

PHÁT MINH KHOA HỌC TỪ BẮT CHƯỚC THIÊN NHIÊN

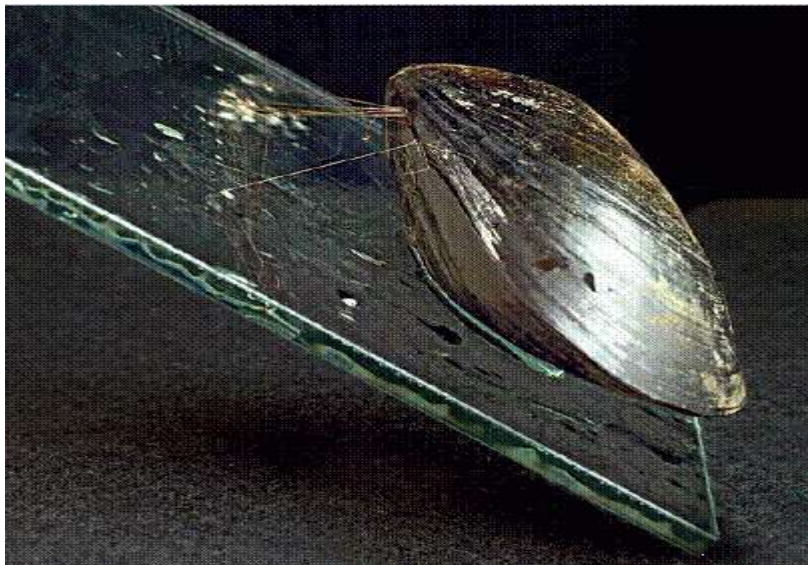
Trần-Đặng Hồng, PhD



Cơ thể động vật cũng như thực vật, qua tiến hóa hàng vạn năm để thích ứng với môi trường sống, đã phát triển những bộ phận hay cơ nguyên thích ứng thật hoàn hảo và tiết kiệm năng lượng nhất. Các nhà khoa học quan sát các hoạt động của sinh vật, nghiên cứu cách cấu tạo cơ thể chúng, để tìm hiểu và sau đó bắt chước chúng để phát minh, hay sáng chế áp dụng kỹ thuật.

I. BẮT CHƯỚC ĐỘNG VẬT

1. LÀM SAO CON HÀU DÍNH CHẶT VÀO KHỐI ĐÁ TRƠN



Hình 1. Con hàu dính vào tấm kính

TS Wilker, nhà hóa học và khoa học vật liệu (material science) ở Purdue University (Indiana), trong dịp bơi lặn ngoài biển sâu, ngạc nhiên thấy làm sao con hàu (mussel) dính chặt được vào đá nhẵn trơn như ở tấm kính hình trên. Quan sát kỹ, ông thấy con hàu phóng ra một loại keo làm thành sợi dính chặt vào đá như dây neo của tàu (Hình 1). Trên thị trường có rất nhiều loại keo (glue) để hàn gắn vật bề, nhưng chỉ áp dụng ở môi trường khô ráo, chứ không trong nước như con hàu. Ông cùng toán nghiên cứu chất keo do con hàu sản xuất thấy đó là một phân tử protein khác lạ gồm nhiều tyrosine amino acids bị biến thành 3,4-dihydroxyphenylalanine (DOPA) nhờ cộng thêm nhóm hydroxyl OH. Ngoài ra, còn có chất sắt Fe. Chính

nhờ khám phá này, nhóm nghiên cứu của ông đã tổng hợp nhân tạo chất keo có cấu trúc tương tự như DOPA của con hàu để dùng làm keo dính mãnh liệt (super glue) hàn gắn trong môi trường có nước, như nối xương gãy trong cơ thể, hàn các mô tế bào, nối răng gãy, v.v. và áp dụng trong kỹ nghệ sửa chữa tàu ghe, v.v.

