

第三講 植物科技史：植物育種

摘要

科學家眼中的植物是經由分類以及型態的敘述，而有了系統的歸類。16 世紀，植物生理學備受注目，光合作用，醣類以及澱粉等能量儲存轉換被仔細的研究。到了 19、20 世紀，植物賀爾蒙也陸續揭開神秘的面紗，同時遺傳學的蓬勃發展也推動了人類對生物的了解。植物隨著人類孜孜不倦的求知慾而有日新月異的認識與應用：農藥的發展使得農業的勞力支出下降、科學家利用植物的分化全能性進行組織培養或是試驗設計的演進讓科學實驗更加精確可信等。自 20 世紀開始植物生化學則成為一門顯學，然而人們長久投注精力於植物育種上，植物育種的目的是獲得有益於人類的新物種，隨著上述科技的發展，植物育種也有一番嶄新局面。

目次

- 壹、植物分類系統
- 貳、光合作用
- 參、植物賀爾蒙發現史
- 肆、農藥的發展
- 伍、組織培養
- 陸、試驗設計統計簡史
- 柒、植物育種史
- 捌、參考書目

壹、植物分類系統

雙子葉植物綱 Dicotyledoneae

(甲)離瓣花區

Thalamiflora 花在子房之下 (receptacle flowers) , 離瓣或無花瓣

1.Caricales:

Caricaceae 番木瓜科: 木瓜

2.Caryophyllales:

Amaranthaceae 莧科: 莧菜、雞冠花、雁來紅

Caryophyllaceae 石竹科: 石竹、康乃馨

Chenopodiaceae 藜科: 藜、菠菜、甜(恭)菜

Polygonaceae 蓼科: 蕎麥、大黃、虎杖、何首烏、珊瑚籐

3.Euphorbiales:

Buxaceae 黃楊科: 台灣黃楊、jojoba

Euphorbiaceae 大戟科: 蓖麻、樹蓆、油桐、巴西橡膠樹、聖誕紅、變葉木、鐵莧、麒麟花、茄苳

4.Geraniales:

Balsaminaceae 鳳仙花科: 鳳仙花

Erythroxylaceae 古柯科: coca

Geraniaceae 香草葉科: 天竺葵

5.Guttiferales:

Actinidiaceae 獼猴桃科: 獼猴桃

Theaceae 茶科: 茶、山茶花

6.Malvales:

Malvaceae 錦葵科: 棉、鐘麻、洛神葵、黃蜀葵、朱槿、木芙蓉

Sterculiaceae 梧桐科: 梧桐、可可、cola

Tiliaceae 田麻科: 黃麻、田麻

7.Papaverales:

Papaveraceae 罌粟科: 罌粟、胡延索

Brassicaceae 十字花科: 油菜、白菜、芥菜、花椰菜、甘藍、蘿蔔、山俞菜(wasabi)

8.Piperales:

Piperaceae 胡椒科: 胡椒

Calyciflorae 花在子房之上或週 (cup flowers) ; 離瓣或無花瓣

1.Begoniales:

Begoniaceae 秋海棠科: 秋海棠

2.Myrtales:

Myrtaceae 桃金娘科: 番石榴、連霧、蒲桃、白千層、大葉桉、檸檬桉

Ornagraceae 柳葉菜科: 菱角(Hydrocaryaceae 菱科)

Punicaceae 安石榴科: 石榴

3.Rosales:

Crassulaceae 景天科: 落地生根、石蓮、翡翠木、長壽花

Fabaceae 豆科: 大豆、豌豆、豇豆、紅豆、綠豆、蠶豆、菜豆、花生、苜蓿、三葉草、甘草、決明、魚藤、太陽麻、含羞草、相思樹、阿勃勒

Rosaceae 薔薇科: 李、杏、桃、櫻桃、蘋果、梨、枇杷、蛇莓、草莓、玫瑰

Saxifragaceae 虎耳草科: 虎耳草、繡球花(Hydrangea)

4.Umbelliales:

Araliaceae 五加科: 人蔘、通草、鵝掌籐、福祿桐

Apiaceae 繖形科: 柴胡、白芷、當歸、茴香、芫荽、胡蘿蔔、洋芫荽 (parsley)

Amentiferae 柔荑花序(catkin flowers) 花在子房之下、上或週；無花瓣；

1.Casuarinales:

Casuarinaceae 木麻黃科: 木麻黃

2.Fagales:

Fagaceae 殼斗科: 栗、橡樹(oak)

3.Juglandales:

Juglandaceae 胡桃科: 胡桃、核桃、櫟

4.Myricales:

Myricaceae 楊梅科: 楊梅

5.Salicales:

Salicaceae 楊柳科: 柳樹、水柳

(乙)合瓣花區

Corolliflorae 花在子房之下 (corolla flowers)

1.Ericales:

Ericaceae 石楠科: 杜鵑

2.Laminales :

Laminaceae 唇形科: 薄荷、紫蘇、仙草、貓鬚草、鼠尾草(sage)、迷迭香(rosemary)、麝香草(thyme)、爆竹紅、彩葉草

3.Oleales:

Oleaceae 木犀科: 茉莉、桂花、橄欖

4.Polemoniales:

Convolvulaceae 旋花科: 甘藷、蕹菜、烏蘿、牽牛花

Solanaceae 茄科: 菸草、馬鈴薯、枸杞、辣椒、甜椒、番茄、茄子、矮牽牛

5.Scrophulariales:

Scrophulariaceae 玄參科: 毛地黃、地黃、玄參、金魚草、荷包花

Ovariflorae 花在子房之上 (ovary flowers)

1.Asterales:

Asteraceae 菊科: 向日葵、除蟲菊、甜菊、菊花、大理花、萵苣、茼蒿

2.Campanulales:

Campanulaceae 桔梗科: 桔梗、半邊蓮

3.Cucurbitales:

Cucurbitaceae 瓜科: 油瓜、冬瓜、西瓜、南瓜、苦瓜、胡瓜、絲瓜、越瓜、蛇瓜、扁蒲

4.Rubiales:

Rubiaceae 茜草科: 咖啡、金雞那樹、梔子、龍吐珠

5.Ranales:

Annonaceae 番荔枝科: 釋迦、香水樹

Lauraceae 樟科: 肉桂、酪梨、樟樹

Magnoliaceae 木蘭科: 木蘭、玉蘭花、含笑

Myristicaceae 肉豆蔻科: 肉豆蔻

Nymphaeaceae 睡蓮科: 睡蓮、芡

6.Rhamnales:

Rhamnaceae 鼠李科: 棗

7.Rutales:

Rutaceae 芸香科: 柑桔類、台灣黃蘗、七里香

8.Sapindales:

Aceraceae 槭樹科: 甜楓、槭

Anacardiaceae 漆樹科: 漆樹、芒果、阿月渾子

Sapindaceae 無患子科: 荔枝、龍眼、台灣欒樹、倒地鈴

9.Urticales:

Moraceae 桑科: 桑、蛇麻、大麻、印度橡膠樹、無花果、麵包樹、菠蘿蜜、愛玉子、薜荔、榕樹、菩提樹

Urticaceae 蕁麻科: 苧麻

10.Violales:

Passifloraceae 西番蓮科: 百香果

Violaceae 堇菜科: 三色堇

單子葉植物綱 Monocotyledoneae

1. Alismales:

Alismataceae 澤瀉科: 野慈姑、澤瀉

2. Arales:

Aracea 天南星科: 芋、半夏、海芋、火鶴花

3. Graminales:

Cyperaceae 莎草科: 荸薺、藺草

Poaceae 禾本科: 稻、玉米、高粱、薏苡、小麥、大麥、燕麥、黑麥、黑小麥、稷、黍、狼尾草、盤固草、大芻草、狗牙根、朝鮮草、筴白筍、香茅草、檸檬草、甘蔗、竹(竹科)

