

Hậu duệ có biến đổi

Quan điểm của Darwin về thế giới sống

CÁC KHÁI NIỆM THEN CHỐT

- 22.1 Cuộc cách mạng của Darwin chống lại quan điểm truyền thống cho rằng các loài sinh vật là bất biến, sống trên Trái Đất có tuổi khá trẻ
- 22.2 Hậu duệ có biến đổi bởi chọn lọc tự nhiên giải thích sự thích nghi của các sinh vật, sự thống nhất và đa dạng của thế giới sống
- 22.3 Có rất nhiều bằng chứng chứng minh cho quá trình tiến hoá

TỔNG QUAN

Các dạng sống bất tận tuyệt đẹp

Loài bọ cánh cứng *Onymacris unguicularis* sống ở sa mạc Namib miền duyên hải của Tây Nam châu Phi, nơi thường có sương mù nhưng lại hầu như không có mưa. Để có nước sinh sống, loài sinh vật này có một tập tính rất đặc biệt được gọi là tập tính “đứng bằng đầu” (Hình 22.1). Cúi đầu về phía trước, con bọ cánh cứng này hứng lấy sương mù do gió thổi qua các đụn cát trên sa mạc. Các hạt sương nhỏ xíu được thu gom từ gió trên bề mặt bọ cánh cứng sau đó được chảy xuống miệng.

Con bọ cánh cứng này có chung rất nhiều đặc điểm với trên 350.000 loài bọ cánh cứng khác trên Trái Đất như có 3 đôi chân, có bộ xương ngoài và 2 đôi cánh. Tuy nhiên, làm thế nào chúng lại có được nhiều biến thể khác biệt với dạng cơ bản của các loài cánh cứng như vậy? Con bọ cánh cứng đứng bằng đầu này và rất nhiều loài họ hàng thân thuộc của nó biểu hiện ba đặc điểm cơ bản mà chúng ta quan sát thấy ở thế giới sống: Cách thức sinh vật thích nghi đến lạ lùng với môi trường sống của chúng; thế giới sống có rất nhiều đặc điểm chung (tính thống nhất) cũng như rất đa dạng. Cách đây một thế kỷ rưỡi, Darwin đã đưa ra cách giải thích khoa học cho 3 quan sát chung về thế giới sống nêu trên. Khi công bố giả thuyết của mình về nguồn gốc các loài, Darwin đã mở ra một cuộc cách mạng khoa học – một kỷ nguyên của sinh học tiến hoá.

Hiện giờ, chúng ta sẽ định nghĩa tiến hoá theo kiểu *hậu duệ có biến đổi*, cách diễn đạt mà Darwin dùng để chỉ nhiều loài trên Trái Đất được bắt nguồn từ loài tổ tiên có các đặc điểm khác biệt hẳn với các loài hiện đang tồn tại. Tiến hoá cũng có thể được định nghĩa theo nghĩa hẹp hơn nhiều, đó là sự thay đổi về cấu trúc di truyền của

▲ Hình 22.1 Làm thế nào con bọ cánh cứng này tồn tại được trên sa mạc và nó đang làm gì vậy?

quần thể từ thế hệ này sang thế hệ khác như chúng ta sẽ thấy ở Chương 23. Bất luận định nghĩa tiến hoá theo nghĩa rộng hay hẹp, chúng ta cũng đều nhìn nhận tiến hoá theo hai cách khác nhau, nhưng lại liên quan mật thiết với nhau: Kiểu tiến hoá và quá trình tiến hoá. Kiểu tiến hoá (cách thức biến đổi) có thể được phát hiện qua các số liệu nghiên cứu của nhiều ngành khoa học khác nhau như sinh học, địa chất, vật lý và hoá học. Những số liệu này là các chứng cứ – những gì quan sát được từ thế giới tự nhiên. *Quá trình* tiến hoá bao gồm các cơ chế tạo nên những kiểu tiến hoá. Các cơ chế này là những nguyên nhân tự nhiên gây nên hiện tượng tự nhiên mà chúng ta quan sát được. Quả thực, sức mạnh của tiến hoá, xét ở góc độ một học thuyết nhất thể hoá, là khả năng của nó có thể giải thích và khâu nối một dãy vô cùng lớn các quan sát về thế giới sống.

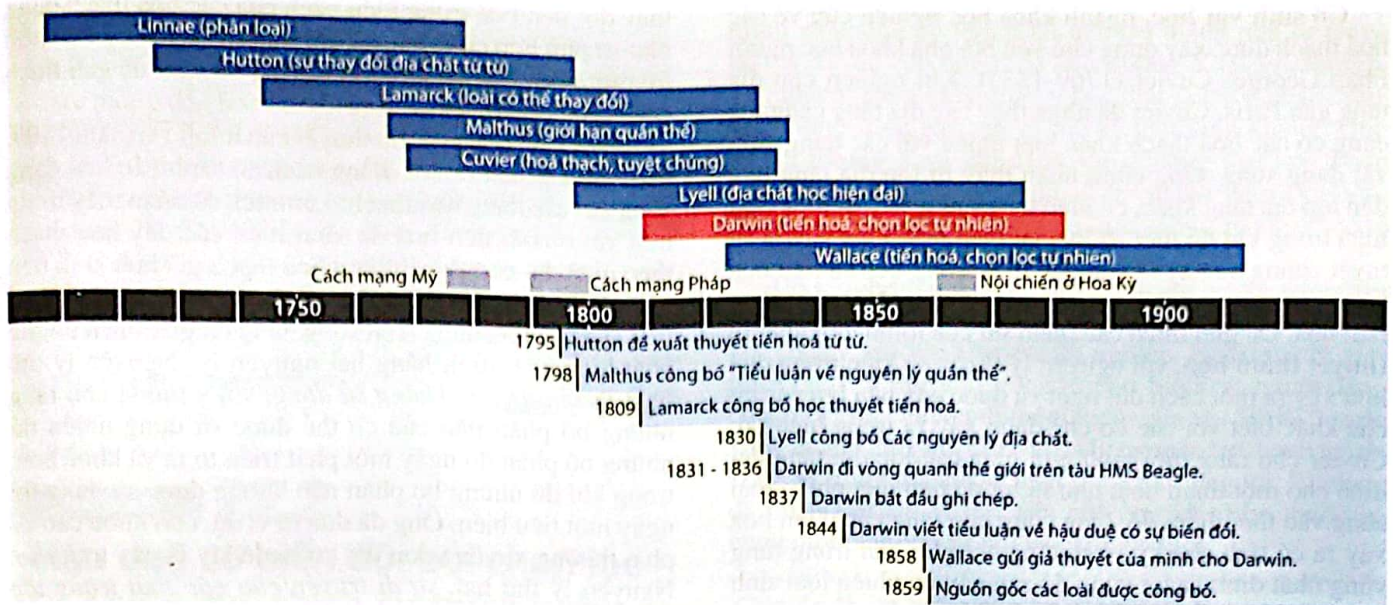
Cũng giống như làm việc với tất cả các học thuyết phổ biến trong khoa học tự nhiên, chúng ta có thể kiểm tra học thuyết tiến hoá của mình bằng cách xem nó có thể giải thích được những quan sát mới và những kết quả thực nghiệm hay không. Trong chương này và các chương tiếp theo, chúng ta sẽ xem xét các phát minh đang diễn ra làm thay đổi sự hiểu biết hiện nay của chúng ta về cách thức và quá trình tiến hoá như thế nào. Để bắt đầu chúng ta sẽ hồi tưởng lại sự tìm kiếm lời giải thích của Darwin cho sự thích nghi, tính thống nhất và tính đa dạng của “các dạng sống bất tận tuyệt đẹp.”

KHÁI NIỆM

22.1

Cuộc cách mạng của Darwin chống lại quan điểm truyền thống cho rằng các loài sinh vật là bất biến, sống trên Trái Đất có tuổi khá trẻ

Điều gì đã thúc đẩy Darwin đối đầu với quan điểm phổ biến vào thời của ông về Trái Đất và sự sống trên Trái Đất? Đề xuất mang tính cách mạng của ông quả thực đã có cội nguồn từ công trình của nhiều cá nhân khác (Hình 22.2).



▲ **Hình 22.2** Hoàn cảnh lịch sử cuộc đời và các ý tưởng của Darwin. Thanh màu đen biểu thị cuộc đời của một số cá nhân có các ý tưởng của họ góp phần vào tư tưởng tiến hoá của Darwin.

Thang tạo hoá và phân loại các loài

Trước khi Darwin ra đời rất lâu, một vài nhà triết học Hy Lạp đã cho rằng sự sống có thể biến đổi dần dần theo thời gian. Tuy nhiên, một nhà triết học có ảnh hưởng lớn đến giới khoa học phương tây thời bấy giờ, Aristotle (384-322 trước Công nguyên), lại quan niệm các loài sinh vật là bất biến (không thay đổi). Từ các quan sát tự nhiên của mình, Aristotle đã nhận thấy có "sự giống nhau" nhất định giữa các sinh vật. Ông đã kết luận các dạng sống có thể được sắp xếp trên một chiếc thang theo mức độ phức tạp hoá dần của cơ thể, sau này được gọi là *thang tạo hoá* (chiếc thang của tự nhiên). Mỗi một dạng sống là hoàn thiện và bất biến có thể được xếp trên một nấc thang của tạo hoá.

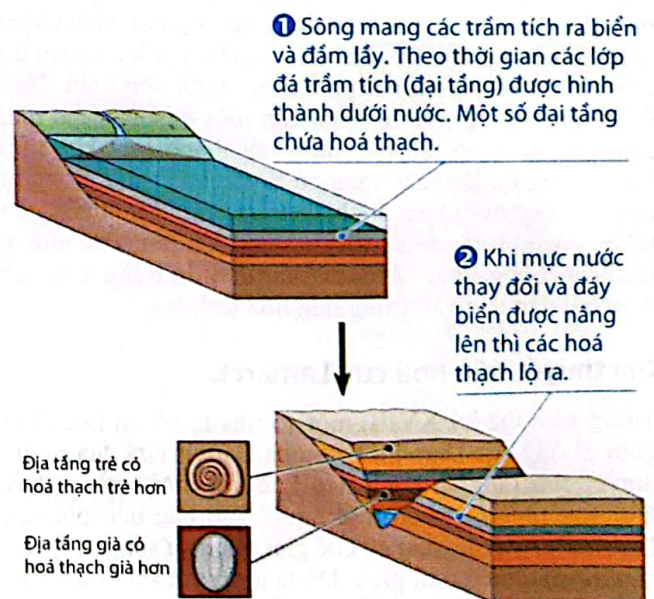
Ý tưởng này trùng với Kinh Cựu Ước cho rằng Chúa tạo ra muôn loài và vì vậy các loài là hoàn thiện. Vào những năm 1700, nhiều nhà khoa học giải thích sự thích nghi của sinh vật với môi trường sống là bằng chứng cho thấy Chúa đã tạo ra mỗi loài với mục đích riêng.

Một nhà khoa học như vậy là Carlous Linnae (Linnae, 1707- 1778), một bác sỹ và đồng thời là một nhà thực vật học người Thụy Điển đã tìm kiếm cách phân loại sự đa dạng của sự sống, theo ngôn từ của ông, "vinh danh Đấng Tối Cao". Linnae đã phát triển hệ thống phân loại hai phần, lưỡng phân, để đặt tên cho các loài (ví dụ, *Homo sapiens* tên của loài người) mà hiện nay vẫn đang sử dụng. Đối lập với thứ bậc thẳng hàng trên *thang tạo hoá*, Linnae đã sử dụng cách phân loại theo cách nhóm các loài giống nhau thành từng nhóm theo từng thứ bậc tăng dần. Ví dụ, các loài giống nhau được xếp vào cùng một chi, các chi giống nhau được xếp vào cùng một họ, và cứ tiếp tục theo kiểu như vậy (xem hình 1.14).

Linnae đã không gán sự giống nhau giữa các loài với một kiểu họ hàng tiến hoá nào mà đơn thuần chỉ là cách thức sắp đặt của tạo hoá. Tuy nhiên, một thế kỷ sau đó hệ thống phân loại của ông đã đóng một vai trò quan trọng trong luận điểm tiến hoá của Darwin.

Các ý tưởng thay đổi theo thời gian

Darwin đã rút ra nhiều ý tưởng của mình từ công trình của các nhà khoa học nghiên cứu về **hoá thạch**, di vật hoặc dấu vết của các sinh vật trong quá khứ. Hầu hết các hoá thạch được tìm thấy trong các lớp đá trầm tích được hình thành từ cát và bùn lắng đọng ở đáy biển, hồ và các đầm lầy (**Hình 22.3**). Các lớp trầm tích mới phủ lên các lớp cũ và nén chúng lại thành các lớp đá được gọi là các **địa tầng**. Các hoá thạch trong một địa tầng nhất định chính là các sinh vật đã từng sống trên Trái Đất vào thời gian lớp địa tầng đó được hình thành. Sau đó, sự bào mòn cắt ngang qua các lớp địa tầng trẻ hơn làm lộ ra các lớp địa tầng sâu hơn (già hơn) chứa các hoá thạch.



▲ **Hình 22.3** Sự hình thành các lớp địa tầng có các hoá thạch.

Cổ sinh vật học, ngành khoa học nghiên cứu về các hoá thạch được xây dựng chủ yếu bởi nhà khoa học người Pháp Georges Cuvier (1769-1832). Khi nghiên cứu địa tầng gần Paris, Cuvier đã nhận thấy các địa tầng càng già càng có các hoá thạch khác biệt nhiều với các dạng sinh vật đang sống. Ông cũng nhận thấy từ lớp địa tầng này đến lớp địa tầng khác, có hiện tượng một số loài mới xuất hiện trong khi đó một số loài lại biến mất. Ông suy ra sự tuyệt chủng đã xảy ra khá phổ biến trong lịch sử tiến hoá của sự sống. Lúc ấy, Cuvier vẫn còn chống đối lại ý tưởng tiến hoá. Để giải thích các quan sát của mình, ông đưa ra **thuyết thảm hoạ**, với nguyên lý là các sự kiện trong quá khứ xảy ra một cách đột ngột và được gây nên bởi các cơ chế khác biệt với các cơ chế đang xảy ra trong hiện tại. Cuvier cho rằng mỗi ranh giới giữa các lớp địa tầng đại diện cho một thảm hoạ, như lũ lụt đã tiêu diệt nhiều loài sống vào thời điểm đó. Ông cũng cho rằng các thảm hoạ xảy ra có tính chu kỳ và thường chỉ giới hạn trong từng vùng nhất định và tại vùng đó sau này có nhiều loài sinh vật từ nơi khác đến sinh sống.