2. BẮT CHƯỚC HẢI SÂM (Đồn đột, sea cucumber)



Hình 2. Con hải sâm

Nhiều sinh vật có khả năng biến hình dạng để trốn kẻ thù. Chẳng hạn con hải sâm có thân mềm nhũn là thức ăn của nhiều loại cá hay sinh vật khác. Khi thấy bị đe dọa tính mạng trước kẻ thù ăn thịt mình, con hải sâm cuộn tròn, và biến thân thể mềm nhũn trở thành xơ cứng, không còn là con mồi hấp dẫn. Làm sao con hải sâm biến thân thể mềm nhũn thành xơ cứng trong nháy mắt, và khi hết bị đe dọa nó mềm nhũn trở lại? Nghiên cứu cơ thể cho thấy các cơ sợi cấu tạo bởi một loại protein đặc biệt kết hợp với hợp chất nhu mô mềm. Các cơ sợi này có khả năng biến đổi từ dạng mềm nhũn sang dạng xơ cứng tùy theo phản ứng thần kinh của hải sâm.

TS Jeffrey Capadona và cộng sự thuộc Case Western Reserve University cộng tác với US Department of Veterans Affairs Medical Center, cả hai cơ quan cùng ở Cleveland (Ohio), tin tưởng rằng đây là một vật liệu lý tưởng để làm vi điện cực (micro electrodes) trong phẫu thuật não bộ. Nhóm nghiên cứu này chú trọng đặt vào dây thần kinh não bộ một bộ phận có khả năng nhận cũng như truyền tín hiệu từ óc ra cơ quan hay truyền từ cơ quan vào óc, đặc biệt nhằm tái tạo hệ thần kinh cho người bị liệt (paralysis), bệnh mất trí nhớ Alzheimer hay đa-xơ-cứng (multiple sclerosis). Với phẫu thuật hiện tại, điện cực cứng khi đặt vào óc sẽ gây tác hại cho nhu mô màng óc và gây nhức nhối. Nếu có điện cực mềm nhũn và dễ uốn cong thì giải quyết được tác hại này, nhưng nếu điện cực mềm nhũn thì làm sao nhét vào tế bào neuron được. TS Capadona nói “Vi-điện-cực lý tưởng là phải cứng lúc ban đầu để dễ nhét vào dây thần kinh, nhưng sau đó phải mềm nhũn như dây thần kinh để tránh tác hại”. Cơ sợi của hải sâm là mẫu mực lý tưởng để chế tạo vi-điện-cực. TS Capadona và đồng nghiệp chế tạo cơ sợi nhân tạo gồm hợp chất cellulose thiên nhiên với polymer nhân tạo (polyvinyl acetate). Trong không khí khô, hợp chất này cứng chắc, nhưng khi nằm trong óc, nó hút nước, phồng nở và mềm nhưng vẫn chắc chắn.

Hiện nay, các thử nghiệm được thực hiện thành công trong não bộ chuột. Giai đoạn tới là thử nghiệm ở khỉ, cuối cùng mới thử nghiệm ở người.

3. BẮT CHƯỚC BÀN CHÂN CON CẮC KÈ



Hình 3. Con cắc kè

Làm sao con cắc kè (gecko), thần lẩn leo được trên vách thẳng đứng trơn trượt hay trần nhà mà không bị rơi xuống theo trọng lực. Các nhà sinh học biết rõ là bàn chân con vật này cấu tạo bởi một loạt sợi li ti như lông gọi là “setae”, giúp các nguyên tử lõi cuộn hút chặt nhau theo lực van der Waals, mạnh liệt hơn trọng lực.



Hình 4. Bàn chân cắc kè cấu tạo bởi hàng ngàn sợi lông Setae

Tuy nhiên, nhiều nhà khoa học từng bắt chước cấu tạo bàn chân của cắc kè để chế tạo setae nhân tạo nhưng không thành công mỹ mãn. Tại sao vậy?

