

DI TRUYỀN HỌC CÁC VI SINH VẬT DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP

Tiến sĩ B. REIFF

Bên cạnh việc chọn lọc các giống mới và đưa vào các phương pháp phù hợp với vi sinh vật học công nghiệp, cần phải chú ý đến việc nâng cao hơn nữa năng suất của các nơi sản xuất đã có cũng như của các nơi hoang dại có lợi. Để làm được điều đó, người ta có thể thay đổi các điều kiện dinh dưỡng và sinh trưởng của vi sinh vật cho thích hợp cũng như sử dụng các chất kim hãm và kích thích, với điều kiện những chất này không quá đắt. Mặt khác, có thể dùng các biến đổi di truyền để cải thiện một cách đáng kể quá trình sản xuất vật chất của vi sinh vật. Trong vấn đề này, thì việc tạo ra và sử dụng các thể đột biến có lợi mang ý nghĩa nổi bật. Nhờ hiện tượng đột biến, người ta đã thu được những giá trị cao của các chất chuyển hóa bậc I và bậc II, đã loại trừ được các sản phẩm bậc II không mong muốn một cách có hiệu quả, cũng như đã làm cho nhiều sản phẩm bậc II mới trở nên có lợi đối với sản xuất. Cũng nhờ các thể đột biến mà các con đường sinh tổng hợp bậc II được làm sáng tỏ, quá trình kim hãm bởi các nguồn cacbon trong các môi trường dinh dưỡng bị triệt tiêu (tức là tạo được các thể đột biến đề kháng đối với hiện tượng kim hãm phân giải), và các giai đoạn phát triển nhất định (như sự hình thành bào tử ở vi khuẩn) được phân tích rõ ràng. Ngoài ra, có thể tạo nên những cơ thể tự dưỡng mới, có quá trình sản xuất vật chất giá trị hơn, từ các cơ thể dị dưỡng.

Như vậy, khả năng ứng dụng của di truyền học trong vi sinh vật học công nghiệp thật là vô tận. Trong một thời gian dài, quá trình sinh sản hữu tính được coi như quá trình duy nhất gây ra sự tái tổ hợp của nguyên liệu di truyền. Nhưng trong 30 năm gần đây, hàng loạt các cơ chế tổ hợp mới như thể của chất di truyền, đã được phát hiện. Đó là những phát hiện về các hiện tượng biến nạp, tải nạp,

tiếp hợp vi khuẩn và những quá trình khác.

Ở nấm thì quá trình tái tổ hợp xôma được coi như một hiện tượng tương phản của quá trình sinh sản hữu tính. Hiện tượng này, đã được chứng minh ở nấm nang (Ascomycetes), cả ở nấm bất toàn (Fungi imperfecti) và nấm đảm (Basidiomycetes). Ở đây các tế bào dinh dưỡng cũng có khả năng trao đổi nguyên liệu di truyền. Cơ chế làm cơ sở cho những quá trình trao đổi kiểu như vậy chính là sự tái tổ hợp trong mitoz. Thông thường, hiện tượng này xảy ra ở các thể lưỡng bội và dị hợp tử. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, cũng có thể thấy ở các sợi nấm đơn bội. Ví dụ, người ta đã chứng minh rằng, ở các thể dị nhân của *Aspergillus nidulans* đôi khi xuất hiện các nhân lưỡng bội, ở những nhân này xảy ra các hiện tượng tái tổ hợp (phân chia nhân, trao đổi chéo trong mitoz và đơn bội hóa). Hiện tượng mà cuối cùng dẫn đến những kết quả giống như khi xảy ra tái tổ hợp trong mitoz, gọi là hiện tượng cận tính. Ý nghĩa thực tiễn của hiện tượng này là ở chỗ, nó mở ra con đường phát triển hơn nữa việc nuôi cấy định hướng những loài không giới tính có ý nghĩa lớn đối với công nghiệp.

