

B.教育部補助大專校院延攬國際頂尖人才執行績效報告

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 <input type="checkbox"/> 玉山青年學者		
經費執行期間	108 年 08 月 01 日 至 109 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

研究計畫：

Wilhelm Gruissem 教授在國立中興大學進行的計畫分為兩個部分，高營養水稻品系生產與應用與 Cassava Source-Sink (CASS)木薯之田間性狀試驗。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。今年受到疫情影響，以致 Wilhelm Gruissem 教授於三月至五月之間無法來台，期間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

特色與重要性：微量元素缺乏常對人的健康造成長期負面的影響。水稻是世界主要糧食，但缺乏日常飲食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。興大延攬到世界級專家，也是曾擔任我國行政院科技顧問的 Wilhelm Gruissem 教授來領導這一團隊，改進含高量維他命 A 前驅物之「黃金米」，並加入可以提高維他命 B6 及微量元素(如鐵及鋅等)的酵素/蛋白質，更強化水稻的營養價值。

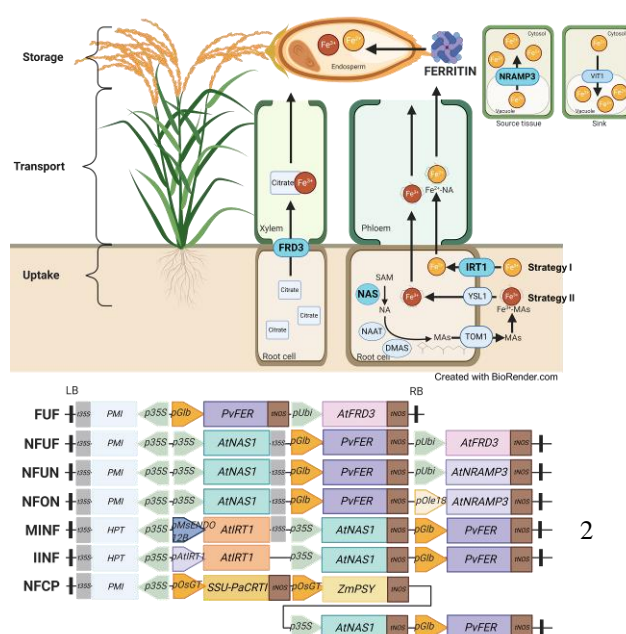
計畫目標與內容：

高營養米的農藝性狀：Dr. Gruissem 所培育出的高維他命 A 和 B6 及高微量元素的水稻，將在中興大學北溝農場種植，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、抗病蟲害、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。

高營養米的遺傳穩定性：將分析試驗田中收成的此特殊水稻品系種子中，維他命 A 及 B6 合成基因和微量元素有關蛋白質之基因的遺傳穩定性，以及生長環境對這些營養成份的影響。

