

B.教育部補助大專校院延攬國際頂尖人才執行績效報告

(本報告將公告於計畫網站，請謹慎檢視內容是否適合對外公開)

一、基本資料

計畫核定年度	107 年		
報告年度	109 年		
學校名稱及聘任系所	國立中興大學 生物科技發展中心	學門領域	生命科學及農學
玉山(青年)學者姓名	Wilhelm Gruissem 格魯伊森姆	職稱	教授
聘任方式	<input checked="" type="checkbox"/> 玉山學者 <input type="checkbox"/> 專任教師(含編制內專任教師及編制外專案教師) <input checked="" type="checkbox"/> 短期交流(實際在校服務期間：109 年 10 月 4 日至 12 月 4 日及 110 年 2 月 5 日至 4 月 2 日) <input type="checkbox"/> 玉山青年學者		
經費執行期間	109 年 08 月 01 日 至 110 年 07 月 31 日		
聯絡人	單位：生物科技發展中心 職稱及姓名：張書恆 博士後研究員 聯絡電話：04-22840264#8041 傳 真：04-22861905 電子信箱：schang@nchu.edu.tw		

二、執行情形

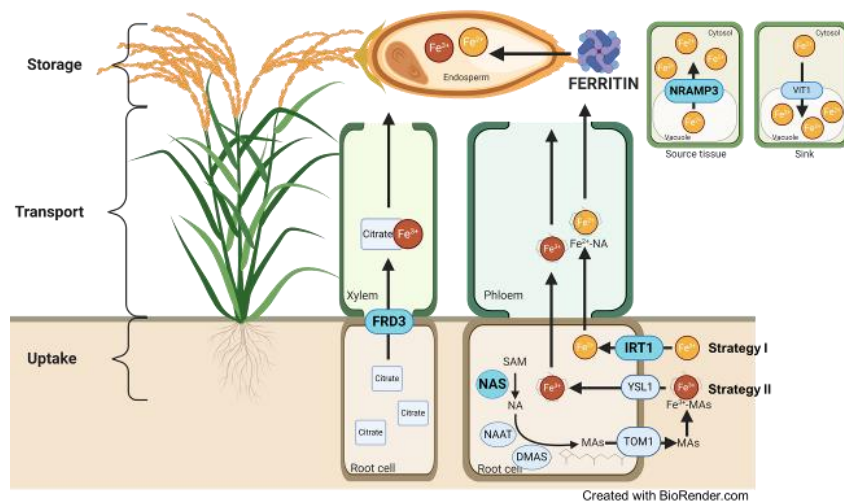
(一)玉山(青年)學者工作項目及內容(如教學工作或研究計畫等)

研究計畫：

格魯伊森姆(Wilhelm Gruissem)教授在國立中興大學進行的研究計畫，主要集中在水稻與木薯兩種主要糧食作物上，針對新穎基因的發掘及功能探討，作為實用基礎，並強調田間農藝性狀測試。教育部高等教育深耕計畫第2部分特色領域研究中心-國立中興大學前瞻植物生物研究中心高營養水稻品系生產與應用計畫，本計畫利用生物強化(Biofortification)策略增加水稻中重要維他命及微量元素的含量，改良水稻的營養成份，增進水稻的附加價值。木薯供源積儲(Cassava Source-Sink, CASS)計畫是由本校、瑞士蘇黎世聯邦理工學院(ETH Zurich)、德國埃爾朗根-紐倫堡大學(FAU)、於利希研究中心(FZJ)、馬克斯·普朗克研究所(Max-Planck Institute)、凱撒斯勞滕工業大學(TUK)、美國博伊斯·湯普森研究所(Boyce Thompson Institute)、英國劍橋大學(University of Cambridge)與奈及利亞國際熱帶農業研究所(IITA)共同合作，致力於提高木薯的產量，改善非洲糧食供應。此外也與日本理化研究所(RIKEN)及瑞士日內瓦大學(UNIGE)建立合作計畫，將轉基因作物引入台灣進行田間試驗。因 Wilhelm Gruissem 教授在瑞士蘇黎世聯邦理工學院仍有實驗室，每周三台灣與瑞士實驗室成員皆會參與線上例行會議討論研究內容。因受到疫情影響，以致 Wilhelm Gruissem 教授在四月之後無法來台，教授利用線上會議的形式確保執行計畫順利。