4. Liliales:

Agavaceae 龍舌蘭科: 瓊麻、虎尾蘭、朱蕉、夜來香

Amaryllidaceae 石蒜科: 金花石蒜、水仙、孤挺花、文殊蘭、蔥蘭

Bromeliaceae 鳳梨科: 鳳梨

Dioscoreaceae 薯蕷科: 山藥

Iridaceae 鳶尾科: 射干、番紅花、唐菖蒲、鳶尾

Liliaceae 百合科: 金針、天門冬、麥門冬、洋蔥、大蒜、蘆筍、文竹、武竹、百合、鬱金香、秋水仙

5. Musales:

Cannaceae 曇華科: 美人蕉

Marantaceae 竹芋科: 葛鬱金

Musaceae 芭蕉科: 芭蕉、香蕉、馬尼拉麻、天堂鳥

Zingiberaceae 薑科(薑荷科): 月桃、薑、薑黃

6. Palmales:

Arecaceae 棕櫚科: 可可椰子、油椰子、蜜棗椰子、檳榔

7. Orchidales:

Orchidaceae 蘭科: 香莢蘭(vanilla)、綬草、各種蘭花

貳、光合作用

光合作用研究史：

1. Anton van Leeuwenhoek (1632 - 1723) 把經過照光的綠葉細胞，用他的簡易顯微鏡觀察其中所形成的澱粉顆粒，發現它有同心圓構造並加以描繪。
2. Stephene Hales (1677 - 1761) 推測植物自空氣中吸取某些養料：「光既能探入發育中的葉表而無礙，豈不也可能貢獻其榮耀於植物全體？」
3. Thomas Percival (1740 - 1804) 曾發現，只要用適當的比例將二氧化碳加給葉片，即可以促進植物生長。Joseph Priestley (1733 - 1804) 發現二氯化碳，由枝條切口逸出的氣泡，以及沈浸水中的葉片經光照後所放出的氣泡皆是「淨化」了空氣。後來拉瓦錫 (Lavoisier , 1743 - 1794) 將之命名為氧。Priestley 已可以下結論說二氧化碳是植物的食物，但另外的試驗結果使他不敢確定。首先，他注意到在純二氧化碳中植物無法生存，其次他發現裝有看似純水的燒杯，在光照下亦可以釋放氧氣。Priestley 發現燒杯用水養綠藻水，只要陽光即可生長，並且將溶於水中的二氧化碳完全消耗，他也發現植物接受光照釋放氧主要是在綠色部位。
4. Jan Ingenhousz (1730 - 1799) 進一步研究二氧化碳吸收與氧氣釋放，光照如何影響這些步驟，以及綠色部位之必要等，證實 Priestley 的論點。他顯示植物點暗中，不論綠色或非綠色部位皆釋出二氧化碳。他不知道氧與二氧化碳的交換是互相依序的，卻能推想氧氣由水變成。Ingenhousz 觀察到浸於水中的葉片，氧氣大抵皆由下表皮逸出，不過他沒有就氣孔的分布加以解釋。
5. Jean Senebier (1742-1809) 研究不同光強的效果，將光強與照光時間的乘積，與綠色植物材料照光後氧釋放量二者間成比例的關係用方程式來表示；他指出光照下氧釋放量決定於植物所能利用的二氧化碳量。他也進行解剖，指出綠色的葉肉細胞是釋放氧的所在，無色的表皮細胞並沒有參與二氧化碳的同化。Nicolas Theodore de Saussure (1767 - 1845) 確切地顯示葉片經光照後攝取二氧化碳，乃是植物固定碳的表象。他估計所增加的乾重，大約是葉片攝取碳量的兩倍，因此斷言水多少參與碳同化的步驟。
6. Joachim Henri Dutrochet (1776 - 1869) 發現氣孔、氣孔內的空腔與葉片的氣室是相通的，因此二氧化碳得以由氣孔進入葉片之內。他指出只有含葉綠體的細胞才會吸收二氧化碳，放出氧氣。
7. P.J. Pelletier (1788 - 1842) 與 J.B. Caventou 合作，在 1818 年將葉中綠色物質命名為葉綠素。到了 1864 年，我們已經知道葉綠素由兩個黃色及兩個綠色色素所組成。Andreas Franz Wilhelm Schimper* (1856 - 1901) 於 1885 年創用葉綠體 (chloroplast)。他利用顯微鏡研究發現葉綠體由葉綠餅 (grana) 及基質 (stroma) 組成。Von Sachs 發現，光合作用所形成的澱粉，在黑暗時就以蔗糖的形態自葉片向外傳送殆盡。他也利用雙層玻璃容器，注入種顏色的液體，來測驗各色光線的效果。
8. C. Weber 在 1879 年測得光合作用速率與葉片單位面積成比例。Harberlandt 證明光合作用速率與葉綠體的數目成比例。Wilhelm Theodor Engelmann

