隊內博士後研究員 Dr. Hugo F. Monteiro 以簡報分享高飼效牛群相關試驗，以不同之乳牛場共 550 頭牛群中挑選出高產乳量但採食量較低的牛隻，並利用統計模式定義出高飼效牛群，收集高飼效牛隻瘤胃液及糞便分析其菌相組成，結果發現高飼效牛群與一般牛群之差異，不僅在採食量甚至連其營養代謝效率都較佳，其中與氮代謝有關的菌群似乎對提高飼料利用率扮演相當重要的角色。Dr. Hugo F. Monteiro 與 Dr. Wilson 皆指出雖然造成乳牛採食量、瘤胃菌相組成至乳品質影響因素眾多，但研究就像拼圖一樣，一步步地拼湊出每個結果的可能原因，這部分的研究截至目前仍有許多未知但卻相當值得探討。

三、威斯康辛大學麥迪遜分校（University of Wisconsin-Madison）研究發展及商業乳牛場經營現況

Rosendale Dairy 是位於威斯康辛州之乳牛場，該牧場擁有自己之乳品廠且為全美前十大之乳品廠，以荷蘭牛與娟姍牛雜交（HolJersey）為其牧場主要乳牛品種，以混種牛做為飼養品種主要的原因為體型較小且可取兩種牛隻品種在產乳量及乳品質的優點。牧場使用兩組 80 頭份之圓盤擠乳機（rotary milk parlor），24 小時擠乳，每組擠乳機由兩位工人負責，工人採三班制。比較特別的是圓盤擠乳機在擠乳後之藥浴動作採機器人手臂，利用紅外線感測乳頭進行噴藥作業，解說員表示這個設備是在疫情期間人手不足才採用的設備，雖然偶而會有遺漏或是偵測

異常的狀況，但整體來說替代人力也達到擠乳後藥浴的需求。

威斯康辛大學麥迪遜分校動物及乳牛科學系專屬試驗乳牛場共三處，本次參訪為 Emmons Blaine 乳牛中心及系館旁之小型乳牛場，該中心以不同畜舍及多重隔欄方式作為試驗區隔，除利用設備紀錄牛隻個別採食量同時搭配氣體收集設備 GreenFeed 系統紀錄試驗牛隻甲烷（CH₄）及二氧化碳（CO₂）等排放量，研究生跟我們分享目前 GreenFeed 中使用苜蓿粒做為牛群餵飼，分成六次進行餵飼並紀錄其氣體排放數據，粒料的給予可以減少阻塞及下料異常，而利用 APP 可隨時設定各牛群的餵飼次數或紀錄，操作上相當方便。試驗乳牛場旁設置許多放置原物料的隔間、包括大豆殼粒、棉籽、玉米青貯、苜蓿半乾青貯等，該中心主任 Mr. Mike Groot 說明本次苜蓿半乾青貯品質較差，但仍值得跟大家介紹一下這類原料，苜蓿半乾青貯相較於苜蓿乾草可以將較多的葉片保留，營養成分高是個非常好的原料。

動物及乳牛科學系旁小型乳牛場（campus dairy cattle center）目前約有 50 頭泌乳牛，以繫留方式（tie stall）飼養，試驗研究以營養及動物行為相關為主。乳牛場主任 Ms. Melanie Eck 首先介紹系館乳牛場大廳有設計各項乳牛小常識讓學生或參訪民眾更了解乳牛，而乳牛場內之牛群試驗採接案方式，有試驗需求的教授或是學生須提供試驗設計與排程，待中心審查通過後即可進行試驗。Ms. Melanie Eck 說通常等個一年是最基本的，因此及早規劃試驗才不至於耽誤發表或是畢業期程。本次參訪過程中最有趣的試驗莫過於以母仔同室方式管理分娩母牛及仔牛，期了解仔牛生長變化之研究。Ms. Melanie Eck 說母仔同室的仔牛可依照自己的吮乳需求進行吮乳，整體來說仔牛的生長狀況優於沒有母仔同室的牛隻，但離乳後是否無法融入群體造成生長狀況受到影響，這還需要繼續看下去。為了解動物及乳牛科學系教授如何兼顧研究並貼近產業需求，本次特別與 Dr. Luiz F. Ferraretto 及 Dr. Victor E. Cabrera 教授各進行一個小時的座談。Dr. Luiz F. Ferraretto 教授的研究主軸為了解並提高乳牛對澱粉和纖維的利用、玉米青貯和高水分玉米的品質和消化率、使用替代副產品作為飼料成分等。Dr. Luiz F. Ferraretto 教授指出，選擇推廣工作的教授除了研究外可不參與教學工作，但兼顧推廣與研究確實是需要磨合的。符合產業需求的研究才能擴及至產業應用，這是不變的道理，以減少反芻動物碳排放策略部分添加劑的使用是其中一個方式，但最大化高品質芻料供給同時考量飼糧能量與蛋白質的平衡，尤其蛋白質與胺基酸的平衡更是減碳關鍵；Dr. Victor E. Cabrera 教授的研究則主要以開發各項線上評估工具，協助酪農精準的了解原物料的價值並達到最佳效益。截至目前 Dr. Victor E. Cabrera 教授團隊已開發出 50 種以上的決策支援工具供產業使用，其中 FeedVal v6.0 (<https://dairymgt.cals.wisc.edu/tools.php#>) 為評估各項原物料價值的工具，Dr. Victor