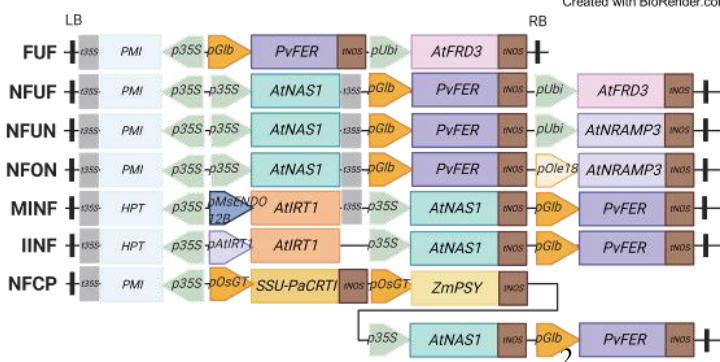
1.高營養水稻品系生產與應用計畫

微量元素缺乏會對人的健康造成長期負面的影響，全球大約有 20 億人因攝取過少的鐵而患有貧血症。水稻是世界主要糧食，儘管可以提供足夠的卡洛里，但卻無法缺乏日常所需的重要維他命及微量元素。因此我們面臨的挑戰是如何改良水稻的營養成份，不止對食用者的健康有所助益，並可增進水稻的附加價值。我們的鐵鋅生物強化策略是通過基因工程促進水稻根部吸收效率、體內的運輸能力及儲存在胚乳中(圖一)。

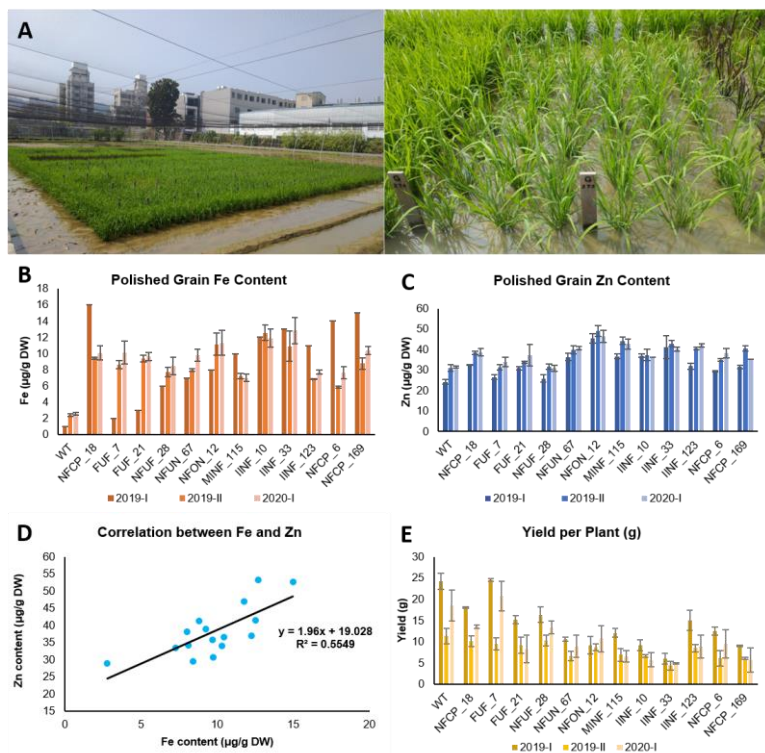


圖一、鐵鋅生物強化

(biofortification)水稻之主要策略:生物強化策略依賴於從土壤中有效地吸收足夠的鐵和鋅，並將這些微量元素有效地運輸到地上部分和穀粒中。由於水稻胚乳(白米)作為主要的食用部分，因此特別需要增加胚乳中的微量元素含量。



格魯伊森姆教授所培育出的高維他命 A 及高鐵鋅含量的水稻品系，於國立中興大學北溝農場進行田間試驗(圖二、A)，分析種植於試驗田的高維他命 A 及高鐵鋅含量的水稻品系的種子中，鐵鋅等微量元素及維他命 A 的含量。並測試其基本農藝性狀，如生長週期、開花時間、米粒產量、水份及肥料需求量、抗非生物性逆境能力等。另外，也將測試這類水稻花粉散佈情況，並評估 out-crossing 的機率。經過三個水稻期作的田間試驗，其結果顯示在所有轉基因品系精米中鐵的含量均顯著增加，高達 $13.9\mu\text{g/g DW}$ ，約為野生型日本晴水稻 ($3.3\mu\text{g/g DW}$) 的 4.2 倍(圖二、B)。在前人的研究中指，利用 NAS 與 IRT 基因在增加植物中鐵的含量時，同時亦會增加鋅的含量。轉基因品系精米中鋅含量增加至 $50.0\mu\text{g/g DW}$ ，是野生型日本晴水稻 ($31.1\mu\text{g/g DW}$) 的 1.6 倍，在精米中鐵與鋅的含量呈正相關(圖二、C 及 D)。此結果表明我們的鐵鋅生物強化策略能夠在田間條件下，同時增加稻米內鐵和鋅的含量。NFCP_18 和 FUF_7 為兩個最為成功的品系。NFCP_18 的精米中含有 $11.8\mu\text{g/g DW}$ 的鐵，約為每日飲食建議目標的 80%；以及 $38.6\mu\text{g/g DW}$ 的鋅和 β -胡蘿蔔素，僅降低 30% 的產量。FUF_7 含鐵量為 $10.5\mu\text{g/g DW}$ ，是每日膳食推薦目標的 70%；鋅含量為 $34.0\mu\text{g/g DW}$ ，產量僅降低了 13%(圖二、E)。未來將與本校食品暨應用生物科技系黃菁英老師合作，利用人類 Caca-2 大腸細胞株測試鐵鋅生物強化水稻稻米中鐵的生物有效性(bioavailability)。