Từ một vài sự kiện đã nêu trên, có thể thấy rõ rằng một sự hợp tác chặt chẽ giữa di truyền học và vi sinh vật học công nghiệp là cần thiết đến mức nào. Trên cơ sở nhận thức như vậy, cũng như dựa vào những thành tựu đã đạt được về mặt này trong các lĩnh vực khác nhau (điều hòa sinh tổng hợp men và biến đổi hoạt tính men, kiểm soát di truyền các con đường sinh tổng hợp, sinh tổng hợp công nghiệp các aminoaxit và nucleotit, sinh tổng hợp các ancaloit, sinh tổng hợp các chất kháng sinh và các thành phần tương tự). Giáo sư Málek và các cộng tác viên của Học viện Vi sinh vật thuộc Viện hàn lâm Khoa học Tiệp-khắc đã tổ chức hội nghị chuyên

đề quốc tế lần thứ nhất « Di truyền học của các vi sinh vật dùng trong công nghiệp » từ ngày 23 đến ngày 28-8-1970 tại Praha. Các đại biểu đứng hàng đầu về lý luận và thực nghiệm — ngoài ra còn rất nhiều nhà vi sinh vật học trong nước đứng ra tổ chức — qua các báo cáo của mình đã thông báo những tin tức tương đối toàn diện. Bên cạnh những vấn đề nghiên cứu cơ bản, hội nghị đã đề cập nhiều đến những tiến bộ trong việc nâng cao hiệu quả sản xuất. Đặc biệt đáng chú ý là các công bố về mặt này của Nhật-bản, Mỹ, Liên-xô và Tiệp-khắc. Ví dụ, nhờ sự chọn lọc dựa trên tính đề kháng với các đồng đẳng của triptophan, 5-fluoro-triptophan và 6-fluoro-triptophan người ta đã tạo được các thể đột biến của *Pseudomonas fluorescens* sản xuất pyrrolnitrin với số lượng nhiều gấp đôi so với nòi ban đầu. Các tác giả Liên-xô (Học viện di truyền và chọn giống vi sinh vật công nghiệp, Maxkva) cũng đã chọn lọc được các thể đột biến của *Micrococcus glutamicus* tạo thành L-lizin với thời gian lên men được rút ngắn (48 giờ ít hơn so với nòi ban đầu). Các cộng tác viên của học viện nghiên cứu chất kháng sinh ở Leningrat đã dùng các liều lượng S^{35} khác nhau để gây cảm ứng lên *Penicillium nigricans*, nhờ đó, tạo được các biến chủng (thể đột biến) sản xuất griseofulvin tăng 60 — 100% so với nòi ban đầu.

Đặc biệt cần phải nêu ra ở đây những bằng chứng có lợi hiển nhiên do việc sử dụng các vi sinh vật dị dưỡng. Đối với quá trình sản xuất công nghiệp các aminoaxit thì cả các thể đột biến dị dưỡng cũng như các thể đột biến không thể điều hòa đều rất đáng chú ý. Đa số các nòi hoang dại được phân lập từ tự nhiên, hầu như không thể sản sinh được các số lượng aminoaxit đủ để sử dụng công nghiệp, trừ trường hợp ngoại lệ đối với một số ít các aminoaxit (axit L-glutamic; D, L-alanin; L-valin). Nguyên nhân chủ yếu ở đây là ở chỗ, sự trao đổi chất của tế bào đã được điều hòa sao cho không xảy ra một sự sản xuất thừa nào. Các thể đột biến dị dưỡng không có khả năng tổng hợp các chất điều hòa (thường là sản phẩm cuối cùng hay một dẫn xuất của sản phẩm cuối cùng). Vì thế, khi phát triển trong các môi trường chứa không đầy đủ về mặt số lượng các chất dinh dưỡng không cần thiết, chúng sẽ sản xuất thừa và tiết ra môi trường các tiền chất hoặc các chất chuyển hóa tương tự của phản ứng bị ngăn trở. Đó là một nguyên tắc quan trọng đối với việc sử dụng các thể đột biến dị dưỡng để sản xuất lên men các aminoaxit. Ví dụ như, L-lizin đã