TS Al Crosby ở Đại Học Massachusetts Amherst nghiên cứu cách cấu tạo và hoạt động setae khi cắc kè di chuyển. Dùng các mô hình toán học dựa vào luật của lực van der Waals tạo ra bởi sức hút giữa bàn chân và vách tường, so sánh với trọng lực trên thân thể cắc kè, nhóm nghiên cứu của ông thấy rằng có sự liên hệ giữa cấu tạo bàn chân và lực hút giữa bàn chân với vách.

Cắc kè có hệ thống gân khác biệt ở chân. Ở các động vật khác, kể cả con người, gân nối cơ bắp với xương. Còn ở cắc kè, một đầu gân nối với da của bàn chân, đầu gân kia nối với cơ thịt. Khi cắc kè áp ngón chân vào vách, các xoang trong

chân trương phồng lên do bơm máu vào, làm bàn chân cứng tạo sức hút về chiều hướng bước tới. Phối hợp giữa mềm nhũn của da và cứng của gân tạo sức hút mạnh lớn gấp bội so với lực rơi của trọng lực, làm các kè dính chặt vào tường. Khi các kè muốn bước tới, bàn chân uốn cong, dây gân được giãn, cơ thịt giảm độ cứng, mất sức hút, chân được tháo gỡ khỏi tường, nhưng bàn chân bước tới bấu chặt vào tường theo tuần tự.

Dựa trên khảo sát này, TS Al Crosby và đồng nghiệp tạo được loại da Gecskin. Một mảnh Gecskin 10 cm x 10 cm có thể dính 1 vật nặng 318 kg vào trần nhà. Gecskin cấu tạo bởi polyurethane mềm tương tự như cao su, kết hợp với loại vải cứng như Kevlar hay sợi carbon làm dây gân, tương tự như cấu trúc setae của các kè.

Tháng 6/2014, một người nặng 100 kg với hai tay hai chân mang thiết bị cấu tạo bởi vật liệu bắt chước từ bàn chân các kè đã leo được trên bức tường bằng kính thẳng đứng.



