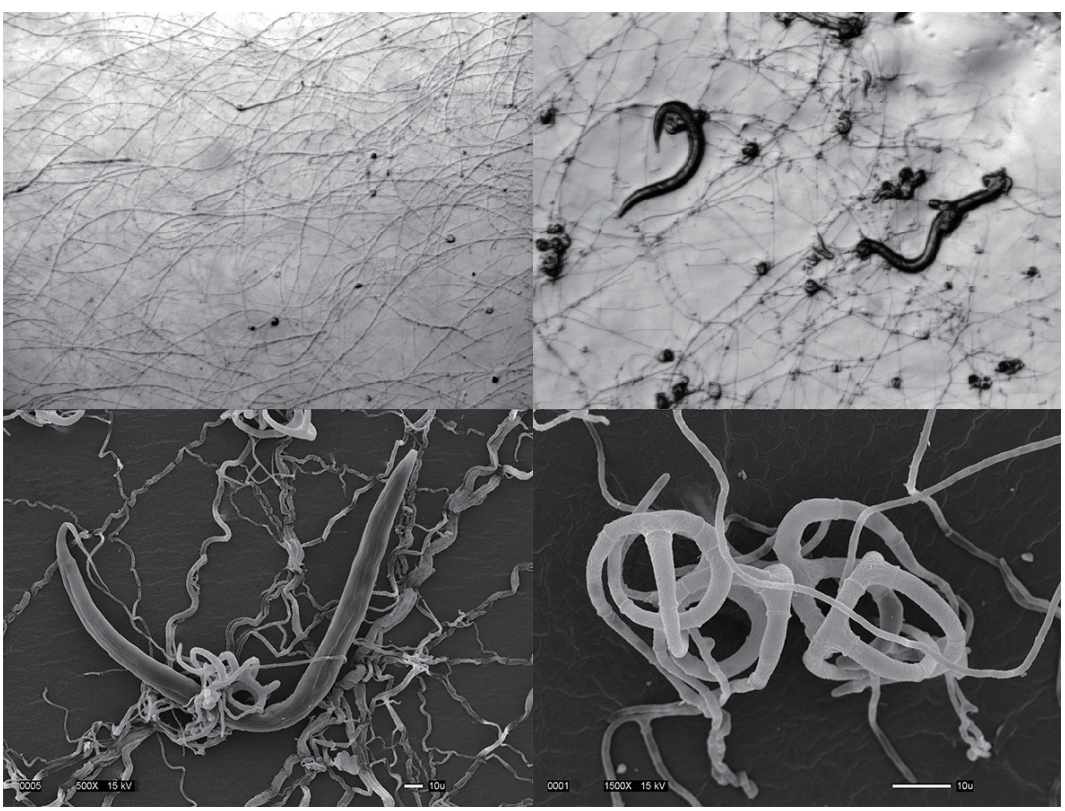
知識天地

致命的吸引力：線蟲捕捉菌和線蟲之間的交互作用

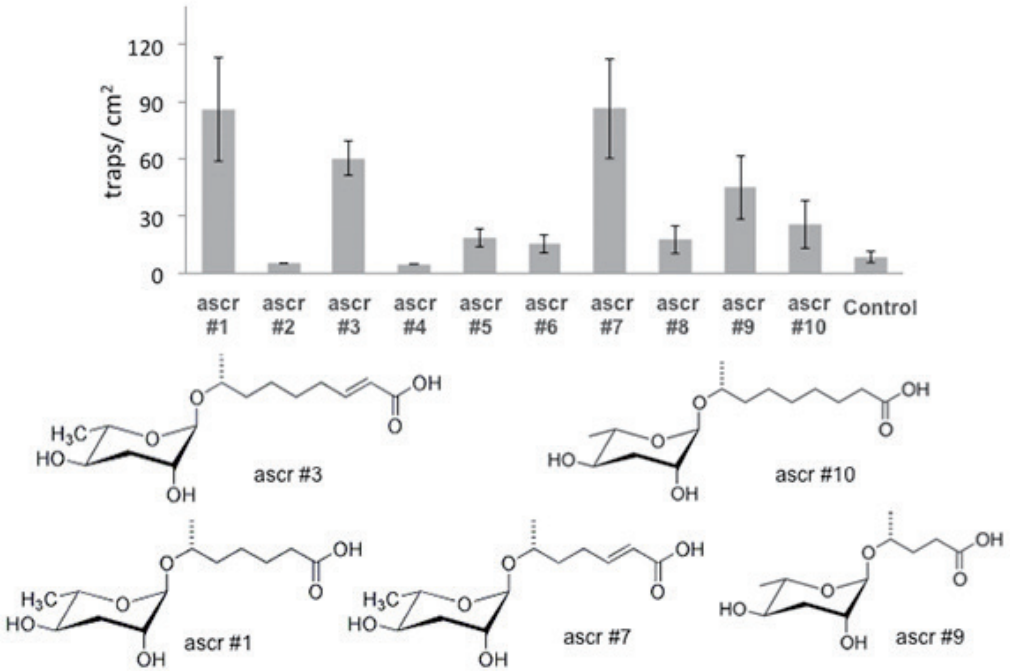
薛雁冰助研究員（分子生物研究所）

在自然界中，線蟲和真菌是很普遍存在的生物。在地球上不同的生態系當中，幾乎都有真菌和線蟲的存在。有一些真菌，演化出可以捕食線蟲的能力，被稱之為線蟲捕捉菌。

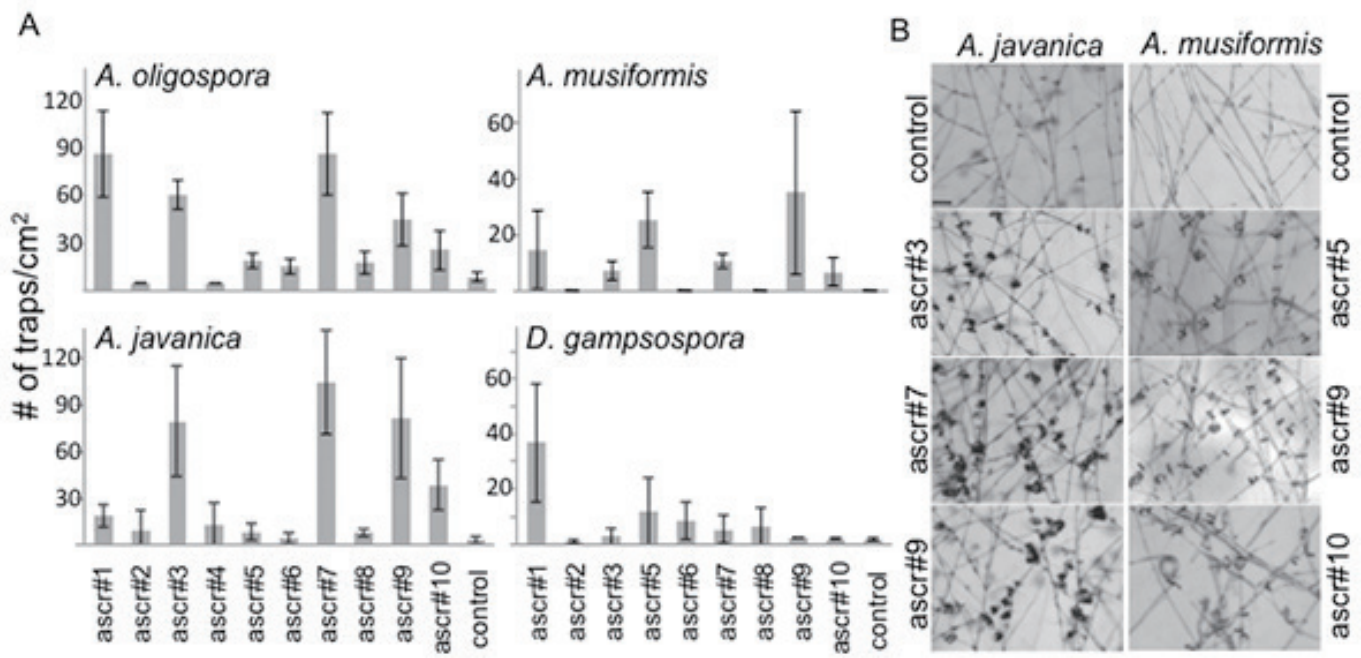
很多線蟲捕捉菌只有在受到獵物（線蟲）刺激之後，才會發育出捕捉構造，來捕捉線蟲，表示這些真菌能夠辨識線蟲的存在 （圖一）。我們對於線蟲捕捉菌是如何辨識線蟲的存在感到好奇，想要知道線蟲分泌什麼樣的物質去誘導線蟲捕捉菌產生捕捉構造。我們發現，許多線蟲種類，包括模式線蟲*C. elegans*都會分泌的一群小分子，稱之為ascarosides的費洛蒙，能誘發線蟲捕捉菌製造出捕捉構造。這群能夠誘發線蟲捕捉菌產生捕捉構造的ascarosides在分子結構上相似（圖二）。並且，當我們測試這些ascarosides是否能夠在不同線蟲捕捉菌上誘導出捕捉構造時，我們發現數種不同種的線蟲捕捉菌皆可以偵測到ascarosides，有趣的是，他們似乎有一些不同的專一性（圖三）。另外，線蟲捕捉菌必須要在營養缺乏時才會對ascarosides有反應，在營養充足的條件之下ascarosides無法誘導線蟲捕捉菌發育捕捉構造。這些現象讓我們推測，線蟲捕捉菌能夠偵測到ascarosides，以此訊號來感知獵物的存在，極可能是線蟲和線蟲捕捉菌之間共同演化的結果。