được sản xuất nhờ các nòi *Corynebacterium glutamicum* dị dưỡng homoxerin (hay treonin — nhờ các nòi dị dưỡng metionin) (Phòng thí nghiệm nghiên cứu Tokio, Kyowa Hakko Co., Tokyo). Các nhà vi sinh vật học Nhật-bản khác (Phòng thí nghiệm nghiên cứu trung tâm của Ajinomoto Co., Kwasaki) cũng đã tạo nên được các aminoaxit nói trên từ *Brevibacterium flavum*. Hiện tại, nòi ban đầu của vi sinh vật vừa nói trên sản xuất được 5 g/l lizin từ metionin. Trong khi đó, các thể đột biến cảm ứng với treonin hay metionin đã tổng hợp được 20g/l lizin mà không cần metionin. Ngược lại, với sự sản sinh lyzin treonin đã được tạo thành với số lượng cao, không từ các nòi dị dưỡng lizin hay metionin mà cũng không từ các nòi dị dưỡng izoloxin của vi sinh vật này. Ở Học viện nghiên cứu về chất kháng sinh và các quá trình chuyển hóa sinh học Rostoc gần Praha người ta cũng đã đi từ *Corynebacterium* sp. Etylmetansunfonat đã được dùng để gây cảm ứng đối với các thể đột biến cần homoxerin loxin hay aeginin và sản ra một số lượng lớn xitruilin, valin và lizin.

Các vi sinh vật dị dưỡng cũng đã được ứng dụng để sản xuất các nucleotit và các nucleozit (axit 5' — inozin, axit 5' — guanin, axit 5' — xantin, 5' — adenosin triphosphat, ADN, v.v...).

Những hiệu suất tổng hợp cao cũng thường đạt được nhờ hiện tượng hồi biến đã nói ở trên từ các vi sinh vật dị dưỡng thành các vi sinh vật tự dưỡng. Các tác giả xô viết ở Học viện di truyền và chọn giống vi sinh vật công nghiệp Maxkva đã chứng minh điều này qua quá trình tổng hợp riboflavin ở *Eremothecium ashbyii*. Bằng tác dụng của tia tử ngoại và của nitrozoguanidin, người ta đã tạo ra các nòi dị dưỡng purin và pyrimidin có hiệu suất sản sinh vitamin bị hạ thấp. Quá trình hồi biến thành vi sinh vật tự dưỡng đã tạo trở lại được chất tổng hợp ban đầu hoặc dẫn đến việc nâng cao quá trình sản xuất riboflavin. Các cộng tác viên của học viện này, cũng đã tiến hành những nghiên cứu với *Micrococcus glutamicus*, trong các thí nghiệm này, hiện tượng hồi biến mang thêm một « tính chất mới ». Ở các vi sinh vật nói trên, quá trình tổng hợp axit glutamic bị ảnh hưởng bởi nồng độ biotin của môi trường. Khi nồng độ biotin vượt quá nồng độ tối ưu, hoạt động tổng hợp bị giảm mạnh. Qua đó, một khó khăn sẽ xuất hiện trong việc sản xuất công nghiệp axit glutamic, vì quá trình này, sử dụng nước ép củ cải đường có chứa biotin làm cơ chất. Dưới tác dụng của hơi dietinsunfat hay của N-metin — N' — nitro — N — nitrozoguanidin,

các nòi dị dưỡng (dùng cho sản xuất aminoaxit và vitamin) đã được tạo nên. Bọn này ngay ở các nồng độ biotin cao vẫn sản xuất được lượng axit glutamic tăng gấp đôi so với nòi ban đầu. Các nòi cho năng suất cao nhất đã được lựa chọn từ các thể đột biến yêu cầu triptophan và loxin. Trong trường hợp này, các thể hồi biến không những đã lấy lại được khả năng tổng hợp aminoaxit không cần thêm vào các aminoaxit nói trên, mà còn thực hiện được điều đó cả trong rỉ đường là môi trường có nồng độ biotin cao. Như vậy người ta đã thu được ở các vi sinh vật này tính chất đề kháng rõ rệt đối với biotin. Đối với nòi ban đầu nồng độ biotin tối ưu là $7,5 \mu\text{g/ml}$, còn đối với các thể đột biến nhất định là $15-20 \mu\text{g/ml}$.