(1843 - 1909) 將綠藻放入好氣細菌 (*Proteus vulgaris*) 懸浮液之中，發現照光下，光合作用釋放出氧氣時，這些細菌開始運動，在黑暗下則靜止。Engelmann 就以稜鏡產生光譜，用來照射懸浮液。以這種巧妙的方法，他間接地顯示紅光下光合作用最旺盛，而藍光下次之。

9. Fredrich Frost Blackman (1866 - 1947) 於 1895 發現光合作用中光與二氧化碳兩個因素會飽和；此外，Blackman 在探討溫度與二氧化碳供應如何影響光合作用速率時，也測定了 Q_{10} 值。由於所測 Q_{10} 值較光化學反應的 1.0 大，Blackman 就推測光合作用應該包含兩種層面，一個是光反應， Q_{10} 值為 1.0；另一個是化學層面， Q_{10} 大於 1 (被稱為 Blackman 反應)。
10. Calvin 與同事在 1948 鑑定出光合作用的第一個三碳的合成物。因而發現光合作用的 C-3 型暗反應路線。
11. Slack and Hatch 在 1969 年提出 C-4 型光合作用。

參、植物賀爾蒙發現史

Auxin

1. Darwin (1897) 發現若去掉禾草芽鞘的尖端，則其向光性消失。
2. Paal (1919) 認為這是有一種物質由芽尖傳導下去。
3. Went (1928) 發現此物質可以由芽尖滲入洋菜凍塊，並藉該凍塊調節芽鞘的趨向性，稱之為 auxin。
4. Kogl 等人 (1934) 鑑定該物質為 indoleacetic acid, IAA，並將之純化。
5. Zimmerman 等人(1936)發現其他人工合成的類似物質，NAA。

Gibberlin

1. 黑澤(Kurosawa, 1926) 在台北農業試驗所(台大農學院現址)研究稻徒長病，發表真菌(*Gibberella fujikuroi*)培養分泌物的試驗，首次接觸到此物質。
2. 數?田(Yabuta, 1935)在日本將之純化結晶，並命名為 Gibberlin。
3. Cross (1954) 發現類似結構的其他 Gibberlin。

Abcisin

1. Bennet-Clark & Kefford (1953)將某種植物抑制物質稱為 inhibitor β 。
2. Ohkuma 等與 Cornforth 等分別於 1965 年將之鑑定為 Absciscic acid。

Ethylene

1. Neljubow (1901)發現乙烯可以改變根的趨向性。
2. Denny (1924) 發現乙烯可以誘導果實成熟 (檸檬果皮變色)。
3. Rosa (1925)發現乙烯可以解除馬鈴薯塊莖的休眠。
4. Zimmerman 等人(1931)發現乙烯可以促進玫瑰落葉。
5. Gane (1934,35)發現果實成熟可以產生乙烯，由之促進果實的同時成熟。

Cytokinins

1. Wiesner (1892) 推測植物有某種化合物在控制植物細胞的分裂。
2. Harberlandt (1913)由篩管分離出某種物質，可以促進馬鈴薯細胞的分裂。
3. Jablonski & Skoog (1954) 用組織培養的方法證實 Harberlandt 的實驗。
4. Miller 等 (1955) 由魚精子分離出 kinetin 可以促進細胞分裂。不過這不是植物性化合物。
5. Letham 等 (1964) 由玉米種子分離出第一個植物的細胞分裂素，稱之為 zeatin。
6. 其後另外的細胞分裂素陸續被發現。

