

第壹編 生物產業技術

台大生機系 馮丁樹教授

第三章 生命的基本符碼

基於過去十多年來生物技術之快速發展，人類改造生物體基因或轉殖生物體基因之時代已在 1980 年代來臨，而這些科技的影響則相當深遠。任何一項基因轉殖植物之成就，均會造成農企業之革命。例如，豆科固氮基因轉殖水稻、小麥等，將減少大量氮肥之施用。而基因轉殖作物對農業之貢獻，基本上有增加產量、改良風味、增加營養價值、減少肥料之使用、減少農藥之使用、提供永續生質能源、改進土地利用狀況及提供製造特殊藥劑原料等。此一技術在社會上亦會帶來另一方面之衝擊，包括天然基因庫之改變、破壞食物鏈、侵犯傳統育種學家之工作權、製造頑固之病蟲及嚴重侵蝕傳統之農業經濟。

修改生物體染色體中之基因符碼是基因工程之基礎。許多農業先進科學家利用動植物做實驗，以找出改變其遺傳基因之方法，以克服農業上之各種問題。

3.1 目標

- 定義基因之術語
- 基因切株可能是一個合理的解決方案
- 確立動植物基因符碼可能改變的方式
- 分析動植物無性繁殖的價值。
- 說明基因工程為何可以增進動植物之健康

--評估新生命型式產生後所引起的道德與倫理問題。

3.2 雜交優勢

在生物界，兩個遺傳基礎不同的植物或動物進行雜交，其雜交後代所表現出的各種性狀均優於雜交雙親，比如抗逆性強、早熟高產、品質優良等，就稱之為雜交優勢。雜交產生優勢是生物界普遍存在的現象。

雜交優勢表現在三個方面：一是雜交後代的營養體大小、生長速度和有機物質積累強度均顯著超過雙親。這類優勢有利於農業生產的需要，但對生物自身的適應性和進化來說並不一定有利。二是雜交後代的繁殖器官優於雙親，例如農作物結籽多，產量高；家畜產仔多，成活率高等。三是表現為進化上的優越性，如雜交種的生活力強，適應性廣，有較強的抗逆力和競爭力。上述三種優良性狀。一般說來，雜交優勢都表現在雜交第一代，從第二代起雜交優勢就明顯下降。因此，在農業生產上主要是利用雜交第一代的增產優勢。

雜交優勢理論廣泛地應用於農業，培育出品類眾多的高產優質的農作物和畜禽新品種，開創現代農業的新時代。

在歷史上最廣泛應用此項雜交技術的是馬與驢雜交後產生騾。騾子不但有馬的力氣而且兼有驢脾氣的耐性，故在曳引機未普遍應用前，常為田間主要之拉力源。

豬之雜交品系目前已完全商品化，其主要結合純母系之種豬與純父系之公種豬，進行配對。這種雜交後之仔豬品種雖優良，但無法拿來作為種豬再進行配對繁殖，主要是無法再獲得最佳的雜交優勢。將雜交豬進行育種配對後，一部份可能類似父系特性，另一部份仍為雜交系的特性。原來利用純種父母系所產生之雜交優異勢及均勻性均會因而失去。

現代農業生產上最早應用雜交優勢的是玉米、水稻和小麥，稍後應用於經濟作物、果蔬等。雜交玉米的培育和應用，使世界

玉米產量大幅度增長，1940 年玉米平均畝產僅 120 公斤，50 年代增加到 225 公斤，90 年代玉米畝產已經達到 300 公斤了。現今全世界近 20 億畝玉米有 4/5 採用雜交種。雜交水稻 70 年代育成並應用於生產以來，種植面積逐年擴大，產量持續增長。大陸雜交水稻種植面積發展到 3.0 億畝，平均畝產 500 公斤以上，最高畝產達 1000 公斤。矮稈小麥在亞、非、拉地區推廣，20 年間使小麥產量提高 1.5 倍。世人把雜交水稻、雜交玉米和矮稈小麥的培育、傳播和獲取高產，稱之為 20 世紀的“綠色革命”。

