



生態科研探索 之鸚鵡嫣紅

物種演化是一部跨越億萬年的史詩，充滿驚奇與智慧。當中的魅力，在於生物總能通過改變，找到繁衍的出路。香港大學科研團隊通過基因研究了解動物演化過程，最近與海外學者合作發現，鸚鵡竟能把本來用於身體解毒的酵素，化為控制羽毛色彩的「開關」，並證明指定基因足以解釋鸚鵡如何控制羽毛中黃色和紅色的數量。團隊負責人近日接受香港文匯報專訪時表示，原來鸚鵡的羽毛顏色，對其生存、繁衍以至群體生活均具有重要意義，未來會繼續鑽研，探索大自然中更多生命的奧秘。 ●香港文匯報

記者 姜嘉軒、楊盈盈



掃碼睇片

「安南遠進紅鸚鵡，色似桃花語似人」（白居易《紅鸚鵡》），鸚鵡外表靚麗、聰慧能言的特質，自古吸引不少詩人入文詠嘆與作喻反思。對現代科學家來說，其絢爛毛色有着特殊的生物學與生態演化意義，叫人着迷，港大生物科學學院助理教授洗雍華便是其中之一。

洗雍華進行過多項有趣研究，包括了解動物基因組內嗅覺受體基因多寡與其嗅覺能力的關係；亦曾研究雀鳥如何吃出甜味，「雀仔的祖先是食肉恐龍，而後者早已喪失甜味受體的基因；惟仍然有很多雀仔食生果，蜂鳥甚至會食花蜜，顯然是能分辨出甜味。」研究結果顯示，牠們原來是經過演化突變，令鮮味味覺受體能辨別出糖分。

「這些研究的宗旨，都是在基因組層面，了解如何聯繫到包括雀鳥在內不同動物的表徵，例如嗅覺、味覺或外表，進而影響到其生存、繁衍，以至演化。我們實驗室的一系列研究，就是希望更加理解這個（演化）過程。」

原來外表會影響到動物的生存繁衍。洗雍華以雀鳥為例，牠們在成長過程中會受自然選擇、性選擇等影響顏色變化。「所謂自然選擇，就是牠在大自然求生時，需要避過捕獵者追捕。試想身處滿是綠色的森林，羽毛有綠色保護色時，就能躲避以視覺為主的猛禽。」至於性選擇涉及求偶成功率，「對雀仔而言，想要贏得配偶芳心就必須要靚，於是牠們的羽毛色彩鮮艷，五顏六色。」

研動物演化有秘訣：尋找特例

洗雍華藉研究雀鳥羽毛顏色，窺探其演化過程，「要了解動物演化，很多時都會研究當中的特例，從中得到啟示。」因此，鸚鵡就成了其眼中最合適的對象。原來，其他鳥類雖然也有黃色和紅色羽毛，「但牠們普遍只能通過進食攝取類胡蘿蔔素，令羽毛有顏色，於是一旦停食，羽毛就無得變靚。」至於鸚鵡則沒有這種限制，只因牠能演化出獨特的色素，稱為鸚鵡黃素，並把這些色素與其他顏色結合，創造出鮮艷的黃色、紅色和綠色。

蛋白質「醛脫氫酶」可控制顏色差異

去年11月，洗雍華在內的多名港大學者，聯同海外科學家在著名期刊《科學》上發表論文，展示他們首次發現了鸚鵡DNA中控制羽毛色彩「開關」的重要成果。團隊通過研究擁有紅色及黃色形態的鸚鵡品種「暗色吸蜜鸚鵡」，發現蛋白質「醛脫氫酶（ALDH）」可控制其顏色差異。

為了解此「開關」在控制其他鸚鵡羽毛顏色的作用，團隊研究了另一種鸚鵡「桃面愛情鳥」，發現牠的同一種醛脫氫酶基因，在黃色羽毛中處於高水平表達，但在紅色羽毛中則不然。而當該基因處於高水平表達時，鸚鵡黃素就會從紅色轉成黃色。

