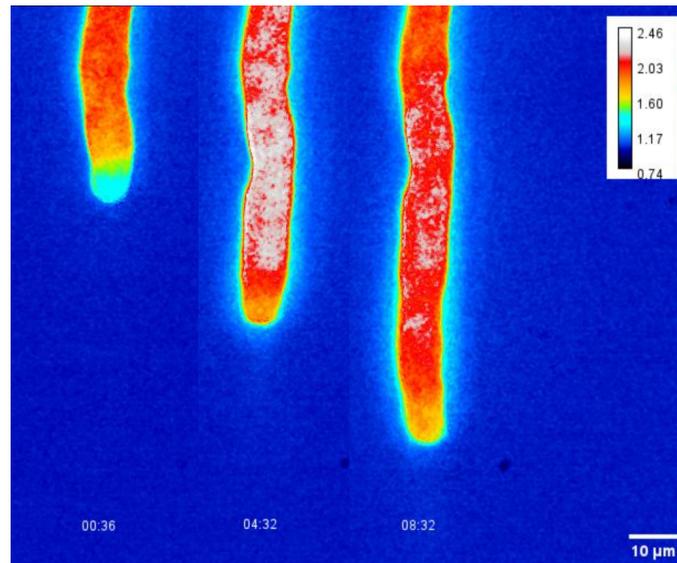


新聞稿

即時發放

港大生物學家揭示推動花粉管快速生長的生物能量學

2023年1月4日



圖一. 定位於花粉管胞質的能量分子傳感器。圖片提供：劉金紅

當植物進行有性繁殖時，花粉會落在雌蕊的柱頭上萌發，並迅速長出花粉管，通過花柱將精子細胞輸送到胚珠。花粉管是目前已知生長速度最快的植物細胞，例如玉米花粉管的生長速度可達每秒2.8微米，百合花粉管的生長速度也可達每秒0.2至0.3微米。如此快速的生長過程必然消耗巨大能量，期間需持續高效合成質膜和細胞壁，而這與質體、細胞質和線粒體之間的能量轉移協調作用緊密相關。問題是，維持花粉管快速生長的能量從何而來？

由香港大學（港大）生物科學學院林文量博士帶領的研究團隊，開發了一種新型生物傳感器，用以監測活體植物細胞和細胞器中能量分子的實時動態變化，並應用於花粉管中，揭示了擬南芥（*Arabidopsis thaliana*）花粉管如何獲得能量以維持其快速生長的代謝通路。

與葉肉細胞不同，花粉管不能進行光合作用以產生能量。它們主要依靠花柱供應的糖分來產生能量分子，如三磷酸腺苷（ATP）、磷酸煙酰胺腺嘌呤二核苷酸（NADPH）和煙酰胺腺嘌呤二核苷酸（NADH）等以支持花粉管的生長。脂肪酸（FA）是花粉管細胞膜的重要組成成分，並在花粉管質體中合成；花粉管質體是一種不含葉綠素的葉綠體前體細胞器。花粉管質體中FA的合成消耗大量的ATP、NADPH、NADH 和乙酰輔酶A。雖然花粉管質體裏面有多種可能的途徑為FA合成提供ATP、NADPH、NADH 和乙酰輔酶A，但由於花粉管尺寸過小以及缺乏觀測ATP、NADPH 和NADH動態變化的合適工具，科學界對於花粉管質體和細胞質中的ATP、NADPH和NADH的代謝機制並不清楚。

由林文量博士帶領的團隊成功開發出第二代測量NADPH和NADH/NAD⁺比值的熒光蛋白傳感器，並將這些生物傳感器引入擬南芥花粉管的質體和胞質中，從而揭示了花粉管生長過程中的生物能量學。研究成果已在《自然通訊》雜誌上發表。