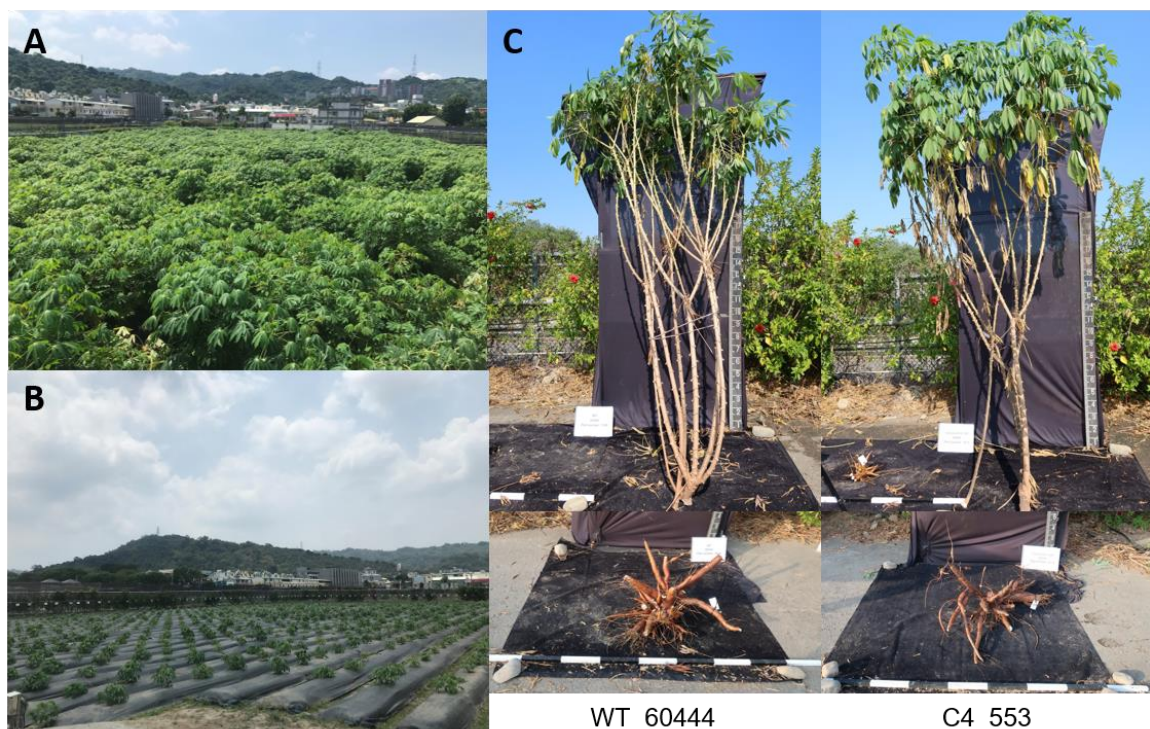
圖二(A) 鐵鋅生物強化水稻種植於國立中興大學北溝試驗農場之照片。(B)種植於試驗農場之轉基因品系精米中鐵的含量。(C)種植於試驗農場之轉基因品系精米中鋅的含量。(D)轉基因品系精米中鐵及鋅含量散佈圖，鐵鋅含量的相關係數為 0.55。(E) 鐵鋅生物強化水稻種植於國立中興大學北溝試驗農場之產量。

NFCP 品系因包含 PSY 和 CRTI 基因，它們是 β -胡蘿蔔素合成所必需的，使精米具有獨特的黃色(圖三、A)。其他農藝性狀如生長週期、開花時間和稻米大小與野生型相比均無明顯差異(圖三、B~E)。格魯伊森姆教授於瑞士聯邦理工學院的博士班生 Kawakami Yuta 嘗試以新的策略增加稻米中鐵的含量所建構的鐵生物強化水稻。此外由瑞士日內瓦大學(UNIGE) Thérèse Bridget Fitzpatrick 教授所開發的 B1 維他命強化水稻，今年皆會開始於北溝實驗農場進行田間試驗。格魯伊森姆教授所培育的水稻是以秈稻品系為基礎，將以相同方式培育高維他命 A、B6 及微量元素的粳稻品系，以適合國人食用。我們也計劃與 Dr. Gruissem 合作，以類似的研究法改進台灣其他農作物，如甘藍、蕃茄、青花菜等蔬菜，以提高重要微量元素含量。