圖一　線蟲捕捉菌受線蟲誘導產生捕捉構造

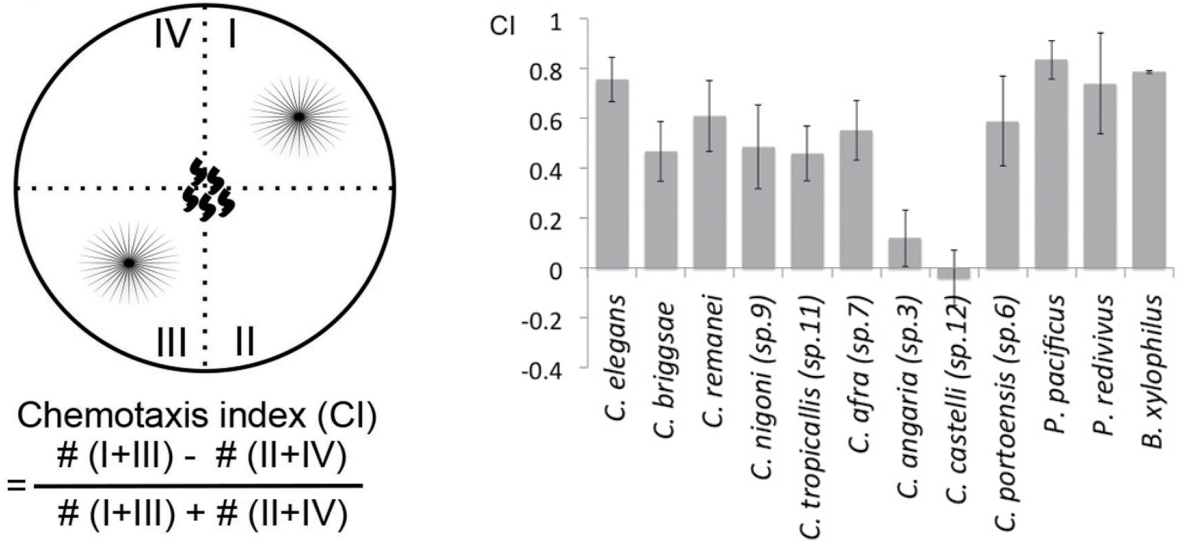


圖二　Ascarosides誘發線蟲捕捉菌產生捕捉構造

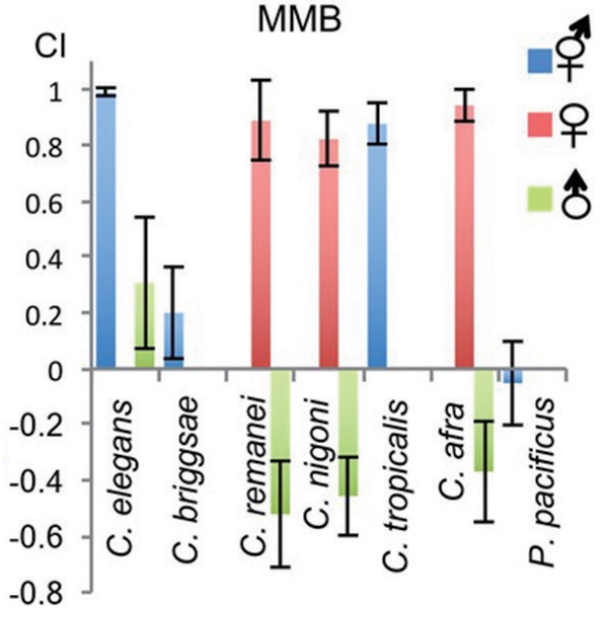


圖三　不同種的線蟲捕捉菌皆可以偵測到ascarosides

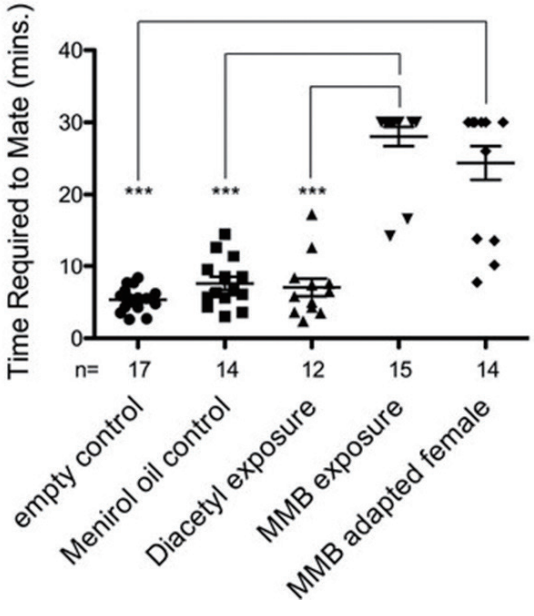
另一方面，我們也好奇線蟲在遇到他們的獵食者，線蟲捕捉菌時，會有什麼樣的行為。利用模式物種線蟲*C. elegans*，我們觀察到，*C. elegans*和許多其他線蟲會受到（圖四）。線蟲主要是被線蟲捕捉菌所製造的揮發性物質所吸引，因此我們用GC-MS來分析線蟲捕捉菌的氣味，並分別一一測試，這些氣味會不會吸引線蟲。行為測試結果顯示，有些線蟲捕捉菌的氣味並不太會吸引線蟲，但是某一兩種氣味則對*C. elegans*有很強的吸引力。利用遺傳學及神經剝離的方法，我們發現*C. elegans*一對嗅神經 AWCs能夠偵測到這些氣味，如果這對嗅神經失去了功能，他們便不再被吸引。我們更進一步發現，一個對於*C. elegans*具有強烈吸引力的物質(MMB)，同時對其他同屬但不同種的線蟲也有吸引力（圖五）。有趣的是，不管是在*C. elegans*或是其他同屬異種的線蟲，此真菌氣味都只吸引雌蟲。此性別特定的吸引的現象，使我們推測此物質有可能是具有類似性費洛蒙的功能。因此我們觀察了線蟲的交配行為，並發現MMB的存在的確會使線蟲無法找到異性，干擾交配（圖六）。總結，我們發現為了可以捕捉到獵物，線蟲捕捉菌會釋放出許多種揮發性物質，有些模仿線蟲的食物，有些模仿線蟲的性費洛蒙，來達到吸引獵物的目的。



圖四　線蟲捕捉菌吸引不同線蟲



圖五　MMB吸引和*C. elegans*同屬不同種的線蟲



圖六　MMB干擾線蟲*C. afra*交配行為

我們希望瞭解更多線蟲碰到獵食者的行為反應，以及真菌捕殺線蟲的機制。藉由探討線蟲及線蟲捕捉菌之間的交互作用，我們想更瞭解這微觀世界下獵物和獵食者之間的共同演化。我們期待這些研究，一方面可以讓我們可以獲得更多關於基礎生物學上的知識，另一方面也期待在將來，可以應用這些知識，來對抗植物或動物的寄生性線蟲的感染。

參考文獻：

1. Hsueh YP, Gronquist M, Schwarz EM, Nath R, Lee CH, Gharib S, Schroeder FC, Sternberg PW (2017) The nematophagous fungus Arthrobotrys oligospora mimics olfactory cues of sex and food to lure its nematode prey. *eLife 6:e20023*
2. Hsueh YP, Mahanti P, Schroeder FC, Sternberg PW (2013) Nematode-trapping fungi eavesdrop on nematode pheromones. *Curr Biol, 23: 83-86*