肆、農藥的發展

除草劑：

無機化合物

- 1896 BONNET 發現波爾多液(硫酸銅)具除草效果。
- 1908 Bolly (美) 發展硫酸銅為除草劑。
- 1904 Guthrie & Helm 發現氯酸鈉對植物有毒性。
- 1926 Thompson & Robbins 嘗試用硼酸除草，但未成功。
- 1936 Crafts & Raynor 指出硼化合物對植物有毒性。
- 1942 Cupery & Tanber 提出氯基碘磺銨作為接觸性除草劑(專利)。

有機化合物

- 1848 英國 ICI 公司試驗三氯苯甲酸的田間除草效果。
- 1885 Hofman 合成了類似 simazine (草滅淨) 的化合物。Shiba-Geigy 公司於 1955, 1958, 1961 分別推出 chlorazine, atrazine, propanzine。
- 1935 Trufaut & Pastac 提出硝基酚作為選擇性除草劑(專利)。

1941 Pokorny 合成 2,4 - D。Jones 申請為除草劑專利。1942 Zimmerman & Hitchcock 發現此物具植物調節性質。1945 大量使用為除草劑。1949 在美國年產量 10000 噸。

1946 Thompson 等人發現尿素類化合物具除草效果。

1947 英國 ICI 公司試驗溴化十二烷基三甲胺的作用，1955 發展出 diquat，1961 發展出 paraquat。

伍、組織培養

1898 HARBERLANDT 提出植物細胞具有分化成整株植物的分化全能能力。他進行植物細胞的培養，但細胞僅存活一個月，而且沒有分化。

1939 Gautheret & White 可以長期繼代培養胡蘿蔔與煙草細胞。

1957 Skoog & Miller 發現培養基中 auxins(植物生長素) cytokinins (細胞分裂素) 的比例可以決定煙草細胞分化成根或芽。

1958/59 Reinert, Steward 由胡蘿蔔的體細胞培養出體胚。

1960 Morel 建立了利用蘭花莖頂細胞培養來大量繁殖無病毒幼苗的技術。

1962 Morel & Skoog 提出培養液的 Murashige 基本配方。

196? Cocking 利用酵素分解細胞壁，開始進行細胞質體培養。

陸、試驗設計統計簡史

Arithu Young (1771, 英國)：經營農場，為提高產量而進行試驗，於 1771 提出作物栽培法三冊。其中提到產量比較試驗的若干重要原則，如試區要相鄰，要進行多年試驗等。

Gauss; Laplace (1820) 等數學家提出標準偏差及標準誤差。

James Johnston (1849) 發表專書提出機差的概念，建議試驗要重複作幾次。

William D. Gosset (1899) 在啤酒廠服務，解決了許多統計上的問題，提出 Student 的 t 值分布。按 Student 即其筆名。

R.A. Fischer 於 1919 年進入英國 Rothamsted 農業試驗場工作。在 1923 年發表變方分析理論來估算試驗誤差，1925 年提出隨機區集設計與拉丁方格設計。其後 10 年在陸續提出複因子設計，份宅設計及變機分析等

Frank Yates (英國)在 1936-1944 年間陸續發表混雜設計，均衡不完全設計，簡方設計等，以補 Fisher 的不足。

柒、植物育種史

植物育種導言

找尋或創造植物性狀的變異然後加以固定，使該新的特性在經過適當的繁殖方法後，可以保留於後代。

栽培種是栽培植物的基本分類群，一個栽培種是經人為選出，具有某一特質或一些特質，的一群植物。這群植物在經過適當的方法來繁殖後，其特性都具有清楚的可區別性、一致性、以及穩定性。

植物育種的目的是創造新品種，育種家是如何替上帝創造前所未有的東西？人類尋求新品種以符合需求，植物品種應含有下列特質

- 適應各類栽培環境、技術的植物特性
- 適合人類需求的植物品質
- 環境適應性：光照 溫度 水分 肥料 風力
- 生長一致性
- 抗病蟲害能力
- 其他農藝特性：脫粒性 休眠性