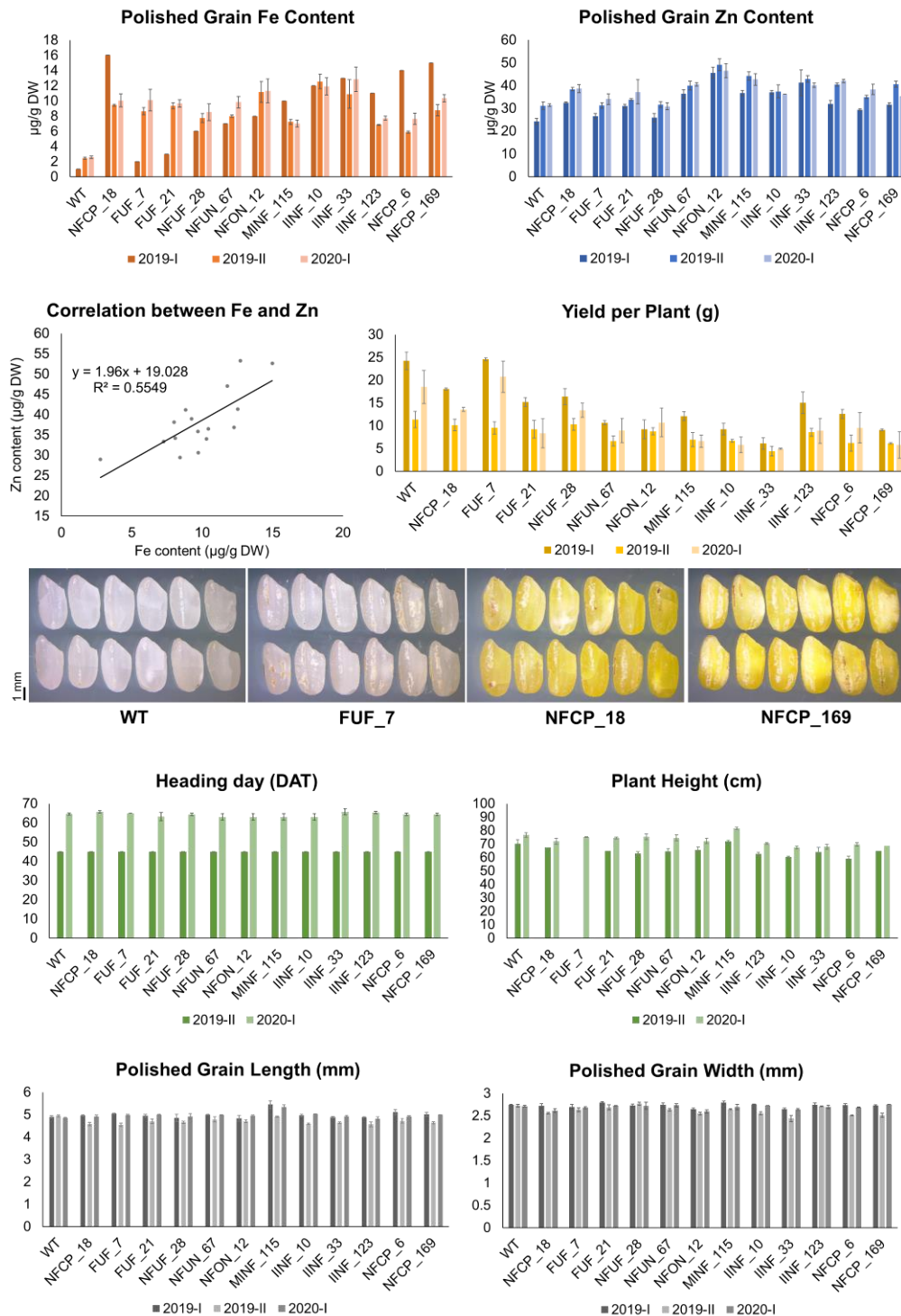
高營養科技的擴大應用：Dr. Gruissem 所培育的水稻是以秈稻品系為基礎，將以相同方式培育高維他命 A、B6 及微量元素的粳稻品系，以適合國人食用。我們也計劃與 Dr. Gruissem 合作，以類似的研究法改進台灣其他農作物，如甘藍、蕃茄、青花菜等蔬菜，以提高重要微量元素含量。

基因編輯技術創造高營養米：以基因編輯技術改造水稻基因及啟動子，達到與基改品系類似成果。基因編輯已被認定是非基改技術，不需經過長期安全評估即可上市，對推廣高營養價值的水稻有極大的助益。



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。



為了進一步測試高營養水稻品系的農藝性狀，我們將其種植在國立中興大學北溝農場。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。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。這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%；鋅含鋅量為 $34.0\mu\text{g/g DW}$ ，產量僅降低了 13%。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。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。