其後，研究人員再利用虎皮鸚鵡的顏色基因對酵母進行基因改造，最終確認這一機制，證明這個基因足以解釋鸚鵡如何控制羽毛中黃色和紅色的量。

其他顏色奧秘有待發掘

「今次其中一點有趣發現，在於醛脫氫酶原本是用來幫助去除身體毒素，例如人類肝臟會用它幫忙解酒。換言之，鸚鵡是以原本用於解毒的酵素去調整羽毛顏色。從中就可以看到自然界演化的奇妙，就是會用上身體本身已有的材料，讓它發展出全新功能。」洗雍華指，即使今次發現了一個「開關」，但科學家仍有很多未知及有待發掘的奧秘，「其他更多顏色與基因之間的關聯，不同基因之間的作用，牠們又是如何調控基因，令身體不同部位發展出不同顏色等。我們往後想進一步探討，找出基因只是第一步，往後還有很多知識需要深挖。」

●洗雍華參與實地研究實驗室網站圖片



鸚鵡羽色可自控

解毒酵素變「開關」

港大科研團隊與海外學者合作 揭生物為奪配偶芳心全力演化

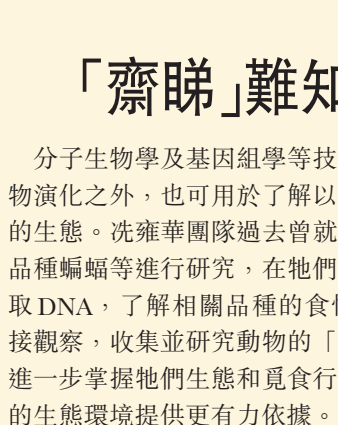
研動物基因增體香 影響擇偶偏好



●鸚鵡的鮮艷顏色源自其特有的黃色和紅色色素，稱為鸚鵡黃素。受訪者供圖



●「桃面愛情鳥」是常見且色彩繽紛的寵物鸚鵡。受訪者供圖



●暗色吸蜜鸚鵡 受訪者供圖

基因不僅決定了動物的外貌和生理特徵，還可能深刻影響其行為。洗雍華分享說，自己最初是集中研究基因如何影響動物擇偶，其中一個便是「主要組織相容性複合體（MHC）」基因，那不僅影響動物的免疫系統，還會影響其氣味，對其擇偶產生重要作用。研究發現，攜帶不同MHC基因的動物，其體味會有所不同，而這些差異會使牠們在擇偶過程中更偏好某些配偶。

擁特定基因個體繁殖成功率較高

洗雍華以叉尾海燕為例，有科研團隊長年收集樣本及記錄其繁殖配對，進而分析MHC基因的影響，「主要觀察究竟海燕生孩子的成功率與MHC的基因有沒有關係。」結果發現，擁有特定MHC基因的個體繁殖成功率較高；更進一步的分析表明，MHC基因的多樣性可能影響配偶選擇。通常情況下，動物會傾向選擇與自身MHC基因差異較大的配偶，這樣能夠為後代提供更高的免疫多樣性，從而增強對病原體的抵抗力。

除了免疫系統，MHC基因還會影響動物體味，間接參與擇偶過程。例如在叉尾海燕的研究中，是由雄性海燕挑選伴侶，而雌性海燕則是被挑選角色，且前者更傾向選擇具高MHC基因多樣性的雌性。這些雌性的後代通常生長速度更快，適應能力更強，顯示出MHC基因在後代發育中的積極影響。洗雍華說，這一現象於老鼠、鳥類和魚類等多種動物均展現出類似擇偶偏好，甚至在人類也有著名的「T恤實驗」：研究人員讓參與者穿同一件T恤一夜，並讓異性聞這些T恤的氣味進行選擇。結果顯示，人類同樣更傾向於選擇與自身MHC基因差異較大的對象。

鳥類哺乳類撫育差異影響擇偶機制

他提到，鳥類和哺乳類動物在撫育後代方面的差異，亦會影響其擇偶機制。例如許多鳥類都會投入大量精力照顧後代；至於哺乳類動物，很多種類的雄性會傾向與多位雌性交配以最大化後代數量，而雌性通常會投入更多資源撫育後代，所以更注重選擇優質基因。

「雖然基因研究方向在不斷拓展，但核心問題始終未變：即基因如何影響動物的行為與適應能力？通過研究這些機制，我們可以更好地理解生命的多樣性及其進化過程。」洗雍華說。

「齋睇」難知新資訊 蒐集「便便」知生態

分子生物學及基因組學等技術除有助研究生物演化之外，也可用於了解以至保育不同物種的生態。洗雍華團隊過去曾就黑臉琵鷺、易危品種蝙蝠等進行研究，在牠們的糞便樣本中提取DNA，了解相關品種的食性。而相較於直接觀察，收集並研究動物的「便便」，亦有助進一步掌握牠們生態和覓食行為，為保護特定的生態環境提供更有利依據。