在農業誕生的一剎那，人類就開始從事育種的行為，只不過育種時間較長。在前科學時期，以水稻為例，野生原種的特性有結實時間不一致的缺點，經過長時間的栽種，當有結實時間一致的植株出現時，人們有意的篩選下，也就是經由”選拔”之舉動，保留那些具有優良、適合人類需求的特性之植株，於是長期演進成可一致結實的水稻栽培種。

這種刻意尋求適合人類需求的植物品質在古書的記載中可以得到印證，以古中國的花卉為例：

牡丹：歐陽修 洛陽牡丹記

……牡丹名凡九十餘種，……今人多稱者三十許種。……牡丹之名或以氏或以州、或以地、或以色、或旌其所異者而誌之。

菊：王象晉 群芳譜 凡二百七十五種

周履靖 菊譜 凡二百二十二種

而各式各樣賞心悅目的品種，記載如下：

紫袍金甲	深紫單葉中心細管上作黃色
金雀舌	重黃千葉葉尖如雀之舌
五月白	白花千葉一歲中開五月九月二度
水晶毬	初開微青後白千葉如毬

育種不只是為了觀賞藝術，在視覺上美的追求，在食用的應用上，十字花科許多蔬菜都系出同源；而在工業的應用上，改良油菜品種，產生高芥酸的新品種以便工業使用等，皆是植物育種改進人類生活品質的實例。

植物育種基礎建立於

1. 變異的創造，包括：

自然變異

基因突變

染色體突變

人造變異

雜交

誘變

基因轉殖

2. 變異的固定，包括：

無性繁殖

選拔

雜交種

而成為一個品種需具有(1)獨特性(2)一致性(3)穩定性之特點。新品種的來源可藉由：

- 自然突變
- 人為誘變
- 自然雜交
- 人為雜交
- 遺傳工程

以上方式產生基因變異，而下一步便是將變異固定，固定的方式可以是：

- 經由無性繁殖
- 經由自交固定
- 產生雜交種

而所產生的新品種其特色為具有嶄新的特性，並與現有品種可區分，且均質、穩定的表現其特性，方可稱為一個新品種。

變異的來源與創造

天然突變：

自然狀況下基因或染色體產生突變，使得特性發生改變。可直接在自然界中觀察選拔而得到。

基因突變

染色體突變：轉座 倍數化 缺失 重複 倒置

人為誘變：

用藥劑或放射線來處理，使基因或染色體突變。

雜交：

種內、種間、甚或屬間雜交，使得遺傳組成發生排列組合，產生許多的變異。

雜交優勢與自交弱勢：雜交的后代生長力較旺盛，而自交後代則較衰弱。

基因轉殖：將有用基因放入質體中，利用農桿菌感染植株藉此將有用的基因片段導入，在利用組織培養、原生質體培養等程序，最後選拔有用之植株。

前孟德爾的植物育種

巴比倫時代：人類文明最早的發源地，兩河流域盛產棗椰子(date palm, *Phoenix sylvestris*)。棗椰子雌雄異株，早期人類對之應頗為熟悉，與對動物或人類的兩性，應有同樣的認知。巴比倫人在種植棗椰子時，以知道用花粉來授粉，以求得好產量。不過這種人工交配的方法卻一直沒有用到其他植物。

亞里斯多德等人討論過棗椰子的性別，但僅止於描述。

1694 R.J. Camerarius：德國 Tubingen 大學教授，首次提出植物性別的科學探討。他將玉米雄穗上的花除去，結果發現無法結子。其他如菠菜大麻都有同樣的結果。因此他認為這些植物具有雌雄之分，而除了花之外，植株其他性狀並無不同。他更推論，若授以不同植物的花粉，不知是否可結子。

