

●中科院天津工業生物所人工合成澱粉團隊在實驗室工作。右為人工合成澱粉論文第一作者、天津工業生物所蔡韜副研究員。受訪者供圖

點讚中國

香港文匯報訊 (記者劉凝哲北京報道) 糧食危機、氣候變化是人類面臨的重大挑戰，糧食澱粉可持續供給、二氧化碳轉化利用是當今世界科技創新的戰略方向。中國科學院天津工業生物技術研究所(下稱「天津工業生物所」)近期在澱粉人工合成方面取得重大突破性進展，國際上首次在實驗室實現了二氧化碳到澱粉的從頭合成。相關工作於9月24日發表於國際學術期刊《科學》。



●人工合成澱粉論文通訊作者、天津工業生物所所長馬延和介紹研究成果。香港文匯報記者劉凝哲攝

研究人員表示，該成果為從二氧化碳到澱粉生產的工業車間製造打開了一扇窗，如果未來該系統過程成本能夠降低到與農業種植相比具有經濟可行性，將可能會節約90%以上的耕地和淡水資源，促進碳中和的生物經濟發展，推動形成可持續的生物基社會。



●人工合成澱粉實物。香港文匯報記者劉凝哲攝

澱粉是糧食最主要的成分，也是重要的工業原料。農作物通過光合作用，將太陽光能、二氧化碳和水轉化為澱粉。可以說，光合作用是地球長期進化中，被自然界選擇的利用光能合成澱粉的生命過程。但這並非效率最高的澱粉生產方式。在玉米等農作物中，將二氧化碳轉化為澱粉涉及約60步的代謝反應和複雜的生理調控，太陽能的利用效率不超過2%。農作物的種植通常需要數月的周期，需要使用大量土地、淡水等資源，以及肥料、農藥等。

合成速率是玉米澱粉8.5倍

據介紹，天津工業生物所從頭設計了11步反應的非自然二氧化碳固定與人工合成澱粉新途徑，在實驗室中首次實現了從二氧化碳到澱粉分子的全合成。研究團隊採用了一種類似「搭積木」的方式，聯合中科院大連化學物理研究所，利用化學催化劑將高濃度二氧化碳在高密度氫能作用下還原成碳一(C1)化合物，然後通過設計構建碳一聚合新酶，依據化學聚糖反應原理將碳一化合物聚合成碳三(C3)化合物，最後通過生物途徑優化，將碳三化合物又聚合成碳六(C6)化合物，再進一步合成直鏈和支鏈澱粉(Cn化合物)。這一人工途徑的澱粉合成速率是玉米澱粉合成速率的8.5倍，向設計自然、超越自然目標的實現邁進了一大步，為創建新功能的生物系統提供了新的科學基礎。

轉為工業模式生產成可能

中科院副院長周琪表示，這項成果在國際上首次實現了從二氧化碳到澱粉的從頭全合成，使澱粉生產的傳統農業種植模式，向工業車間生產模式轉變成為可能，取得了原創性的突破。「成果尚處於實驗室階段，離實際應用還有相當長的距離，後續還需要盡快實現從『0到1』的概念突破到『1到10』和『10到100』的轉換。」周琪說。

談及人工合成澱粉的示範與工業化問題，論文成果的通訊作者、天津工生所所長馬延和表示，希望在未來5年至10年內，建立起工業示範，以工業尾氣為原料，利用光伏等可再生電源分解水提供氫氣，在化學反應器中進行二氧化碳高效還原，在生物反應裝置中合成澱粉。「如果人工合成澱粉示範，可以達到理論能力轉換效率的80%，從電到澱粉合成的能量轉化效率可達41.6%，那麼十度電大約可以合成一公斤澱粉」，馬延和表示，這項成果具有相當的應用潛力。

大幅降低對土地依賴程度

該成果論文第一作者、中科院天津工業生物所副研究員蔡韜在接受香港文匯報採訪時表示，在能量供給充足的條件下，按照現有技術參數推算，理論上1噸發醇罐的年產澱粉數量相當於5畝土地的玉米澱粉年平均產量。可以想像，未來人們將從空氣中攫取原材料，從工廠中獲得澱粉，對土地的依賴程度也將大幅度降低。