Hình 5. Leo tường thẳng đứng như con các kè

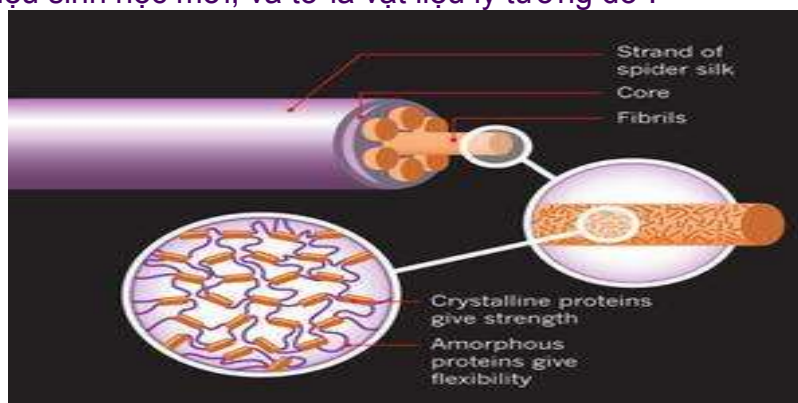
4. BẮT CHƯỐC MÀNG NHỆN



Hình 6. Mạng nhện *Caerostris darwini* kết tạo trên dây tơ treo dài tới 25 m

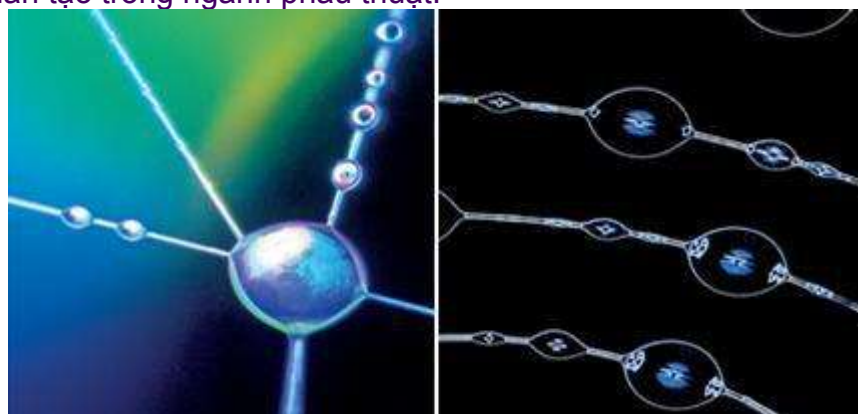
Ở Madagascar có một loài nhện (*Caerostris darwini*) nhả ra 7 loài tơ làm mạng nhện. Để làm mạng nhện bắt ngang sông, đầu tiên nhện nhả tơ vào luồng gió và gió đưa qua bên kia sông, dính vào cây, tạo một dây treo. Từ dây treo nhện tạo một mạng lưới nhện giăng ngang sông để bắt côn trùng bay trên mặt nước. Sợi tơ nhện của dây treo được coi là loại sợi sinh học chắc chắn nhất, chắc hơn cả sợi thép khi có cùng đường kính.

Loài nhện có khả năng nhả thành nhiều loại tơ: loại cứng, loại mềm, có nút thắt, loại co giãn làm lưới để bắt mồi, có loại dính keo để dính vào trụ cột để xây mạng nhện. Mỗi loại tơ nhện được các nhà khoa học vật liệu nghiên cứu kỹ về lý tính, hóa tính, kiến trúc, thành phần cấu tạo, v.v., mục đích để chế tạo vật liệu xây dựng cho cầu, xe cộ. Vật liệu xây dựng do con người chế tạo không chứa đủ tính chất của tơ nhện, nghĩa là vừa chắc, vừa đàn hồi, vừa mềm dịu. Protein của tơ, nếu nhân tạo được, có thể đúc trong khuôn như plastic, hay tạo thành silicon. Vì tơ là chất hữu cơ, vật liệu sinh học, nên không độc hại môi trường. Vì vậy, protein tơ có thể tạo thành lớp phim ngấm thuốc để ghép vào cơ thể, lớp tơ tan và nhả thuốc vào cơ quan trị bệnh. Ts Davis Kaplan của Đại Học Tufts ở Massachusetts nói “Chúng ta cần một vật liệu sinh học mới, và tơ là vật liệu lý tưởng đó”.



Hình 7. Cấu tạo của sợi tơ treo

Sợi tơ treo của nhện *Caerostris darwini* cấu tạo bởi các sợi proteins có cấu trúc tinh thể để vừa chắc chắn, không hình dạng, vừa mềm dịu. Trong y khoa, kết hợp kim loại vào tơ nhện làm tăng độ chắc lên 10 lần, và dùng làm gân nhân tạo trong ngành phẫu thuật.



Hình 8. Cấu tạo sợi tơ nhện (hình trái), cấu tạo sợi tơ nhân tạo bắt chước tơ nhện (hình phải) dùng vận chuyển thuốc trị bệnh trong y khoa

Áp dụng vào công nghiệp thì vô hạn. Vì rất cứng và nhẹ, tơ nhện nhân tạo dùng làm mũ an toàn cho phi công chiến đấu, gân nhân tạo trong phẫu thuật y học, làm dây thừng, v.v.

Hiện tại có nhiều nhà máy sản xuất protein tơ nhện nhân tạo, như AMSilk ở Munich (Đức), Spiber Technology ở Stockholm, Spiber Inc ở Tsuruoka (Nhật)

5. BẮT CHƯỚC LOÀI BƯỚM



Hình 9. Kiểu cách màu lục biến đổi trên cánh bướm Nam Mỹ (trên), quan sát kỹ thì chỉ có một màu (dưới)