E. Cabrera 教授指出此工具可以依照原物料各項營養成分計算出單價，農民可也藉此了解售價及營養成分是否有對價關係，以避免買到營養價值偏低價格不合理的原物料。

四、美國農業部乳牛芻料研究中心（Agricultural Research Service Dairy Forage Research Center）研究發展現況

美國農業部乳牛芻料研究中心（Agricultural Research Service Dairy Forage Research Center）是美國農業部所屬 90 個研究中心其中之一，主要的優勢為利用多種研究方法研究包括土壤、飼料作物、飼料管理、反芻動物營養、糞尿管理及環境永續等。乳牛芻料研究中心大樓位於威斯康辛大學內與學校關係密切，不僅參與學校研究題目也協助指導研究生。乳牛芻料研究中心試驗乳牛場位於麥迪遜 Madison 西北約 48 公里處，總占地約 8,903 平方公尺，飼養規模為 390 頭乳牛。飼養型態包括繫留式（tie-stall）及自由式（free-stall）頸夾，可依試驗需求進行牛群分組。試驗乳牛場目前採魚骨式擠乳機（Herringbone Stall milking parlor）每日擠乳三次，日平均產乳量為 41.73 公斤。乳牛場內有四組呼吸室（chamber）及四組 GreenFeed，可同時進行多組試驗及資料收集。Dr. Kenneth Kalscheur 與我們分享呼吸室算是進行溫室氣體收集的黃金準則，但近年來隨著 GreenFeed 系統的精進且相關研究也獲期刊所接受，未來利用 GreenFeed 系統作為研究將成為主流，美中不足的地方是 GreenFeed 系統價格持續升高。參訪過程中，巧遇試驗乳牛場負責所有機械設備維護之工程師，工程師提及利用呼吸室進行氣體收集試驗前，要先確認氣密狀態是否足夠、各項氣體收集管線是否正常運作及測定回收率；而使用 GreenFeed 系統目前比較常遇到的問題是下料異常，感應器或是管線阻塞容易造成下料異常導致牛隻採食次數受到影響進而造成氣體收集數據異常，不過每組 GreenFeed 系統都有其專屬編號，設備商會利用遠端監控排除設備異常警訊，整體來說 GreenFeed 系統使用彈性度相較於呼吸室佳。乳牛芻料研究中心預計於 2027 年啟用位於試驗乳牛場附近之全新乳牛場，該乳牛場以動物照護及福祉為設計主軸，自由式頸項夾區域搭配四組機器人擠乳機、兩組傳統擠乳機，四組呼吸室及繫留式之頸項夾計 48 組。在訪談過程中，Dr. Lizzy French 非常興奮地提及這個新設施未來的研究，包括比較機器人擠乳機使用自由動線（free flow）或引導動線（guided flow）的差異等，美國越來越多酪農選擇機器人擠乳機，研究中心導入新設施與設備能展開的研究將更廣。Dr. Kenneth Kalscheur 及 Dr. Lizzy French 近年來在減碳相關的研究著重於如何應用多元芻料組合，例如以不同綠肥（cover clover）比例製作青貯，並以此當成添加物的概念讓芻料利用效