Ngược lại, các nhà khoa học khác lại cho rằng những biến đổi lớn có thể là do được tích lũy dần những quá trình biến đổi nhỏ nhưng xảy ra một cách liên tục. Năm 1795, nhà địa chất học người Scotlen Jame Hutton (1726-1797) đã đề xuất ý tưởng cho rằng các đặc điểm địa chất của Trái Đất có thể được giải thích bằng các cơ chế thay đổi từ từ mà ngày nay vẫn còn đang diễn ra. Ví dụ, ông cho rằng các thung lũng thường được hình thành nhờ các dòng sông mang các trầm tích bào mòn từ đất đá và các lớp đá chứa các hoá thạch biển được hình thành khi các trầm tích do sông bào mòn từ đất liền đổ ra biển đã chôn vùi xác các sinh vật biển. Nhà địa chất học đầu ngành thời Darwin, Charle Lyell (1797-1875), đã kết hợp tư tưởng của Hutton vào trong nguyên lý của mình về **thuyết bất biến (uniformitarianism)**. Thuyết này khẳng định các cơ chế biến đổi địa chất là không thay đổi theo thời gian. Lyell cho rằng các quá trình địa chất đang xảy ra hiện nay vẫn giống y hệt những gì đã xảy ra trong quá khứ với cùng một tốc độ.

Các ý tưởng của Hutton và Lyell đã ảnh hưởng mạnh tới tư duy của Darwin. Darwin cũng đồng ý rằng nếu sự biến đổi địa chất là các hoạt động xảy ra một cách chậm chạp và liên tục thì Trái Đất phải già hơn nhiều so với độ tuổi chừng vài nghìn năm mà mọi người vẫn nghĩ. Nếu đúng như vậy thì, ví dụ, phải cần một thời gian rất dài, con sông mới có thể bào mòn núi thành một khe núi. Sau đó ông lại lập luận rằng có lẽ các quá trình tương tự như vậy xảy ra một cách chậm chạp từng tí một cũng có thể tạo nên những biến đổi sinh học lớn lao. Tuy nhiên, Darwin không phải là người đầu tiên áp dụng ý tưởng biến đổi dần dần vào trong tiến hoá sinh học.

Giả thuyết tiến hoá của Lamarck

Trong suốt thế kỷ XVIII, một số nhà tự nhiên học (bao gồm cả ông của Darwin, Erasmus Darwin) đã đưa ra giả thuyết cho rằng sự sống tiến hoá khi môi trường thay đổi. Tuy nhiên, chỉ có một người vào bậc tiền bối của Charle Darwin đề xuất cơ chế giải thích sự sống thay đổi như thế nào theo thời gian. Đó là nhà sinh vật học người Pháp, Jean – Baptiste de Lamarck (1744-1829). Than ôi, Lamarck được người ta nhớ đến ngày nay chủ yếu không phải vì sự thừa nhận tầm nhìn xa trông rộng của ông về sự

thay đổi tiến hoá trong kiểu cách của các hoá thạch cũng như sự phù hợp của sinh vật với môi trường sống mà nhớ tới ông vì cơ chế sai lầm mà ông đã đề xuất để giải thích cách thức tiến hoá xảy ra ra sao.

Lamarck đã công bố giả thuyết của mình vào năm 1809, năm mà Darwin ra đời. Bằng cách so sánh các loài đang sống với các dạng hoá thạch, Lamarck đã nhận thấy trong một vài nhánh tiến hoá đã xuất hiện các dãy hoá thạch theo niên đại cho thấy những hoá thạch già hơn là tổ tiên của các hoá thạch trẻ hơn và các hoá thạch trẻ nhất là tổ tiên của các loài đang sinh sống. Ông đã giải thích những phát hiện của mình bằng hai nguyên lý. Nguyên lý thứ nhất là *sử dụng và không sử dụng*, với ý tưởng cho rằng những bộ phận nào của cơ thể được sử dụng nhiều thì những bộ phận đó ngày một phát triển to ra và khoẻ hơn, trong khi đó những bộ phận nào không được sử dụng thì ngày một tiêu biến. Ông đã đưa ra ví dụ, con hươu cao cổ phải thường xuyên vươn dài cổ ra để lấy lá cây trên cao. Nguyên lý thứ hai, *sự di truyền của các tính trạng tập nhiễm* (tính trạng có được trong quá trình sống), khẳng định một sinh vật có thể truyền các kiểu thường biến này cho đời con. Lamarck lập luận, cái cổ dài đầy cơ bắp của hươu cao cổ đang sống ngày nay đã được tiến hoá qua rất nhiều thế hệ khi các con hươu thường xuyên phải vươn dài cổ để hái lá ngày càng cao trên các cây.

Lamarck nghĩ rằng tiến hoá xảy ra vì các sinh vật đã có một xu thế bẩm sinh để vươn tới một tổ chức phức tạp hơn. Darwin phản đối ý tưởng này nhưng cũng nghĩ rằng những biến dị trong quá trình tiến hoá một phần là do sự di truyền của các tính trạng có được trong quá trình sống. Ngày nay sự hiểu biết của chúng ta về di truyền học đã bác bỏ cơ chế này: Không có bằng chứng nào cho thấy các tính trạng tập nhiễm có thể được di truyền theo cách mà Lamarck đã đề xuất (**Hình 22.4**).

Ngay vào thời của ông, Lamarck đã bị phê phán, đặc biệt là bởi Cuvier, người đã phủ nhận sự tiến hoá của các loài. Tuy nhiên, nhìn nhận lại quá khứ, chúng ta cũng phải thừa nhận đóng góp của Lamarck ở chỗ ông đã giải thích sự thích nghi của sinh vật với môi trường là do có sự biến đổi tiến hoá từ từ và cũng chính ông đã đề xuất cơ chế kiểm nghiệm những thay đổi này.



▲ **Hình 22.4** Các tính trạng tập nhiễm không thể di truyền được. Cây cảnh này đã được “đào tạo” để sinh trưởng như một cây lùn bằng cách cắt tỉa. Tuy nhiên, hạt của cây này vẫn cho ra đời con có kích thước bình thường.

KIỂM TRA KHÁI NIỆM 22.1

1. Các ý tưởng của Hutton và Lyell đã ảnh hưởng đến tư tưởng tiến hoá của Darwin như thế nào?
2. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Trong Chương 1, bạn đã đọc rằng các giả thuyết khoa học phải thuộc loại có thể kiểm nghiệm được và phải súc tích. Nếu bạn áp dụng các tiêu chí này thì cách giải thích hồ sơ hoá thạch của Cuvier và giả thuyết tiến hoá của Lamarck có phải là khoa học hay không? Giải thích câu trả lời của bạn cho từng trường hợp.

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

KHÁI NIỆM 22.2

Hậu duệ có biến đổi bởi chọn lọc tự nhiên giải thích sự thích nghi của các sinh vật, sự thống nhất và đa dạng của thế giới sống

Vào thời kỳ bình minh của thế kỷ XIX, nhìn chung người ta vẫn tin rằng các loài sinh vật giữ nguyên không đổi như từ lúc chúng được tạo ra. Cũng đã có một số đám mây nghi ngờ về sự bất biến của các loài bắt đầu được tụ tập lại nhưng không ai có được dự báo rằng sấm chớp của đồng bão đã xuất hiện phía chân trời. Charles Darwin đã trở thành tia sét đối với quan điểm tiến hoá của sự sống ra sao?

Công trình nghiên cứu của Darwin

Charles Darwin (1809-1882) được sinh ra ở Shrewsbury thuộc miền tây nước Anh. Khi còn là một cậu bé, ông đã rất say mê tìm hiểu tự nhiên. Khi không đọc các cuốn sách về tự nhiên thì ông lại câu cá, săn bắt và thu thập các loài côn trùng. Bố của Darwin, một bác sỹ, cho rằng con

mình sẽ không có tương lai nếu trở thành nhà tự nhiên học vì thế đã cho ông theo học trường Y tại Edinburgh. Tuy nhiên, Darwin lại thấy y học thật là buồn chán cùng với những cuộc gây mê và mổ xẻ thật kinh khủng. Ông đã rời trường Y và ghi danh vào Trường Đại học Tổng hợp Cambridge với dự định sẽ trở thành giáo sỹ. (Vào thời bấy giờ ở nước Anh, nhiều trường học về khoa học tự nhiên thuộc giới tăng lữ.)

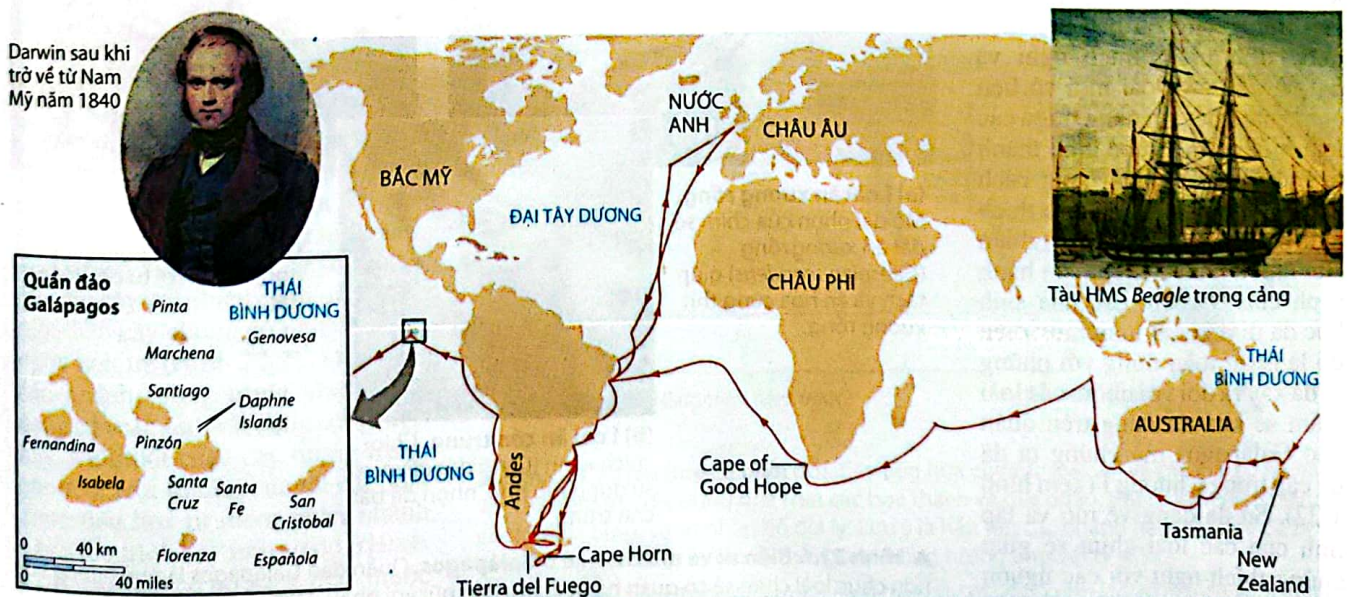
Tại Cambridge, Darwin đã trở thành người được bảo trợ của Reverend John Henslow, một giáo sư về thực vật học. Ngay sau khi Darwin tốt nghiệp, Henslow đã giới thiệu ông với thuyền trưởng Robert FitzRoy, người đang chuẩn bị cho chuyến đi thám hiểm của tàu HMS Beagle vòng quanh thế giới. Darwin đã tự nguyện trở thành người cộng sự trung thành của viên thuyền trưởng trẻ. FitzRoy đã nhận Darwin vì học vấn của ông và vì họ thuộc về cùng một tầng lớp xã hội và cùng độ tuổi.

Chuyến thám hiểm của tàu Beagle

Darwin lên tàu Beagle rời nước Anh vào tháng 12 năm 1831. Sứ mạng chủ yếu của cuộc hành trình là vẽ hải đồ dọc bờ biển Nam Mỹ vốn còn được ít người biết đến (**Hình 22.5**). Trong khi thủy thủ đoàn thám hiểm bờ biển, thì Darwin sử dụng phần lớn thời gian của mình trên bãi biển để quan sát và thu thập hàng nghìn cây, con của lục địa Nam Mỹ. Ông đặc biệt lưu ý các đặc điểm của các cây, con giúp chúng thích nghi với các môi trường rất đa dạng như rừng mưa ở Brazil, các đồng cỏ mênh mông ở Argentina và ở các đỉnh núi cao của dãy Andes.

Darwin đã quan sát thấy các cây và con trong các vùng ôn đới của Nam Mỹ giống với các loài đang sống ở vùng nhiệt đới của Nam Mỹ nhiều hơn là giống với các loài đang sống ở các vùng ôn đới của châu Âu. Ngoài ra, các hoá thạch mà ông tìm thấy ở Nam Mỹ, mặc dù khác biệt hẳn với các loài đang sống, nhưng rõ ràng chúng giống với các sinh vật đang sinh sống ở lục địa này.

Darwin cũng dành nhiều thời gian để suy nghĩ về địa chất học trong suốt chuyến thám hiểm. Mặc dù phải vật



▲ Hình 22.5 Hành trình của tàu Beagle.

lộn với say sóng nhưng ông vẫn cố đọc *Các nguyên lý địa chất* của Lyell trên tàu Beagle. Ông đã được trực tiếp trải nghiệm những biến đổi địa chất khi chứng kiến các trận động đất mạnh phun trào đất đá ở bờ biển Chile và sau đó quan sát thấy các các tầng đá dọc bờ biển bị bắn tung lên tới vài feet (đơn vị đo chiều dài Anh bằng 0,3048m). Việc tìm thấy các hoá thạch của các sinh vật ở đại dương trên đỉnh núi Andes đã khiến Darwin suy ra rằng các lớp đá chứa hoá thạch đã được đưa lên đỉnh núi bằng một loạt các trận động đất như ông đã từng chứng kiến. Những quan sát này được củng cố thêm bởi những gì ông học được từ Lyell: Bằng chứng tự nhiên không ủng hộ quan điểm truyền thống cho rằng Trái Đất là tĩnh tại và có tuổi chỉ vài nghìn năm.