Các kết quả thực nghiệm đã làm sáng tỏ thêm mối quan hệ giữa hiện tượng đột biến và các hiện tượng tái tổ hợp trong meoz hay tái tổ hợp trong mitoz. Ví dụ như, bằng N-metin - N'-nitro - N'-nitro - N-nitrozo-guanidin người ta đã tạo ra được các thể đột biến của *Aspergillus niger* mà một số trong chúng có khả năng tạo thành các thể dị nhân. Một sự phân tích về hoạt tính glucoamilaza ở

các thể đột biến, các thể dị nhân và các thể tái tổ hợp đã cho thấy trong các dòng có sự tăng hiệu suất tổng hợp men này, một cách đáng kể so với nòi ban đầu.

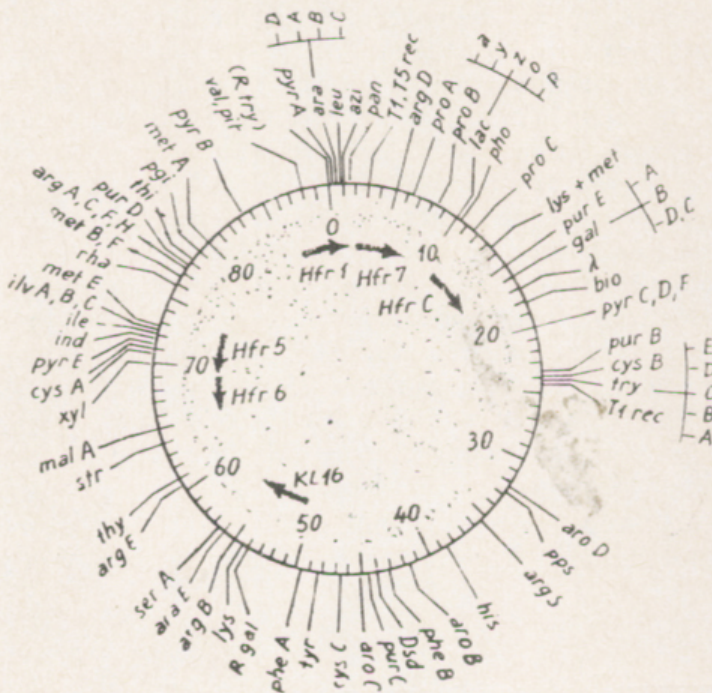
Tất nhiên, việc phân lập các nòi vi sinh vật có lợi luôn luôn phụ thuộc vào các phương pháp sàng lọc tương ứng. Trong đó, các tiêu chuẩn hình thái (các thể đột biến phân góc) cũng như tính đề kháng đối với các đồng đẳng trao đổi chất có ý nghĩa quan trọng đặc biệt.

Để chọn lọc có mục đích các dấu hiệu dành cho sự lai tạp, điều quan trọng là phải có được bản đồ nhiễm sắc thể của các giống vi sinh vật yêu cầu. Những bản đồ này, cho biết trình tự sắp xếp của các gen (sản xuất), xem hình 1. Điều đó càng quan trọng hơn trong việc công nhận các nòi sản xuất, khi mà, để đánh giá chúng, các dấu hiệu di truyền mới xuất hiện cần phải được chú ý đúng mức bên cạnh các tiêu chuẩn hình thái và sinh lí.

Những tiến bộ xa hơn của việc ứng dụng có hiệu quả di truyền học vào vi sinh vật học công

ngiệp không thể tách rời các nghiên cứu cơ bản theo những mục đích nhất định. Trong việc thu nhận một khối lượng lớn các thể đột biến, tất nhiên cần phải chú ý đến cơ chế tác dụng của các tác nhân gây đột biến cũng như đến vai trò của các cơ chế sửa chữa. Cơ sở lí luận của những vấn đề đó, đã được bàn đến ở những chỗ khác của tạp chí này (Wissenschaft und Fortschritt - N.D.) Ở đây, cần thiết phải bổ sung một điều rằng trong việc ứng dụng thực tiễn các tác nhân gây đột biến, người ta phải tính đến hiệu quả ba mặt của chúng, tức là, một mặt phải tính đến các hiện tượng đột biến và mặt khác, tính đến các hiện tượng tái tổ hợp bổ sung và bất bổ sung.