「我們希望能藉以了解動物在吃些什麼。當掌握其食物來源後，就會更清楚應該要保護哪些生境。」洗雍華說，團隊過去分別就一些涉禽（指適應在沼澤和水邊生活的鳥類）、小鴨、黑臉琵鷺、蝙蝠等進行同類研究，「直接觀測仍可能有所忽略，過去甚至有人會選擇解剖，但我們不希望用侵入式方法，而且那得到的樣本數目始終不多。」團隊遂採用提取糞便DNA的做法，之後再作配對，從而了解這些DNA來自哪些動物。洗雍華指，此方法不但可有更多樣本，亦能得到直接觀測難以知悉的新資訊。「例如黑臉琵鷺，牠們一般食烏頭、

金目鯽等較大條的魚，這種直接觀測亦有機會看到。不過牠們進食時嘴巴會像匙羹般在水中來回掃，正是通過提取糞便DNA作研究，才得知牠們也進食很多體型細小的鰕虎魚。」

研易危品種 揭蝙蝠懂捕食淡水魚

「另外，我們也有研究一種易危品種蝙蝠，牠懂得捕魚。」洗雍華引述過往研究顯示，這種蝙蝠會捕食淡水魚，「今次我們發現，原來牠們在香港岸邊是會捉海魚進食，這些新知識（對保育）有幫助。在就近牠們居住的山洞附近，不只是淡水，海邊也值得關注。」

洗雍華又說，「便便」樣本必須確保新鮮，「因為DNA放太久會分解，所以要預先在他們過夜的位置守着，待牠們一走就去執。」雖然這類實地考察絕不輕鬆，但他笑言，這些求知過程也是從事科研的趣味所在，「從一開始有某個想法或問題，然後一步步嘗試解答，雖然可能要花數年才找到答案，但其實整個過程都會令你很享受和難忘。」

養寵物者只求靚 恐累物種增患病風險

鸚鵡鮮艷多樣的羽毛，受到不少飼養者青睞，甚至有繁殖者會嘗試改變其基因以培養更亮麗的顏色。然而，這種只從人類視角聚焦「美麗」外表的人工繁殖方式，卻可能帶來潛在風險及動物倫理爭議。洗雍華舉例說，繁殖者為提高「美麗」基因出現的機率，或會刻意採用近親繁殖方式，但此舉卻會減低基因庫的多樣性，令動物患病風險增加且環境適應能力下降，忽視其健康，也有機會與自然界物種「天擇」原則背道而馳。

基因突變為影響鸚鵡羽毛顏色是否鮮艷獨特的重要因素。洗雍華提到，目前已知一些鸚鵡會因自然的基因突變無法生成特定「鸚鵡黃素」，導致其羽毛沒有黃色或紅色，按現有觀察，這類突變僅影響外觀，對鸚鵡的生長、健康或繁殖能力未造成負面影響。

不過他強調，這並不意味所有基因突變都是無害的，鸚鵡體質有機會因而受影響，而

這種情況有時還與近親繁殖有關。

近親繁殖致隱性病基因概率增

他解釋，為保持鸚鵡某些特殊的外觀或基因特徵，繁殖者往往會讓擁有相同基因突變的個體作近親繁殖。他表示，這樣雖能提高目標基因出現概率，但亦會降低其基因庫的多樣性，使隱性致病基因的顯現概率增加，其後代患遺傳病的風險將大幅提高。

此外，基因庫的單一性還可能導致鸚鵡對疾病和環境的適應能力下降。

這情況並不僅限於鸚鵡，其他寵物如貓狗等也有面臨類似問題。洗雍華舉例說，純種狗因長期近親繁殖，遺傳病發生率遠高於混種狗，另有些純種狗因外型需求被刻意培育出扁平面部結構，但這種特徵卻引發了嚴重呼吸問題，這些為迎合人類偏好而忽視動物健康的情況，於寵物市場並不罕見。

●洗雍華藉研究雀鳥羽毛顏色，窺探其演化過程。
香港文匯報記者萬霜靈攝