除主要穀物之外，科學家還成功地把雜交優勢理論應用於棉花、油料、蔬菜、果樹以及其他各類作物；後來又採用了遠緣雜交、單倍體、多倍體和輻射育種等育種新技術，培育出品類繁多、高產優質的新品種。科學家指出，現今世界農業生產上應用的多數新品種都源於雜交育種；雜交優勢利用是選育高產優質新品種的最有效最成熟的方法之一，它在未來選育新品種工作中仍將起重要作用。

<http://www.bast.cn.net/kxmc/8/13.htm>

3.3 易採收品系

一些水果或蔬菜採收時，使用機械容易遭受損傷。但改變蔬果本身之性質則可以減輕這方面的傷害程度。種植番茄時可以先行選種，使其在採收時成熟期一致，如此不但有利採收，而且可以找到果皮較厚的品系使其在收穫過程中，忍受機械劇烈的碰撞，採收後仍有良好的品質。新的小麥品種經改良後，可以抵抗銹枯病及其他病害的侵襲，而且可以使其單位產量大為提高。以水稻為例，體矮、莖強、抗倒伏、不易掉穗的品種已陸續開發，並可適應聯合收穫機之收穫作業。其他小粒種作物亦有類似的品系出現，使機械化之工作更容易進行，並避免收穫時所造成之田間損失。許多家禽品系亦有類似的研究與發展，不但生長迅速，肉質好，而且換肉率高。

3.4 育種

在過去的年代，傳統之選擇育種(Selective breeding)方式曾廣被用於選擇或改變生物體本身之基因特性，但所需時間甚長，每育成一種品系常需經年累月。這種古老的方法是以單株品種相互配對，以尋找良好的品系。以茶樹之育種為例，一個良好品系獲得命名常需經歷十數年之久，這種速度常使年青的研究者視其為畏途。

生物體之改變可以經由兩種優良的單體進行配對而產生。這種過程類似高級動物進化時之自然選擇。在自然的環境裡，一個生物體顯現其在某種特定能力上之改善特徵時，會自然增加其數量，並形成族群優勢。故若能利用這種顯示之特性進行選擇時，其育種過程應可加速進行，尤其在禽畜方面之育種更是如此。而基因工程則是跳過這項漫長的選擇程序，直接在目標品系上將所希望的基因植入染色體中。如此，在目標生物體中，可即從其他生物體獲得良好基因。

選擇育種的方式，無論是自然變異還是人工創造的變異，從產生變異開始到培育成為品種的整個的過程中都是在培育的基礎上。選擇的過程，即便在已經培育成功的品種中仍然能透過選擇方法繼續育種。選擇的作用不僅僅是把植物已經有的變異篩選出來，祛除不利的變異，而且對發生變異的植株要通過連續的選擇，就能夠使變異定向發展，積累和鞏固，形成新的類型。所以選擇也是具創造性的勞動。

選擇的基本方法有：

1. 個體選擇法：就是以植株的個體為單位進行的選擇。
2. 混合選擇法：按照育種目標的要求，從變異群體中選擇出具有一定生長特點的一些優良的個體進行混合授粉。

以往我們的農業科學以追求產量為主，但隨著人民生活水準的提高，農產品的質量逐漸成為重要的指標，育種目標也因而轉向質量並重。兩造之間其特點如下：

1. 品質的概念屬相對性，不同的作物以及同一作物產品用於不同的用途對品質的要求和評價標準可能完全不同，例如用大麥做飼料或釀酒，油菜籽油用做食油或工業用油，其所需之蛋白質和芥酸含量自有不同。前述之早熟品系與同熟品系等之要求亦不同。品質育種亦而具多樣化的特點。

2. 瞭解事物的質比量更難，作物的品質育種和產量育種也具有類似的關係。譬如，小麥育種中可以根據其株穗大小、成穗多少、稈的高矮和強度以及抗病性如何對其未來的豐產性、穩產性作出粗略的估計，然而卻很難根據某個直觀的指標推測其籽粒的蛋白質含量以及是否適於烤制麵包等等。所以，進行品質育種往往需要借助於某些科學儀器進行分析鑑定，其投資大、費用較高。