Để nâng cao một cách có hiệu quả việc sử dụng các thể đột biến thì trong tương lai, hiện tượng ngăn trở có mục đích của các quá trình sửa chữa cần phải được quan tâm hơn nữa. Theo đề nghị hợp lí của ban tổ chức hội nghị, tiếp theo phần cơ chế tác dụng của các tác nhân gây đột biến vai trò ngăn trở của các cơ chế sửa chữa được đưa ra thảo luận. Ở đây chỉ xin dẫn ra những kết quả về hiện tượng sửa chữa và về hoạt tính gây đột biến của các tác nhân ankín hóa.



H. 1 — Bản đồ gen của nhiễm sắc thể *E. Coli*.

Những con số cho biết những khoảng cách tương đối của gen được đo bằng những khoảng thời gian (tính bằng phút) là thời gian đủ cho từng gen riêng biệt chuyển vào các tế bào nhận trong khi tiếp hợp. Các mũi tên đánh dấu trình tự của các gen khi chuyển vào các vi khuẩn nhận. Chiều đi của nhiễm sắc thể là chiều ngược lại với chiều mũi tên.

(Theo H.G. Schlegel, 1969)

Ví dụ, dưới tác dụng của metinmetan sunfonat (MMS), các bazơ của hệ thống sửa chữa ở *Bacillus subtilis* không bị chạm đến; các nhóm metin không bị cắt rời khỏi ADN; vì thế, các ADN metin hóa có thể dùng làm cơ sở để tạo nên các ADN mới. Mặt khác, cũng có những nơi cảm ứng với MMS, ở những nơi này, do kết quả của hiện tượng ankin hóa, hệ thống sửa chữa được hoạt hóa. Người ta cho rằng, các liều lượng thấp của các tác nhân ankin hóa không gây nên hiện tượng phá vỡ. Những ADN nào chứa tới 30 000 nhóm metin trong một genom sẽ tự nhân lên và đó là cơ hội thuận tiện để xuất hiện những sai sót trong quá trình sao lại.

Cuối cùng cũng xin nhắc đến một vài vấn đề đáng quan tâm của di truyền học vi khuẩn. Sự truyền nguyên liệu di truyền nhờ hiện tượng tiếp hợp ở vi khuẩn thông thường liên quan đến nhân tố sinh dục F (hình 2), nhân tố này chứa các xác định thể đối với đặc tính của thể cho. Nhân tố sinh dục F ở *Escherichia coli* là một đoạn ADN hình xoắn, dài 25 μ m. Nó nằm tự do trong tế bào chất hay gắn vào nhiễm sắc thể. Trong cả hai trường hợp, nó đều xác định hiện tượng tiếp hợp với các tế bào không chứa nó. Ở trong tế bào chất, nó rất bền vững, tự nhân lên và trong tiếp hợp, bản thân nó được truyền đi. Khi gắn với nhiễm sắc thể, nó như trở thành một bộ phận của nhiễm sắc thể, được sao lại cùng với nhiễm sắc thể và trong tiếp hợp được truyền đi cùng với nhiễm sắc thể. Việc gắn nhân tố giới tính vào nhiễm sắc thể được tiến hành nhờ một bước tái tổ hợp duy nhất giữa nhiễm sắc thể hình xoắn và nhân tố giới tính ở các đoạn tương đồng di truyền, là nơi xảy ra sự ghép đôi. Sự tách đôi của các đoạn tương đồng này, sau tái tổ hợp, đã dẫn đến việc giải phóng nhân tố giới tính vào tế bào chất. Thông thường, đây là những sự kiện hiếm.

Có những trường hợp một phần của nhân tố giới tính kết đôi một cách bất hợp lý với

một đoạn ít tương đồng hơn, do đó sự tái tổ hợp đã làm xuất hiện một nhân tố F, có mang một đoạn nhiễm sắc thể của vi khuẩn. Bằng cách như thế, các gen nhiễm sắc thể đi vào tế bào chất. Ở đó, chúng tự nhân lên cùng với nhân tố giới tính và trong tiếp hợp, được truyền sang các tế bào vi khuẩn khác.

