

những năm đầu thế kỷ 20. Ngô lai khác dòng tăng năng suất 25 - 30% so với các giống ngô tốt nhất. Ở Liên Xô cũ, thành tựu điển hình về cải tạo thực vật phải kể đến những cây ăn quả lai của L.V.Mitsurin trước và sau Cách mạng tháng Mười. Ở nước ta, có thể lấy ví dụ về lúa Nông nghiệp I - giống lai đầu tiên giữa lúa Nhật và lúa Việt Nam, kết hợp được ưu điểm về năng suất và tính chống bệnh của bố và mẹ.

Dù sao cũng phải thấy rằng phương pháp lai tạo và chọn lọc đơn thuần đòi hỏi rất nhiều thời gian, không đáp ứng được nhu cầu cấp bách của sản xuất và đời sống. Chẳng hạn, để đưa được những gen có lợi từ một giống lúa cho thích hợp vào một giống lúa nhận phổ cập trên thị trường, phải mất vài năm lai tạo và chọn lọc. Việc tạo ra giống lúa IR36, từng chiếm diện tích hơn 10 triệu hecta ở châu Á, đã mất khoảng 7 năm. Việc sản xuất hạt giống theo một quy mô cần thiết cho những diện tích rộng mất thêm từ 2 đến 3 năm. Như vậy, phải mất khoảng 10 năm kể từ lúc tiến hành lai tạo cho đến khi thu được giống mới có tác dụng rộng rãi. Do đó phương pháp lai tạo cũng cần đến sự hỗ trợ của những phương pháp khác.

2. ĐỘT BIẾN VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GÂY ĐỘT BIẾN

a. Lược sử

Từ lâu, các nhà chọn giống thực vật đã biết rằng những tính trạng mới có thể xuất hiện bất cứ lúc nào.

Điều này đã giúp họ thu được những cây trồng có giá trị thông qua việc sử dụng các biến dị tự nhiên.

Năm 1900, nhà thực vật Hà Lan H.de Vries đã chú ý đến sự xuất hiện các tính trạng di truyền mới và khác thường ở cây cỏ lữa (*Oenothera*). Ông cho rằng các tính trạng này có thể do một quá trình biến đổi đột ngột và sâu sắc và những "đột biến" này là "nguyên liệu" cho sự tiến hóa khai sinh ra các loài mới.

Về sau người ta nhận thấy rằng các tính trạng "mới" được de Vries quan sát thực ra lại không phải là kết quả của một sự đột biến, mà là do các gen sẵn có được phân phối lại rất tinh vi. Tuy vậy, thuật ngữ đột biến vẫn được giữ lại nhưng để chỉ riêng những biến đổi gen bất kỳ chứ không phải chỉ là những biến đổi quan trọng có tính chất sáng tạo loài như de Vries đã nghĩ.

Vào thời bấy giờ, nhà di truyền học thực vật muốn nghiên cứu các đột biến chỉ có thể trồng cây trong nhiều thế hệ và kiên nhẫn chờ đợi sự xuất hiện các đột biến ngẫu nhiên. Điều này đòi hỏi rất nhiều thời gian và công sức, vì phần lớn các đột biến là gây chết hoặc tạo ra những biến đổi khó nhận thấy, còn những đột biến ngẫu nhiên dễ thấy và sống sót cũng hiếm.

Năm 1926, có một phát minh để lại tiếng vang cho mãi đến khi xuất hiện bom nguyên tử : H.J.Muller, học trò của T.H.Morgan, nghiên cứu ruồi dấm, và L.J.Stadler nghiên cứu cây đại mạch (*Hordeum vulgare*), độc lập nhận thấy rằng các giao tử để dưới các tia X có tỷ suất đột biến tăng lên rất nhiều. Sau đó, người ta nhận thấy các bức xạ khác và nhiều hóa chất, kể cả những thuốc