Darwin cũng rất quan tâm đến sự phân bố địa lý của các loài và lại càng phấn khích hơn khi tàu Beagle dừng lại ở quần đảo Galápagos, một nhóm đảo núi lửa nằm gần đường xích đạo cách chừng 900 km (540 dặm) về phía tây của Nam Mỹ. Darwin thật ngạc nhiên khi tìm thấy nhiều sinh vật khác thường ở đây. Những con chim mà ông bắt được trên quần đảo Galápagos bao gồm một số loại chim nhai, mặc dù giống nhau, nhưng dường như chúng thuộc về các loài khác nhau. Một số loài là đặc hữu đối với một số đảo trong khi đó một số loài khác lại sinh sống trên một số đảo khác nhau. Ngoài ra, mặc dù các con vật ở đảo Galápagos giống với những loài đang sống tại đất liền Nam Mỹ nhưng hầu hết các loài trên quần đảo Galápagos chỉ có ở đây mà không được tìm thấy ở bất cứ nơi nào trên thế giới. Darwin đã giả thuyết rằng các sinh vật sống trên quần đảo Galápagos bắt nguồn từ một số ít bị lạc ra đảo từ đất liền Nam Mỹ sau đó đã được đa dạng hoá thành các loài mới sống trên các đảo khác nhau.

Darwin chú ý đến tính trạng thích nghi

Trong suốt chuyến hành trình trên tàu Beagle, Darwin đã quan sát thấy nhiều ví dụ về các **tính trạng thích nghi**, các tính trạng của sinh vật giúp tăng cường khả năng sống sót và sinh sản trong các môi trường nhất định. Sau đó khi xem xét lại những quan sát của mình, ông đã bắt đầu hiểu được tính trạng thích nghi và nguồn gốc các loài mới có liên quan mật thiết với nhau. Liệu các loài mới có thể được hình thành từ một dạng tổ tiên bằng cách tích lũy dần các đặc điểm thích nghi? Từ các công trình nghiên cứu nhiều năm sau chuyến hành trình của Darwin, các nhà sinh học đã đi đến kết luận rằng điều đó là hoàn toàn đúng với những gì đã xảy ra đối với nhóm các loài chim sẻ khá đa dạng trên quần đảo Galápagos mà chúng ta đã đề cập trong Chương I (xem hình 1.22). Sự đa dạng về mỏ và tập tính của các loài chim sẻ giúp chúng thích nghi với các nguồn thức ăn đặc thù có trên các đảo (**Hình 22.6**). Darwin nhận thức

được rằng việc giải thích các tính trạng thích nghi như vậy là rất cần thiết để hiểu được sự tiến hoá. Như chúng ta sẽ thấy sau đây, sự giải thích của ông về việc các tính trạng thích nghi được hình thành ra sao là trọng tâm của **chọn lọc tự nhiên**, một quá trình trong đó các cá thể có một số đặc điểm di truyền nhất định sinh ra một số lượng con cái nhiều hơn so với những cá thể không có các đặc điểm này.

Vào những năm đầu 1840, Darwin đã phác họa ra những nét chính trong giả thuyết của mình. Ông đã viết ra các ý tưởng của mình dưới dạng một tiểu luận dài vào năm 1844 về hậu duệ có sự biến đổi và nêu ra cơ chế làm biến đổi là chọn lọc tự nhiên. Tuy nhiên, ông vẫn chưa công bố ý tưởng của mình vì đoán trước rằng sẽ có nhiều ý kiến phản đối. Còn chần chừ chưa công bố, cũng vì ông muốn tiếp tục thu thập thêm các bằng chứng ủng hộ cho học thuyết của mình. Vào giữa những năm 1850 ông đã trình bày ý tưởng của mình cho Lyell và một số người khác. Lyell là người không tin vào sự tiến hoá nhưng cũng đã dục Darwin nên công bố sớm ý tưởng của mình để trở thành người công bố đầu tiên trước khi một ai đó cũng đưa ra các ý tưởng tương tự.

Vào tháng sáu năm 1858, tiên đoán của Lyell đã trở thành hiện thực. Darwin đã nhận được bản thảo của Alfred Russel Wallace (1823-1913), một nhà tự nhiên học người Anh làm việc ở các vùng Đông Ấn, người đã đưa ra giả thuyết chọn lọc tự nhiên giống như của Darwin. Wallace đã đề nghị Darwin nhận xét bài viết của mình và chuyển nó cho Lyell nếu như nó đáng để công bố. Darwin đồng ý và viết cho Lyell: “Lời ông nói đã trở thành hiện thực ở mức thực không ngờ tới... tôi chưa từng bao giờ thấy một sự trùng hợp ngẫu nhiên đến như vậy... thế là những cái gì gốc gác của tôi rốt cuộc tất cả sẽ đều tan nát.” Sau đó Lyell và đồng nghiệp đã công bố bài báo của Wallace cùng với những trích dẫn từ tiểu luận chưa công bố của



(a) Loài ăn xương rồng. Mỏ dài nhọn của chim sẻ đất ăn xương rồng (*Geospiza scandens*) giúp tách và ăn hoa cùng thịt xương rồng.



(c) Loài ăn hạt. Chim sẻ đất lớn (*Geospiza magnirostris*) có mỏ to thích nghi với việc nghiền hạt rơi từ cây xuống đất.



(b) Loài ăn côn trùng. Chim chích xanh (*Certhidea olivacea*) sử dụng mỏ nhỏ, nhọn để bắt côn trùng.

▲ **Hình 22.6** Biến dị về mỏ chim sẻ ở Galápagos. Quần đảo Galápagos là quê hương của hơn chục loài chim sẻ có quan hệ họ hàng gần gũi với nhau. Một số loài chỉ có trên một đảo duy nhất. Phần lớn những khác biệt nổi bật giữa các loài chim là ở mỏ của chúng vì mỏ giúp chúng thích nghi với các loại thức ăn đặc thù trên đảo.

Darwin trên tạp chí của Hội Linnean của Luân Đôn vào ngày 1 tháng 7 năm 1858. Darwin đã nhanh chóng hoàn thành cuốn sách của mình với tiêu đề *Nguồn gốc các loài bằng chọn lọc tự nhiên* (thường được trích dẫn là *Nguồn gốc các loài*), và đã công bố một năm sau đó. Mặc dù Wallace đã đề xuất ý tưởng của mình và đưa công bố đầu tiên, nhưng ông cũng thừa nhận Darwin và ý tưởng về chọn lọc tự nhiên mà Darwin xây dựng là rất bao quát và ông xứng đáng là kiến trúc sư chính.

Trong vòng một thập kỷ, cuốn sách của Darwin và các đề xuất của ông đã thuyết phục được hầu hết các nhà sinh học rằng sự đa dạng của thế giới sống là kết quả của sự tiến hoá. Darwin đã thành công trong khi các nhà tiến hoá học tiền bối đã thất bại chủ yếu bởi vì ông đã nêu ra được cơ chế khoa học hợp lý với logic không chệch vào đâu được cùng hàng loạt các bằng chứng.

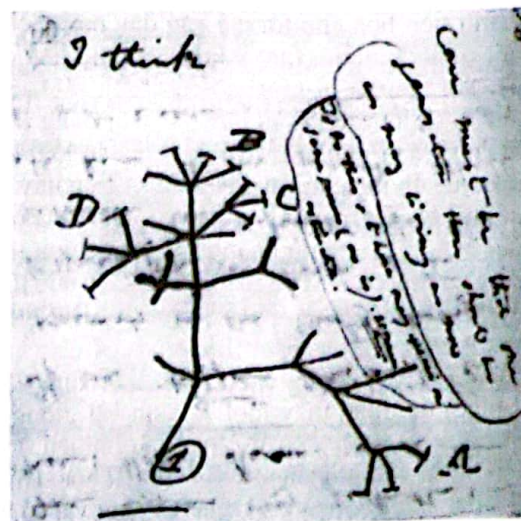
Nguồn gốc các loài

Trong cuốn sách của mình, Darwin phát triển hai ý tưởng chính: hậu duệ có biến đổi, giải thích tính thống nhất của cuộc sống và tính đa dạng của sự sống và chọn lọc tự nhiên làm cho sinh vật thích nghi với môi trường sống của chúng.

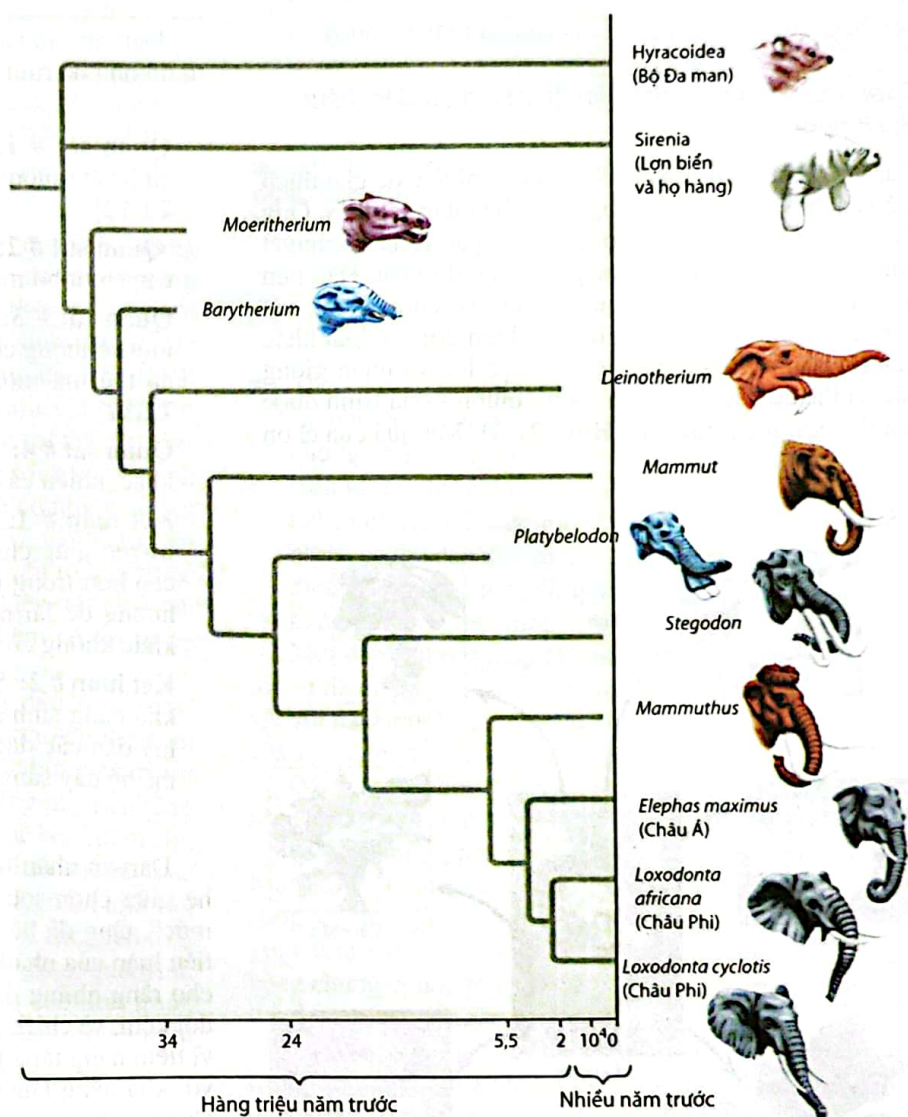
Hậu duệ có biến đổi

Trong lần xuất bản cuốn *Nguồn gốc các loài* đầu tiên, Darwin đã không hề sử dụng từ *tiến hoá* (mặc dù từ cuối cùng của cuốn sách là từ “đã được tiến hoá”). Đúng hơn, ông đã dùng *hậu duệ có sự biến đổi*, một cụm từ tóm tắt toàn bộ quan điểm của ông về thế giới sống. Darwin hiểu sự thống nhất trong thế giới sống là do tất cả các sinh vật đang sống là hậu duệ của loài tổ tiên đã từng sống trong quá khứ xa xưa. Ông cũng cho rằng con cháu của loài tổ tiên sống trong các sinh cảnh khác nhau qua hàng triệu năm đã tích lũy các biến dị khác nhau hay các tính trạng thích nghi giúp chúng có được các cách sống riêng cho mỗi loài. Darwin lập luận rằng, trải qua thời gian dài hậu duệ có sự biến đổi, rồi cuộc đã dẫn đến một thế giới sống vô cùng đa dạng như hiện nay.

Darwin xem lịch sử sự sống như một cái cây với nhiều cành mọc ra từ một thân cây chung có nhiều nhánh ngọn non trẻ (**Hình 22.7**). Đỉnh của các nhánh tượng trưng cho sự đa dạng của các sinh vật đang sống hiện nay. Mỗi một chạc cây tượng trưng cho một loài tổ tiên của tất cả các loài được tiến hoá từ điểm phân nhánh này. Như trình bày trên sơ đồ ở **Hình 22.8**, các loài có họ hàng thân thuộc như các loài voi châu Á và voi châu Phi rất giống nhau vì có chung một



► **Hình 22.7** “Tôi nghĩ...” Bản phác họa này của Darwin vào năm 1837 phác họa kiểu cách phân nhánh trong tiến hoá.



▲ **Hình 22.8** Hậu duệ có biến đổi. Cây tiến hoá của các loài voi và các loài có họ hàng với chúng được xây dựng dựa trên các hoá thạch và giải phẫu, thứ tự xuất hiện trong các lớp địa tầng, và sự phân bố địa lý. Lưu ý là hầu hết các nhánh hậu duệ đều đã bị tuyệt chủng (đường kẻ mô tả thời gian không tương ứng với tỷ lệ.)