率及乳品質提升，同時減少氮氣排放量，Dr. Kenneth Kalscheur 一再強調在地的原料應用是首要條件，臺灣一定有適合的綠肥作物能利用不同組合混植或是青貯調製技術混合成特定比例，成為高消化率高營養之原料，而此將有助於瘤胃穩定及維持動物健康，同時達到降低溫室氣體排放。

另外，討論到乳牛飼糧中添加海藻及 3-硝基氧丙醇(3-nitrooxypropanol, 3NOP) 作為減碳策略時，惟目前 3NOP 在美國仍未通過美國食品藥物管理局 (U.S. Food and Drug Administration, FDA) 的核准。3NOP 雖然已經有許多研究報告說明其減碳功效，但多屬於短期試驗，此類化合物對瘤胃菌相的影響是需要長時間評估的；海藻應用目前的困境是萃取或乾燥後之乾物質量偏低，在牛群使用上僅限於小規模試驗，數據仍需持續累積。Dr. Kenneth Kalscheur 認為無論是何種降低乳牛溫室氣體排放量的策略，首要考慮的應該是牛群的健康，在這個前提下發展出的策略才能符合產業需求同時真的讓酪農願意朝減碳的方向前進。

參、心得與建議

一、 Mr. Cleber Fonts 為加州當地 40 位乳牛場營養顧問其中一位，已經在加州執業 30 年，討論到美國減碳議題時，他指出加州是一個甚麼都走在前面的州，乳牛場的減碳早已經被提出來來討論，且乳牛飼糧中使用為數不少之副產物也行之有年，但如何兼顧經濟效益及減碳，這部分仍須回歸政府單位政策，才有辦法真的落地並永續。舉例來說，減少甲烷排放的添加劑若要讓所有乳牛場都使用，首先不能影響產乳性能及乳品質，同時價格又不能增加成本，才有可能廣泛推行。其他幾位與乳牛營養研究相關領域的專家包括 Dr. Luiz F. Ferraretto、Dr. Kenneth Kalscheur 及 Dr. Lizzy French 在提及乳牛減碳策略使用之添加劑時，論點與 Mr. Cleber Fonts 相似，乳牛是反芻動物，纖維是維持瘤胃微生物穩定及牛隻健康之首要，海藻及 3-硝基氧丙醇 (3-nitrooxypropanol, 3NOP) 是新的產品，有其功效但仍需要長時間觀察對瘤胃微生物是否有負面影響。但反觀孟寧素 (monensin) 在美國乳牛飼糧中普遍被使用，不僅價格便宜且對生長性能表現加，減碳效果更是經許多研究報告屢次驗證。

二、 Mr. Cleber Fonts 指出自從 Lopes Dairy 牧場場主兒子 Tony Lpoes 將基因選拔概念導入牧場並生產肉牛延長牛群使用年限，其牧場的收益是翻倍的。未來為穩定國內肉牛牛隻來源，建構乳牛場生產 F1 肉牛之多元經營模式或許有機會改善國內乳牛產業面臨的困境，但就 Mr. Cleber Fonts 提及此類牧場的經營管理有幾個重點，牧場須要有足夠的飼養空間選留不同類型的牛群 (肉

牛或留種乳牛），飼糧的給予也須依照牛群的特性進行調製，配方組成除考量營養需求成本更是關鍵，上述種種都須滿足才能讓以乳牛場搭配肉牛生產的牧場運作順暢且達到收益目標。

三、 Dr. Kenneth Kalscheur 及 Dr. Lizzy French 近年來在減碳相關的研究著重於如何應用多元芻料組合，從研究報告中可以發現不少使用瘤胃菌相或 AI 大數據分析的資料。筆者好奇的詢問，以乳牛芻料研究中心這類的研究單位來說，除了具備乳牛營養相關專家外，也需要具備 AI 數據分析的技術嗎？Dr. Lizzy French 笑著回答，以他而言就不是一個數據控，但現在由於技術演進能獲得龐大的數據資料已成常態，因此與學校數據運算相關科系學生或教授合作已是常態，例如廣招實習生或是研究生參與計畫。Dr. Lizzy French 的回答雖然不讓人意外，但也確實點出乳牛營養相關研究必須突破單一專長跨域結合才有可能創造出更豐富的結果。