2. Cassava Source-Sink (CASS)木薯供源積儲計畫

木薯(*Manihot esculenta*)又稱樹薯，為大戟科木薯屬的植物，原產於南美洲，其根部可被食用，常製成木薯粉。全球有 8 億人將木薯作為主要的卡路里來源，主要集中在非洲地區。木薯是非洲糧食安全不可或缺的一部分，2012 年樹薯被比爾與梅林達蓋茲基金 (Bill & Melinda Gates Foundation) 會選為熱帶地區重要糧食作物。儘管木薯對非洲大陸的糧食安全具有重要意義，但與其他主食如小麥，水稻和玉米相比，它的研究和開發受到的關注相對較少。CASS 計畫是由臺灣，瑞士，德國，美國，英國和奈及利亞研究團隊共同合作，目的是透過改善積儲關係來提高木薯儲藏根和澱粉的產量。從瑞士輸入之 CASS 木薯將在中興大學北溝農場種植，以理解木薯在臺灣的地理氣候條件下之生長情形。並測試其基本農藝性狀，如生長周期、根系生長情況，根的澱粉含量、水份及肥料需求量、光合作用能力等。組織特異性啟動子是表現基因於特定組織中的重要工具。Dr. Gruissem 所培育出的組織特異性啟動子表現的 β -葡萄糖苷酸酶 (β -glucuronidase; GUS)報告基因木薯，將在中興大學北溝實驗農場種植。將分析試在田間條件下所生長的木薯，其組織特異性啟動子的表現活性。

臺灣位於亞熱帶，具有適合木薯生長的氣候，並且沒有重大木薯疾病的紀錄，為進行木薯田間試驗的良好地區。將木薯組織培養苗轉移到土壤，並在溫室中生長 8 週，使其適應環境並成長至幼苗，然後再種植至田間。於 2019 與 2020 年的木薯生長季（3 月至 11 月）皆在國立中興大學北溝實驗農場針對野生型木薯品種 60444 及多個轉基因品系進行田間實驗，獲得完整的農藝性狀資料。2020 年木薯田間試驗，木薯種植於田中兩個月後與五個月之生長情形(圖五、A 及 B)。在經過完整的生長季後，於 11 月底進行收成，收集野生型木薯及轉基因品系的生物量資訊，同時記錄每一株木薯地上部及儲存根的外觀特徵(圖五、C)。

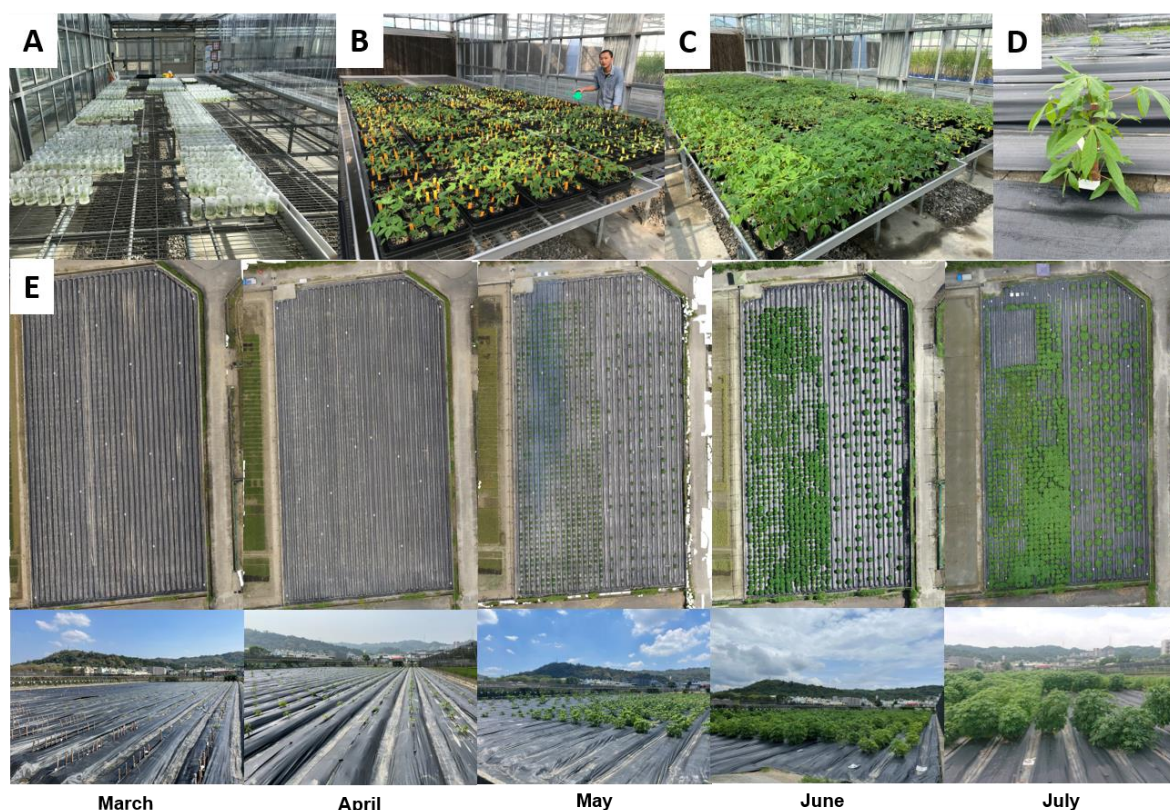


圖

五(A 及 B)2020 年於國立中興大學北溝實驗農場木薯田之照片。(C) 野生型木薯 60444 及木薯 C4 轉基因品系 2020 年種植於北溝實驗農場之照片。