3. 農作物產品的品質和產量之間、營養成分中不同組分之間多呈負相關。穀類作物單產提高時其蛋白質含量往往降低，營養品質下降；相反，品質改良後，其產量又會降低；再如，大豆的油分和蛋白質在營養價值和經濟價值上各有其重要性，但二者之間也呈負相關。

基於上述原因，育種中很容易顧此失彼，無法兼顧。然而，育種家的使命就是要在這些一般規律中尋找特殊規律，從而育成理想的品種。事實上，近幾十年來作物的品質育種也獲得甚的成就，例如提高甜菜的含糖量、向日葵的含油率和玉米的氨基酸含量等都有重大進步。由於科技的進步、人們對高品質農產品的需求將是推動作物育種工作發展的誘因。

3.5 基因工程

在每一個生命體的細胞內，均有染色體。這種染色體成對存在細胞核內。每一對染色體中則包含有所謂之基因符碼，或者可用來決定生物特性的基因。一隻動物之顏色、一粒種子之形狀及一個生物個體成熟後之大小等均由這種基因所控制。每一細胞核中含有同樣的基因符碼。基因內藏有該生物體未來生長、發育及繁殖時之各項奧秘與資訊。

生物技術是近二十年發展起來的一門新學科，其核心部分就

是基因工程。它透過體外 DNA 重組技術將外源基因轉移到受體物種中，使受體生物產生新的遺傳特性。植物基因工程是以植物為受體材料，西元 1983 年學者首次將細菌的基因轉移到煙草細胞中，並成功地獲得細菌基因的轉化植株。植物基因工程可說為未來農業帶來第二次綠色革命。

將遠緣物種的有利遺傳特性轉移到作物中，一直是育種學家夢寐以求之事，傳統方法對此則無能為力。基因工程則提供一個可靠的解決方案。植物可以不受限制地接受任何外源基因，包括不同品種、種屬、甚至不同門類的生物基因。目前育種學家已普遍地體會到基因工程是農作物育種的一重要手段，或稱為生物技術育種。

在國際上，抗蟲、抗病、抗除草劑的轉基因棉花、玉米、大豆、馬鈴薯等已進入商業化應用階段，並有較大面積的推廣。美國 1997 年種植了 100 萬公頃轉蘇雲桿菌毒蛋白基因的抗棉鈴蟲棉花。由於化學殺蟲劑用量減少，或甚至不用，總計可減少殺蟲劑用量近 40 萬加侖，而皮棉產量也淨增 7%。這種抗蟲棉之綜合收益每公頃可達 83 美元，總經濟效益高達 9000 萬美元。其他作物如抗蟲玉米、抗除草劑大豆和油菜的推廣面積也一直增加，達百萬公頃以上。

3.5.1 基因的轉殖

有一種基因槍可以將切割的基因以高速的方式直接射入成長組織內，以進行基因移植。外來基因先混合在某種特殊物質中，以高密度粒子如黃金微粒、鎢粒子等為投射體，先覆以基因物質，再藉由火藥點火造成推動力或高壓氬氣產生之動力，射入目標細胞或其組織中。投射體有如子彈，經槍膛發射後，其結構體會被中間一個強力擋板攔下，而外來基因質藉慣性繼續前行，並穿透目標細胞。這種基因槍類似一般槍枝，屬高科技範圍，在美國一度被列為禁運之列。此法之優點在於完全不受植物分類地位之限制，且可將基因打入完整可再生之植物細胞，故可避免如原生質再生之困難。一般選擇用以打入外來基因之材料多為未成熟胚，或其他可再生之培養體如嫩葉基部、胚原癒合組織，或懸浮培養之細胞等，可以減少長期組織培養造成變異之問題。

