



香港中文大學卓敏生命科學教授暨農業生物技術國家重點實

驗室主任林漢明日前接受香港文匯報等媒體訪問時形容，農業科學家就是要「把論文寫在土地上」，讓研究成果能真正「落地」，提高農作物產能。隨着國家航天科技發展，如今他的科研筆觸，正開始劃破天際。

投身大豆科研超過四分一世紀，林漢明領導中大團隊多次在大豆相關基

天宮種菌創新 成果落地惠民

林漢明研大豆根瘤菌提高固氮效率 助維持土壤肥沃

科研上天接地

因研究取得重要突破；而在近日升空的「天舟六號」，更首次搭載團隊研究的大豆根瘤菌（rhizobia），希望利用太空的特殊環境探索提高其固氮效率，進而維持土壤肥沃，創下香港農業科研先河。他形容，今次項目是國家最先進的航天科技，與最重要的糧食安全研究的結合，期望能藉此為國家農業發展和人民福祉貢獻香港科研力量，並成就香港作為國際創科中心的新里程。

◆香港文匯報記者 任智鵬

是次項目由中大與華潤科學技術研究院及航天神農生物科技集團展開合作，在中國載人航天工程辦公室支援下，林漢明團隊所研究的大豆根瘤菌，5月10日晚搭載「天舟六號」貨運飛船順利到達「天宮」空間站，透過進行根瘤菌的艙內及艙外實驗對比，了解在太空中重要共生菌的變化，從而篩選有應用前景的根瘤菌新菌株，提升固氮效率。

誘發遺傳變化 創製優質品種

大豆與根瘤菌有着重要的共生關係，對中國以至全人類的糧食供應和環境發展都有深遠影響。林漢明表示，為給大豆育種技術帶來新突破，繼今次的根瘤菌後，正計劃下一步與內地夥伴合作，將團隊研發的三個具備抗鹽、抗旱、抗病特性的新大豆品種（隴黃1號至3號）帶上太空6個月至8個月，希望在太空環境下誘發的基因及遺傳變化，能創製出更優質的品種。

大豆是源自古代中國的重要農作物，已有五千年歷史。林漢明指，現時全球約七成的植物蛋白和近三成的植物油來自大豆，其廣泛用作人類糧食、動物飼料、工業以及醫藥生產原料，具備高營養及高經濟價值。不過他直言，中國正面對較大的大豆生產挑戰，由於優質耕地不足，大豆自給率自上世紀九十年代起逐漸下降，近年已跌至不足20%，變成依賴外國進口，有必要創造適應、耐逆境和高產的新品種。

為此林漢明在過去逾25年一直醉心大豆研究，包括透過基因組測序研究，重新獲得多項中國野生大豆的優良抗逆基因，實現「大豆回家」。其後團隊又與甘肅省農科院教授張國宏合作研究，自主育成三款能耐鹽耐旱的新大豆品種，並將這些兩地科研成果無償交予甘肅當地農民使用，在2016年至2022年累積種植面積超過83萬畝，為當地新增淨收益6,900萬元人民幣。

▶林漢明的大豆根瘤菌研究，有望增加糧食供應和減少碳排。

香港文匯報記者郭木又攝



推進香港農業航天科技項目建議

- ◆將與大豆進行固氮作用的根瘤菌，進行艙內艙外實驗對比，以期了解在太空中重要共生菌的變化，另一方面篩選有應用前景的新根瘤菌。
- ◆將已經在甘肅應用的隴黃1至3號大豆帶上太空，在太空環境下誘發變化，回收後進行精密基因組檢查並全面分析表型變化，一方面了解太空誘發機理，從而帶來科研突破，另一方面篩選有應用前景的新大豆種子材料，豐富國家戰略性農業種質資源。
- ◆在地面對會進行航天育種的材料進行精準研究，結合最新基因組技術及智能農業技術推進國家技術儲備，以期帶動地面研究並予以應用。
- ◆利用農業航天項目推動香港成為與內地緊密聯繫並面向世界的國際創科中心。
- ◆以航天項目推動香港的STEM教育，讓香港年輕人更加了解前沿科學、糧食安全、持續環境和國家發展。

資料來源：中大農業生物技術國家重點實驗室

林漢明表示，國家航天科技發展正開拓愈來愈多的科學可能性，隨着「天宮」空間站全面投入運作，航天任務會更頻繁地經常進行，讓香港科研項目亦有機會參與航天育種的太空實驗，將可為航天科技與農業技術結合揭開新篇。

他期望藉着根瘤菌與大豆前往太空的「旅程」，以及後續的跟進研究，未來能篩選出有應用前景的大豆新品種，提升大豆的生產能力，豐富國家戰略性農業種質資源，裨益農民以及廣大百姓。