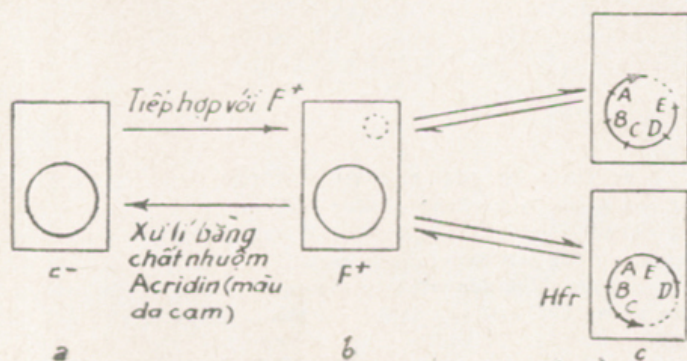
Một hiện tượng tương tự cũng thấy ở thực khuẩn thể, ví dụ ở các fagor λ của *E. coli*. Sau khi xâm thực, nhiễm sắc thể của phage — đang lẽ bước vào chu trình hòa tan — lại có thể gắn những xaitơ (site) nhiễm sắc thể đặc biệt. Cũng như ở F, đôi khi nó có thể sát nhập một đoạn nhiễm sắc thể ở gần. Nhưng ngược lại với F, theo qui luật, nó tiếp tục tự nhân lên. Nó được bao bọc bằng một vỏ protein để cuối cùng trở thành tự do như một fagor gây bệnh, mang những gen vi khuẩn nhất định và truyền những gen này sang các vi khuẩn cảm ứng fagor.

Khác với các nhân tố giới tính, các « plaxmit » khác là những dạng tế bào chất thuần nhất không có khả năng gắn bó vào các nhiễm sắc thể. Chúng xác định tính đề kháng đối với nhiều tác nhân hóa học trị liệu cũng như đối với các kim loại. Để có khái niệm, xin xem bảng 1.

Nguồn gốc của tất cả các nhân tố ngoại nhiễm sắc còn chưa rõ. Hayes cho rằng chúng xuất hiện nhờ sự tăng gấp đôi các đoạn nhiễm sắc thể kiểm soát quá trình sao lại hay từ các genom thiếu hụt của các fagor.

Các nghiên cứu mới hơn đã cho biết rằng, phạm vi tác dụng của các nhân tố giới tính có thể được mở rộng ra đối với cả việc lai giữa các giống (genus — N.D.) vi sinh vật khác nhau. Thực tế đó có thể sẽ cho phép người ta tạo nên một kĩ thuật mới, mà nhờ nó, những dạng vi khuẩn hoàn toàn mới có thể được tạo ra, ví dụ như chúng sẽ xuất hiện nếu cho *Escherichia coli* tiếp hợp với *Salmonella typhi*.

Những cơ sở khác về vấn đề các nhân tố giới tính cũng được trình bày trong phạm vi di truyền học của các *Streptomyces*. Các nghiên cứu về hệ thống sinh dục của *Streptomyces*



Hình 2 — Các loại giới tính của *E. coli*.

a. Vi khuẩn không có nhân tố giới tính (F—) hoạt động như thể nhận. Nhờ sự tiếp hợp với một nơi F+ nó có thể trở thành một vi khuẩn F+ (b). Do xử lý tế bào bằng thuốc nhuộm acridin, F bị thoái ra. Sự gắn nhân tố giới tính vào nhiễm sắc thể vi khuẩn sẽ cho dạng Hfr (c). Sự gắn có thể xảy ra ở những chỗ khác của nhiễm sắc thể, nó xác định điểm đầu và chiều truyền giao nhiễm sắc thể (điểm đầu mũi tên !)

(Theo H.G. Schlegel, 1969)

Bảng 1 — Các dấu hiệu ở vi khuẩn được xác định nhờ các nhân tố ngoại nhiễm sắc (theo W. Hayes, 1970, đã rút gọn)

Dấu hiệu	Kiểu plaxmit	Vi khuẩn mang	Nguồn gốc có thể của các xác định thể
Penicillinaza	Có thể truyền được Không thể truyền	Enterobacterium Staph. pyogenes	Nhiễm sắc thể vi khuẩn?
Đề kháng với các kim loại	Có thể truyền được Không thể truyền	Enterobacterium Pseudomonas Staph. pyogenes	Plaxmit?
Đề kháng với chất kháng sinh	Có thể truyền được Không thể truyền Không thể truyền	Enterobacterium Enterobacterium Staph. pyogenes	Chưa biết
Lên men lactoza	Có thể truyền được	Enterobacterium	Nhiễm sắc thể vi khuẩn?
Nội độc tố	Có thể truyền được	Enterobacterium	Chưa biết