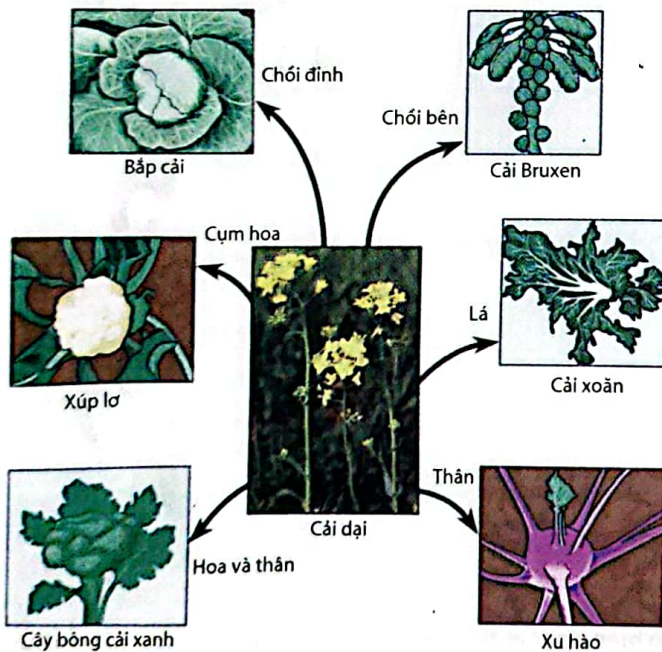
? Dựa trên cây tiến hoá nêu trong hình trên hãy xác định xem loài tổ tiên gần nhất của các loài voi châu Á, voi châu Phi và voi Mamut sống vào thời điểm nào?

nhánh tiến hoá cho tới tận gần đây mới tách nhau ra từ một tổ tiên chung. Lưu ý là bảy nhánh liên quan tới các loài voi đều đã bị tuyệt chủng trong 30 triệu năm qua. Vì vậy, không có loài sinh vật nào đang sống lấp đầy khoảng cách giữa các loài voi và các loài họ hàng gần nhất của chúng còn đang sinh sống hiện nay, các loài lợn biển và bộ Đa man (Hyracoidea). Quả thực nhiều nhánh tiến hoá, thậm chí là nhánh tiến hoá chính, đều kết thúc bằng sự tuyệt chủng: Các nhà khoa học ước tính trên 99% tất cả các loài đã từng sống trên Trái Đất hiện nay đã bị diệt vong.

Với nỗ lực trong cách phân loại sinh vật, Linneaus (Linne) đã nhận thấy một số sinh vật giống nhau nhiều hơn là giống với sinh vật khác, tuy nhiên ông đã không liên hệ sự giống nhau này với sự tiến hoá. Dù sao, ông đã nhận ra sự đa dạng to lớn của các sinh vật có thể được sắp xếp thành “các nhóm bao gồm các nhóm nhỏ hơn” (cách diễn đạt của Darwin), và cách phân loại theo thứ bậc của Linneaus đã phản ánh lịch sử phân nhánh của cây tiến hoá với các sinh vật ở các bậc khác nhau có quan hệ họ hàng với nhau vì cùng bắt nguồn từ các loài tổ tiên chung.

Chọn lọc nhân tạo, chọn lọc tự nhiên và đặc điểm thích nghi

Darwin đã đề xuất cơ chế, chọn lọc tự nhiên, để giải thích kiểu cách tiến hoá mà chúng ta có thể quan sát thấy. Ông đã khéo léo và rất thận trọng đưa ra các lý lẽ để thuyết phục thậm chí cả những độc giả hoài nghi nhất. Đầu tiên ông đưa ra những ví dụ quen thuộc về chọn giống vật nuôi cây trồng. Con người đã làm biến đổi các loài khác qua rất nhiều thế hệ bằng cách chọn lọc và nhân giống các cá thể có các đặc điểm mong muốn - quá trình được gọi là **chọn lọc nhân tạo** (Hình 22.9). Kết quả của chọn



▲ **Hình 22.9 Chọn lọc nhân tạo.** Các loài rau khác nhau này tất cả đều được chọn lọc từ một loài cải đại. Bằng cách chọn các biến dị ở các phần khác nhau của cây, các nhà chọn giống đã thu được kết quả đa dạng như vậy.



▲ **Hình 22.10 Biến dị trong quần thể.** Ở mức độ nhất định, sự biến dị về màu sắc và kiểu sọc ở quần thể của loài ốc sên này là được di truyền và vì thế nó có thể bị tác động bởi chọn lọc tự nhiên.

lọc nhân tạo làm cho các giống cây trồng và vật nuôi thường ít giống với các loài tổ tiên hoang dại của chúng.

Darwin sau này đã mô tả bốn quan sát về tự nhiên mà từ đó ông đã rút ra được hai kết luận:

Quan sát # 1: Các thành viên của một quần thể sinh vật thường khác nhau ở nhiều đặc điểm (Hình 22.10).

Quan sát # 2: Các đặc điểm của sinh vật được di truyền từ bố mẹ cho con cái.

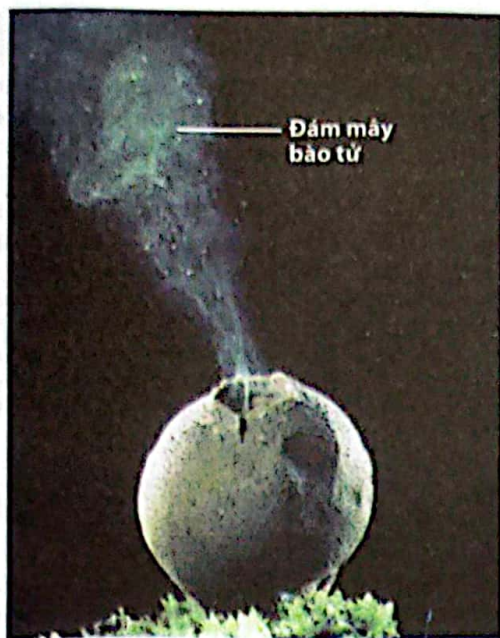
Quan sát # 3: Tất cả các loài đều có thể sinh ra một số lượng con cái lớn hơn nhiều so với số lượng cá thể mà môi trường có thể nuôi dưỡng (Hình 22.11).

Quan sát # 4: Do thiếu thức ăn và các nguồn sống khác, nhiều cá thể con cái không thể sống sót.

Kết luận # 1: Những cá thể có các đặc điểm di truyền giúp chúng có cơ hội sống sót và sinh sản cao hơn trong một môi trường nhất định sẽ có xu hướng để lại nhiều cá thể con hơn những cá thể khác không có các đặc điểm này.

Kết luận # 2: Sự khác biệt về khả năng sống sót và khả năng sinh sản giữa các cá thể sẽ dẫn đến tích lũy dần các đặc điểm thích nghi trong quần thể từ thế hệ này sang thế hệ khác.

Darwin nhận thức được tầm quan trọng của mối liên hệ giữa chọn lọc tự nhiên và khả năng sinh sản “quá mức”. Ông đã bắt đầu nhận ra mối liên hệ này khi đọc tiểu luận của nhà kinh tế học Thomas Malthus, người đã cho rằng những đau khổ của con người – bệnh tật, nạn đói kém, và chiến tranh - là kết cục không thể tránh khỏi vì tiềm năng tăng trưởng của quần thể người vượt quá so với khả năng cung cấp thức ăn và các tài nguyên khác. Darwin nhận thấy rằng khả năng sinh sản quá mức là đặc tính của tất cả các loài. Trong số rất nhiều trứng được đẻ ra, nhiều con non được sinh ra, nhiều hạt được phát tán thì chỉ có một lượng rất nhỏ có thể hoàn thành sự phát triển và để lại hậu thế riêng của mình. Số còn lại đều bị ăn thịt, chết đói, chết bệnh, không được giao phối hoặc không thể chịu được các điều kiện khắc nghiệt của môi trường như độ mặn hoặc nhiệt độ.



▲ **Hình 22.11 Sự sinh sản quá mức.** Một quả thể nấm có thể tạo ra hàng tỷ cá thể con cái. Nếu tất cả chúng đều sống sót đến giai đoạn thành thực sinh sản thì chúng có thể phủ kín toàn bộ bề mặt đất xung quanh.

Các đặc điểm của một sinh vật có thể ảnh hưởng không chỉ đến khả năng sống của nó mà còn ảnh hưởng tới cả khả năng đương đầu với các thách thức đối với môi trường của đời con của nó. Ví dụ, một sinh vật có đặc điểm di truyền giúp đời con của nó có ưu thế trốn tránh kẻ thù, tìm kiếm thức ăn hoặc chống chịu với các điều kiện vật chất của môi trường. Khi những ưu thế này làm gia tăng số lượng con cái và giúp chúng sống sót và sinh sản, thì đặc điểm này là thích nghi và sẽ có nhiều cơ hội gia tăng tần số trong thế hệ tiếp theo. Bởi vậy theo thời gian, chọn lọc tự nhiên gây nên bởi các yếu tố như thiên địch, thiếu thốn thức ăn, hay các điều kiện vật chất bất lợi có thể làm gia tăng tỷ lệ các đặc điểm có lợi trong quần thể.

Sự biến đổi như vậy xảy ra nhanh đến mức nào? Darwin lập luận rằng nếu chọn lọc nhân tạo có thể đem lại những biến đổi nhanh chóng trong một thời gian tương đối ngắn, thì chọn lọc tự nhiên có khả năng gây ra những biến đổi lớn của các loài qua hàng trăm thế hệ. Thậm chí, nếu một số đặc điểm di truyền có ưu thế so với các đặc điểm khác, dù chỉ là rất nhỏ, thì các biến dị có lợi như vậy dần dần được tích lũy lại trong quần thể và các biến dị ít có lợi hơn sẽ bị suy giảm dần. Theo thời gian, quá trình này sẽ làm gia tăng tần số các cá thể có các tính trạng thích nghi có lợi và trau chuốt thêm khả năng thích nghi của sinh vật với môi trường sống của chúng.

Chọn lọc tự nhiên: Tóm tắt

Bây giờ chúng ta hãy tóm tắt lại các ý tưởng chính về chọn lọc tự nhiên:

- ▶ Chọn lọc tự nhiên là một quá trình trong đó các cá thể có các tính trạng di truyền nhất định có khả năng sống sót và sinh sản với tốc độ cao hơn so với các cá thể khác.

(a) Hoa bộ ngựa ở Malaysia



(b) Bộ ngựa que ở châu Phi



▲ **Hình 22.12 Ngụy trang là một ví dụ về sự tiến hoá thích nghi.** Các loài côn trùng có quan hệ họ hàng được gọi là bộ ngựa có màu sắc và hình dạng rất khác nhau được tiến hoá thích nghi với các môi trường khác nhau.

- ▶ Theo thời gian, chọn lọc tự nhiên có thể làm gia tăng sự phù hợp của sinh vật với môi trường sống của chúng (**Hình 22.12**).
- ▶ Nếu những thay đổi của môi trường hoặc nếu các cá thể di chuyển đi đến môi trường mới thì chọn lọc tự nhiên có thể dẫn đến sự thích nghi của sinh vật với các điều kiện sống mới, và quá trình này đôi khi có thể làm xuất hiện loài mới.

Một điểm nhỏ nhưng rất quan trọng là, mặc dù chọn lọc tự nhiên xảy ra qua sự tương tác giữa các cá thể sinh vật với môi trường sống nhưng *các cá thể không tiến hoá*. Chỉ có quần thể của chúng mới tiến hoá theo thời gian.

Điểm mấu chốt thứ hai là chọn lọc tự nhiên có thể khuếch đại hoặc làm tiêu giảm chỉ các *đặc điểm di truyền* - các đặc điểm được di truyền từ sinh vật cho con cái. Mặc dù một sinh vật có thể bị biến đổi trong quá trình sống và những tính trạng tập nhiễm (thu được) thậm chí giúp sinh vật thích nghi với môi trường nhưng có rất ít bằng chứng chứng tỏ các tính trạng tập nhiễm như vậy có thể được di truyền cho đời con.

Thứ ba, nên nhớ rằng các yếu tố môi trường thay đổi từ nơi này qua nơi khác và thay đổi theo thời gian. Một đặc điểm là có lợi ở nơi này hoặc ở thời điểm này nhưng lại có thể không có giá trị - thậm chí là có hại - ở nơi khác hoặc vào thời điểm khác. Chọn lọc tự nhiên luôn tác động, nhưng những tính trạng nào là có lợi lại tùy thuộc vào hoàn cảnh của môi trường.

Tiếp theo, chúng ta sẽ xem xét các quan sát ở quy mô rộng lớn hơn ủng hộ cho quan điểm tiến hoá bằng chọn lọc tự nhiên của Darwin.

1. Khái niệm hậu duệ có biến đổi giải thích cả sự thống nhất và sự đa dạng của sinh giới ra sao?
2. Hãy mô tả sự sinh sản quá mức và biến dị di truyền có liên quan thế nào đến tiến hoá bởi chọn lọc tự nhiên.
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Nếu bạn phát hiện ra một hoá thạch của một loài thú đã tuyệt chủng từng sống ở trên núi cao của dãy Andes, liệu bạn có tiên đoán được rằng con vật này giống với động vật có vú hiện đang sống ở rừng rậm Nam Mỹ nhiều hơn hay giống với loài thú đang sống ở trên các núi cao ở châu Phi nhiều hơn? Giải thích.

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

KHÁI NIỆM 22.3

Có rất nhiều bằng chứng chứng minh cho quá trình tiến hoá

Trong *Nguồn gốc các loài*, Darwin đã trích dẫn một loạt các bằng chứng ủng hộ cho quan niệm hậu duệ có biến đổi. Tuy nhiên, như ông đã thừa nhận, vẫn còn nhiều trường hợp trong đó thiếu các bằng chứng chủ chốt. Ví dụ, Darwin xem nguồn gốc của thực vật có hoa là một bí ẩn lớn và ông vẫn than vãn rằng còn thiếu các hoá thạch cho thấy các nhóm sinh vật mới được hình thành từ các nhóm sinh vật có trước ra sao.

Trong 150 năm qua, những phát hiện mới đã lấp đầy nhiều khoảng trống mà Darwin đã nêu ra. Ví dụ, nguồn gốc của các loài thực vật có hoa đã được hiểu biết tốt hơn (xem Chương 29) và nhiều hoá thạch đã được phát hiện cho thấy nguồn gốc của các nhóm sinh vật mới (xem Chương 25). Trong phần này chúng ta sẽ xem xét bốn loại số liệu chứng minh kiểu cách tiến hoá và làm sáng tỏ các quá trình nhờ đó tiến hoá đã xảy ra như thế nào: các quan sát trực tiếp về tiến hoá, hồ sơ hoá thạch, cơ quan tương đồng, địa lý sinh học.