四、 本次參訪不僅了解疫後美國大型乳牛場之轉變及生存之道，也更清楚國內乳牛產業的減碳方向，重新建置不同動物適用之呼吸室或導入 GreenFeed 系統，啟動能進行氣體收集的基礎設施。就反芻動物而言，多元在地芻料組合以優化品質、搭配營養策略應用（蛋白質與胺基酸的平衡）、選出高飼效乳牛及瘤胃菌相組成、搭配大數據運算模式逐步建立在地的減碳策略，以符合國際趨勢。

肆、附錄（參訪照片）



圖 1. Radoni Farm 乳牛場一隅



圖 2. 於 Radoni Farm 乳牛場與負責管理系統工程師與 Mr. Cleber Fonts 營養顧問(左三)合影



圖 3. 與 Lopes Dairy 場主夫人(中間)及兒子(左二)於牧場合影



圖 4. 與 Lopes Dairy 牧場兒子 Tony Lpoes 分享其牧場使用基因體檢測技術及肉牛飼養管理方法



圖 5. Lopes Dairy 場主夫人介紹仔牛飼養管理



圖 6. Lopes Dairy 以荷蘭母牛配安格斯牛精液生產之肉牛

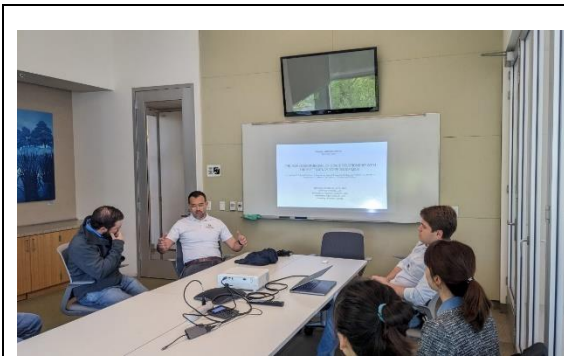


圖 7. 加州大學戴維斯分校 Dr. Fabio Lima 教授(左前)及博士後研究員 Dr. Hugo F. Monteiro(右前)分享團隊研究成果



圖 8. 加州大學戴維斯分校 Dr. Fabio Lima 團隊成員 Dr. Wilson 介紹試驗乳牛場試驗現況



圖 9. 加州大學戴維斯分校試驗乳牛場使用之自動採食量偵測系統



圖 10. 加州大學戴維斯分校 Dr. Fabio Lima 教授介紹試驗乳牛場試驗現況



圖 11. 威斯康辛州 Rosendale Dairy 乳牛場成員介紹乳牛場運作



圖 12. 威斯康辛州 Rosendale Dairy 乳牛場 24 小時擠乳現況



圖 13. 威斯康辛州 Rosendale Dairy 乳牛場外滿滿乳車進行牛乳收集並運送



圖 14. 與威斯康辛州 Rosendale Dairy 成員(中間)於牧場合影



圖 15. 美國 Kemin 營養人員進行座談



圖 16. 威斯康辛大學麥迪遜分校動物及乳牛科學系試驗乳牛場



圖 17. 威斯康辛大學麥迪遜分校動物及乳牛科學系 Emmons Blaine 試驗乳牛場成員 Mr. Mike Groot(左二)介紹牧場現況



圖 18. 威斯康辛大學麥迪遜分校動物及乳牛科學系館旁之小型乳牛場試驗乳牛場成員介紹牧場現況



圖 19. 美國農業部乳牛芻料研究中心 Dr. Lizzy French 介紹試驗乳牛場使用之 GreenFeed 系統



圖 20. 美國農業部乳牛芻料研究中心 Dr. Lizzy French 介紹試驗乳牛場使用之呼吸室



圖 21. 美國農業部乳牛芻料研究中心 Dr. Lizzy French 介紹試驗乳牛場使用之呼吸室後端連結的收集系統



圖 22. 與美國農業部乳牛芻料研究中心 Dr. Lizzy French 於試驗乳牛場合影



圖 23. 與美國農業部乳牛芻料研究中心 Dr. Kenneth Kalscheur 及 Dr. Lizzy French 進行座談



圖 24. 與美國農業部乳牛芻料研究中心 Dr. Kenneth Kalscheur(右二)及 Dr. Lizzy French(左二)合影