

I. Khái niệm và cơ sở khoa học của Công nghệ tế bào

Công nghệ tế bào là một ngành của công nghệ sinh học, bao gồm quy trình kỹ thuật ứng dụng phương pháp nuôi cấy tế bào hoặc mô để tạo ra cơ quan hoặc cơ thể hoàn chỉnh. Cơ sở khoa học của công nghệ tế bào dựa trên các đặc tính cơ bản của tế bào.

- **Đối với thực vật:** Dựa trên tính toàn năng của tế bào, tức là mỗi tế bào của một cơ thể đa bào đều chứa toàn bộ thông tin di truyền đặc trưng của loài đó và có khả năng phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh khi được nuôi cấy trong môi trường thích hợp.
- **Đối với động vật:** Tế bào động vật không có tính toàn năng như thực vật, nhưng các tế bào phôi sớm (tế bào gốc phôi) có khả năng biệt hóa thành nhiều loại mô, cơ quan khác nhau.

II. Ứng dụng Công nghệ tế bào trong chọn giống cây trồng

1. Nuôi cấy mô tế bào (Nhân giống in vitro)

Đây là phương pháp nuôi cấy các tế bào, mô thực vật trong môi trường dinh dưỡng nhân tạo, vô trùng để tạo ra các cây con hoàn chỉnh, đồng nhất về mặt di truyền.

Quy trình công nghệ:

1. **Chọn vật liệu nuôi cấy:** Lấy các bộ phận non, đang phân chia mạnh như đỉnh sinh trưởng, lá non, thân non.

2. **Khử trùng:** Rửa sạch mẫu bằng nước và xà phòng, sau đó khử trùng bề mặt bằng các hóa chất như cồn, javen.
3. **Tạo mô sẹo (callus):** Cấy mẫu vào môi trường dinh dưỡng đặc có bổ sung hormone sinh trưởng (auxin, cytokinin) để kích thích tế bào phân chia tạo thành khối mô sẹo.
4. **Tái sinh cây:** Chuyển mô sẹo sang môi trường có tỷ lệ hormone phù hợp để kích thích mô sẹo phân hóa thành rễ, thân, lá, tạo cây con hoàn chỉnh.
5. **Chuyển cây ra vườn ươm:** Khi cây con đủ lớn và khỏe mạnh, chuyển ra trồng trong điều kiện tự nhiên.

Ví dụ minh họa:

- **Nhân giống khoai tây:** Từ một củ khoai tây sạch bệnh, người ta có thể tạo ra hàng triệu cây giống trong một năm, đảm bảo năng suất cao và không bị nhiễm virus.
- **Nhân giống hoa lan:** Các giống lan quý hiếm (lan hồ điệp, địa lan) được nhân nhanh với số lượng lớn, giữ nguyên các đặc tính tốt của cây mẹ (màu sắc, hình dạng hoa).
- **Sản xuất cây chuối:** Nhân giống nhanh các giống chuối có năng suất cao, kháng bệnh (như bệnh vàng lá Panama), cung cấp cây giống đồng đều cho sản xuất quy mô lớn.

2. Nuôi cấy hạt phấn hoặc noãn chưa thụ tinh

Phương pháp này dùng để tạo ra các cây đơn bội (n), sau đó lưỡng bội hóa để tạo ra dòng thuần chủng (2n) một cách nhanh chóng.

Quy trình công nghệ:

1. **Nuôi cấy:** Lấy hạt phấn hoặc noãn chưa thụ tinh từ cây bố mẹ có kiểu gen mong muốn, nuôi cấy trong môi trường nhân tạo để phát triển thành cây đơn bội (n).
2. **Lưỡng bội hóa:** Xử lý các cây đơn bội bằng hóa chất consixin (colchicine) để gây đột biến đa bội, làm cho bộ NST nhân đôi nhưng không phân li, tạo ra cây lưỡng bội ($2n$) thuần chủng.

Ý nghĩa: Rút ngắn thời gian tạo dòng thuần từ 7-8 thế hệ (bằng phương pháp tự thụ phấn) xuống còn 1-2 năm.

Ví dụ minh họa:

- **Tạo giống lúa thuần chủng:** Các nhà khoa học đã tạo ra các giống lúa mới có khả năng chịu mặn, kháng sâu bệnh bằng cách nuôi cấy hạt phấn và lưỡng bội hóa, giúp tiết kiệm thời gian đáng kể.
- **Tạo giống ngô, thuốc lá:** Phương pháp này được áp dụng thành công để tạo ra các dòng ngô, thuốc lá thuần chủng có các đặc tính nông học ưu việt.

3. Dung hợp tế bào trần (Lai tế bào soma)

Đây là kỹ thuật lai giữa hai tế bào sinh dưỡng (tế bào soma) khác loài, tạo ra tế bào lai mang bộ nhiễm sắc thể của cả hai loài, từ đó phát triển thành cây lai khác loài.

Quy trình công nghệ:

1. **Loại bỏ thành tế bào:** Xử lý tế bào của hai loài thực vật bằng enzyme (cellulase, pectinase) để loại bỏ thành cellulose, tạo ra tế bào trần (protoplast).
2. **Dung hợp:** Đưa các tế bào trần vào môi trường có tác nhân kích thích sự dung hợp như keo polyetylen glycol (PEG) hoặc xung điện cao áp.
3. **Nuôi cấy tế bào lai:** Nuôi cấy các tế bào lai trong môi trường dinh dưỡng đặc biệt để chúng tái tạo thành tế bào và phát triển thành cây lai.

Ý nghĩa: Tạo ra các giống cây trồng mới mang đặc điểm của cả hai loài mà bằng phương pháp lai hữu tính thông thường không thể thực hiện được do trở ngại về sinh sản.