Các quan sát trực tiếp những biến đổi tiến hoá

Các nhà sinh học đã dẫn chứng hàng nghìn công trình nghiên cứu khoa học chứng minh những biến đổi mang tính tiến hoá. Chúng ta hãy xem xét nhiều nghiên cứu như vậy trong suốt phần này, nhưng trước hết chúng ta hãy xét hai ví dụ.

Quan hệ vật ăn thịt - con mồi và màu sắc ở cá guppy: Tìm hiểu khoa học

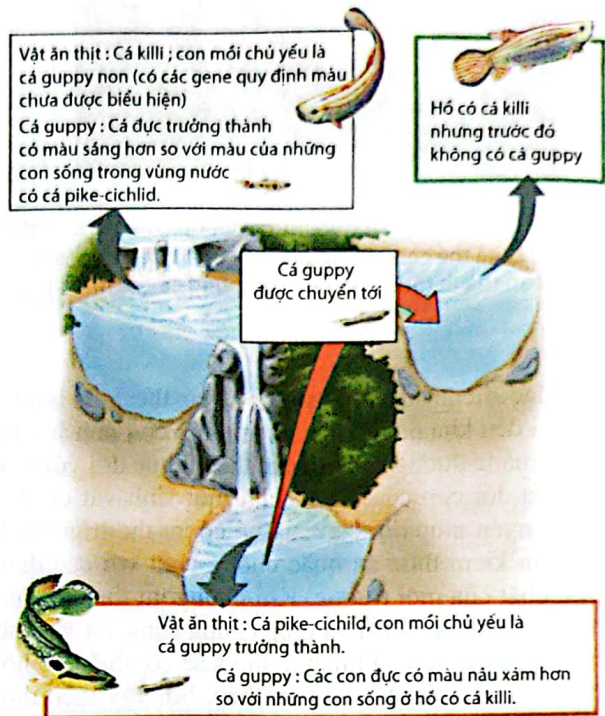
Vật ăn thịt (các sinh vật ăn các loài sinh vật khác) là một động lực tiềm năng giúp hình thành nên các đặc điểm thích nghi trong nguồn thức ăn của chúng. Vật ăn thịt thường dễ ăn các cá thể con mồi ít có khả năng nhận biết kẻ thù, trốn chạy hoặc tự vệ kém. Kết quả là những cá thể con mồi như vậy ít có cơ hội hơn trong sinh sản và truyền các đặc điểm của mình cho đời sau so với các cá thể có các đặc điểm giúp chúng trốn thoát khỏi vật ăn thịt.

John Endler thuộc Trường Đại học California, Santa Barbara, đã nhiều năm nghiên cứu tác động của vật ăn

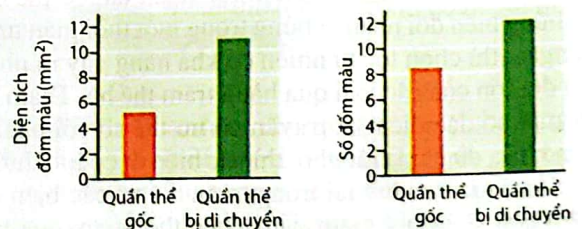
Hình 22.13 Tìm hiểu

Liệu quan hệ vật ăn thịt - con mồi có giúp chọn lọc tự nhiên hình thành nên kiểu màu sắc ở cá guppy?

THÍ NGHIỆM John Endler, Trường Đại học California, Santa Barbara, đã nghiên cứu cá guppy hoang dã trong hệ thống sông Aripo ở đảo Caribbean thuộc Trinidad. Ông đã chuyển 200 cá guppy từ vùng nước có cá pike-cichlid, một loài chuyên ăn thịt cá guppy, tới vùng nước có cá killi sinh sống, một loài ăn thịt cá guppy nhưng kém hung dữ hơn. Ông đã theo dõi số đếm màu sắc và tổng diện tích da có đốm sáng này trên các con cá guppy được ở mỗi thế hệ.



KẾT QUẢ Sau 22 tháng (15 thế hệ), số lượng và tổng diện tích các đốm màu ở cá guppy được ở quần thể đã được di chuyển tăng lên so với ở cá thuộc quần thể gốc.



KẾT LUẬN Endler đã kết luận rằng sự thay đổi vật ăn thịt đã làm xuất hiện các biến dị khác (kiểu màu sáng hơn) có lợi cho quần thể cá được di chuyển. Qua một thời gian tương đối ngắn, chúng ta có thể quan sát được sự biến đổi có tính tiến hoá xảy ra trong quần thể.

NGUỒN J.A. Endler, Natural selection on color patterns in *Poecilia reticulata*, *Evolution* 34:76-91 (1980).

ĐIỀU GÌ NẾU? Điều gì xảy ra nếu sau 22 tháng, cá guppy đã được chuyển đi nơi ở mới lại được đưa trở lại nơi ở cũ?

thịt lên cá guppy (*Poecilia reticulata*), một loại cá nước ngọt nhỏ được nuôi làm cảnh. Ông đã quan sát thấy kiểu màu sắc của cá guppy đực trong các quần thể cá guppy hoang dã ở Trinidad, khác nhau tới mức không con nào giống con nào. Sự biến dị màu sắc cao như vậy được quy định bởi một số gene mà trong tự nhiên các gene này chỉ biểu hiện ở con đực trưởng thành. Các con cá guppy cái thích các con đực có màu sắc sáng và thường hay chọn những con như vậy để giao phối hơn là chọn những con có màu nâu xám. Tuy nhiên, màu sắc sáng mặc dù hấp dẫn cá cái nhưng những con cá đực như vậy lại dễ bị vật ăn thịt phát hiện. Bởi vậy, nếu quần thể có cả hai loại cá đực sáng màu với loại cá đực có màu nâu xám thì chúng ta có thể tiên đoán loài cá ăn thịt sẽ ăn nhiều cá đực có màu sáng hơn.

Endler muốn biết sự cân bằng giữa việc màu sắc của cá đực guppy hấp dẫn cá cái với việc hấp dẫn kẻ ăn thịt đã xảy ra như thế nào. Trên thực địa ông đã quan sát thấy kiểu màu của cá đực guppy dường như có liên quan đến số lượng loài vật ăn thịt. Ở những ao hồ có ít loài ăn thịt thì cá đực guppy có xu hướng có màu sáng hơn, trong khi ở những ao hồ có nhiều loài ăn thịt thì cá guppy đực lại có màu tối hơn. Dựa trên những quan sát này, Endler đưa ra giả thuyết cho rằng khi mức độ bị ăn thịt gia tăng thì chọn lọc tự nhiên sẽ ủng hộ đặc điểm màu nâu xám. Ông đã kiểm nghiệm giả thuyết của mình bằng cách chuyển các con cá guppy sáng màu sang một hồ có nhiều loài ăn thịt. Đúng như ông tiên đoán, theo thời gian những con cá được chuyển đến hồ mới này có màu sắc ít sáng hơn.

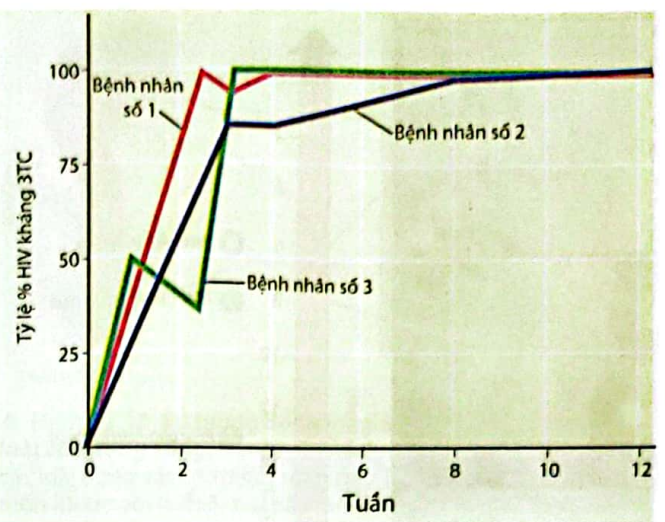
Một loài ăn thịt cá guppy, cá killi, thường săn bắt cá guppy non khi chúng chưa biểu hiện màu sắc của cá thể trưởng thành. Endler tiên đoán rằng nếu cá guppy có màu nâu xám được chuyển sang hồ chỉ có một loài ăn thịt là cá killi thì tốc độ chọn lọc của những con cá này sẽ có màu sáng hơn (vì các con cá cái thích các con cá đực có màu sáng). **Hình 22.13** mô tả thí nghiệm này. Quả thực, trong môi trường mới quần thể cá guppy nhanh chóng có màu sáng hơn, chứng tỏ rằng chọn lọc có thể gây nên sự tiến hoá nhanh chóng trong các quần thể tự nhiên.

Sự tiến hoá của các virus HIV kháng thuốc

Một ví dụ về chọn lọc tự nhiên đang diễn ra ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của chính chúng ta là sự tiến hoá của các tác nhân gây bệnh (các sinh vật và các virus gây bệnh) kháng lại các thuốc. Điều này sẽ đặc biệt trở thành vấn đề nghiêm trọng đối với các loại vi khuẩn và virus có khả năng sinh sản rất nhanh, vì các cá thể kháng lại một loại thuốc chữa bệnh nhất định có thể tăng số lượng lên rất nhanh chóng.

Chúng ta hãy xem xét trường hợp của HIV (human immunodeficiency virus) gây bệnh AIDS (xem Chương 19 và 43). Các nhà nghiên cứu đã sản xuất được một số thuốc chống lại tác nhân gây bệnh này, tuy nhiên việc sử dụng các loại thuốc này vô tình đã chọn lọc ra các loại virus có khả năng kháng lại chính các thuốc đó. Một số virus kháng thuốc có thể ngẫu nhiên có mặt ngay tại thời điểm bắt đầu sử dụng thuốc. Những con virus này sống sót và sinh sản truyền các allele kháng thuốc cho thế hệ con cháu. Theo cách này tần số virus kháng thuốc tăng lên nhanh chóng trong quần thể.

Hình 22.14 minh hoạ sự tiến hoá về khả năng kháng thuốc của HIV với thuốc 3TC. Các nhà khoa học đã thiết kế được loại thuốc 3TC có khả năng can thiệp vào quá



▲ **Hình 22.14** Sự tiến hoá khả năng kháng thuốc ở HIV. Các virus kháng thuốc hiếm gặp ban đầu nhanh chóng được nhân lên khi mỗi bệnh nhân được chữa bằng thuốc 3TC chống lại HIV. Chỉ trong vòng vài tuần, quần thể virus ở mỗi bệnh nhân đã gồm 100% virus kháng 3TC.

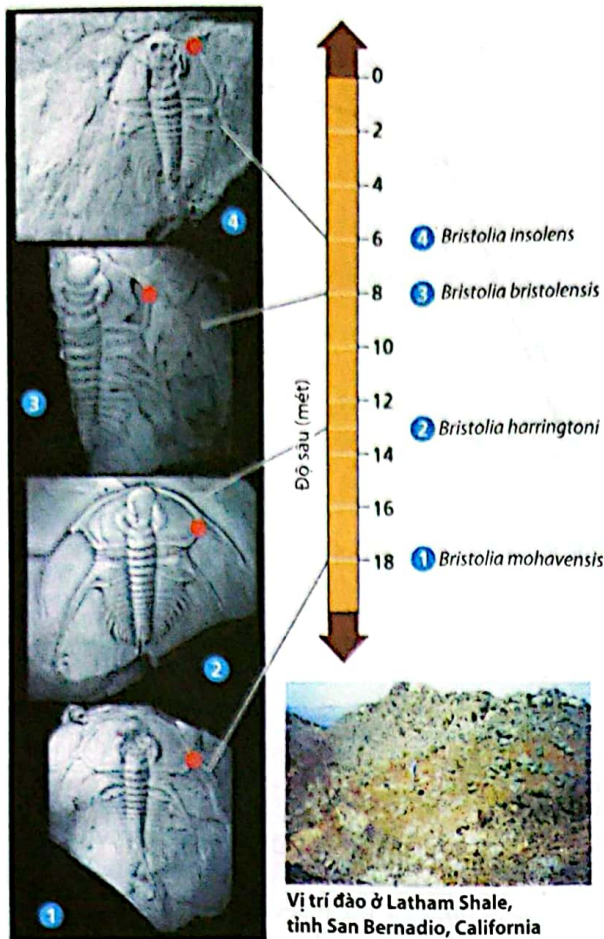
trình phiên mã ngược. HIV sử dụng enzyme này để tạo ra phiên bản DNA từ hệ gene RNA của nó sau đó chèn vào DNA của tế bào chủ người (xem Hình 19.8). Vì phân tử 3TC có hình dạng tương tự như nucleotide mang cytosine (mang- C) của DNA. Enzyme transcriptase sao chép ngược lấy 3TC thay vì lấy nucleotide mang-C và chèn 3TC vào chuỗi DNA đang được tổng hợp. Sai lầm này ngay lập tức làm dừng quá trình tổng hợp DNA và vì thế ngăn cản quá trình sinh sản của HIV.

Các loại biến thể kháng 3TC khác nhau của HIV có các phiên bản enzyme sao chép ngược transcriptase có khả năng phân biệt được sự khác nhau giữa thuốc với nucleotide mang-C. Những virus này không có ưu thế gì trong môi trường không có 3TC; quả thực, chúng sinh sản chậm hơn các virus mang enzyme sao chép ngược bình thường. Tuy nhiên, khi 3TC được đưa vào môi trường của chúng thì nó lại trở thành một động lực chọn lọc có hiệu quả làm tăng ưu thế sống sót của các virus kháng thuốc (xem Hình 22.14).

Cả hai ví dụ về cá guppy và HIV đã làm nổi bật hai điểm mấu chốt về chọn lọc tự nhiên. Thứ nhất, chọn lọc tự nhiên là một quá trình biến tập chính lý hơn là một cơ chế sáng tạo. Thuốc không *tạo ra* các tác nhân gây bệnh; nó chỉ *chọn lọc* ra các cá thể kháng thuốc đã có sẵn trong quần thể. Thứ hai, chọn lọc tự nhiên phụ thuộc vào thời điểm và vào vị trí. Nó ủng hộ những tính trạng nào trong một quần thể đa dạng di truyền, mà đem lại lợi thế cho cá thể sống trong môi trường hiện tại của một địa điểm nhất định. Cái có lợi trong hoàn cảnh này lại có thể chẳng có ích gì thậm chí còn trở thành có hại trong hoàn cảnh khác. Trong ví dụ về cá guppy, các cá thể có màu nâu xám có ưu thế trong môi trường có vật ăn thịt hung dữ nhưng lại trở thành bất lợi trong môi trường không có vật ăn thịt chúng.