chống ung thư, cũng có những tác dụng tương tự. Phát hiện này không những góp phần đẩy nhanh việc chọn giống mà còn thúc đẩy những nghiên cứu di truyền học cơ bản. Một ví dụ là khi cung cấp cho các nhà di truyền học những cây đột biến, các tia X còn làm sáng tỏ nhiều điểm tinh tế của di truyền học. Chẳng hạn, người ta có thể chứng minh qua đó rằng chỉ một gen có thể chi phối nhiều tính trạng di truyền dễ thấy và ngược lại, một tính trạng dễ thấy có thể phát sinh do tác dụng đồng thời của nhiều gen nằm trên các điểm khác nhau của một nhiễm sắc thể hoặc thậm chí trên các nhiễm sắc thể khác nhau. Phương pháp nghiên cứu bằng tia X cũng đã góp phần giúp cho Watson và Crick đưa ra mô hình cấu trúc của ADN, hoặc gián tiếp cho thấy rằng gen nằm ở vị trí (locut) đặc biệt của một nhiễm sắc thể có thể có nhiều dạng khác nhau (alen) là điều mà Mendel đã từng nghiên cứu, như các gen qui định màu sắc của hoa chẳng hạn.

b. Khái niệm chung về đột biến

Như vậy, mặc dù gen vô cùng bền vững và được truyền cho các thế hệ sau rất chính xác nhưng vẫn có thể xảy ra các đột biến. Sau khi gen biến đổi sang một dạng mới thì dạng mới này cũng bền vững. Đó là cơ sở cho phương pháp gây đột biến để cải tạo tính di truyền.

Cổ thể định nghĩa đột biến là bất kỳ một biến đổi di truyền nào không liên quan đến hiện tượng phân ly hay với quá trình tái tổ hợp bình thường của nguyên liệu di truyền. Các đột biến gây nên trạng thái đa dạng của nguyên liệu di truyền do đó mở ra khả năng để nghiên

cứu tính di truyền : nghiên cứu quá trình đột biến là chiếc "chìa khóa" giúp chúng ta hiểu biết bản chất của nguyên liệu di truyền, tức là hiểu được sinh vật.

Đột biến có thể xảy ra do sự biến đổi số nhiễm sắc thể trong một tế bào. Chẳng hạn, do kết quả không phân ly của một đôi nhiễm sắc thể trong kỳ phân bào giảm nhiễm, số nhiễm sắc thể ở thế hệ con cái có thể tăng thêm hoặc giảm bớt 1 so với bình thường ($2n + 1$ hoặc $2n - 1$). Một trường hợp khác ở thực vật, do sự phân bào có tơ hoặc giảm nhiễm bất thường nên trong nhân tế bào có cả một bộ nhiễm sắc thể phụ. Ví dụ, trong các loài lúa mạch có những loài chứa 14 ($2n$), 28 ($4n$), và 42 ($6n$) nhiễm sắc thể. Các cá thể chứa thêm các bộ nhiễm sắc thể như vậy được gọi là *thể đa bội*. Ở các cơ thể đa bội, tế bào thường lớn hơn tế bào của cơ thể lưỡng bội và cơ thể toàn bộ cũng có thể lớn hơn và khỏe hơn so với cơ thể lưỡng bội.

Một số đột biến nhiễm sắc thể xảy ra kèm theo những thay đổi trong cấu trúc của nhiễm sắc thể (thiếu đoạn, lặp đoạn, chuyển đoạn lẫn nhau, đảo đoạn).

Đột biến điểm hay đột biến gen là những biến đổi xảy ra ở mức phân tử, trong trình tự sắp xếp các nucleotit bên trong một đoạn ADN nhất định. Điều này đã được chứng minh khi người ta thử thay một nucleotit purin hay pirimidin đặc trưng trong phân tử ADN bằng những đồng đẳng của chúng, như azaguanin hoặc bromuraxin. Trong một số thí nghiệm với thể thực khuẩn, việc thay thế này không gây nên đột biến rõ ràng, có thể do tính chất thoái hóa của mã di truyền (mỗi một

axit amin có thể được mã hóa bởi 2 đến 6 bộ ba khác nhau) cho nên một số biến đổi trong các cặp nucleotit không nhất thiết kéo theo sự thay thế các axit amin trong protein.