Ví dụ minh họa:

- **Cây Pomato:** Là thành tựu kinh điển của phương pháp này, cây lai được tạo ra từ việc dung hợp tế bào trần của cây khoai tây và cây cà chua. Cây này cho củ khoai tây ở dưới đất và quả cà chua trên thân. Tuy nhiên, giống này chưa được ứng dụng rộng rãi do năng suất thấp.
- **Tạo giống lúa lai:** Các nhà khoa học đã cố gắng lai tế bào lúa với các loài hoang dại có khả năng kháng bệnh tốt để tạo ra giống mới.

III. Ứng dụng Công nghệ tế bào trong chọn giống vật nuôi

1. Nhân bản vô tính (Cloning)

Là quá trình tạo ra một hoặc nhiều cá thể có kiểu gen hoàn toàn giống với cá thể gốc mà không qua quá trình sinh sản hữu tính.

Quy trình công nghệ (Kỹ thuật chuyển nhân tế bào soma - SCNT):

1. **Lấy tế bào:** Lấy một tế bào soma (ví dụ tế bào tuyến vú) từ cá thể A (cá thể cần nhân bản). Đồng thời, lấy một tế bào trứng từ cá thể B.
2. **Loại bỏ nhân:** Loại bỏ nhân của tế bào trứng (của cá thể B).
3. **Chuyển nhân:** Chuyển nhân từ tế bào soma (của cá thể A) vào tế bào trứng đã bị loại bỏ nhân.
4. **Kích hoạt phôi:** Dùng xung điện để kích thích tế bào trứng đã được chuyển nhân phát triển thành phôi.
5. **Cấy phôi:** Cấy phôi vào tử cung của một cá thể cái C (cá thể mang thai hộ).
6. **Sinh sản:** Cá thể C sinh ra con có kiểu gen giống hệt cá thể A.

Ý nghĩa:

- Nhân nhanh các giống vật nuôi quý hiếm, có năng suất cao.
- Bảo tồn các loài động vật có nguy cơ tuyệt chủng.
- Tạo ra các động vật chuyển gen để sản xuất thuốc, protein hoặc làm mô hình nghiên cứu bệnh ở người.

Ví dụ minh họa:

- **Cừu Dolly (1996):** Là động vật có vú đầu tiên được nhân bản vô tính thành công từ tế bào soma trưởng thành, mở ra một kỷ nguyên mới cho công nghệ sinh học.
- **Nhân bản bò sữa:** Các con bò sữa cho năng suất kỷ lục được nhân bản để tạo ra một đàn bò có năng suất cao đồng đều.

- **Nhân bản khỉ:** Năm 2018, các nhà khoa học Trung Quốc đã nhân bản thành công hai con khỉ (Zhong Zhong và Hua Hua) bằng phương pháp SCNT, mở ra tiềm năng nghiên cứu các bệnh ở người trên mô hình linh trưởng.

2. Cấy truyền phôi

Là kỹ thuật lấy phôi từ một con cái cho (donor) có năng suất cao và cấy vào tử cung của nhiều con cái nhận (recipient) để tạo ra nhiều con non có kiểu gen quý.

Quy trình công nghệ:

1. **Chọn lọc và gây rụng trứng hàng loạt:** Chọn con cái cho có đặc tính tốt, tiêm hormone để gây rụng nhiều trứng cùng lúc (superovulation).
2. **Phối giống:** Cho con cái cho phối giống với con đực tốt nhất bằng phương pháp tự nhiên hoặc thụ tinh nhân tạo.
3. **Thu hoạch phôi:** Sau khi thụ tinh, thu phôi từ tử cung của con cái cho.
4. **Cấy phôi:** Cấy các phôi thu được vào tử cung của những con cái nhận đã được xử lý hormone để có chu kỳ sinh sản đồng bộ với con cái cho.
5. **Mang thai và sinh sản:** Các con cái nhận sẽ mang thai và sinh ra các con non có kiểu gen của cặp bố mẹ cho.

Ý nghĩa:

- Tăng nhanh số lượng con của một cặp bố mẹ ưu tú trong thời gian ngắn.
- Rút ngắn thời gian cải tiến di truyền của đàn vật nuôi.

- Có thể kết hợp với kĩ thuật phân cắt phôi để tạo ra nhiều cá thể song sinh cùng trứng.

Ví dụ minh họa:

- **Trong chăn nuôi bò:** Một con bò mẹ cao sản thay vì chỉ sinh một con mỗi năm, có thể tạo ra 10-20 con non thông qua cấy truyền phôi.
- **Trong chăn nuôi ngựa:** Nhân nhanh các giống ngựa đua quý hiếm có thành tích cao.
- **Trong chăn nuôi cừu, dê:** Áp dụng để tăng nhanh số lượng cá thể của các giống cho len, sữa chất lượng cao.

IV. Bảng so sánh các kĩ thuật công nghệ tế bào

Kĩ thuật	Đối tượng	Mục tiêu chính	Sản phẩm
Nuôi cấy mô tế bào	Thực vật	Nhanh giống cây trồng, tạo cây sạch bệnh	Cây con đồng nhất di truyền
Dung hợp tế bào trần	Thực vật	Tạo giống mới lai khác loài	Cây lai mang bộ NST của 2 loài
Nhân bản vô tính	Động vật	Tạo cá thể có kiểu gen giống hệt cá thể gốc	Cá thể con giống hệt cá thể cho nhân
Cấy truyền phôi	Động vật	Tăng nhanh số lượng con của cặp bố mẹ ưu tú	Nhiều con non từ một cặp bố mẹ gốc