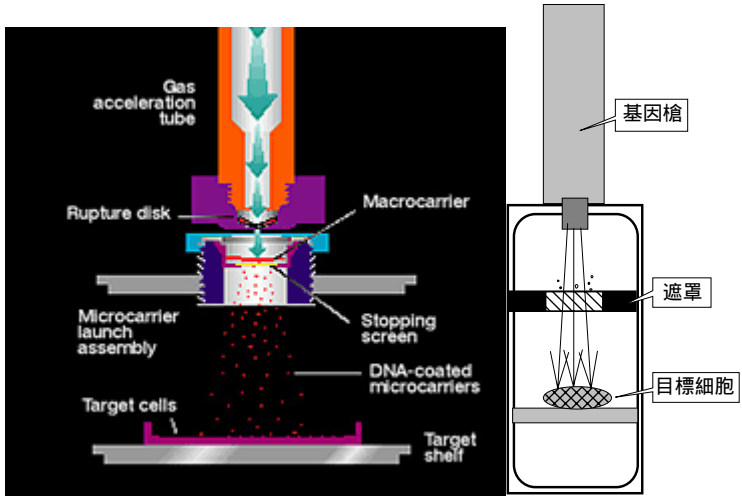


圖 3.1 基因槍的原理



圖 3.2 基因槍之外觀

許多動植物之特徵均由單對之基因符碼所含之資訊所控制，有角及無角牛之遺傳即為其例。但有些遺傳特性仍然決定於多數對的基因。

3.5.2 基因組合

任何生物體之基因庫包括所有在全類似族群中可發見或所存在之基因。在動植物體之遺傳基因構造中，其變化愈多，愈容易發展較有用的育種交配方式以克服特定的問題。若僅有適度差異存在時，研究者可能會嚐試使用遺傳性品系於該生物體內。有些進行的實例是將不相關生物體之基因植入染色體中，以期在某生物體之基因結構上增加一些希望有之特徵。

染色體含有決定所有生物體特性之資訊。具有某種特徵之基因常存在於染色體中之特定位置或所謂之基因座。這使得科學家們得以獲得有用之基因圖表，有如金銀島中之藏寶圖。利用這種基因圖可以找出特殊基因之貯藏位置，並瞭解其所控制之特徵。

在生物技術領域中，有一大部的研究人員是專注於這種基因圖表之研究。這是一種尋找及記錄基因在染色體中位置的過程。動植物細胞中之染色體存有數以百萬計之各種基因，但至目前為止，僅有少數的基因位置被找出來。基因符碼若要進行更改，基因存在之位置必須先能確定。

建立基因圖表是一個相當困難的過程。科學家必須先將染色體分離，以找出所需基因之位置。找出基因位置後，再使用限制酵素對該基因進行切割。

3.5.3 DNA 重組技術

人類進行動植物基因的研究多年，並且利用基因技術進行動植物之選育工作，使某些動植物在特定的環境條件下能大量繁殖。因此培育適應當地特定環境的動植物，其品種之篩選變成輕而易舉之事。

基因重組技術是以遺傳基因工程及育種方法將植物、動物或微生物等生物體改良其特性，而達成的一種新生命體。

基因改造生物主要是透過以下三種基因重組技術方式來製造：

1. 增加法：為了改變動物或植物的表現性狀，而從某一物種抽取個別基因，將其殖入另一動物或植物的基因組內，例如將人類黃體素的基因殖入酵母菌中以大量生產避孕藥所需的主成份；又如把抗 除草劑的基因殖入大豆裏，令大豆能夠抗除草劑。今天，科學家已可以將細菌、病毒、昆蟲、動物，甚至人類的基因，引入植物內，製造基因改造植物。

2. 減少法：使特定動植物基因發生缺失，令動植物喪失某些原有性質與功能，如減少蕃茄內催熟基因的數量，將減緩其組織成熟軟化，以延遲蕃茄的成熟期。

3. 調節法：去除或增加某固定基因的控制因子，可以改變生物特性的表現程度，甚至是功能，造成調整生物生命特性。就像紫外線可以促成癌細胞的發生一般。又例如透過刺激頭髮的基因，改變頭髮的色素；又如調節菜籽油內控制飽和脂肪酸的基因，使其減少製造飽和脂肪酸，使菜籽油的飽和脂肪酸含量降低。