Ở các sinh vật khác, sự thay thế các đồng đẳng nói trên vào ADN đã làm tăng tần số đột biến. Đột biến gen thường xảy ra do sai sót trong sự kết đôi của các bazơ nucleotit trong thời gian sao lại. Ví dụ cặp A-T nằm trong một phần xác định của gen bình thường có thể bị thay thế bởi cặp G-X, X-G, hoặc T-A. Từ ADN bị biến đổi sẽ tổng hợp nên ARN thông tin cũng bị biến đổi và do đó mạch polipeptit được tổng hợp sẽ có thành phần axit amin bị thay đổi. Số lượng gen đột biến có thể nhiều hơn biểu hiện đột biến mà ta có thể quan sát. Điều này có khả năng do các cặp thay thế rơi vào các trình tự "vô nghĩa" của bộ gen hoặc một biểu hiện đột biến có liên quan với hàng loạt gen.

Tần số xuất hiện các đột biến nhận thấy của những alen riêng rẽ rất đa dạng, đặc trưng cho từng loài và từng gen. Một số alen không chịu những biến đổi nào cả trong suốt thời gian dài, còn những alen khác thường hay biến đổi, do đó không bảo đảm sự đồng dạng của các mô trong quá trình phát triển của cá thể riêng rẽ. Những locut có khả năng đột biến cao như thế đã được nghiên cứu nhiều ở cây ngô. Chẳng hạn, trong số 7 gen khác nhau kiểm tra các tính trạng của nội nhũ thì gen R qui định lớp aluron có màu sắc có tần số cao nhất (492 đột biến/1 triệu giao tử), gen Wx (nội nhũ sáp) có tần số bằng O (O đột biến/1 triệu giao tử) v.v.

Ảnh hưởng của vị trí tương đối của các locut trong nhiễm sắc thể đến biểu hiện kiểu hình (phenotip) được gọi là *hiệu ứng của vị trí*. Đột biến kèm theo hiệu ứng của vị trí có thể do sự trao đổi chéo không bằng nhau (lập đoạn và thiếu đoạn). Một ví dụ ở thực vật là hiệu ứng khảm : biến dị từ phenotip bình thường đến phenotip đột biến có liên quan với sự chuyển chỗ của một locut nào đó từ điểm này sang điểm khác. Điều đó đã khiến cho các lá dài ở cây cỏ lúa biến thiên từ đỏ-lục, đỏ, đến đỏ nhạt.

Ở những quần thể thực vật xảy ra hiện tượng lai khác dòng có xu hướng tích tụ những đột biến lặn dưới sự "bảo trợ" của những alen tương đồng thuộc kiểu đại. Kết quả là nhiều locut trong các quần thể hoang dại thường là dị hợp tử về những alen đột biến có hại, cho nên sự tích tụ này không ảnh hưởng đến các quần thể đó.

Một số tác nhân có ảnh hưởng đến tần số xuất hiện đột biến, như các bức xạ ion hóa, ánh sáng tử ngoại (bức xạ không ion hóa) và nhiều hóa chất khác nhau. Vì những tác nhân này thường được các nhà di truyền học sử dụng để gây đột biến nhân tạo nên chúng tôi muốn nói kỹ hơn một chút.

Tất cả các bức xạ ion hóa (tia X, tia gama, tia bêta, tia anpha, các nơtron và proton) truyền năng lượng của chúng cho nguyên tử của vật thể mà chúng đi qua, bằng cách chiếm lấy electron của nguyên tử (sự ion hóa) hoặc kích động nguyên tử. Bức xạ anpha và các nơtron có đường đi với mật độ ion cao, còn các tia X và gama có

sự ion hóa thừa. Sự khác nhau về mật độ ion có liên quan với hiệu ứng gây đột biến của bức xạ, cũng như với kiểu đột biến do bức xạ gây nên.