Cánh bướm có màu theo một kiểu cách riêng của loài bướm, không phải do vảy nhỏ tí ti có sắc tố sẵn theo kiểu cách đó, mà do phản chiếu ánh sáng từ cách sắp xếp của vảy. Vì vậy màu sắc và ánh màu cũng biến đổi theo ánh sáng và góc nhìn. Các công ty sản xuất vải kiểu bắt chước kiến trúc vảy của bướm để vải có màu kiểu cách biến đổi theo góc nhìn, bằng cách tráng hàng tá lớp polyester hay nylon cực mỏng, và độ dày của từng lớp tráng, cũng như kiểu cách sắp xếp, làm phản chiếu ánh sáng tạo màu sắc biến đổi. Loại vải này không độc hại vì không có chất nhuộm, màu không bao giờ nhạt hay bay màu, vì màu là do ảo giác từ phản chiếu của ánh sáng.

6. BẮT CHƯỚC LOÀI MỰC



Hình 10. Con mực biến đổi màu da

Quân đội Hoa Kỳ thì bắt chước hiện tượng biến đổi màu của loài mực (squid và octopus) theo môi trường chung quanh để tạo áo quần ngụy trang. Năm 2014, nhóm nghiên cứu của University of Illinois at Urbana–Champaign thành công chế tạo được loại vải dựa theo cấu trúc da của loài mực, theo đó màu sắc biến đổi phù hợp với môi trường chung quanh, dành cho ngụy trang trong quân đội.

Bước xa hơn, nhà nghiên cứu Alon Gorodetsky của University of California, Irvine cũng bắt chước cấu trúc da của loài mực để tạo một loại vải áp dụng làm tàng hình với tia hồng ngoại. Ông nghiên cứu với một protein có tên “reflectin”, chứa trong da của loài mực. Xử dụng nhiều loại hóa chất, kích thích bởi dòng điện, và cơ học, ông khám phá và thành công tráng lớp reflectin nhân tạo lên vải, với lớp này mọi tia sáng có nhiều độ dài sóng khác nhau sẽ bị dội ngược, nhất là tia hồng ngoại, vì vậy giúp ngụy trang ban đêm mà địch thủ không thấy được khi dùng ống dòm ban đêm với tia hồng ngoại. Mới đây, vào tháng 2/2015, TS Gorodetsky và cộng sự đã trình diễn loại vải ngụy trang mới này, với ban ngày thì vải có màu của màu cảnh vật chung quanh, còn ban đêm thì tuyệt nhiên địch thủ không nhìn thấy.

7. BẮT CHƯỚC CÁ MẬP

Cá mập *Isurus oxyrinchus* có thể lặn với vận tốc 100 km/giờ. Làm sao nó có thể phóng nhanh như vậy trong nước? Các nhà khoa học nghiên cứu cho thấy da cá mập có cấu tạo khác thường.

Da cá mập cấu tạo bởi vảy hình răng chữ V sắp hàng song song theo chiều nước chảy có mục đích làm giảm sức cản của nước.



Hình 11. Cá mập *Isurus oxyrinchus*



Hình 12. Cấu trúc da cá mập

Một loại áo bơi lội được hãng Speedo chế tạo bởi một loại da nhân tạo có cấu trúc tương tự như da cá mập *Isurus oxyrinchus*. Bận áo bơi này, vận tốc bơi gia tăng thêm 7%

2. BẮT CHƯỚC THỰC VẬT

Các nhà khoa học đã từ lâu bắt chước cấu tạo các alkaloids thiên nhiên trong thực vật để chế tạo thuốc trị bệnh. Trong bài ngắn ngủi này, tác giả chỉ đề cập vài bắt chước nho nhỏ từ cây cối nhưng có áp dụng rất thực tiễn.

8. BẮT CHƯỚC CÂY LEO IVY



Hình 13. Cây leo Ivy tiết chất keo

Con các kè leo tường hay trần nhà nhờ cấu trúc đặc biệt của bàn chân, thì loại cây leo như Ivy dính chặt vào tường nhờ một loại keo thiên nhiên có sức chịu đựng tương đương tới 2 triệu lần trọng lượng của dây leo. Đó là một chất keo dính mạnh nhất trong thiên nhiên.