林漢明又認為，「天舟六號」搭載的不只是農業項目，更是香港科研的希望，團隊希望通過天上與地下的結合，融合先進科技與傳統智慧，向全球展示香港的科研力量。

他強調，糧食及土壤營養問題是全人類面對的挑戰，團隊近年已與南非等地開展相關合作，若果他朝從「天宮」回來的大豆和根瘤菌，能在世界不同角落有需要的土地上種出成果，更將是香港科研「立足香港，背靠祖國，走向世界」的明證。



◆大豆與根瘤菌有着重要的共生關係。香港文匯報記者郭木又攝

◆隴黃大豆系列由林漢明與甘肅省農科院張國宏（左）合作研究並自主育成。

太空環境特殊 物理誘變育種



航天育種是一種物理誘變育種手段，生物自身的基因組序列在太空條件下改變，沒有外源基因的導入，變異率高，可在相對較短時間內創製出具有自主知識產權的優良種質資源，快速培育優良遺傳材料。

林漢明表示，在太空中包括宇宙射線、微重力、高真空等環境條件，都可對生物產生特殊作用，能促使包括根瘤菌以及未來有機會送上空間站的大豆種子基因變異，進而影響根瘤菌固氮效率及大豆的生長表現。

對於科研團隊來說，升空歸來後將有連串研究工作，例如待根瘤菌重返地面，研究人員需要分析根瘤菌的生理表現和遺傳特性，還將測試大豆與根瘤菌間的生物

間相互作用；到未來下一階段大豆種子返航後，團隊也會對其進行精密基因組檢測、生態適應測試、品種綜合評價，並全面分析表徵變化，藉以了解大豆種子太空環境下的誘變機理，期望為農業技術創新帶來新突破。

林漢明提到，因應國家航天任務為航天育種帶來新的可能性，中大的農業科研團隊已開始着手設計能充分利用太空環境的實驗，希望未來能獲選用，再配合國家開放從香港選拔航天載荷專家，「對我來說，能在中國空間站，讓香港的太空人進行香港設計的實驗，就是完美的故事！我相信不久將來可以夢想成真。」

主講科普講座 激發學生想像

生有限，活無限；農業科研的奧妙，在於讓農作物透過培育與傳承，活出新一代的優良品質，進而惠澤社群。作為頂尖的農業科學家，林漢明較任何人都要懂得「培育下一代」的意義；除了在中大的研究及教學外，近年他亦為本港中小學生主講過百場大豆和農業的STEM教育科普講座，希望能啟發學生的科學興趣，將知識及精神傳承下去。

獲得祖國支持 參與發展議題

林漢明說，今次其大豆根瘤菌項目得與國家航天科技結合，對STEM教育工作有重大啟示，特別是可向學生說明科學如何超越限制，打破過去農業項目與土地緊扣的框框，將實驗品帶上太空。而透過了解航天育種對樣品基因可望帶

來的突破，學生亦可進一步認識農業科學的應用價值，同時拓闊視野及建立人文素養，「明白到國家航天科技支持下，香港科研有機會更直接參與人類糧食安全和環境可持續發展議題之中，這些更能激發學生對科學創新的想像力。」

在5月10日「天舟六號」升空的當晚，林漢明有機會在海南文昌航天發射場，現場見證載有其實驗項目的飛船，突破重力朝「天宮」進發。他表示，自己在興奮感動的同時，也一直心繫學生想着要將這段歷程轉化為STEM教材，「『長征』火箭的升空動力機制有三個階段，首先是一級火箭作為動力，卸後再由二級火箭推動，最後是『天舟』以自身的動力到達『天宮』。」他將會以此作為香港科研發展的寫照與學生分享，「我現在所做的，就似是一級火箭般提供動力；大學中較年輕老師則是二級火箭；而下一代的青年學生便是『天舟』飛船，需要其本身的動力，才能突破天際達成目標。」

每固一分氮氣 抵消九倍碳排

氮、磷、鉀，是植物生長最重要的三大營養元素，亦是判斷泥土是否肥沃的關鍵。今次隨「天舟」升空的根瘤菌，是一類能與豆類作物根部共生形成根瘤，並將空氣中的氮固定到土壤中供植物使用的細菌，能以天然方法讓土壤回復氮元素。

林漢明指，藉着根瘤菌與大豆共生的固氮作用（Nitrogen fixation）每產生一公斤氮，便能抵消九公斤的二氧化碳排放，對中國以至全球社會邁向碳中和及

環境可持續發展有極重要價值。

近年來，港中大與中國農業大學聯合研究已在大豆根瘤菌的基因組學和蛋白質組學等領域取得多項重要成果，今次隨「天舟」升空的便是團隊研究的「費氏中華根瘤菌」。林漢明期望，透過分析在太空環境的變異，能在提升菌株抗逆性和固氮效率方面取得新突破，從而擴大根瘤菌的應用範圍，進一步減少化肥使用，改良土壤條件，服務綠色可持續發展。