1716 Cotton Mather 指出不同類玉米相鄰種植，所可能發生的結果。

1719 T. Fairchild：用不同的兩石竹雜交，產生第一個人類創造的雜交植物。

1751 林奈與學生 Haartman 發表論文報告種間雜交的結果。

1760 林奈的著作也討論各種種間雜交的結果。

1760 年代後，植物雜交在英國已成為一種行業。

1761 Joseph Kolreuter 提出植物雜交的科學研究。

1835 K.F. Gartner 以進行 700 種植物的雜交研究。提出 1. 證實植物的性生殖，2. 發現雜交第一代的性狀一致，其後代會分歧，3. 雜交優勢。

1841 J. Smith 發現雌雄異株的 *Alchornea ilicifolia* 雖然沒有受粉，也可結子。

1859 C. Darwin 提出物種始原。

1866 G. Mendel 提出植物雜交的研究。

植物繁殖體系

有性繁殖

自交植物：如水稻，為兩性花，而且自然狀態下不接受其他植株的花粉。此類品種再自行產生的種子後代通常可以維持其特性。

自交植物：雜交率 < 5% 稻 小麥 大豆 蕃茄 桃

異交植物：如玉米，自然狀態下接受其他植株的花粉，因此後代的特性常與上代不一致，要維持品種的特性需要特別的照顧。異交植物經人為強迫自交，可形成自交品系，自交品系在人為控制交配下，可以保持其特性。

常異交植物：雜交率 5~10(49) % 高粱 棉 蠶豆

異交植物：雜交率 ≥ 05% 玉米 甘藷 向日葵 甘藍 蘋果

自交弱勢

雜交種：兩個自交品系雜交所產生的雜交一代種子，品質常較優良，但所產生的

下一代種子，基因型很不一致，因此再次播種後所要的特性無法重現。每次播種時都要重新生產或購買雜交一代種子。

無性繁殖

營養繁殖：用塊根、塊莖、分芽等來育苗，或將葉片枝條等營養體進行扦插，

組織培養：用原生質體、細胞、組織、器官等無菌培養方法進行微體繁殖，可以得到相同遺傳質的後代。組織培養方法所得的後代便亦可能較多。

無融合生殖：Apomixis (單性生殖，無配生殖)

- 雌雄同花：稻 大豆 蕃茄 桃
- 雌雄同株異花：玉米 薏苡
- 雌雄異株：蘆筍 銀杏
- 兩性花+單性雄花：胡瓜
- 雌雄異株或同株：木瓜

自交不合和 self incompability：

由於花器構造的差異，使其自交困難；或是因為花粉成熟與精核成熟時機不一致等原因，使自交比例大幅下降，甚至到無的情況。

遺傳律

一對基因 A 為顯性，a 為隱性。一對基因的三種可能：AA，Aa，aa。

例如：AA，Aa，為葉表有毛，aa 為葉表無毛。AA 及 aa 為同質基因，Aa 為異質基因。

AA × aa

雜交

Aa 所產生的第一代性狀一致，皆有毛。(見圖一)

自交

1 AA: 2Aa: 1aa 所產生的第二代性狀分離。(見圖二)

有毛：無毛 為 1/3。異質基因自交後，半數的基因成為同質性。

.	A	A
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

↑圖一

.	A	a
A	AA	Aa
A	aA	aa

↑圖二

AA 性狀一致。(見圖三)

自交

AA

.	A	A
A	AA	AA
A	AA	AA

↑圖三

aa 性狀一致。(見圖四)

自交

aa

.	a	a
A	aa	aa
A	aa	aa

↑圖四

若一個植株自交所產生的後代，每一個後代都很整齊，表示原來植株的基因是同質的，不是 AA 就是 aa。或自交後代分歧，則其基因是異質的，Aa。

自交植物的基因 98%以上是同質的。異交作物則許多基因是異質的。水稻因為是自交作物，種子種下去，所生出的植物還是一樣的表現。荔枝因為是異交作物，因此吃到一粒很好的果實，種子種下去，所長出的新植株不會長出一樣品質的荔枝。果樹的繁殖因此都用無性繁殖，基因不會分離。

變異的固定

利用無性繁殖方式，直接固定該變異。不過若伴隨著不良的性狀，則此方法無法去除該不良的性狀。用種子繁殖，該性狀不會固定下來。

若為自交植物，選擇兩個親本來雜交，雜交後代自分離世代開始，在田間選優良的植株，保留其種子再種。由於是自交植物，每自交一代，異質基因數量減少 50%，如此經若干(6-8)世代，就可以得到優良的純系品種。