以牲畜為例，動物可以依據乳牛及肉牛等不同用途進行選育。肉牛以肌肉見長故肌肉發達，而乳牛則瘦而細長。後者是因選種時以其飼料轉換為泌乳量之能力為標準。

肉雞與蛋雞之選育亦有同樣的問題，前者之選擇在於換肉率，後者則在於產蛋率。故前者體型碩大，後者則嬌小玲瓏。

由於不同 DNA 鏈的斷裂和連接而產生 DNA 片段的交換和重新組合，形成新 DNA 分子的過程。原核生物的基因重組有轉化、轉導和接合等方式。受體細胞直接吸收來自供體細胞的 DNA 片段，並使它整合到自己的基因組中，從而獲得供體細胞部分遺傳性狀的現象，稱為轉化。

通過噬菌體媒介，將供體細胞 DNA 片段帶進受體細胞中，使後者獲得前者的部分遺傳性狀的現象，稱為轉導。自然界中轉導現象較普遍，可能是低等生物進化過程中產生新的基因組合的一種基本方式。供體菌和受體菌的完整細胞經直接接觸而傳遞大段 DNA 遺傳信息的現象，稱為接合。

細菌和放線菌均有接合現象。高等動植物中的基因重組通常在有性生殖過程中進行，即在性細胞成熟時發生減數分裂時同源染色體的部分遺傳物質可實現交換，導致基因重組。基因重組是雜交育種的生物學基礎，對生物圈的繁榮昌盛起重要作用，也是基因工程中的關鍵性內容。

基因工程的特點是基因體外重組，即在離體條件下對 DNA 分子切割並將其與載體 DNA 分子連接，得到重組 DNA。1977 年美國科學家首次用重組的人長激素釋放抑制因數基因生產人生長激素釋放抑制因數獲得成功。此後，運用基因重組技術生產醫藥上重要的藥物以及在農牧業育種等領域中取得了很多成果，預計下世紀在生產治療心血管病、鎮痛和清除血栓等藥物方面基因重組技術將發揮更大的作用。

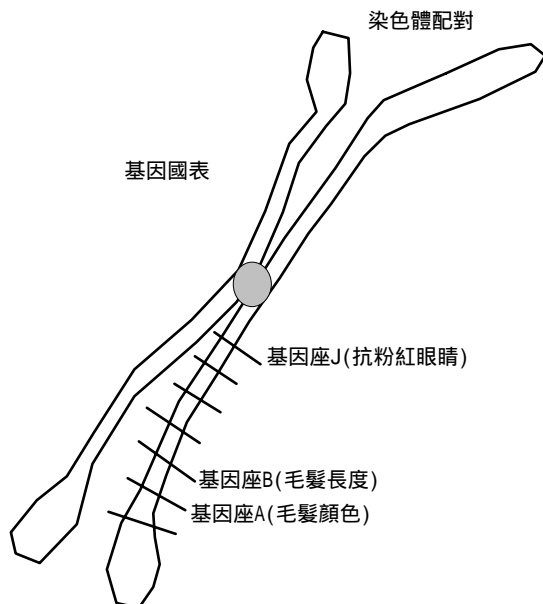


圖 3.4 基因圖表之概念圖，各基因座之基因均所控制之特徵

科學家利用酵素(或稱為酶)切割及組合基因就如一個人用剪

刀將有瑕疵的部份剪掉一樣。準備酵素的工作也是一門學問，不同的基因所使用之酵素也不同。唯有利用特定的酵素才能對某一種基因進行移除及修補的工作。這種過程又稱為基因組合。不良的基因被切除後，染色體會產生黏稠兩個端點，此時必須利用一種稱為連接酶的東西將好的基因在同一個位置加以接合。這種連接酶可以將新的基因永久固定於原來之染色體上。

含有這種修改過染色體之細胞核，經過多次分裂後即可產生相同特徵之後代，維持相同的新基因組合。此時外來植入之基因即變為這個生物體中之一部份。經過育種篩選後，遺傳性之變化會慢慢出現。其變化之幅度則受限於屬於該生物體之基因庫大小。