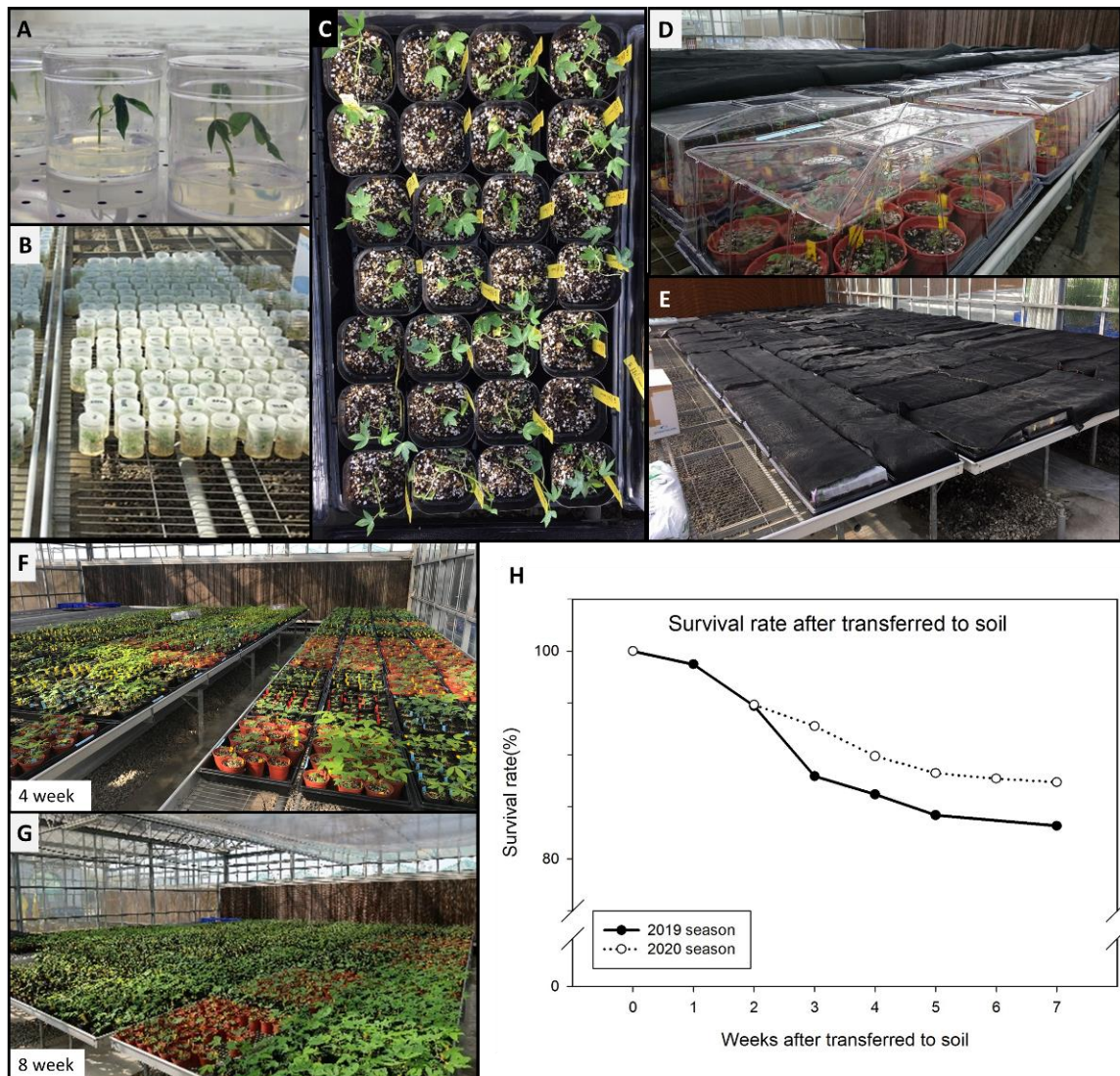
2. Cassava Source-Sink (CASS)木薯之田間性狀試驗

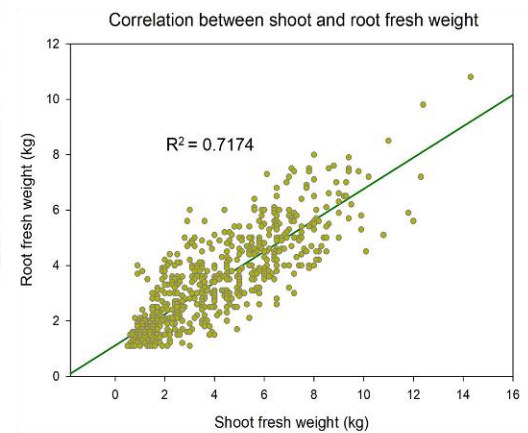
特色與重要性：木薯(*Manihot esculenta*)又稱樹薯，為大戟科木薯屬的植物，原產於南美洲，其根部可被食用，常製成木薯粉。全球有 8 億人將木薯作為主要的卡路里來源，主要集中在非洲地區。木薯是非洲糧食安全不可或缺的一部分，2012 年樹薯被比爾與梅林達蓋茲基金 (Bill & Melinda Gates Foundation) 會選為熱帶地區重要糧食作物。儘管木薯對非洲大陸的糧食安全具有重要意義，但與其他主食如小麥，水稻和玉米相比，它的研究和開發受到的關注相對較少。CASS 計畫是由臺灣，瑞士，德國，美國，英國和奈及利亞研究團隊共同合作，目的是透過改善儲藏關係來提高木薯儲藏根和澱粉的產量。

計畫目標與內容：

CASS 高澱粉木薯的農藝性狀：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。

木薯中組織特異性啟動子的活性：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。在木薯生長季（3 月至 11 月），我們利用無人飛行器（UAV）測量植物的高度和樹冠層體積，此結果提供木薯早期生長和發育速率。2019 年的首次田間試驗，我們測試了 89 個獨立的轉基因品系，經過 8 個月的生長季後，野生型木薯品種 60444 和轉基因品系的株高可達 3.5 公尺，儲藏根的鮮重最大達 10 公斤。其中表現最佳的轉基因品系將送至位於尼日利亞國際熱帶農業研究所（IITA）進行田間試驗。目前新的轉基因品系正在進行田間試驗中。

教學計劃：

預計於 109 學年度第一學期開課，以下為課程大綱

課程名稱 (course name)	(中) 植物生物技術與合成生物學				
	(Eng.) Plant Biotechnology and Synthetic Biology				
開課單位 (offering dept.)	生物科技學研究所 Graduate Institute of Biotechnology				
課程類別 (course type)	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 選修	學分 (credits)	3	授課教師 (teacher)	Dr. Wilhelm Gruissem 羅舜芳