TS Mingjun Zhang, thuộc đại học Ohio State University (Columbus), nghiên cứu chất keo tiết từ cây Ivy để chế tạo một loại keo áp dụng cho ngành phẫu thuật. Ông cho biết cây Ivy tiết ra một loại chất lỏng màu vàng cấu tạo bởi nước, polysaccharides và vi thể hữu cơ có đường kính khoảng 70 phần tỉ của mét. Vi thể có nhiệm vụ làm giảm độ nhớt (viscosity) và giúp chất lỏng dàn rộng diện tích tiếp xúc. Các vi thể cũng tạo cầu nối phân tử với polymer trong chất keo, làm chất keo rất mạnh, có tính đàn hồi, không cứng và giòn, khác với keo thông thường khi khô. Vì vậy loại keo do Ivy tiết ra sẽ có nhiều áp dụng quan trọng. Chẳng hạn, làm miếng băng có chất keo Ivy để băng bó, giúp vết thương mau lành, tế bào mau sinh sản, giúp ngành giải phẫu cơ quan như tim mau hàn gắn, hay ngay cả giúp tế bào gốc mau phát triển.

Ngoài ra, vi thể Ivy có thể áp dụng vào thiết kế màng lọc ánh sáng thay thế oxide titanium hay oxide kẽm như kỹ thuật hiện tại bởi vì kích thước vi thể Ivy đồng nhất nên ánh sáng phân tán đồng đều, và ngăn cản được tia cực tím (ultra violet). TS Zhang tổng hợp vi thể với nhiều hợp chất polymer, và tạo được nhiều loại keo nhân tạo tương tự keo thiên nhiên Ivy.

9. BẮT CHƯỚC TRÁI THÔNG



Hình 14. Kiến trúc vảy trên trái thông. Hạt chứa trong vảy.

Bài sinh học về cơ chế trái thông phóng thích hạt khi cháy rừng cho biết vảy trái thông *Pinus attenuate* chỉ mở để hạt thông văng ra khỏi trái khi gặp nhiệt độ thật nóng lúc cháy rừng.

Vảy trái thông cấu tạo bởi 2 lớp, có phản ứng khác nhau với biến đổi của ẩm độ không khí. Một lớp giãn nở khi trời ẩm ướt, còn lớp kia thì chống lại việc giãn nở, kết quả là vảy trái thông uốn cong. Cơ chế **này tương tự** như nhiệt kế cấu tạo bởi 2 kim loại có độ giãn nở khác nhau khi có biến đổi nhiệt độ.

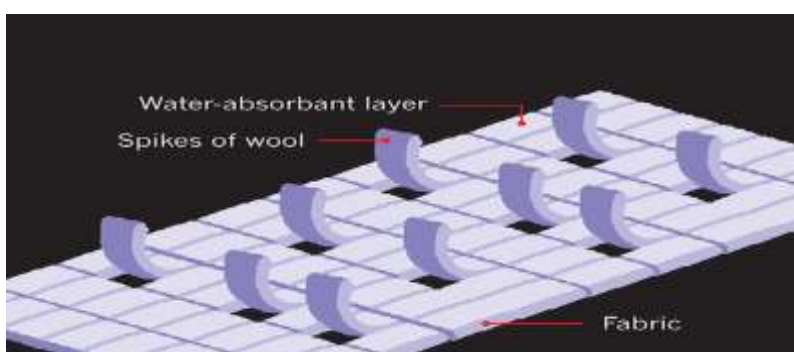


Hình 15. Kiến trúc và cách xấp xếp vảy trái thông

Với loại vải thông thường, khi đổ mồ hôi vải thấm nước và áo ướt đẫm, nhất ở những nơi có mồ hôi đổ sớm và nhiều như ở nách. Và hễ áo càng ướt, thì áo càng không thông thoáng, bên trong áo càng ẩm, đổ mồ hôi càng nhiều, người bận áo cảm thấy khó chịu, nên phải cởi áo, ở trần. Để tránh hiện tượng trên, các nhà khoa học sáng chế một loại vải giúp không khí thông thoáng đuổi ẩm độ tích tụ bên trong áo ra ngoài, đưa không khí mát ở ngoài vào trong, nhờ vậy áo không bị ướt đẫm mồ hôi.