Hồ sơ hoá thạch

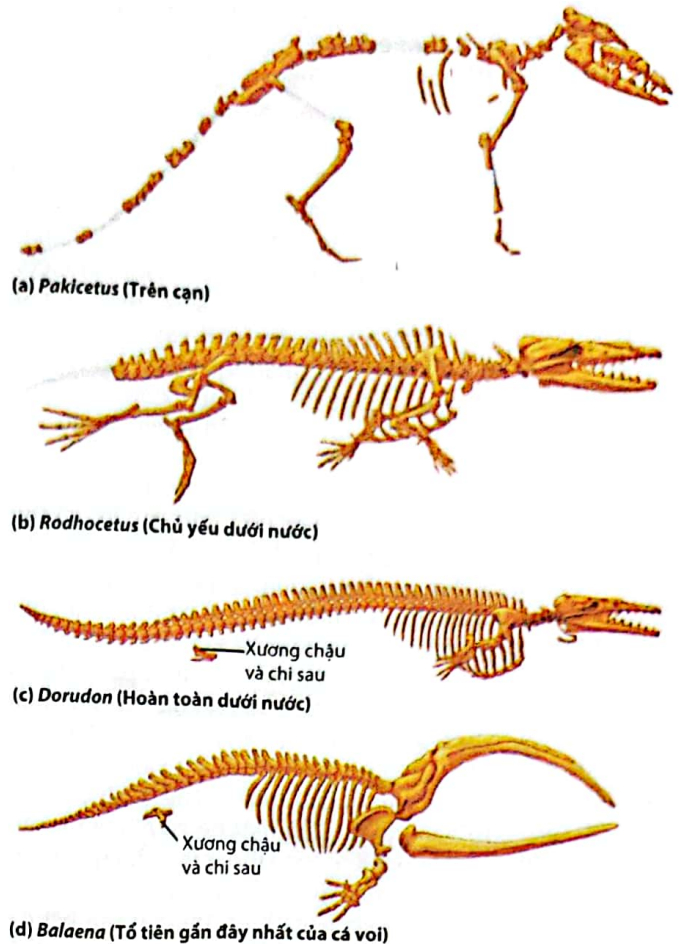
Kiểu bằng chứng tiến hoá thứ hai là các loại hoá thạch. Hồ sơ hoá thạch cho thấy các sinh vật trong quá khứ khác biệt với sinh vật đang sống ngày nay và với các loài đã bị



▲ **Hình 22.15** Bằng chứng tiến hoá hoá thạch trong nhóm động vật ba thùy (trilobite). Các hoá thạch này chỉ là một số ít trong số hàng loạt các hoá thạch được phát hiện ở Latham Shale có tuổi khoảng 513 đến 512 triệu năm trước. Trình tự nêu trên cho thấy theo thời gian có sự thay đổi về vị trí và góc của các gai nhọn trên tấm đầu (vị trí được đánh dấu bằng các chấm đỏ).

tuyệt chủng. Các hoá thạch cũng cho thấy sự thay đổi tiến hoá đã liên tục xảy ra theo thời gian ở các nhóm sinh vật khác nhau (**Hình 22.15**).

Trên quy mô thời gian dài hơn, các hoá thạch cho thấy nguồn gốc của các nhóm chính mới của các sinh vật. Ví dụ, hồ sơ hoá thạch của động vật biển có vú ban đầu, bộ động vật có vú (thú) bao gồm cá voi, cá dolphin và cá heo. Những động vật biển có vú đầu tiên đã sống cách đây 50-60 triệu năm. Hồ sơ hoá thạch cho thấy trước thời gian này hầu hết các động vật có vú đều sống trên cạn. Mặc dù hầu hết các nhà khoa học từ lâu đã nhận thức được các loại cá voi và các động vật có vú khác ở biển được bắt nguồn từ thú trên cạn nhưng có rất ít hoá thạch được tìm thấy cho biết cấu trúc chi của động vật biển có vú đã được thay đổi theo thời gian ra sao dẫn đến việc rất cuộc bị mất các chi sau và phát triển các chân chèo. Tuy nhiên, trong vài thập kỷ qua, một loạt các hoá thạch đáng chú ý đã được phát hiện ở Pakistan, Ai Cập, và Bắc Mỹ đã chứng minh sự di chuyển từ đời sống trên cạn xuống biển. Mỗi sinh vật trên **Hình 22.16** đều khác với các loài thú hiện nay, bao gồm các loài cá voi hiện đang sinh sống và bây giờ đã bị tuyệt chủng. Tổng hợp lại, những hoá thạch này và các hoá thạch ban đầu khác đã chứng minh sự hình thành các loài mới và nguồn gốc của nhóm chính mới của các loài động vật có vú, thú biển (cetacean).



▲ **Hình 22.16** Di chuyển đời sống xuống biển. Giả thuyết cho rằng cá voi và các loài thú biển khác đã được tiến hoá từ các sinh vật sống trên cạn tiên đoán rằng tổ tiên của các loài thú biển có bốn chân. Quả thực, các nhà cổ sinh học đã khai quật các hoá thạch của các thú biển bị tuyệt chủng có các chi sau bao gồm bốn loài mà bộ xương của chúng được vẽ trên hình trên (không tương thích với tỷ lệ). Các hoá thạch bổ sung cho thấy *Pakiceus* và *Rodhocetus* có kiểu xương mắt cá chân điển hình chỉ có ở các loài thú trên cạn như lợn, hà mã, bò, lạc đà, và hươu. Sự giống nhau này đã chứng minh rõ ràng là các loài thú biển hầu hết có họ hàng gần gũi với các loài thú trên cạn.

Ngoài việc cung cấp bằng chứng cho thấy sự sống trên Trái Đất đã biến đổi theo thời gian ra sao - kiểu cách tiến hoá - hồ sơ hoá thạch còn có thể được sử dụng để kiểm tra các giả thuyết xuất hiện từ các loại bằng chứng khác. Ví dụ, dựa trên các số liệu giải phẫu, các nhà khoa học nghĩ rằng những động vật có xương sống trên cạn đầu tiên đã được tiến hoá từ nhóm cá và những con lưỡng cư đầu tiên được tiến hoá từ hậu duệ của các loài động vật trên cạn đầu tiên. Nếu mối quan hệ này là đúng thì chúng ta có thể tiên đoán rằng những hoá thạch của cá phải già hơn tuổi của các hoá thạch động vật trên cạn đầu tiên. Tương tự, chúng ta có thể tiên đoán rằng các động vật hoá thạch trên cạn đầu tiên phải già hơn các hoá thạch lưỡng cư đầu tiên. Những tiên đoán như vậy có thể được kiểm nghiệm bằng cách sử dụng các kỹ thuật đồng vị phóng xạ (xem Chương 25) để xác định tuổi của các hoá thạch. Ngày nay, tất cả những tiên đoán này đã được xác nhận chứng tỏ rằng hiểu biết của chúng ta về các mối quan hệ tiến hoá nêu trong các tiên đoán trên là hoàn toàn đúng.

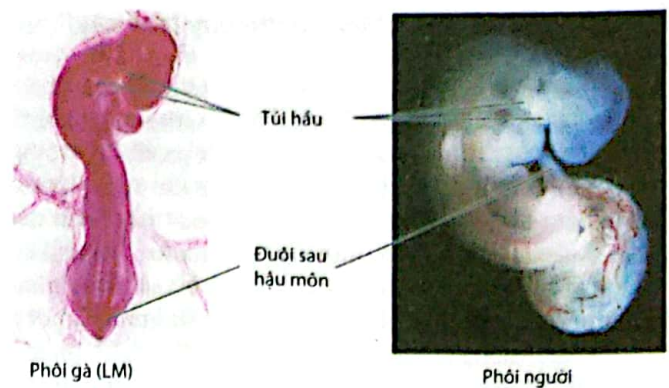
Tính trạng tương đồng

Kiểu bằng chứng tiến hoá thứ ba bắt nguồn từ phân tích sự tương đồng giữa các sinh vật. Như chúng ta đã trình bày, tiến hoá là quá trình của hậu duệ có sự biến đổi: Các tính trạng có ở sinh vật tổ tiên, theo thời gian, đã được làm biến đổi (bởi chọn lọc tự nhiên) ở hậu duệ khi chúng phải đương đầu với những điều kiện môi trường khác. Kết quả là, những loài họ hàng có các tính trạng giống nhau do tổ tiên để lại nhưng thậm chí những tính trạng này lại có các chức năng rất khác nhau. Các tính trạng giống nhau do được bắt nguồn từ tổ tiên chung như vậy được gọi là **tính trạng tương đồng**.

Các tính trạng tương đồng về giải phẫu và phân tử

Quan điểm tiến hoá như một quá trình chỉnh sửa dẫn đến tiên đoán rằng các loài có họ hàng gần gũi phải có các đặc điểm giống nhau - và như chúng vẫn có. Tất nhiên, các loài có họ hàng gần gũi có chung các đặc điểm có thể được sử dụng để xác định mối quan hệ họ hàng giữa chúng, tuy nhiên chúng cũng có chung các đặc điểm khác nữa. Một số tính trạng chung như vậy chẳng có ý nghĩa gì mấy ngoại trừ trong ngữ cảnh tiến hoá. Ví dụ, chi trước của các loài thú kể cả con người, chó, cá voi và dơi có chung trình tự sắp xếp các xương từ vai tới tận đầu cùng các ngón, thậm chí các phần phụ này có các chức năng hoàn toàn khác biệt nhau: nâng đỡ, đi, bơi, và bay (**Hình 22.17**). Sự giống nhau về giải phẫu đến mức đáng ngạc nhiên như vậy sẽ không thể có được nếu các cấu trúc này được xuất hiện hoàn toàn mới ở mỗi loài. Điều này chỉ có thể là các xương cánh tay, chi trước, chân chèo là những **cấu trúc tương đồng** thể hiện các dạng biến dị của cấu trúc có ở sinh vật tổ tiên của chúng.

So sánh các giai đoạn đầu của sự phát triển cá thể ở các loài khác nhau người ta cũng đã phát hiện thấy các tính trạng tương đồng bổ sung về giải phẫu không có ở các cá thể trưởng thành. Ví dụ, tại một điểm nào đó trong sự phát triển, tất cả các phôi của các loài động vật có xương sống đều có đuôi nằm sau hậu môn, cũng như

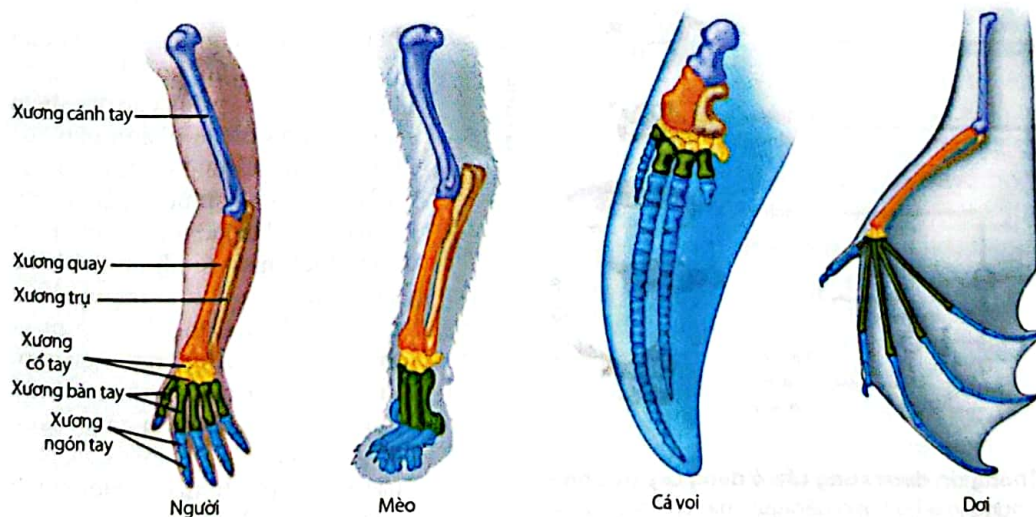


▲ Hình 22.18 Sự tương đồng về giải phẫu ở phôi của các loài có xương sống. Ở một số giai đoạn phát triển phôi, tất cả các loài động vật có xương sống đều có đuôi nằm ở sau hậu môn (được gọi là đuôi sau hậu môn), cũng như các túi hàu (họng). Sự tương đồng này có thể được giải thích là do chúng được bắt nguồn từ tổ tiên chung.

các cấu trúc được gọi là túi hàu (cổ họng) (**Hình 22.18**). Các túi hàu tương đồng này cuối cùng sẽ phát triển thành các cấu trúc có các chức năng rất khác nhau, như mang ở cá và các bộ phận của tai và họng ở người và các loài thú khác.

Một số tính trạng tương đồng lý thú nhất có liên quan đến các cấu trúc ngoại biên “thừa”. Những cấu trúc thoái hoá như vậy là những đặc điểm đã từng có chức năng quan trọng nhất định ở sinh vật tổ tiên còn sót lại. Ví dụ, một số loài rắn có bộ xương với bộ phận xương chậu và xương chân đã bị thoái hoá của loài tổ tiên di lại bằng chân còn sót lại. Một ví dụ khác là kích thước suy giảm và không còn chức năng của chi sau của các loài thú biển khi những cơ quan này phải đương đầu với những sự thay đổi về kiểu sống dưới nước (xem Hình 22.16). Chúng ta cũng không mong đợi việc tìm thấy các cấu trúc thoái hoá này nếu rắn và cá voi được bắt nguồn một cách riêng biệt từ các động vật có xương sống khác.