今年的木薯田間試驗跟 2019 與 2020 年相同，於 1 月從瑞士輸入轉基因木薯組織培養苗(圖六、A)，並在溫室中生長 8 週(圖六、B 及 C)，再移至田間種植(圖六、E)。因為

木薯不易開花，且種子的發芽率不高，因此非洲木薯農民皆利用木薯莖進行營養繁殖。今年嘗試使用營養繁殖的方式，於木薯田中種植木薯，測試從組織培養苗及木薯莖培養的木薯是否會有不同的農藝性狀(圖六、D)。在木薯生長季中，我們利用無人飛行器(UAV)測量植物的高度和樹冠層體積，此方法可有效的提供木薯早期生長和發育速率，降低人力需求。從先前的資料木薯地上部與儲存根的生物量有明顯的正相關，因此可以利用無人飛行器獲得的資訊，預測木薯的產量。



圖六(A)2021 年從瑞士輸入轉基因木薯組織培養苗。(B 及 C)轉基因木薯組織培養苗於北溝實驗農場溫室生長 4 周及 8 周之照片。(D)運用營養繁殖方式種植於木薯田中之轉基因木薯。(E) 2021 年木薯田 3 月至 7 月的生長情形，與無人飛行器所獲得的空拍圖。

今年格魯伊森姆教授與日本理化研究所(RIKEN)的 Dr. Motoaki Seki 展開國際合作。Dr. Motoaki Seki 期望藉由兩種酵素改進木薯儲存根中的澱粉比例，使木薯的根部可以作為工業用澱粉的良好來源。Dr. Motoaki Seki 的轉基因木薯組織培養苗於今年 4 月輸入臺灣，並種植在北溝農場進行田間試驗。



教學計劃：

Plant Biotechnology and Synthetic Biology

植物生物技術與合成生物學

Course Outline:

Climate change and population growth are global challenges for sustainable agriculture and crop production that must be addressed using efficient breeding technologies and novel breeding tools such as CRISPR-Cas9. The new course 'Plant Biotechnology and Synthetic Biology' will introduce students to conventional and advanced methods of plant genome engineering and biotechnology approaches applied to crop plants. Novel synthetic biology techniques for the regulation of plant genes and metabolic processes will be explained. Students will be introduced to the relevant literature and trained in the presentation and discussion of research results.

氣候變遷及人口增長已成為全球永續農業及作物生產的挑戰，必須開發高效率及新穎的育種技術以之應對。本項新的課程「植物生物技術與合成生物學」將介紹傳統及先進之植物基因體基因工程及生物技術的方法、演進與農作物改良之應用。課程亦討論應用新穎之合成生物學的策略，以及植物基因調控與代謝途徑。並將選取數篇近期發表之尖端文獻，訓練學生研讀、蒐集及整理資料及報告的能力。本課程在本校玉山學者 Dr. Gruissem 將引導學生從傳統生物技術至最新穎的基因體編輯及合成生物學等，兼具實用與知識充實之價值，歡迎同學選修。

This is a two-hour lecture and one-hour discussion course for Master- and PhD level students. The course will be taught in English. Students are encouraged to make presentations in English but presentations in Chinese are acceptable.

本課程共三個學分，以英文授課，上課方式將採取兩個小時的講課及一個小時的討論，並鼓勵學生以英文報告，亦可使用中文進行報告。歡迎碩士生及博士生選修。

上課 (lecture): Tuesday 10:00~12:00 am

討論(Discussion): Thursday 10:00~11:00 am

Instructors:

Dr. Wilhelm Gruissem (Professor and Yushan Scholar)

Dr. Shuen-Fang Lo (Associate Research Fellow)

About the Instructors:



Dr. Wilhelm Gruissem has been the former Director of the Department of Plant Biology at UC Berkeley (USA) and scientific consultant of the Executive Yuan. Since 2000 he is Professor at the Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zurich; <https://impb.ethz.ch/research/research-pb.html>) in Switzerland. He is a fellow of the American Association for the Advancement of Science and the American Plant

Biology Society. His research is highly cited in the field. Currently, he is also a Professor at NCHU and a Yushan Scholar. Dr. Gruissem has a laboratory and research team at NCHU and participates in the University's higher education and training programs. His research focuses on improvement of rice and cassava for traits that cannot be achieved by conventional breeding. He is also well known as Editor of the acclaimed book 'Biochemistry and Molecular Biology of Plants'

Dr. Wilhelm Gruissem 曾擔任 UC Berkeley 植物生物學系系主任、行政院科技顧問。自 2000 年起受聘為瑞士聯邦理工大學傑出教授 (ETH Zurich;