coelicolor A/3/2 đã cho biết ở chúng có hai kiểu nòi. Kiểu R⁻ gồm các nòi thực tế không cho các thể tái tổ hợp nếu đem chúng lai tạp với nhau. Kiểu R⁺. Ngược lại, gồm các nòi "hữu thụ". Tần số tái tổ hợp trong số các bào tử và trong dịch nuôi cấy hỗn hợp, khoảng từ 10^{-3} đến 10^{-6} tùy theo nòi tổ hợp và điều kiện nuôi cấy. Tuy nhiên, người ta đã cho biết có các thể đột biến tạo thành 100% các thể tái tổ hợp với các nòi khác ở trong dịch nuôi cấy hỗn hợp. Ngược lại, với các nòi có giới tính bình thường (NF), chúng được gọi là những nòi siêu hữu thụ (UF). Các nòi UF này đã được thử nghiệm giới tính của mình đối với các nòi R⁺ và R⁻ nói trên. Các tần số tái tổ hợp cao đã xuất hiện khi lai với các nòi R⁺, nhưng hoàn toàn không có tái tổ hợp xảy ra khi lai với các nòi R⁻ hay giữa chúng với nhau. Bởi vậy, các nòi UF thuộc về nhóm R⁻. Nó được kí hiệu là UR⁻ để nhấn mạnh đặc tính rõ rệt của chúng như là các nòi nhận. Trong các trường hợp này, cũng có một nhân tố giới tính mang tính chất phân hóa. Như, trong giao phối R⁺ × R⁻, 10^{-4} các dấu hiệu quan trọng đã tham gia vào sự trao đổi. Ngược lại, nhân tố giới tính được truyền cho trên một nửa các thể nhận. Người ta cho rằng — tương tự như đối với E. Coli K12 — ở chúng, một nhân tố F ngoại nhiễm sắc đã xuất hiện. Mặt khác, không loại trừ khả năng cho rằng, hiện tượng truyền giao đã quan sát thấy không hề có quan hệ tới bản thân nhân tố này mà tới một cofactor nào đó, cofactor này hoạt hóa một tiền phần chưa rõ.

Bên cạnh các mục đích trước mắt đã được đặt ra vì lợi ích kinh tế, không thể quên các

trạng huống đang xuất hiện có ý nghĩa quan trọng đối với tương lai. Di truyền học đã được phát triển mạnh mẽ trên cơ sở phân tử, nó sẽ dần dần tiến vào sinh hóa học và lí sinh học của ADN. Đối với thực tiễn thì trình tự của các gốc bazơ trong phân tử ADN là đặc biệt có ý nghĩa. Cũng mới có tương đối ít tài liệu đề cập đến hiệu quả gen và các biểu hiện cuối cùng của các dấu hiệu. Về phương diện ứng dụng thực tế các kiến thức di truyền học phân tử vào các vi sinh vật công nghiệp thì các cơ sở di truyền học và sinh lí học sâu sắc hơn về sự chuyển hóa ADN là cần thiết hơn các quá trình hoạt hóa gen và cấu tạo gen. Bên cạnh đó, các replicon quan trọng cần được phân tích, cũng như cơ chế của hiện tượng sao lại cần được khảo nghiệm kĩ càng hơn.

Đương nhiên, một mình công nghiệp hay các viện nghiên cứu có liên quan tới công nghiệp không thể tiến hành những nghiên cứu kiểu như vậy. Bởi thế ở nhiều nước, các trường đại học và các cơ quan nghiên cứu thuộc viện hàn lâm đang tiến hành những sự hợp tác chặt chẽ với công nghiệp. Ở nước Cộng hòa dân chủ Đức, cuộc cải cách viện hàn lâm và nhà trường cao đẳng đã tạo ra cho các tổ chức này những tiền đề cần thiết về mặt hành chính để họ có thể cộng tác mạnh mẽ và chặt chẽ hơn nữa với các ngành công nghiệp.

KIỀU HỮU ẢO

dịch từ tạp chí Wissenschaft und Fortschritt
(Cộng hòa dân chủ Đức) số 20, tháng 12-1970