選課單位 (department)	生技所、農資院、生 科院碩士或博士學 生	授課語言 (language)	英文 Englis h	開課學期 (semester)	下學期
課程簡述 (course description)	<p>中:本課程將介紹傳統及先進之植物基因體基因工程的方法、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調控植物之調控與代謝途徑。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。</p> <p>英: The course will introduce students to conventional and advanced methods of plant genome engineering applied to crop plants. Novel synthetic biology approaches for the regulation of plant regulatory and metabolic processes will be discussed. Students will be introduced to the relevant literature and trained in the presentation and discussion of research results.</p>				
先修課程名稱 (prerequisites)	分子生物學 (Molecular Biology)				
課程目標與核心能力關聯配比(%) (relevance of course objectives and core learning outcomes)			課程目標之教學方法與評量方法 (teaching and assessment methods for course objectives)		
課程目標	核心能力	配比(%)	教學方法	評量方法	
A. 生物科技相關專業知識的養成	A. 熟稔生物科技的基礎學理與發展案例	50	以投影片或影片教材輔助講解	1. 每次上課將提問一個問題由學生簡短回答 2. 期末考試一次	
D. 知識整合與歸納能力的養成	G. 撰寫研究報告的能力	20	以近期發表之尖端文獻提供學生研讀並分組蒐集資料及討論	每次上課提供一篇文獻，學生分組討論及報告	
E. 生物議題闡述能力的養成	C. 口語表達的能力	30	以近期發表之尖端文獻提供學生研讀並分組報告		