基因之轉移

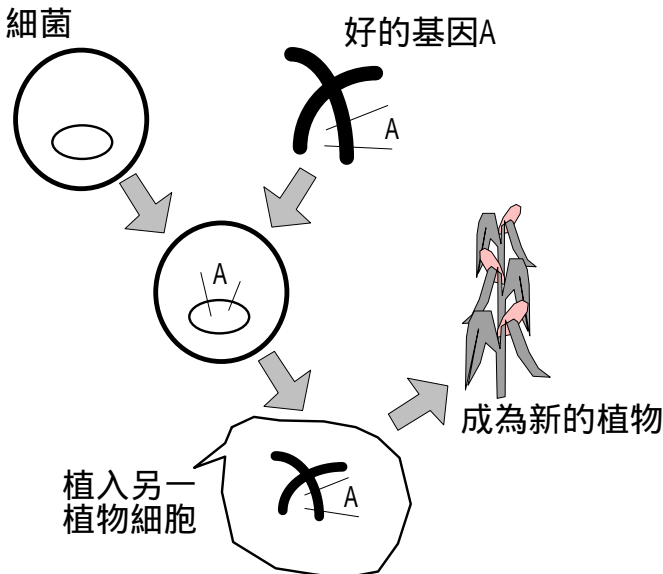


圖 3.5 由其他株體上之基因可以轉移至另外動植物體之染色體內

基因組合技術發展之前，科學家們依賴突變基因之自然發生

來修改生物體。突變基因與其母系原有之基因不同，其在自然界之發生率相當低。導致基因產生突變的原因至今仍無法確定，但一般認為暴露於輻射線或某些特定的化學藥劑的環境中會產生基因突變。這種突變的現象有好有壞。例如有些蘋果的顏色較暗紅，看起來較有吸引力，但這是某種基因突變的結果。而健康的身體中，產生癌症細胞，則是一種不良的基因突變情形。

基因組合技術可以科學家將品系與品系間之基因進行轉移，不必長期等待基因之自然突變即可獲得良好的特性。某一種基因經選定移植後，需先組合至一特定系統之細菌 DNA 上。有一種叫農桿菌或癌腫菌(*Agrobacterium tumefaciens*)在自然界普遍存在，其內含有質體，可以殖入部份之基因材，然後移殖至植物體之染色體內。在自然的發育中，這種原質體與造成植物癌腫之病徵有關，會使植物體株桿部位產生腫瘤狀的生長物，稱為冠狀蟲癭(Crown Gall)。由於其基因具有環形結構，故此結構一旦打開便可結合其他基因序列，並將之由體外攜往體內，或由體內移往體外。根據此特性，轉殖之基因可藉此菌之質體先攜入細菌體內，再將此菌接種入植物組織完成感染，同時達到基因殖入之目的。

這種經篩選出之基因先與細菌之細胞體環進行組合。在細菌體中，這種細胞體環是一種環狀的染色體。開始時，先就經過轉殖後之細菌細胞進行培養，並同時準備植物細胞或葉粒體，使其浸泡在含有這種細菌的溶液中。於是腫脹菌會將新的基因移殖至植物細胞之染色體中。其後利用組織培養技術將這些植物細胞再生，使其長成完整的植物株體。因為癌腫菌之天然寄主以雙子葉植物為多，故廣應用於雙子葉植物。近年來單子葉植物如香蕉亦有使用農桿菌轉殖成功的例子，但其移殖過程較為複雜。

篩選育種以往是一種相當有用的方法，目前亦可以利用來繁殖具有新基因特性的諸多個體。現行基因組合技術已經相當成熟，故可以在較有規則及較快速的方式下直接控制及改變生物體之特徵。這比以前要耗費經年才能進行篩選育種的老方式要好得很多。

3.6 無性繁殖技術

無性繁殖是一種生產具有相同遺傳基因個體之技術。將一個未受精卵細胞核由另一個待複製的生物體細胞核取代，以複製許多相同基因構造之個體。每一細胞由一個含有完整基因分子之生物體組成。當不同組織產生時，僅一部份可用基因資訊被使用，具有其他功能之基因則被關閉。這種方式最大的問題是，在哺乳動物方面，成熟細胞或高等胚胎細胞則無法使用。