Dựa vào cơ chế đóng mở của vảy thông theo ẩm độ, các nhà khoa học sáng chế một loại vải có khả năng thực hiện chức năng trên. Hãng sản xuất vải MMT London chế tạo loại vải có gai li ti làm nắp đậy các lỗ nhỏ li ti thông thoáng không khí. Các gai này cấu tạo bởi 2 loại polymer nhân tạo, một loại hảo nước (hygroscopic) tức hút ẩm hơi nước, loại kia thì khất nước (hydrophobic) tức đẩy hơi nước ra xa. Lực hút và lực đẩy hơi nước biến đổi nghịch chiều tùy theo lượng hơi nước của không khí bên trong áo làm sợi gai uốn cong hay phẳng.

Khi không khí khô ráo, các gai trở nên phẳng, nằm rạp, đóng lỗ hở, ngăn cản sự thông thoáng, và áo trở thành cách nhiệt. Khi đổ mồ hôi, ẩm độ bên trong áo gia tăng làm sợi gai uốn cong, lỗ thông thoáng được mở, xua đuổi ẩm độ ra ngoài, không tạo được mồ hôi trên thân thể (Hình 16). Loại vải này sẽ được bán trên thị trường vào năm 2016.



Hình 16. Cơ chế loại vải có vảy đóng mở tùy theo ẩm độ không khí

Cũng áp dụng cơ chế đóng mở vảy của trái thông, hãng tơ sợi Schoeller của Thụy Sĩ tạo loại vải có tên “c-change”. Loại vải này có lỗ li ti đóng mở tùy theo nhiệt độ. Chẳng hạn khi thân nhiệt cao, hay sắp đổ mồ hôi thì các lỗ hổng mở rộng để xua đuổi hơi nóng và hơi nước ra ngoài.

10. BÁT CHƯỚC LÁ SEN



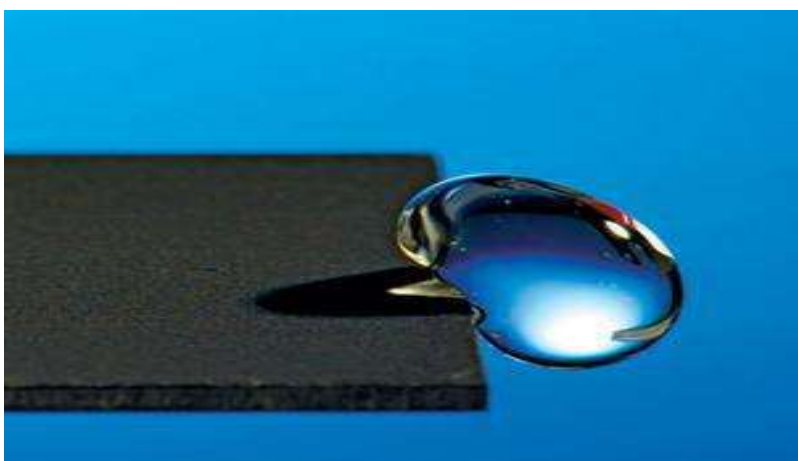
Hình 17. Lá sen luôn luôn sạch và đọng nước

Ai cũng biết là tưới nước lên lá sen (*Nelumbo* spp.), lá không dính nước mà chảy tuột hết và lòi cuộn theo hết chất dơ dính trên lá. Sau trận mưa lá sen luôn luôn sạch, không có bụi bặm hay chất dơ. Lý do là mặt lá sen có trải một lớp sáp có tác dụng đẩy nước (water repellent). Lớp sáp được xấp xếp thành gai li ti mắt thường không thấy, nhưng khi sờ thấy nhám.