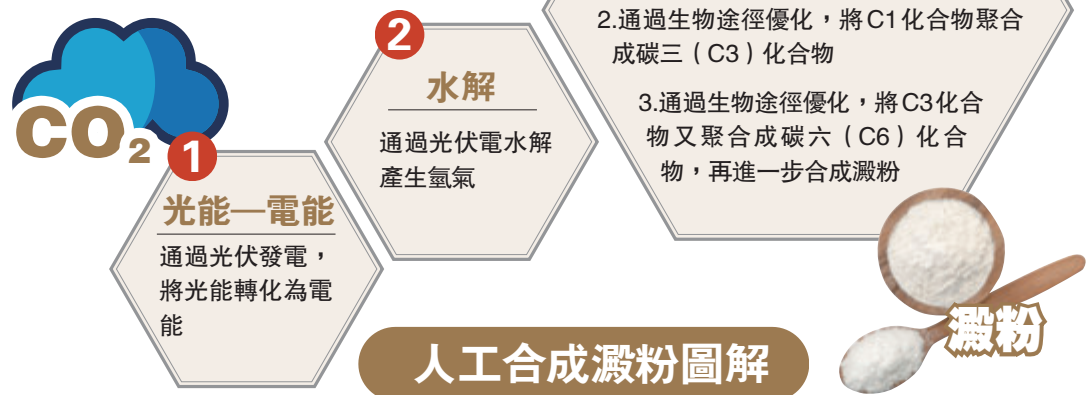
蔡韜表示，人工合成澱粉具有體積小，「能量」大，不受外部自然氣候環境影響，周年運轉，可以實現標準化、規模化、產業化、集約式發展。

不僅如此，天津工業生物所科研團隊還通過採用合成生物技術方式，以微生物細胞作為細胞工廠，只需要酵母、細菌等做「底盤」，已實現人參皂苷、番茄紅素、燈籠花素、天麻素等眾多天然產物的人工生物合成，形成了新的製造模式。像紅景天苷，這種成分只有在生長於海拔4,000米以上的紅景天中才能提取到，現已經實現車間發酵生產。合成生物技術的應用，將改變農業傳統產業模式，為社會經濟問題提供解決方案，創造價值鏈高端的新經濟增長點。

中國實現

二氧化碳人工合成澱粉

成果於《科學》期刊發表 研究者指具工業化基礎



推進「雙碳」目標提供新思路

香港文匯報訊(記者劉凝哲北京報道)2020年9月22日，中國政府在第七十五屆聯合國大會上提出：「中國將提高國家自主貢獻力度，採取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力爭於2030年前達到峰值，努力爭取2060年前實現碳中和。」此次中國科學家成功構建出非細胞系統中用二氧化碳和電解產生的氫氣合成澱粉的化學-生物法聯合的人工合成澱粉途徑(ASAP)，將為推進碳達峰和碳中和目標實現的技術路線提供了一種新思路。

地球的大氣由氮氣(約78%)、氧氣(約21%)、氫氣(約0.9%)以及一些微量氣體如二氧化碳、甲烷等組成，氮氣和氧氣共佔大氣成分99%，但卻不是溫室氣體，而二氧化碳只佔約0.04%，卻是地球溫度的主控鈕。為此，中國提出了碳達峰和碳中和目標。

2021年3月5日政府工作報告指出，扎實做好碳達峰、碳中和各項工作，中國將在「十四

五」時期實現國內二氧化碳排放降低18%，這一綠色經濟發展的長遠目標。經過6年技術攻關，中國科學院天津工業生物技術研究所在「十四五」計劃開局之年，實現了ASAP。ASAP的成功構建，將為未來從二氧化碳合成澱粉開闢嶄新道路，從而使未來澱粉的工業化生物製造成為可能。