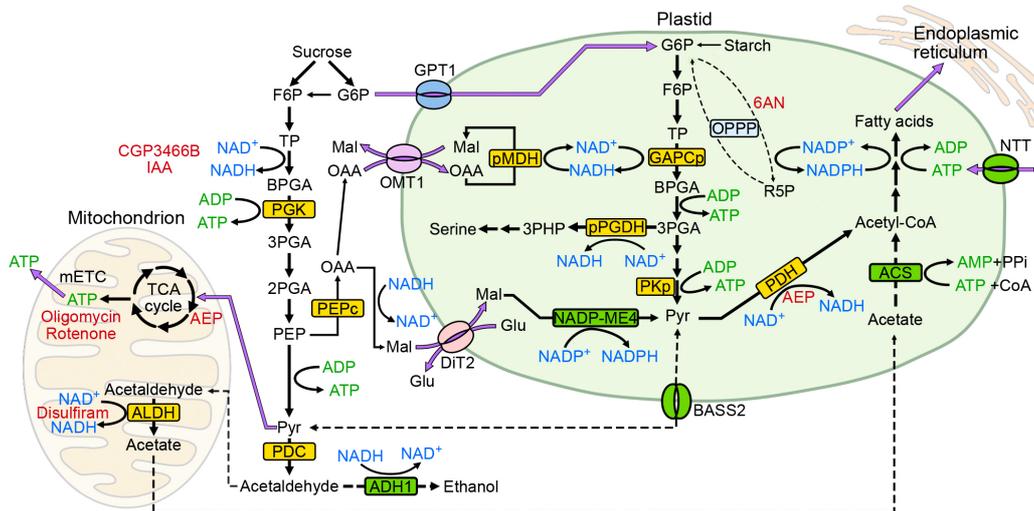
團隊成員運用特定藥物處理萌發中的花粉管，證明線粒體呼吸（mitochondrial respiration）是擬南芥花粉管細胞質ATP的主要來源。質體ATP主要由質體糖酵解（plastid glycolysis）提供，也可以通過質體膜上的核苷酸轉運蛋白（NTT）從細胞質中轉運。至於質體NADPH的供應，相較於氧化戊糖磷酸途徑（OPPP）而言，質體蘋果酸酶NADP-ME4則是產生NADPH更為重要的途徑。

儘管煙草花粉管中的厭氧呼吸和丙酮酸脫氫酶（PDH）旁路被認為對質體FA合成提供乙酰輔酶A，但這些途徑在擬南芥花粉管生長中卻並不重要。相反，質體糖酵解是脂肪酸合成中底物乙酰輔酶A更重要的來源。

而質體中NADH和NAD⁺的轉化更要複雜得多。質體糖酵解和質體PDH途徑產生大量NADH，然後通過NAD-蘋果酸脫氫酶（NAD-MDH）將其轉化回NAD⁺，以提供足夠的NAD⁺讓質體糖酵解過程得以維持，從而實現進一步的FA合成。

以上發現不僅提供了更實用的生物傳感器來測量活體植物細胞及細胞器中ATP、NADPH、NADH/NAD⁺的實時動態變化，也揭示了在花粉管質體中為FA合成提供ATP、NADPH、NADH和乙酰輔酶A的途徑。簡而言之，研究人員通過使用基因編碼的生物傳感器來揭示擬南芥花粉管如何獲得能量以維持其快速生長。

研究的第一作者、博士生劉金紅表示：「我們開發的熒光蛋白傳感器能解決植物生物能學中的一些關鍵問題。我們很高興在2022年運用這項新技術在《自然通訊》上發表了兩篇文章（註一）」。



圖二. 擬南芥花粉管生長能量代謝模型圖

圖片提供：林文量

註一：港大學者領導國際植物研究團隊揭開保衛細胞葉綠體如何獲得能量之謎

https://www.hku.hk/press/press-releases/detail/c_24032.html

有關研究論文：Bioenergetics of pollen tube growth in *Arabidopsis thaliana* revealed by ratiometric genetically encoded biosensors : <https://www.nature.com/articles/s41467-022-35486-w>

有關此研究的短片：<https://youtu.be/wFkwq1fiznc>

傳媒查詢，請聯絡港大理學院外務主任杜之樺（電話：3917-4948；電郵：caseyto@hku.hk） / 助理

傳訊總監陳詩迪（電話：3917-5286；電郵：cindycst@hku.hk）

相片下載及說明：<https://www.scifac.hku.hk/press>