Hình 18. Cấu tạo lớp sáp trên lá sen với các gai li ti

Chỗ gồ ghề của gai là nơi nước ít tiếp xúc với lá, nên nước bị phân tán tạo thành nhiều giọt nước tròn nhỏ và lăn ra khỏi lá.



Hình 19. Trên mặt sáp nước phân tán thành giọt nước hình cầu lủng tròn

Bắt chước kiến trúc sáp trên lá sen, các nhà khoa học tìm cách chế tạo một loại vải không dính nước, và rất sạch sẽ vì không dính chất dơ bẩn, bụi bặm và ngay cả vi trùng. Tất cả trôi tuột theo nước.

Thông thường, khi nước rơi vào một mặt có tính khất nước (hydrophobic), nước tung tóe và kết hợp lại thành nhiều giọt nước hình cầu nhỏ. Trên lá sen, thời gian thành lập các giọt nước tròn nhỏ là 12,4 phần triệu của giây. Hễ thời gian thành lập càng ngắn thì giọt nước càng nhỏ. Thí nghiệm với gai li ti nhân tạo cấu tạo bởi aluminium (nhôm) có chiều cao 100 phần triệu của mét (micrometres, μm), rộng 200 μm , tráng lên vải thì thời gian kết đọng thành giọt nước là 7,8 phần triệu giây, giọt nước nhỏ như sương mù

Bắt chước lá sen, các kỹ sư chế tạo được loại vải không thấm nước, không vấy chất dơ hay chất có màu. Chẳng hạn vấy máu hay mực lên áo, tất cả chảy tuột và áo không dính tí vết nào của máu hay mực.

11. BẮT CHƯỚC CÂY BẮT ĂN CÔN TRÙNG

Tại các xứ nóng có nhiều loại cây có bộ phận bắt côn trùng để lấy chất bổ dưỡng nuôi cây. Trong các loài này, loài *Nepenthes* có bộ máy bắt mồi với hình dạng của một bình chứa một dung dịch làm hòa tan thân thể con mồi. Vách bên trong bình là một lớp sáp rất nhờn. Một khi con mồi đậu lên miệng bình thì bị trượt té vào bình, và khi ở trong bình thì không cách nào trèo ra khỏi bình vì trơn trượt.



Hình 20. Con thằn lằn con trượt chân rớt vào bình mà không có cách nào trèo ra được vì chất nhờn trơn trượt

Dựa trên cấu tạo của chất nhờn trong vách bình *Nepenthes*, hãng Slips Technology ở Massachusetts Hoa Kỳ chế tạo một chất siêu nhờn để tráng vào vải, nhựa và da. Đặc tính loại vải này không thấm nước, và bùn, đất, hay vật thể li ti không dính vào được. Áp dụng chế tạo giày, giày lội nước, quần áo thể thao, áo mưa, áo khoác cho quân đội, thủy thủ và áo khoác cho công nhân làm việc trong nhà thương, v.v.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Julie Gould (2015). Learning from nature's best. *Nature*, 519, 26 March 2015, S2-S3. Volume:

[Katherine Bourzac](#) (2015). Spiders: Web of intrigue, *Nature*, Volume:519, Pages:S4–S6.

Neil Savage (2015). Synthetic coatings: Super surfaces. *Nature*, Volume:519, Pages:S7–S9.

[Elie Dolgin](#) (2015). Textiles: Fabrics of life. *Nature*, Volume:519, Pages:S10–S11. Date published: Journal name:

[Li Wen](#), [James C. Weaver](#) & [George V. Lauder](#). (2014). Biomimetic shark skin: design, fabrication and hydrodynamic function. *Journal of Experimental Biology*, 217, 1656-1666.

Reading, 4/2015

Gửi lên: **Lê-Thụy-Chi**

Ngày 18/4/2015

www.vietnamvanhien.net