可成為所有食物化工材料

「這項技術在碳中和方面的意義是非常重要的，如果能夠把空氣中的二氧化碳『抓』下來，用化學、生物合成的步驟，脫離生命體系，實現人工合成澱粉，那麼就形成了『固體陽光』」，中國科學院院士、中科院北京生命科學研究院院長康樂說，如果能夠不斷就此進行循環，產生的澱粉及分解物，可以成為所有食物化工材料、生物製藥、基礎物質材料，這項工作的意義非常大，「怎麼評價都不過分」。

國內外領域專家評價

歐陽平凱

南京工業大學原校長、中國工程院院士

這個工作應該說是人類第一次實現了非光合作用的澱粉合成。這項技術不僅對國家、對世界解決二氧化碳生成澱粉這個人類基本的食品 and 原料的問題，也是對碳中和工作有很重要的意義。

延斯·尼爾森 (Jens Nielsen)

瑞典查爾姆斯理工大學教授、美國工程院院士、中國工程院外籍院士

這是一個現代催化化學與合成生物學相結合的精彩案例，這次重大突破將會為日後更多相關研究鋪平道路，這些研究的整合和應用將有助於解決我們未來面臨的重大挑戰。

李相燁

韓國科學技術院化學與生物分子工程系資深教授、韓國國家科學與工程院院士、美國工程院外籍院士

這是一項非常了不起的工作，彰顯了合成生物學在生物合成途徑及酶的設計方面的巨大力量，也顯示出將化學和生物相結合的方法對於生物基化學品和材料生產的重要性。

近藤昭彦

日本神戶大學副校長兼教授、日本理化研究所可持續資源科學中心副主任

不依賴光合作用從二氧化碳到澱粉的合成無疑是我們長期追求的夢想。我們可以利用合成的澱粉生產各種各樣的材料和食品，因此，這項研究成果將對下一代生物製造和農業發展產生巨大影響。

香港文匯報記者 劉凝哲



●袁隆平同班同學陳德玖(右二)偕老伴到雕像前獻花。

網上圖片

中國農民豐收節 袁老像前開滿花

特稿



袁隆平獲聘中國農民豐收節推廣大使。23日，在袁隆平母校西南大學，不少學生來到袁老手捧稻穗的雕像前獻花悼念。

九旬同學：我來看你了

「袁爺爺，我們來看您了！」  
「在稻香滿穗時來看您，您一定很欣慰」  
「謹記您的教誨 心在最高處，根在最深處」

袁隆平的同班同學也特意來他的雕像前獻花。獻花人群中，一對老人的身影格外引人注目。「袁隆平，我來看你了！」這位名叫陳德玖的老人今年90歲，是袁隆平在西南農學院(西南大學前身之一)農學系就讀時的同班同學。畢業後，陳德玖留校任教。袁隆平則被分配到湖南的安江農校當老師，一邊教書育人，一邊堅持搞科研。這些年，她一直跟袁隆平保持着聯繫。每次袁隆平回重慶，也都會特意抽空和在重慶的同學見個面。  
「2017年他回學校，我們很短暫地見了一次，沒想到這就是永別了。」  
陳德玖老人說，袁隆平一生的夙願就是讓老百姓能飽飯，他也為此奮

鬥了一生。現在正是豐收的季節。今天，她特意和老伴過來獻花，「看見他的雕像我就想哭，很想他」。  
擇一事，終一生。袁隆平花一生的時間，用一粒水稻種子改變了世界，只是，他走得太匆匆，這也讓陳德玖老人深感遺憾。幾十年如一日，袁隆平扎根在田間地頭。陳德玖老人說，他工作起來賣力又辛苦，生活中也相當樸實。「今天很想告訴他，你的團隊、戰友、學弟學妹，都會繼承你的遺志，完成你的夙願！」  
這一幕幕獻花的場景，也讓無數網友淚目：「袁爺爺，今天我們都乖乖把飯吃完了」「風吹過稻田，我們就會想起您」……

●央視新聞