<https://impb.ethz.ch/research/research-pb.html>)，Dr. Gruissem 為美國科學促進會及美國植物生物學會會士，在世界植物生物學領域中學術地位崇高。目前受聘為中興大學玉山學者，並在興大生物科技發展中心建立個人實驗室及其研究團隊，參與本校高教深耕計畫。其研究主要針對傳統育種方法無法達成之水稻及樹薯改良。Dr. Gruissem 亦為廣受好評的專業書籍「植物生化及分子生物學」之編輯。



Dr. Shuen-Fang Lo is an Associate Research Fellow in the Biotechnology Center at NCHU, where she is leading a research program in rice improvement for abiotic stress. She had a Postdoctoral Fellow position at Academia Sinica for ten years where she was instrumental building the Taiwan Resource of Insertional Mutant (TRIM) collection for rice. She is also a member of the international C4 Rice Consortium that is supported by the Bill & Melinda Gates Foundation

(<https://c4rice.com/the-team-2/academica-sinica/>). Dr. Lo has received several awards for her innovative research, including the 2008 Crazy idea award by Ministry of Economic Affairs, and Forward-Looking Technology and The Best Media Attention award from the Ministry of Science and Technology in 2017 Future Tech.

羅舜芳博士是中興大學生物科技發展中心助理研究員，其研究團隊主要改良偉到逆境之耐受性。羅舜芳博士曾擔任中央研究院分子生物學研究所博士後研究員十年，參與台灣水稻插入性突變體庫 (Taiwan Resource of Insertional Mutant, TRIM) 之建立。亦為蓋茲基金會所資助之國際 C4 水稻計畫之成員 (<https://c4rice.com/the-team-2/academica-sinica/>)。羅博士之研究工作曾獲多項獎項，包括：經濟部頒發之 2008 Crazy idea 及科技部 2017 年首屆未來科技之前瞻性技術與最佳媒體關注兩獎項。

Course topics

1. Crop and animal domestication and breeding are the origins of plant biotechnology and synthetic biology
2. Principles of plant genetic engineering
3. Conventional mutagenesis and CRISPR-Cas genome editing
4. Genome editing and fast breeding for new traits
5. Early transgenic plant traits (insect and herbicide resistance)
6. Advances in crop genome engineering and new traits
 - a. Micronutrient improvement
 - b. Pathogen resistance
 - c. Abiotic stress tolerance
 - d. Nutrient-use efficiency and yield increase
 - e. Photosynthetic factories
 - f. Changing crop source-sink relations
 - g. Novel bioproducts (plant-produced vaccines, renewable chemicals)
7. Synthetic biology toolbox and technologies
8. Direct and indirect biosensors for plant hormones, synthetic plant hormone regulatory circuits
9. Ethical and societal aspects of plant genome engineering and synthetic biology

Based on the topic of each lecture students will be assigned selected papers for review and discussion. Students are expected to participate actively in the discussions. Chinese-to-English translation can be provided, but students should be motivated to converse in English science language.

將根據授課主題，選取相關文獻，由修課學生進行報告及討論。課堂中將協助中英文的翻譯，但鼓勵學生多用英文討論。

(二)玉山學者團隊合作情形(請敘明團隊成員及合作方式)(玉山青年學者免填)

Dr. Wilhelm Gruissem 共同執行「高等教育深耕計畫第二部分(特色領域研究中心計畫)- 前瞻植物生技研究中心」,並與中興大學之水稻研究團隊合作,整合中央研究院、農業試驗所、台灣大學、虎尾科技大學、本校農資學院、生科院等跨領域優秀團隊及年輕研究人員,透過前瞻植物生技研究中心計畫,進行高營養新品種水稻田間試驗,調查其農藝性狀是否改變或具穩定性。並且以類似研究方法改進台灣其他農作物,如甘藍、番茄、青花菜等蔬菜,以提高維他命及重要微量元素含量。另外,也將與中興大學植病系合作,研擬重要作物病毒病害之防治策略。

中興大學擁有全國大專院校唯一國家認證之「基因改良作物試驗設施」,及「隔離試驗田」,並與中研院共同設立「國際水稻基因體研究中心」,建立「國家基因改良作物種原庫」及「防雨水旱隔離試驗田」,皆為國際少見之高端設備,吸引 Dr. Wilhelm Gruissem 進行國際合作計畫,具有極高國際競爭優勢,有助於我國農業研究之領先性及提高國際聲望,對於全球穀類的生產將有重大貢獻,並在國際糧食安全的策略上扮演重要角色。