植物方面之無性繁殖可以藉刺激單株細胞之分裂來達成。這種方式下，細胞必須回歸至一種很單純的狀態，此時細胞不能分化為特殊組織。若所使用之細胞培養基是來自葉片部份，則必須加入荷爾蒙成份，使所有之基因均能活化。藉此程序產生之細胞稱為癒合體(Callus)。一旦進入此階段，培養基須開始加以改變，加入一些營養素及各種荷爾蒙素，使基因得以依適當的順序打開或關閉，以分別刺激根部、莖部、葉部及其他植物器官之生長。這種程序即為目前所流行之組織培養(Tissue culture)過程。新的植物於焉產生，並可直接種植於土中。其所結之種子可進行測試，以瞭解是否有新的基因存在。這種由修改的植體細胞再行複製新植物，並產生優良遺傳特性的方式，其經濟價值相當高。部份可抗病、抗蟲的特性已有商業化的產品出現。

利用植物體一部份及組織培養技術複製植物體的方法亦因植物之種類而不同。也因為如此，此種技術在大豆及穀類方面之應用則較為遲緩；而其他如番茄、菸草及花卉等之應用則較為廣泛。植物育種學家已普遍應用無性繁殖之技術加速新植物品種之發展。故若無性繁殖與基因組合相互為用，此方面之成果應屬指日可待。

動物之無性繁殖技術亦有些發展，尤其合成基因之應用亦有成功的案例。但哺乳動物方面之應用則不像植物那麼簡單，至少目前尚無重大的突破。但是以手術的方式將胚胎切割，以複製不同生命個體的技術則已見成熟。這種技術是將成長的胚胎以顯微手術進行切割。胚胎成長至 16 至 32 個細胞的階段可切割成二對以上之活性胚胎。分割後之胚胎再以手術植入母體之子宮中，以

產生相同之獨立個體。這種方式應用在酪牛及肉牛之培育方面最多，但費用甚高。不進行胚胎分割即行移殖，其懷孕率僅 65%。移殖前先行分割，則其懷孕率約僅 50%，但由分割可獲得雙倍以上之胚胎，故後者之方式可以比傳統增加 35% 之仔牛。因此，即使這種胚胎轉移技術甚為昂貴，仍漸為人所接受，這也使一些畜牧專家有許多額外的工作。

基因轉殖作物產品亦會對消費者造成安全上之衝擊。故唯有透過國家或國際上統一且清楚、具公信力的標示，配合詳實的安全測試，讓消費者完全釋疑。在道德問題上，基因轉殖可能是某些人士或宗教團體群起攻訐的對象，因為它的本質有些像是上帝或造物者，但改造生命或創造新品種用以造福人群，應是可以接受的。

3.7 植物之有性繁殖

植物是一種多樣分類的生物體，可依其不同能力進行繁殖。許多植物採取有性繁殖方式，以種子生產下一代。有些具有葡萄莖、地下莖的植物則採用無性生殖的方法。另有一些則採用無性或性的方式均可。

有性繁殖是當上一代作物結出種子後，由這粒種子再長成下一代。種子之產生係由雄蕊之花粉粒使胚胎受粉，或使孢子受精。胚胎受精後即會成長種子，以繁殖下一代。

許多作物如小麥、燕麥、豆科植物及豆莢作物等係屬種子作物的品種，以有性方式繁殖下一代。這些植物具有相同的遺傳特徵，稱之為同一品系。構成同品系的植物個體均由一母群體中繁衍下來。

3.7.1 利用種子的生產方式

利用種子生產之最大優點是在同一季節裡，可以大量進行播種。只要生長條件良好，可以迅速增加生產的數量。

一般種子包括三部份：即種皮、胚胎與胚乳。種皮目的在保

護胚胎及胚乳。水分進入種皮後，會使種子內部膨脹，脹破種皮，胚胎乃開始發育成芽。胚乳含有澱粉、蛋白質及油質，可以提供小芽體發育的營養來源。這就是發芽的過程。胚乳繼續供應植物體養分，直到根部發育完整，可以直接自土壤中吸收養分為止。此時光合作用亦即開始。