授課內容（單元名稱與內容、習作/每週授課進度/考試進度、備註） (course content and homework/schedule/tests schedule)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Principles of plant genome engineering 2. Early transgenic plant traits (insect and herbicide resistance) 3. Advances in crop genome engineering and new traits <ol style="list-style-type: none"> a. Abiotic stress tolerance b. Pathogen resistance c. Nutrient-use efficiency d. Yield increase e. Micronutrient improvement f. Novel bioproducts (plant-produced vaccines, renewable chemicals) 4. CRISPR-Cas and conventional mutagenesis 5. Genome editing and fast breeding for new traits 6. New tools and technologies in synthetic biology 7. Using 'omics datasets for modeling networks in developmental processes 8. Direct and indirect biosensors for plant hormones 9. Bump-and-hole approach for synthetic plant hormone regulatory circuits 10. Building photosynthetic factories 11. Ethical and societal aspects of plant genome engineering and synthetic biology
學習評量方式 (evaluation)
<ol style="list-style-type: none"> 1. One short question related to each lecture topic (16 questions total) 2. The final course grade will be based on the written exam (50%) 3. Participation the course discussions (50%).
教科書&參考書目(書名、作者、書局、代理商、說明) (textbook & other reference)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ricroch, A., Chopra, S., Fleischer, S.J. (2014) Plant biotechnology – experience and future prospects. Springer. 2. Mascia, P. N. Scheffran, J. Widholm, J. M. (2010) Plant biotechnology for sustainable production of energy and co-products. Springer. 3. Recent publications
課程教材（教師個人網址請列在本校內之網址） (teaching aids & teacher's website)
提供上課講義、文獻資料
課程輔導時間 (office hours)
週一 15~17 PM

(二)玉山學者團隊合作情形

前瞻植物生技研究中心團隊：

Dr. Wilhelm Gruissem 將共同執行「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
26	張書恆	中興大學生物科技發展中心	博士後研究員
27	徐杏芬	中興大學生物科技學研究所	博士後研究員
28	許巍瀚	中興大學生物科技學研究所	博士後研究員
29	陳偉翰	中興大學生物科技學研究所	博士後研究員
30	陳俊銘	中興大學生物化學研究所	博士後研究員
31	黃纓雯	中興大學生物科技學研究所	博士後研究員
32	黃盈屏	中興大學生物科技學研究所	博士後研究員
33	羅舜芳	中興大學生物科技發展中心	博士後研究員
34	林家偉	中興大學生物科技發展中心	博士後研究員
35	張賀雄	中興大學植物病理學系	博士後研究員

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。

姓名	服務機構/系所	職稱	起聘日期
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
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
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
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
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
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
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

(三)績效說明

論文發表:

1. **CRISPR-Cas9 interference in cassava linked to the evolution of editing-resistant geminiviruses.**
Mehta D, Stürchler A, Anjanappa R, Zaidi SSA, Hirsch-Hoffmann M, Gruissem W and Vanderschuren H. (2019)
Genome Biology 20: 80 doi: 10.1186/s13059-019-1678-3.
2. **Enhancement of vitamin B6 levels in rice expressing Arabidopsis vitamin B6 de novo genes.**
Mangel N, Fudge JB, Li KT, Wu TY, Tohge T, Fernie AR, Szurek B, Fitzpatrick TB, Gruissem W and Vanderschuren H. (2019)
Plant Journal 99: 1047-1065
3. **Genetic transformation of recalcitrant cassava by embryo selection and increased hormone levels.**
Lentz EM, Eisner S, McCallum EJ, Schlegel K, Campos FAP, Gruissem W and Vanderschuren H. (2019)
Methods Protoc E 42, doi: 10.3390/mps1040042.
4. **Symplastic phloem unloading and radial post-phloem transport via vascular rays in tuberous roots of *Manihot esculenta*.**
Mehdi R, Lamm CE, Anjanappa R, Müdsam C, Saeed M, Klima J, Kraner ME, Ludewig F, Knoblauch M, Gruissem W, Sonnewald U and Zierer W. (2019)
Journal Experimental Botany 70: 5559-5573
5. **Haplotype-resolved genomes of geminivirus-resistant and geminivirus-susceptible African cassava cultivars.**
Kuon JE, Qi W, Schläpfer P, Hirsch-Hoffmann M, von Biebersteyn PR, Patrignani A, Poveda L, Grob S, Keller M, Shimizu-Inatsugi R, Grossniklas U, Vanderschuren H and Gruissem W. (2019)
BMC Biology 17: 75, doi: 10.1186/s12915-019-0697-6
6. **The Cassava Source-Sink project: opportunities and challenges for crop improvement by metabolic engineering.**
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)
Plant Journal, doi: 10.1111/tpj.14865
7. **Resistance screening of farmer-preferred cassava cultivars from Ghana to a mixed infection of CBSV and UCBSV**
Elegba W, Gruissem W and Vanderschuren H. (2020).
Plants, E1026, doi: 10.3390/plants9081026

8. **Morpho-physiological and molecular evaluation of drought tolerance in cassava (*Manihot esculenta* Crantz)**
Orek C, Gruissem W, Ferguson M and Vanderschuren H. (2020)
Field Crops Research 255: 107861, doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107861
9. **Genome wide analysis of the transcriptional profiles in different regions of the developing rice grains.**
Wu TY, Müller M, Gruissem W and Bhullar NK. (2020)
Rice, in press

參加國際研討會、與國外大學或研究機構研究交流：

1. Cassava Source-Sink (CASS) Project Meeting, Kaiserslautern, Germany (CASS progress at ETH Zurich and National Chung Hsing University)
September 19-20, 2019
2. Climate Change and Plant Stress Responses (Symposium in honour of Dr. Kazuo Shinozaki from RIKEN, Japan), National Chung Hsing University
September 24, 2019
3. Linnean Centre Annual Meeting 2019, Uppsala, Sweden (Invited foreign speaker and sponsor of the Hennig Award)
November 13-15, 2019
4. Special Topic Lecture, National Chung Hsing University, Taichung (Function of the Retinoblastoma-related RBR protein in plant stem cell maintenance and differentiation)
November 22, 2019
5. International Symposium on Advanced Plant Biotechnology, Agricultural Genetic Research Institute, Vietnam Academy of Agricultural Sciences, Hanoi, Vietnam
December 5-7, 2019
6. KWS SAAT SE Company, Einbeck, Germany (Invited speaker on “Genetic engineering and CRISPR-Cas9 for trait development in rice and cassava”),
December 9, 2019
7. CMD2 Project Meeting (Identifying genes for cassava mosaic disease resistance)
March 11-12, 2020 (Online because of COVID-19)
8. Cassava Source-Sink (CASS) Project Meeting (CASS progress at ETH Zurich and National Chung Hsing University)
9. Plant Biotechnology Course (Lectures)
“Genetic engineering of crops for increased starch and nutritional qualities”

邀請國外知名學者來台演講：

1. 教育部前瞻植物生技研究中心系列演講：

Title: Arabidopsis and cassava research contributing to the United Nations Sustainable Development Goals

Speaker: Dr. Motoaki Seki

教育部前瞻植物生技研究中心系列演講

Host & moderator: Dr. Wilhelm Grisse

Arabidopsis and cassava research
contributing to the United Nations
Sustainable Development Goals



Dr. Motoaki Seki
RIKEN Center for Sustainable
Resource Science

演講時間: 109年1月16號 (四) 11:00
演講地點: 防檢疫大樓1樓 演講廳
主辦單位: 中興大學 生物科技發展中心

敬請張貼