Nói chung, các bức xạ ion hóa gây kìm hãm sự phân bào và sự tổng hợp axit nucleic, làm đứt các nhiễm sắc thể và nhiễm sắc tử, cấu trúc lại nhiễm sắc thể, gây cá lệch lạc trong sự phân bào nguyên nhiễm và giảm nhiễm. Nói ngắn gọn là chúng gây ra các đột biến gen "thể soma". Số lượng đột biến gây ra tỷ lệ thuận với liều lượng bức xạ sử dụng (quy luật này, về cơ bản, có thể áp dụng cho mọi sinh vật, các mức cường độ và các kiểu bức xạ).

Ánh sáng tử ngoại chỉ gây tác động bằng cách kích thích, tuy vậy nó tỏ ra là một tác nhân gây đột biến có hiệu quả cao trong điều kiện người ta khắc phục được những khó khăn về kỹ thuật liên quan với sự chiếu xạ các mô. Sở dĩ như vậy vì ở sinh vật bậc cao, bức xạ này không có khả năng xuyên qua các mô bao quanh cá tế bào sinh dục. Đột biến xảy ra nếu axit nucleic của các nhiễm sắc thể hấp thụ bức xạ này.

Trong số các hóa chất gây đột biến, có ý nghĩa đặc biệt là các hợp chất alkyl hóa : tần số gây nên các thiếu đoạn nhỏ nhiễm sắc thể của các hợp chất này cao hơn hai lần so với liều lượng tương đương của các tia X đồng thời số lượng các biến dị cấu trúc lớn ít hơn nhiều so với các tia X.

Trong thực tế, người ta thường phối hợp các tác nhân lý hóa để tăng hiệu quả của đột biến. Chẳng hạn lúa đột biến DT-1 do Trung tâm Di truyền Nông nghiệp trước đây (nay là Viện Di truyền Nông nghiệp) thu được

từ một giống nhập nội, có bông to, hạt dài, trọng lượng 1000 hạt tới 42 gam (các giống bình thường trung bình là 20 - 24g), sau khi xử lý bằng tia gama, sau đó tiếp tục xử lý bằng hóa chất nitrozoalkylurea. Từ kết quả đầu tiên theo hướng này, cho đến nay Viện đã tạo ra được các giống quốc gia như lúa DT 10, A 20 ; ngô DT 6 ; đậu tương DT 84 v.v.

Gây đột biến nhân tạo nhằm cải tạo thực vật có từ trước đại chiến thế giới lần thứ hai, nhưng lúc đầu không đạt được kết quả mong muốn. Những giống lúa mạch mới do Gustafsson (Thụy Điển) thu được đã không được sử dụng rộng rãi. Có lẽ là do tính chất biến dị quá lớn của các thể đột biến theo các điều kiện khí hậu. Cũng có thể là vì các tiêu chuẩn lựa chọn các dạng đột biến quá cao và có quá nhiều yêu cầu. Sau đó, người ta đã rút kinh nghiệm, lựa chọn chính xác các mục tiêu. Chỉ nhằm vào phẩm chất, sau khi cho tác dụng bằng phóng xạ gama lên lúa Cezario, Viện Nghiên cứu Nông học Pháp (INRA) đã giúp cho vùng Camargue ngày nay sản xuất được một loại gạo ngon, được thị trường châu Âu ưa thích.

Ở nước ta, chọn giống bằng cách gây đột biến thực nghiệm mới được tiến hành không lâu, nhưng đã thu được một số kết quả. Chúng ta đã thu được các đột biến chín sớm ở lúa, đột biến cây có nhiều bông, bông có nhiều hạt, hoặc hạt to, đột biến cao cây hoặc thấp cây. Ở cà chua hoặc đậu tương cũng thu được những đột biến có giá trị kinh tế như chín sớm hoặc năng suất cao.