Các nhà sinh học cũng quan sát thấy sự giống nhau giữa các sinh vật ở cấp độ phân tử. Tất cả các dạng sống đều



▲ Hình 22.17 Các chi trước của động vật có vú. Mặc dù thích nghi với các chức năng khác nhau nhưng chi trước của các loài động vật có vú được cấu tạo từ cùng một loại các bộ phận xương cơ bản: Một xương lớn (màu tím), được gắn với hai xương nhỏ hơn (màu da cam và màu vàng nhạt), tiếp đến là một số xương nhỏ (màu vàng), các xương này lại được gắn với một số xương bàn tay (màu xanh) và cuối cùng là với chừng năm xương ngón tay hay các đốt ngón (màu xanh).

sử dụng cùng một ngôn ngữ di truyền của DNA, RNA, và mã di truyền về cơ bản là chung cho mọi loài (xem Chương 17). Bởi vậy, rất có khả năng là tất cả các loài đều bắt nguồn từ tổ tiên chung vốn sử dụng loại mã di truyền này. Tuy nhiên, ngoài đặc điểm các loài có chung mã di truyền, còn có nhiều các tính trạng tương đồng khác nữa. Ví dụ, các sinh vật khác biệt hẳn nhau như người và vi khuẩn đều có chung các gene được thừa hưởng từ loài tổ tiên chung rất xa. Giống như chi trước của người và cá voi, những gene này đã thu nhận được các chức năng khác nhau.

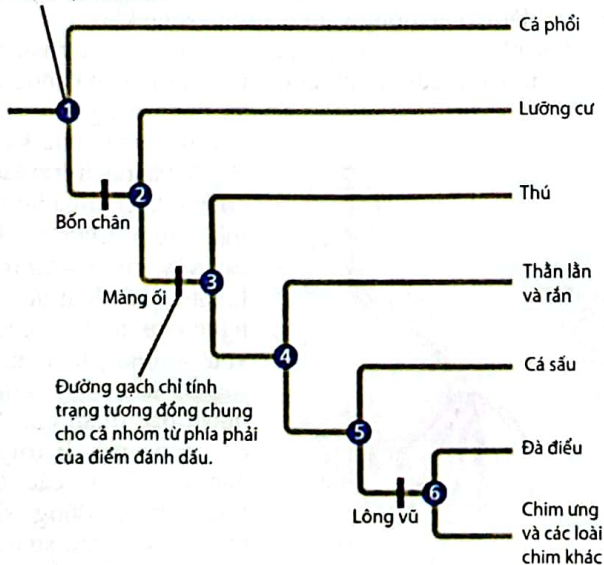
Các tính trạng tương đồng và “tư duy hình cây”

Một số tính trạng tương đồng, ví dụ như mã di truyền, có chung ở tất cả mọi loài vì chúng được di truyền từ loài tổ tiên rất xa xưa trong quá khứ. Ngược lại, các tính trạng tương đồng mới được tiến hoá gần đây chỉ có chung ở một nhóm nhỏ các loài sinh vật. Chúng ta hãy xem xét ví dụ ở các loài bốn chân, một nhóm các loài động vật có xương sống bao gồm lưỡng cư, thú, và bò sát (bao gồm cả chim - xem Hình 22.19). Tất cả các loài bốn chân đều có cấu trúc xương chi như minh hoạ ở Hình 22.17, nhưng các sinh vật tổ tiên thì lại không. Bởi vậy, các tính trạng tương đồng hình thành nên một kiểu tiến hoá lồng ghép: Tất cả các sinh vật đều có chung các tính trạng ở lớp sâu nhất, và mỗi nhóm sinh vật nhỏ hơn kế tiếp lại có những tính trạng tương đồng của riêng nhóm mình. Kiểu lồng ghép này đúng hệt như chúng ta mong đợi từ kết quả của hậu duệ có sự biến đổi từ một tổ tiên chung.

Các nhà sinh học thường trình diễn kiểu hậu duệ có sự biến đổi từ tổ tiên chung và các tính trạng tương đồng thành một **cây tiến hoá**, một sơ đồ phản ánh các mối quan hệ tiến hoá giữa các nhóm sinh vật. Chúng ta sẽ nghiên cứu chi tiết cây tiến hoá được xây dựng ra sao trong Chương 26, tuy nhiên bây giờ chúng ta hãy xem xét chúng ta có thể giải thích và sử dụng cây tiến hoá như thế nào.

Hình 22.19 là một cây tiến hoá của các loài bốn chân và loài họ hàng đang sống gần gũi nhất của chúng, cá phổi. Trong sơ đồ này, mỗi điểm phân nhánh tượng trưng cho một loài tổ tiên chung của các loài được bắt nguồn

Mỗi điểm phân nhánh đại diện cho một loài tổ tiên chung của các nhánh bắt nguồn từ đó hoặc từ phía phải của nó.



▲ Hình 22.19 Tư duy hình cây: Thông tin được cung cấp ở dạng cây tiến hoá. Cây tiến hoá cho các loài bốn chân và những loài họ hàng gần gũi nhất của chúng còn đang sống, cá phổi, được dựa trên các số liệu giải phẫu và trình tự DNA. Thanh màu tím chỉ nguồn gốc của ba tính trạng tương đồng quan trọng, mỗi tính trạng chỉ được tiến hoá một lần. Chim được xếp bên trong và được tiến hoá từ bò sát; vì thế nhóm sinh vật được gọi là “bò sát” về mặt kỹ thuật bao gồm cả các loài chim.

? Cá sấu có họ hàng gần gũi hơn với thằn lằn hay với chim?
Giải thích.

từ nó. Ví dụ, cá phổi và tất cả các loài bốn chân đều được bắt nguồn từ loài tổ tiên chung ①, trong khi đó các loài thú, thằn lằn và rắn, cá sấu, và chim đều có chung một tổ tiên ③. Như chúng ta thấy, ba tính trạng tương đồng nêu trên cây tiến hoá - bốn chân, có màng ối (màng bảo vệ phôi), và lông vũ - hình thành nên kiểu tiến hoá lồng ghép. Bốn chân có ở loài tổ tiên chung ② và kể từ đây tính trạng này có ở tất cả các loài là hậu duệ của loài tổ tiên chung này (động vật bốn chân). Màng ối chỉ có ở loài tổ tiên ③ và từ đây nó chỉ có ở một số loài bốn chân (thú và bò sát). Lông vũ chỉ có ở loài tổ tiên chung ⑤ và từ đây đặc điểm này chỉ có ở các loài chim.

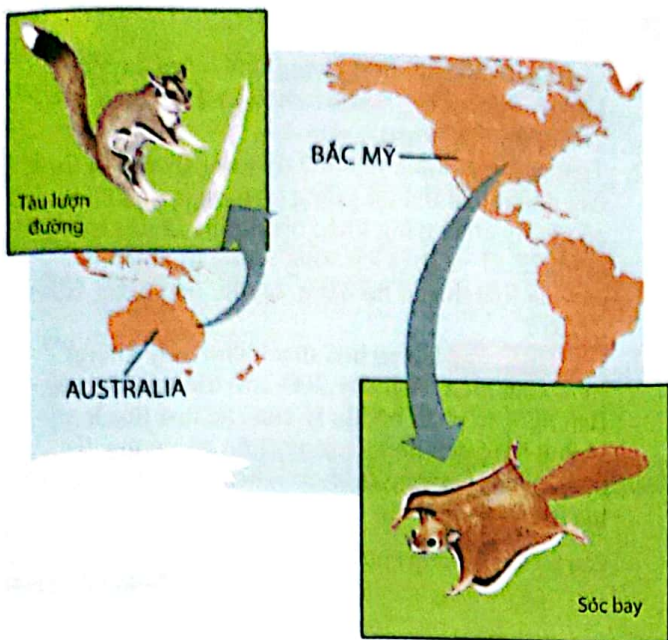
Để khảo sát tỷ mỉ “cây tư duy” hơn nữa, lưu ý là trong Hình 22.19, các loài thú được đặt ở vị trí gần với lưỡng cư hơn là so với vị trí của chim. Tuy nhiên, thú có họ hàng gần gũi hơn với chim hơn là so với các loài lưỡng cư vì thú và chim có chung tổ tiên gần đây (tổ tiên ③) hơn là loài tổ tiên chung của thú với các loài lưỡng cư (loài tổ tiên chung ②).

Các cây tiến hoá là giả thuyết tóm tắt hiểu biết hiện nay của chúng ta về kiểu cách tiến hoá. Niềm tin của chúng ta vào các mối quan hệ này, như trong các giả thuyết, phụ thuộc vào sức mạnh của các số liệu. Trong trường hợp của Hình 22.19, cây tiến hoá được hỗ trợ bởi một loạt các bộ số liệu độc lập nhau bao gồm cả về giải phẫu và các số liệu về trình tự DNA. Kết quả là các nhà sinh học cảm thấy tự tin rằng nó phản ánh đúng lịch sử tiến hoá. Như chúng ta sẽ đọc trong Chương 26, các nhà khoa học có thể sử dụng các cây tiến hoá được nhiều bằng chứng ủng hộ như vậy để đưa ra các tiên đoán

nhất định và đôi khi là những tiên đoán giết gán về sinh học của các sinh vật.

Tiến hoá hội tụ

Mặc dù các sinh vật có quan hệ họ hàng gần gũi cùng chia sẻ các tính trạng được thừa hưởng từ tổ tiên chung, những sinh vật có họ hàng xa có thể giống nhau vì một lý do khác: **tiến hoá hội tụ**, sự tiến hoá độc lập của các đặc điểm giống nhau ở các nhánh tiến hoá khác nhau. Chúng ta hãy xét các loài thú có túi, nhiều loài sống ở Australia. Thú có túi là một nhóm khác biệt hẳn với nhóm thú khác - thú có nhau thai - sống ở nhiều nơi trên Trái Đất. (Thú có nhau thai hoàn thành sự phát triển phôi thai trong tử cung, trong khi đó thú có túi được sinh ra ở dạng phôi và phải hoàn thiện sự phát triển của mình trong một túi ở bên ngoài.) Một số thú có túi ở Australia có nhiều đặc điểm thích nghi giống với thú có nhau thai. Ví dụ, loài thú có túi sống trong rừng ở Australia được gọi là tàu lượn đường, cực kỳ giống với loài



▲ **Hình 22.20 Tiến hoá hội tụ.** Tàu lượn đường là một loại thú có túi được tiến hoá một cách độc lập trên lục địa đảo Australia. Mặc dù tàu lượn đường rất giống với sóc bay là loài có nhau thai ở Bắc Mỹ, khả năng lượn trong không khí đã được tiến hoá hoàn toàn độc lập với khả năng bay lượn của nhóm thú có nhau thai có họ hàng xa.

sóc bay sống ở rừng Bắc Mỹ (Hình 22.20). Tuy nhiên, tàu lượn đường có rất nhiều tính trạng của thú có túi, giống nhiều với kangaroo và các loài thú có túi khác hơn là với sóc bay hoặc các loài thú có nhau thai khác. Một lần nữa, sự hiểu biết của chúng ta về tiến hoá có thể giải thích những quan sát này. Mặc dù được tiến hoá độc lập từ các tổ tiên khác nhau, hai loại thú này đã thích nghi với các môi trường tương tự như nhau theo cách giống nhau. Trong những ví dụ mà các loài có các đặc điểm chung vì tiến hoá hội tụ, thì sự giống nhau này được gọi là **tương tự chứ không phải tương đồng**.

Địa lý sinh học

Kiểu bằng chứng tiến hoá thứ tư là địa lý sinh học, sự phân bố địa lý của các loài. Sự phân bố địa lý của các sinh vật bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, bao gồm **sự trôi dạt lục địa**, sự di chuyển chậm chạp của các lục địa Trái Đất theo thời gian. Khoảng 250 triệu năm trước, sự di chuyển lục địa đã làm liên kết tất cả các khối đất của Trái Đất thành một lục địa lớn duy nhất, được gọi là **Pangaea** (xem Hình 25.13). Khoảng 200 triệu năm trước, Pangaea lại được tách ra; 20 triệu năm trước, các lục địa như chúng ta thấy hiện nay đã nằm cách vài trăm cây số so với vị trí hiện tại của chúng.

Chúng ta có thể sử dụng hiểu biết về tiến hoá và sự trôi dạt lục địa của mình để tiên đoán xem có thể tìm thấy các hoá thạch của các nhóm sinh vật khác nhau ở đâu. Ví dụ, như chúng ta sẽ đọc trong Chương 25, các nhà sinh học tiến hoá đã xây dựng cây tiến hoá cho các loài ngựa dựa trên các đặc điểm giải phẫu. Dựa trên các cây tiến hoá này và tuổi của các hoá thạch của các loài ngựa tổ tiên, các nhà nghiên cứu đã ước tính các loài ngựa hiện

nay được bắt nguồn từ Bắc Mỹ cách đây 5 triệu năm về trước. Vào thời gian đó, Bắc và Nam Mỹ đã gần nhau như vị trí hiện nay, nhưng chúng chưa được nối với nhau làm cho các con ngựa khó có thể qua lại giữa hai lục địa. Bởi vậy, chúng ta có thể tiên đoán rằng hoá thạch ngựa cổ nhất chỉ có thể tìm thấy ở lục địa nơi chúng được sinh ra - Bắc Mỹ. Tiên đoán này và các loại tiên đoán tương tự đối với các nhóm sinh vật khác nhau được kiểm chứng đã cho chúng ta thêm nhiều bằng chứng tiến hoá.

Chúng ta cũng có thể sử dụng hiểu biết tiến hoá của mình để giải thích các số liệu địa lý sinh học. Ví dụ, các đảo thường có nhiều loài thực và động vật đặc hữu, có nghĩa là chúng chỉ có ở đó mà không có ở nơi nào khác trên thế giới. Như Darwin đã mô tả trong *Nguồn gốc các loài*, hầu hết các loài trên các đảo có họ hàng gần gũi với các loài sống trên đất liền gần nhất với đảo hoặc với các loài sống ở các đảo lân cận. Ông đã giải thích quan sát này bằng cách cho rằng các loài sống trên đảo tới từ vùng đất liền gần nhất với đảo. Các sinh vật di cư tới đảo đã phát triển thành các loài mới khi chúng thích nghi với môi trường sống mới. Quá trình như vậy cũng giải thích tại sao hai đảo có môi trường tương tự nhau ở các vùng khác nhau trên thế giới lại không có những loài có họ hàng gần mà các loài này lại giống với các loài sống trên các vùng đất liền gần nhất với các đảo mặc dù môi trường sống của chúng thường khác hẳn nhau.

Quan niệm về thế giới sống của Darwin có gì là lý thuyết?