中興大學前瞻植物生技研究中心研究團隊

序號	姓名	服務機構/系所	職稱
1	葉錫東	中興大學植物病理學系	國家講座教授
2	楊長賢	中興大學生物科技學研究所	國家講座教授
3	賀端華	中興大學生物科技發展中心	講座教授
4	徐堯輝	中興大學生物科技學研究所	終身特聘教授
5	詹富智	中興大學植物病理學系/生物科技發展中心	特聘教授兼主任
6	王國禎	中興大學生醫工程研究所/工學院	特聘教授兼院長
7	王強生	中興大學農藝學系	教授
8	蔡慶修	中興大學生物科技學研究所	教授
9	李敏惠	中興大學植物病理學系	教授
10	胡仲祺	中興大學生物科技學研究所	教授
11	張健忠	中興大學生醫工程研究所	教授
12	古新梅	中興大學農藝學系	教授
13	陳良築	中興大學分子生物學研究所	教授
14	賴建成	中興大學分子生物學研究所	教授
15	孟孟孝	中興大學生物科技學研究所	教授
16	陳煜焜	中興大學植物病理學系	教授
17	楊俊逸	中興大學生物化學研究所	副教授
18	劉俊吉	中興大學基因體暨生物資訊學研究所	副教授
19	黃皓瑄	中興大學生命科學系	副教授

20	呂維茗	中興大學生物科技學研究所	副教授
21	王智立	中興大學植物病理學系	副教授
22	陳啟予	中興大學植物病理學系	副教授
23	謝立青	中興大學基因體暨生物資訊學研究所	助理教授
24	高崇峰	中興大學農藝學系	助理教授
25	朱家慶	中興大學植物病理學系	助理教授

Cassava Source-Sink (CASS)木薯供源積儲計畫

Dr. Wilhelm Gruissem 與多國研究團隊共同執行的木薯供源積儲計畫(CASS)為比爾與梅林達蓋茲基金會所贊助的研究計畫，其主要目標為開發健全且高產量的木薯品種，供給非洲小農，以改善撒哈拉以南非洲 (Sub-Saharan Africa) 地區的糧食安全。據聯合國糧食及農業組(FAO)纖稱，撒哈拉以南非洲大約有 2.2 億人長期遭受飢餓之情況所苦。木薯 (Manihot esculenta) 的儲存根是此地區碳水化合物化合物的主要來源，使這種熱帶濃密灌木對非洲大陸的糧食安全至關重要。木薯幾乎完全由小農戶種植，他們擁有不到兩畝農田，使用現代農業工具的機會非常有限，如重型農業機械、害蟲防治或肥料。因此，即使在低投入農業的條件下，產量的增加也必須來自本質上更俱生產力的植物。

Cassava Source-Sink (CASS)木薯供源積儲計畫研究團隊

序號	姓名	國家及服務機構	職稱
1	UWE SONNEWALD	德國埃爾朗根-紐倫堡大學	教授
2	WOLFGANG ZIERER	德國埃爾朗根-紐倫堡大學	博士後研究員
3	WILHELM GRUISSEM	瑞士蘇黎世聯邦理工學院	教授
4	ISMAIL RABBI	奈及利亞國際熱帶農業研究所	研究員
5	IHUOMA OKWUONU	奈及利亞 National Root Crops Research Institute	研究員
6	UWE RASCHER	於利希研究中心	研究員
7	ALISDAIR FERNIE	德國馬克斯·普朗克研究所	教授
8	MARK STITT	德國馬克斯·普朗克研究所	教授
9	EKKEHARD NEUHAUS	德國凱撒斯勞滕工業大學	教授
10	SAMUEL ZEEMAN	瑞士蘇黎世聯邦理工學院	教授
11	YRJÖ HELARIUTTA	英國劍橋大學	教授
12	LUKAS MUELLER	美國博伊斯·湯普森研究所	教授

實驗室成員：

Dr. Wilhelm Gruissem 在國立中興大學生物科技發展中心建立實驗室，於民國 107

年 9 月 1 日起聘張書恆博士為博士後研究員，主要負責則實驗室之日常管理。此外本實驗室需進行大量田間試驗，聘請顧詠升與田頌恩為農場管理員，負責轉基因水稻田與轉基因木薯田之管理。因將逐漸擴大本實驗室之實驗能量，於 108 年 7 月 1 日聘請張斐涵與邱子睿為專任助理，將分別負責轉基因水稻與轉基因木薯之相關試驗。

序號	姓名	服務機構/系所	職稱	起聘日期
1	張書恆	中興大學生物科技發展中心	博士後研究員	107 年 9 月 1 日
2	張斐涵	中興大學生物科技發展中心	專任助理	108 年 7 月 1 日
3	邱子睿	中興大學生物科技發展中心	專任助理	108 年 7 月 1 日
4	顧詠升	中興大學生物科技發展中心	農場管理員	108 年 1 月 1 日
5	田頌恩	中興大學生物科技發展中心	農場管理員	108 年 1 月 1 日
6	陳芝云	中興大學生物科技發展中心	專任助理	109 年 7 月 15 日
7	駱冠宇	中興大學生物科技發展中心	專任助理	109 年 7 月 15 日
8	王冠博	中興大學生物科技發展中心	專任助理	109 年 2 月 1 日

(三)績效說明(請說明達到量化或質化之具體成果與績效、對學校發展之具體助益等)

論文發表:

1. Sonnewald U, Fernie AR, Gruissem W, Schläpfer P, Anjanappa RB, Chang SH, Ludewig F, Rascher U, Muller O, van Doorn AM, Rabbi IY and Zierer W. (2020) The Cassava Source-Sink project: opportunities and challenges for crop improvement by metabolic engineering. **Plant Journal**, <https://doi.org/10.1111/tpj.14865>
2. Elegba W, Gruissem W and Vanderschuren H. (2020) Resistance screening of farmer-preferred cassava cultivars from Ghana to a mixed infection of CBSV and UCBSV. **Plants**, E1026, <https://doi.org/10.3390/plants9081026>
3. Wu TY, Müller M, Gruissem W and Bhullar NK. (2020) Genome wide analysis of the transcriptional profiles in different regions of the developing rice grains. **Rice** **13**, 62, <https://doi.org/10.1186/s12284-020-00421-4>
4. Van Der Straeten D, Bhullar N, De Steur H, Gruissem W, MacKenzie D, Pfeiffer W, Qaim M, Slamet-Loedin I, Strobbe S, Tohme J, Trijatmiko KR, Vanderschuren H, Van Montagu M, Zhang C and Bouis H. (2020) Multiplying the efficiency of biofortification through metabolic engineering. **Nature Communications**, **11**, 5203, <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19020-4>
5. Uhrig RG, Echevarria-Zomeño S, Schläpfer P, Grossmann J, Roschitzki B, Koerber N, Fiorani F and Gruissem W. (2020) Diurnal dynamics of the Arabidopsis rosette proteome and phosphoproteome. **Plant, Cell & Environment** **44**: 821-841, <https://doi.org/10.1111/pce.13969>

6. Elegba W, McCallum E, Gruissem W and Vanderschuren H. (2021) Efficient genetic transformation and regeneration of a farmer-preferred cassava cultivar from Ghana. **Frontiers of Plant Science** 12: 668042, <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.668042>
7. Anjanappa RB and Gruissem W. (2021) Current progress and challenges in crop transformation. **J Plant Physiol** 261: 153411, <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153411>

參加國際研討會、與國外大學或研究機構研究交流：

1. International Conference on Precision Crop Breeding, National Chung Hsing University Taiwan, “Precision genome editing for crop trait improvement and breeding: the regulatory frame work in Europe (invited speaker) October 13, 2020 (Online because of COVID-19 quarantine in Taiwan)
2. 國家生技大藍圖研討會暨社團法人國際生物催化暨農業生物技術學會第五屆第一次會員大會 (ISBAB 2020) “Genetic engineering and CRISPR-Cas9 for trait development in cassava and rice” (invited speaker)” October 23-24, 2020
3. Hsien-Wen Li Lecture, Academia Sinica, Taiwan, “Genetic engineering and CRISPR-Cas9 for trait development in cassava and rice” November 25, 2020
4. Center for Desert Agriculture Spring Lecture Series, KAUST University, Saudi Arabia, “Genetic engineering and CRISPR-Cas9 strategies for sustainable micronutrient and yield increase in rice and cassava” April 8, 2021 (Online because of COVID-19)
5. CMD2 Project Meeting (Identifying the gene for cassava mosaic disease resistance type 2) April 12-13, 2021 (Online because of COVID-19)
6. Cassava Source-Sink (CASS) Meeting (CASS progress at ETH Zurich and National Chung Hsing University) May 6-7, 2021 (Online because of COVID-19)
7. International Symposium “Hope for the Future”, RIKEN Center for Sustainable Resource Science, “Genetic engineering and CRISPR-Cas9 strategies for sustainable micronutrient and yield increase in rice and cassava” (invited speaker) May 28, 2021 (Online because of COVID-19)
8. SoAR Foundation consultation on Developing Global Priorities for Plant Research, August 5-12, 2020, Washington, USA (Online because of COVID-19)
9. Advisory Committee, Institute of Transformative Biomolecules (Japan WPI Center) August 13, 2020, Nagoya, Japan (Online because of COVID-19)
10. Yushan Working Group, Ministry of Education, Taiwan, August 24, 2020 (Online because of COVID-19)
11. Advisory Board Meeting (Chair), Leibniz-Institute for Plant Genetics and Crop Research October 7-9, 2020, Gatersleben, Germany (Online because of COVID-19)
12. Annual Review of Plant Biology Editorial Board Meeting (Co-Editor in Chief) October 17-18, 2020, San Francisco, USA (Online because of COVID-19)

13. Board of Trustee Meeting, Leibniz-Institute for Plant Genetics and Crop Research
November 12, 2020, Gatersleben, Germany (Online because of COVID-19)
14. Board of Trustee Meeting, Leibniz-Institute for Plant Genetics and Crop Research March
22, 2021, Gatersleben, Germany (Online because of COVID-19)
15. Evaluation Board, Max Planck Society (search for a new Director for the MPI Molecular
Plant Physiology, Golm), March 9, 2021 Berlin, Germany (Online because of COVID-19)