胚胎是一個未成熟的微小植物，含有根、莖及葉。一旦種皮破裂，胚胎內之根與莖先由種子內長出，葉再長在莖部上。整個小植物體開始形成其自有之營養供應系統。

由種子轉變為植物，發芽相當重要。影響發芽的因素包括種子品質、水分含量及溫度等；而週圍之土壤及土壤特性對於種子之發芽率亦具重要之地位。

3.7.2 雜交種子之生產

種植作物之主要目的常是要其種子作為人類之食物或家禽之飼料。這使種苗之生產更為重要，因為每年必須有足夠的種子才能大量生產所需之糧食。

雜交種子之生產是一種利用具有兩種遺傳特徵之族系進行交配，以進行商品化之生產。玉米是典型例子。

種子雜交是在開花期間，避免同株發生授粉，僅容許待交配的品系花粉進行授粉。這兩種植物母本之特性甚不相同，但經雜交後之種子特性則具有兩母本之優良特性。雜交種子通常生長較均勻，其品質及產量均較原母本為高。

但雜交種子必須每年培育，雜交種子成長後，所產生下一代種子則不具原雜交種子之特性，非但成長不均，有些則恢復母本的特性。故僅雜交的一代種子可以作為生產之用。

3.8 植物之無性繁殖

植物與其他生物體不同的地方是它具有以新的組織取代缺損部位的能力。這種過程稱之為再生。有些植物可以由葉子、根部或莖部等再生或發育成完整之植株。無性繁殖是植物可以維持

其原有品系特徵之唯一再生方式。有些水果、花卉等植物無法育成純種，有些品種甚至沒有種子。這些植物必須取自母株之部份進行培植。

3.9 種苗繁殖及品種改良

生物技術應用於種子的改良已廣為應用。以落花生為例：以 TNS-9 品種授粉後 1 2 週，以子房柄為材料，MS 基礎培養基添加 0.5 1.5 mg/l IAA 及 0.1 1.0mg/lkinetin 等不同濃度組合加以培養，發現 IAA 可促進子房柄伸長及發根，並可促進 callus 生成，但對子房膨大效果則因品種而異，且胚可發育至圓球形胚。

另 MS 添加 Ascorbic acid 或 Glutamine 均可促進發根及子房膨大，膨大率以 50 mg/l 及 75 mg/l 較好，若添加 kinetin 效果更佳，可得成熟之種子；TN11 與 TN5 在 MS 基礎培養基添加 2mg/l2,4-D 及 0.5 mg/l kinetin，60 g/l 蔗糖之 D21 培養基，培養 30 天後可誘導胚體形成，培養至 60 天顯示胚發育至魚雷形期，並有根之分化。

在蔬菜方向，以甘藍原生質體培養器官，可獲得單倍體與多倍體植株，同理亦可建立木瓜原生質體培養介質。花卉方面，利用組織培養技術可大量培育文心蘭、報歲蘭、拖鞋蘭，並可改進天南星科、洋桔梗、金花石蒜等觀賞植物組織培養效率，降低變異發生率，提高產業利用性。

樹木之種子如牛樟、紅檜、台灣扁柏等可利用試管繁殖頂芽，並誘導側芽發育，此種繁殖法可固定母樹品系，避免發生變異。而利用組織培養繁殖台灣紅豆杉及其二次代謝物亦有相當良好的結果；胚培養已可成功的克服台灣紅豆杉種子休眠問題，縮短育苗期使新鮮種子甚至未成熟種子，不需層積即可在適當培養基中發芽成苗。

作業：

- 辨識植物在無性及有性生殖的差別。
- 說明植物利用有性生殖的過程。

- 認識種子之各部份及其功能。
- 評估雜交種子對現代化農業之重要性。
- 定義植物無性生殖之過程。
- 列舉四種無性生殖的方式。
- 評估組織培養在植物品種改善發方面之重要性。

參考資料

<http://www.stic.gov.tw/stic/policy/BioPlan/bioplan-hd.htm>

http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-02/28/content_293953.htm

<http://www.sinica.edu.tw/%7Enpagrbt/page1.htm>

【本文由工商時報授權轉載，原載於 2002 年 7 月 20 日工商時報
生物科技版。】

參考資料：

行政院農委會。1994。農(漁牧)產業及其服務業自動化。台北。

行政院科技顧問組。1980。中華民國產業自動化計畫。台北。