Cho đến nay, trên thế giới đã có nhiều giống có giá trị kinh tế thu được bằng con đường gây đột biến như lúa mì, lúa, đậu, khoai tây, cà chua v.v. Người ta đã tạo ra nhiều dạng cây có sức chống bệnh cao, những giống cây lương thực có thân rạ vững chắc, do đó không bị đổ, không những giảm bớt hao hụt khi thu hoạch mà còn tạo thuận lợi cho việc cơ giới hóa thu hoạch. Cũng bằng cách gây đột biến, người ta đã tạo ra những dạng cây có thời gian sinh trưởng ngắn, do đó có thể tăng vụ, những giống có nhiều phẩm chất quý như hàm lượng chất đạm, chất béo cao, hương vị thơm ngon.

Tóm lại, đột biến là những biến đổi di truyền hợp thành cơ sở di truyền của tính biến dị và dùng làm nguyên liệu gốc cho sự chọn lọc và tiến hóa. Toàn bộ việc chọn giống thực vật dựa trên sự phát hiện và sử dụng các đột biến làm tăng sự biểu hiện của các tính trạng có lợi ở cây trồng theo hướng mong muốn nhất.

Tuy nhiên, cũng phải thấy rằng các đột biến mới thường là những biến đổi theo hướng xấu hơn, rất ít khi có tính ưu việt hoặc được sử dụng trực tiếp trong những điều kiện bình thường đối với cơ thể. Các kiểu hình đột biến chỉ tỏ rõ phẩm chất tích cực trong những điều kiện mới. Chẳng hạn, đột biến gây tính chống bệnh cao chỉ tỏ ra có lợi khi bệnh đang hoành hành. Ngay cả những đột biến gen có ích cũng vẫn có thể có những hạn chế, chẳng hạn nhiều dạng cây có tính chống bệnh cao lại cho năng suất thấp. Vì vậy, phần lớn các đột biến mới vẫn phải chọn lọc, trước khi có thể áp dụng rộng rãi trong sản xuất. Gây đột biến tỏ ra có lợi ở những giống đã có sẵn nhiều ưu điểm cơ bản, như năng suất, chất

lượng. Trong trường hợp này, thâm dò gây đột biến để tăng cường một tính chống chịu nào đó (sâu bệnh, khô hạn, úng ngập, chua mặn v.v.) để các giống này có thể thích ứng với một vùng sinh thái mới hoặc những điều kiện mới nhanh hơn nhiều so với việc đưa các gen chống chịu bằng phương pháp lai tạo truyền thống.

Hiện nay, việc chọn lọc các dạng đột biến có lợi ở mức tế bào kết hợp với kỹ thuật nuôi cấy mô có thể là biện pháp hứa hẹn nhất để cải tạo cây trồng. Công trình theo hướng này nhằm nâng cao hàm lượng protein, tính kháng bệnh v.v. đang được tiến hành ở Viện Nghiên cứu Lúa Quốc tế (IRRI). Công trình chọn các dòng lúa chịu mặn dựa trên biến dị dòng soma cũng được nghiên cứu ở Viện Di truyền Nông nghiệp.

Một điều cũng đáng lưu ý là các thể đột biến nhân tạo có kiểu hình rất giống với các thể đột biến tự nhiên trong các quần thể hoang dại. Cho nên, phương pháp gây đột biến nhân tạo cũng đóng góp thêm vào việc xây dựng lý luận về nguồn gốc và sự tiến hóa của thực vật, chẳng hạn minh họa cho quy luật của N.I.Vavilov về dãy biến dị tương đồng (những loài càng gần nhau về mặt phát sinh chủng loại thì càng có sự giống nhau hơn trong dãy biến dị di truyền của chúng).

3. ĐA BỘI THỂ VÀ GÂY ĐA BỘI

Như đã nói ở phần trên, người ta gọi thể đa bội là sự có mặt trong nhân tế bào một bội số lớn hơn 2 của hệ gen cơ bản. Chẳng hạn, lúa mì mềm ($2n = 42$) là một thể lục bội với số nhiễm sắc thể (n) cơ bản là 7.