Một số người phê phán ý tưởng của Darwin “chỉ là lý thuyết”. Tuy nhiên, như chúng ta đã thấy, kiểu cách tiến hoá - quan sát thế giới sống liên tục tiến hoá theo thời gian - đã được trực tiếp chứng minh và có rất nhiều bằng chứng ủng hộ. Ngoài ra, cách giải thích quá trình tiến hoá của Darwin - chọn lọc tự nhiên là nguyên nhân chính gây nên kiểu thay đổi tiến hoá có thể quan sát thấy - đã có được một số lượng lớn các số liệu chứng minh. Tác động của chọn lọc tự nhiên cũng có thể được quan sát và kiểm nghiệm trong tự nhiên.

Vậy thì cái gì là lý thuyết về tiến hoá? Nên nhớ là ý nghĩa khoa học của thuật ngữ học thuyết (lý thuyết) là rất khác với nghĩa của nó mà chúng ta dùng hàng ngày. Cách sử dụng thông thường của từ lý thuyết gần với những gì mà các nhà khoa học cho là giả thuyết. Trong khoa học, học thuyết hàm ý rộng hơn so với giả thuyết. Một học thuyết như học thuyết tiến hoá chọn lọc tự nhiên của Darwin giải thích được nhiều những quan sát cũng như các giải thích và tích hợp nhiều hiện tượng khác nhau. Một học thuyết thống nhất như vậy không được chấp nhận rộng rãi trừ phi những tiên đoán của nó đứng vững hoàn toàn và liên tục được kiểm chứng bằng thực nghiệm và bằng những quan sát bổ sung (xem Chương 1). Như trong ba chương tới sẽ minh chứng, điều này là hoàn toàn đúng với học thuyết tiến hoá bằng chọn lọc tự nhiên của Darwin.

Sự hoài nghi của các nhà khoa học khiến họ tiếp tục kiểm nghiệm các học thuyết để các ý tưởng này không trở thành những tin đồn. Ví dụ, mặc dù tiến hoá là một quá trình rất chậm chạp, nhưng hiện nay chúng ta biết

ràng điều này không phải luôn luôn đúng. Các loài mới có thể hình thành trong một giai đoạn thời gian tương đối ngắn (vài nghìn năm hoặc ít hơn, xem Chương 24). Ngoài ra, khi chúng ta sẽ nghiên cứu toàn bộ phần này, các nhà sinh học tiến hoá hiện nay thừa nhận rằng chọn lọc tự nhiên không phải là cơ chế tiến hoá duy nhất. Quả thực, các công trình nghiên cứu tiến hoá hiện nay sống động hơn bất cứ lúc nào khác khi các nhà khoa học tìm ra nhiều cách kiểm nghiệm các tiên đoán của học thuyết Darwin.

Mặc dù học thuyết Darwin cho rằng sự đa dạng của thế giới sống là do chọn lọc tự nhiên, tuy nhiên, sản phẩm rất đa dạng của tiến hoá vẫn mãi còn là nguồn cảm hứng đầy lý thú để chúng ta tìm hiểu. Như Darwin đã viết trong câu cuối cùng của cuốn: *Nguồn gốc các loài*, “Có sự hùng vĩ trong quan điểm về thế giới sống này ... [trong đó] các dạng sống bất tận mới tuyệt đẹp làm sao và những dạng tuyệt vời nhất đã và đang được tiến hoá”.

KIỂM TRA KHÁI NIỆM 22.3

1. Giải thích tại sao điều khẳng định dưới đây là không chính xác: “Thuốc chống HIV đã tạo ra sự kháng thuốc ở virus”.
2. Tiến hoá giải thích như thế nào về (a) các chi trước của nhiều loài thú lại giống nhau mặc dù chúng có những chức năng khác nhau như đã nêu trong Hình 22.17 và (b) kiểu sống tương tự như nhau của hai loài thú có họ hàng xa như nêu trong Hình 22.20?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Hồ sơ hoá thạch cho thấy khủng long xuất hiện cách đây 200-250 triệu năm trước. Bạn nghĩ sự phân bố địa lý của các hoá thạch khủng long đầu tiên là rộng (trên nhiều lục địa khác nhau) hay hẹp (trên một hoặc chỉ một số ít lục địa)? Giải thích.

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

Ôn tập chương 22

TÓM TẮT CÁC KHÁI NIỆM THEN CHỐT

KHÁI NIỆM 22.1

Cuộc cách mạng của Darwin chống lại quan điểm truyền thống cho rằng các loài sinh vật là bất biến sống trên Trái Đất có tuổi khá trẻ (tr. 452-455)

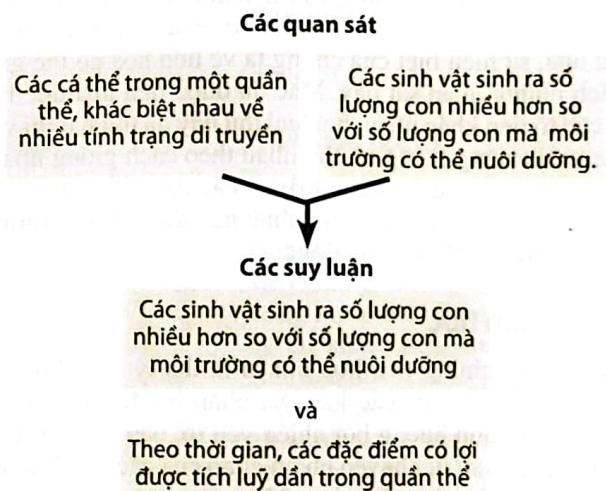
- **Thang tạo hoá và sự phân loại các loài** Darwin cho rằng sự đa dạng của thế giới sống là do các loài khác nhau được hình thành từ loài tổ tiên nhờ chọn lọc tự nhiên. Quan niệm này khác biệt cơ bản với quan điểm phổ biến thời bấy giờ của văn hoá Phương Tây.
- **Các ý tưởng thay đổi theo thời gian** Trái ngược với nguyên lý cho rằng các sự kiện xảy ra trong quá khứ một cách đột ngột bằng một cơ chế khác với các cơ chế đang xảy ra hiện nay, Hutton và Lyell cho rằng những thay đổi trong bề mặt Trái Đất có thể hình thành do các hoạt động xảy ra một cách liên tục, chậm chạp và vẫn còn tiếp diễn đến tận bây giờ.
- **Giả thuyết tiến hoá của Lamarck** Lamarck giả thuyết rằng các loài luôn tiến hoá nhưng các cơ chế mà ông đề xuất lại không có được các bằng chứng ủng hộ.

KHÁI NIỆM 22.2

Hầu duệ có biến đổi bởi chọn lọc tự nhiên giải thích sự thích nghi của các sinh vật, sự thống nhất và đa dạng của thế giới sống (tr. 455-460)

- **Công trình nghiên cứu của Darwin** Trải nghiệm của Darwin trong suốt chuyến hành trình của tàu *Beagle* đã làm xuất hiện ý tưởng của ông cho rằng loài mới được hình thành từ loài tổ tiên thông qua việc tích lũy dần các tính trạng thích nghi. Ông đã hoàn thiện học thuyết của mình trong hơn 20 năm và cuối cùng đã xuất bản vào năm 1859 sau khi biết Wallace cũng có cùng ý tưởng như mình.

- **Nguồn gốc các loài** Cuốn sách của Darwin cho rằng tiến hoá xảy ra nhờ chọn lọc tự nhiên:



KHÁI NIỆM 22.3

Có rất nhiều bằng chứng chứng minh cho quá trình tiến hoá (tr. 460-466)

- **Các quan sát trực tiếp những biến đổi tiến hoá** Các nhà nghiên cứu đã có nhiều công trình nghiên cứu trực tiếp trong tự nhiên cho thấy chọn lọc tự nhiên dẫn đến tiến hoá thích nghi, bao gồm công trình nghiên cứu quần thể cá guppy hoang dã và các tác nhân gây bệnh như HIV.
- **Hồ sơ hoá thạch** Các hoá thạch cho thấy những sinh vật trong quá khứ khác biệt với các sinh vật hiện đang sinh sống, nhiều loài đã bị tuyệt chủng, và các loài đã được tiến hoá trong một giai đoạn rất dài.

- ▶ **Tính trạng tương đồng** Các sinh vật có chung các tính trạng vì được sinh ra từ tổ tiên chung (tính trạng tương đồng) hoặc vì chọn lọc tự nhiên tác động một cách độc lập đến các loài làm cho cho các loài sống trong môi trường tương tự nhau tiến hoá theo cách tương tự nhau (tiến hoá hội tụ).
- ▶ **Địa lý sinh học** Sự phân bố địa lý của các sinh vật phù hợp với học thuyết tiến hoá.
- ▶ **Quan niệm về thế giới sống của Darwin có gì là lý thuyết?** Thuyết tiến hoá bằng chọn lọc tự nhiên đã kết nối nhiều lĩnh vực nghiên cứu lại với nhau và kích thích nảy sinh nhiều câu hỏi mới.

KIỂM TRA KIẾN THỨC CỦA BẠN

TỰ KIỂM TRA

1. Cái nào dưới đây *không* phải là một quan sát hay suy luận trên cơ sở của chọn lọc tự nhiên?
 - a. Có sự biến dị di truyền giữa các cá thể.
 - b. Những cá thể thích nghi kém không bao giờ sinh con cái.
 - c. Các loài sinh con cái nhiều hơn so với số lượng cá thể mà môi trường có thể nuôi dưỡng.
 - d. Những cá thể nào có các tính trạng thích nghi nhất với môi trường thường sinh ra nhiều con hơn so với những cá thể kém thích nghi với môi trường.
 - e. Chỉ một số lượng nhỏ cá thể con cái được sinh ra có thể sống sót.
2. Cấu trúc xương của phần trên ở tay người và cánh dơi là rất giống nhau trong khi đó các xương tương ứng ở cá voi lại có hình dạng và tỷ lệ rất khác. Tuy nhiên, các số liệu di truyền chứng minh rằng tất cả ba loài sinh vật nói trên đều được phân ly từ một tổ tiên chung và trong cùng một thời gian. Điều nào dưới đây là lời giải thích đúng nhất cho các số liệu này?
 - a. Người và dơi được tiến hoá bằng chọn lọc tự nhiên còn cá voi được tiến hoá bằng cơ chế của Lamarck.
 - b. Sự tiến hoá của chi trước thích nghi với người và dơi nhưng chưa thích nghi với cá voi.
 - c. Chọn lọc tự nhiên trong môi trường nước đã tạo ra những biến đổi quan trọng trong giải phẫu chi trước của cá voi.
 - d. Các gene đột biến ở cá voi nhanh hơn so với ở người và dơi.
 - e. Cá voi xếp vào lớp Thú là không đúng.
3. Quan sát nào dưới đây đã giúp Darwin hình thành nên khái niệm hậu duệ có biến đổi?
 - a. Sự đa dạng loài giảm dần từ xích đạo.
 - b. Trên các đảo có ít loài hơn so với trên lục địa gần nhất với đảo.
 - c. Chim chỉ có thể tìm thấy trên các đảo nằm cách đất liền xa hơn khoảng cách bay tối đa không dùng của chim.
 - d. Thực vật vùng ôn đới của Nam Mỹ giống với thực vật vùng nhiệt đới của Nam Mỹ nhiều hơn là giống với thực vật của vùng ôn đới ở châu Âu.
 - e. Động đất tái định hình lại sự sống vì chúng gây nên sự tuyệt chủng hàng loạt.

4. Trong vòng vài tuần chữa trị bằng thuốc 3TC, quần thể HIV ở người bệnh bao gồm toàn loại virus kháng 3TC. Kết quả này có thể giải thích tốt nhất như thế nào?
 - a. HIV có thể thay đổi protein bề mặt và kháng lại các vaccine.
 - b. Bệnh nhân cần được tái nhiễm các virus kháng 3TC.
 - c. HIV bắt đầu tạo ra các phiên bản enzyme sao chép ngược trong khi đáp ứng lại thuốc.
 - d. Một số ít virus kháng thuốc đã có sẵn ngay khi bắt đầu chữa trị và chọn lọc tự nhiên chỉ làm gia tăng tần số của chúng mà thôi.
 - e. Thuốc đã làm cho RNA của HIV bị biến đổi.
5. Các trình tự DNA ở nhiều gene của người rất giống với các trình tự tương ứng ở tinh tinh. Giải thích đúng nhất cho quan sát này là
 - a. người và tinh tinh có chung tổ tiên tương đối gần.
 - b. người được tiến hoá từ tinh tinh.
 - c. tinh tinh được tiến hoá từ người.
 - d. tiến hoá hội tụ đã dẫn đến sự giống nhau về DNA.
 - e. người và tinh tinh không có họ hàng gần với nhau.
6. Cặp cấu trúc nào dưới đây là ít có khả năng tương đồng nhất?
 - a. Cánh của dơi và tay của người.
 - b. Hemoglobin của khỉ đầu chó và hemoglobin của gorilla (khí đột).
 - c. Ty thể của thực vật và ty thể của động vật.
 - d. Cánh của chim và cánh của côn trùng.
 - e. Não của mèo và não chó.

Đáp án cho câu hỏi trắc nghiệm có trong Phụ lục A.

LIÊN HỆ VỚI TIẾN HOÁ

7. Giải thích tại sao các tính trạng tương đồng phân tử và giải phẫu nhìn chung lại phù hợp với kiểu tiến hoá lồng ghép tương tự.

TÌM HIỂU KHOA HỌC

8. Muỗi kháng với thuốc trừ sâu DDT lần đầu xuất hiện ở Ấn Độ năm 1959, nhưng hiện giờ đã tìm thấy trên toàn thế giới. (a) Hãy vẽ đồ thị nhờ số liệu cho ở bảng dưới. (b) Giải thích đồ thị, giả thuyết tại sao tỷ lệ % muỗi kháng thuốc DDT đã tăng lên nhanh chóng. (c) Hãy đưa ra lời giải thích về sự phát tán khả năng kháng thuốc của muỗi trên toàn thế giới.

Tháng	Tỷ lệ phần trăm muỗi kháng* thuốc DDT
0	4%
8	45%
12	77%

* Muỗi được xem như kháng thuốc nếu chúng không bị chết khi bị xử lý liều DDT 4% trong vòng một giờ.
 Nguồn: C.F. Curtis et al., Selection for and against insecticide resistance and possible methods of inhibiting the evolution of resistance in mosquitoes, *Ecological Entomology* 3: 273-287 (1978).