若要將乙品種的某一特性倒入甲品種，則在將甲予以雜交後，所得種子播種長大後再與甲交配，所得種子在播種長大後再與甲交配，是所謂回交法。每次選擇雜交種子所長出的植株時，需要確定該植株具有所要轉移的特性。

雜交種：雜交作物先育成自交系，或自交作物直接的利用。選擇兩個自交系，經交配產生雜交種子，以雜交種子作為播種，通常可以得到雜交優勢的優點。不過，種出來的植株所產生的種子，不宜再用來播種，因為第二代是分離世代，所長出的植株參差不齊，品質不好。

雜交一代：F1，(F. sub. 1, Filial generation 1)

花卉育種簡例

選拔

由一批種子中可能選出一個具有好性狀形的植株，可以加以隔離，形成新的品種。種的越多，選到的機會越大。選到後要加以隔離，例如用罩子或細網將全株套起來，或則將花套袋，防止昆蟲進入或避免其他植株的花粉的干擾。當種子成熟後加以採收乾燥儲存，直到下一季再於隔離的狀態下播種，即該處沒有中其他品種的種子。植株長大後將不具有該特性的植株拔掉，選符合的植株行隔離採種。如此返復進行若干世代，直到所播的種子長出來的植株全都具有所要的性狀時，就形成具有穩定性的新的品種。

雜交

現有兩自植物交品種，分別具有不同的優良性狀時，如 A 為矮性白花，B 為高莖紅花，若要育成矮性紅花的品種，可以分別種植兩品種，並使同時期開花。花期到時，將 A 的花粉授到 B 的柱頭，以及將 B 的花粉授到 A 的柱頭。受粉前，在花未開時，先將 B (A) 的花瓣以及雄蕊花藥剝除，然後用毛筆沾 A (B) 的花粉，塗在 B (A) 的柱頭上，然後用紙袋套起來，並加標記。

等成熟後採收種子登記雜交標記，於下個季節播種。播種後等植株長大，選擇同時具有兩個所要的性狀的植株（如矮性與紅花），其他則拔除。然後隔離採種同上述的選拔方法。

近代育種

1859 C. Darwin 提出物種始原。

1866 G. Mendel 提出植物雜交的研究。

1903 W. Johnson：提出純系論，認為在自交作物純系內的選種無效。

1908 G.H. Shull, E. East：做出玉米自交系，並由之得到雜交種。

1908 Winkler 提出有性生殖 (apomixes) 與無融合生殖 (apomixes)。

1922 Harlan & Pope：提倡回交育種。

1928 Stadler 提倡 X-光的誘變育種。

1937 Blakeslee & Avery：用秋水仙誘變育種。

1962 Bashaw 首次發現有性生殖植物 (buffalo grass) 卻完全行無融合生殖。

捌、參考書目

- 郭華仁 (譯) 1986-1988 實驗植物學的歷史素描(一至十二)。科學農業 34(9/10) - 36(7/8)。
- Bickel, L. 1974 Facing Starvation. Reader's Digest Press, New York. (唐錫如譯 1975 和飢餓作戰的人。今日世界出版社，香港。)
- Keller, E.F. 1983 A Feeling for the Organism: The Life and Work of Barbara McClintock. (唐嘉慧 譯 1995 玉米田裡的先知：異類遺傳學家麥克林托克。天下文化，臺北)
- Martineau, B. 2001 First Fruit: The Creation of the Flavr Asvr Tomato and the Birth of Biotech Food. McGraw-Hill, New York. (楊玉齡 譯 2002 番茄一號：全球第一個上市基改食品莎弗番茄的起與落。遠流出版社，台北。)

- Morton, A.G., 1981 History of Botanical Science. Academic Press, London.
- Weevers, Th. and F.W. Went 1949 Fifty Years of Plant Physiology. The Cronica Botanica Co., Waltham.