

植物育種學

(日) 角田重三郎 原著
劉 運 宇 譯

五洲出版社 印行

植物育種學

(日) 角田重三郎 原著
劉運宇 譯

五洲出版社印行

編輯的話

我國歷史悠久，「以農立國」大約起於公元前兩千餘年的夏代。其時夏代的文化，已經進入「銅器時代」，我們從夏禹的「治水」、「興農」、「朝萬國」、「定傳子」之局，建「貢賦之制」，劃「九州」，鑄「九鼎」，說明他從披荊斬棘的奮鬥工作，到完成建立一個泱泱大國，這是我們中華民族在歷史上真正以農業建國的開端；從那時起，我們有一個版圖，我們的祖先才免於猛獸洪水之患，安定的生活下來，才能建立一個全面的農業社會。

我國歷代政府的農業，大多採「重農抑商」政策，帝王后妃親自鼓勵農民耕種，如「勸農詔」、「文帝議佐百姓詔」；一般士大夫知識份子，也以「耕讀傳家」、「半耕半讀」自許，如諸葛亮：「……臣本布衣，躬耕於南陽，苟全性命於亂世……」、陶淵明：「歸去來兮！田園將蕪胡不歸？既自以心爲形役……」；歷代的軍國大計，都是悠關於農業政策的「土地問題」、「田賦政策」、「兵農制度」、「移民實邊」等等都與農業有密切的關係；而農民在完糧納稅之外，其在社會的地位在工、商、兵之上，過著山高皇帝遠，帝王於我何有哉的逍遙生活，所以農業的進步，與日俱增，自不待言。因之我國農業的進步，比公元前兩千餘年的歐州羅馬的農業，尚在萌芽時代，自不能同日而語了。

我國歷代農事活動的文字資料，早期的可見於殷墟卜辭。農學和農業文獻在春秋戰國期間，特別是戰國，在私家講學、私人著述風行一時之際，出現「重農之聲」和「爲神農之言」的「農學家」——如許行等，其著作如《神農書》、《野老書》等，雖是一鱗半爪，而致散失；其後雖嬴秦暴政、而焚書坑儒，然「所不去者，醫藥、卜筮、種樹之書，仍傳於後世。

在農業文獻中，現在保留下來，較完整的有以下各書，茲簡介如次：

一、《呂氏春秋》中《上農》等四篇——

——一般認為是秦相呂不韋的門下客，在呂氏的領導下，集體撰寫和編纂而成的。書成於秦王政八年（公元前二三九年）。

第一篇《上農》是農業政策性文字；其他三篇為「任地」、「辨土」、「審時」是談論農業科學技術。

二、《齊民要術》——

——作者賈思勰——這部書的成書年代大約在六世紀三十至四十年代之間，研究我國古代農業，中外農業科學技術史工作者沒有不知道這一部農學巨著——《齊民要術》的。

——《齊民要術》全書正文計分十卷，九十二篇，將近十二萬字。

——其中卷四，計十四篇，專述果樹，內容以：圓籬、栽樹、種棗（諸法附出）、種桃柰、種李、種梅杏（杏李麩附出）、種梨、種栗、柰林擒、種柿、安石榴、種木瓜、種椒、種茱萸等十四篇。

三、《陳旉》農書——

——收編在清代著名的《四庫全書》中，推算作者的出生是在北宋熙寧九年（公元一〇七六年）全書只不過一萬多字，分上、中、下三卷。

——此書和在它以前的一些農學名著，如《汜勝之書》、《四民月令》、《齊民要術》、《四時纂要》等相比，它顯然是「別開生面，體出新裁」，而全書在《四庫全書》的《總目提要》的評語是：「事實多而虛論少」。其中，有符合一定科學道理的技術原理，原則，有切實可行的具體技術措施，還有比較切合實際而周詳的土地利用「規劃」，讀起如嚼橄欖，越嚼越甘。

原 序

育種學家的熱忱和努力雖然是推進育種事業發展的首要因素，但只有育種學家對他所從事育種的植物，特別是對目標性狀的遺傳、生理、生態、進化等方面的知識有深刻的了解，並且以這些知識為基礎，採取切合實際的育種方法，才能提高育種效率。

至今為止，與育種關係最為密切的基礎知識是些什麼，已確立和採用了什麼樣的育種方法，如果在了解這些問題的概況之後，再來參考本書那就更好了。

本書由六章構成：第一章緒論，概括了植物育種學的發展和育種學的領域；第二章基因；第三章基因型的構成；第四章染色體和細胞；第五章植物個體和生態系統；第六章重點放在種苗上。

為了使其具有連貫性，在各章中敘述了有關的基礎知識、育種方法以及有關的技術。從主要基礎知識來說，在第二章裏介紹了基因和性狀表現的關係；第三章介紹了生殖方式和群體遺傳；第四章介紹了細胞遺傳學領域中的各方面的知識；第五章介紹了重要植物特性的遺傳、生理、生態基礎；第六章介紹了種苗的保存和保持方面的知識。

而主要育種方法，第二章介紹了突變育種法；第三章介紹了純系選擇法、混合選擇法、系譜育種法、混合育種法、回交法、多系雜交法、雜交品種育種法等；第三、四章介紹了種間雜交育種法；第四章介紹了多倍體育種法和單倍體育種法；第五章介紹了豐產性、適應性、抗病性、抗蟲性、品質等各種重要性狀的育種方法以及特性鑑定法；第六章介紹了育種材料的引入和保持方法，新品種的保持繁殖方法。

這樣的安排目的，是希望經過這些內容的介紹，讀者能以靈活的方式來掌握植物育種學。

像本書結構中所反映的那樣，植物育種學的領域從基因水準到生態系統水準，如此連續而廣泛，與生物學各個領域的發展互相緊密聯繫，而且深度也越來越深。

在有限的講課學時數內要講解顧及整個領域的內容，近年來已變得特別困難了。本書可以作為教科書或參考書使用。

如果使用本書能為植物育種學的教學起一點作用的話，是作者最高興不過的事情了。

當本書發行時，我們要對提供了珍貴圖表的各位作者以及出版社表示深切的謝意。

文永堂的深谷謙二氏對本書的出版盡了很大努力，在此一并表示深切的謝意。

角田重三郎

1977年6月

四、《農政全書》作者是傑出的近代科學先驅者徐光啓—

—《農政全書》是徐氏農業科學著述的一部，但也是他一生中最主要的一部代表作。全書六十卷，五十六萬多字，計分爲十二大部份，其中以第六部份——「樹藝」，第九部份——「種植」與果樹有關。

—第六部份「樹藝」內：計列有「內穀部（上、下——穀名考暨二十種作物）、蓏部（種瓜法暨十八種作物）、蔬部（二十八種作物）、果部（上、下——計三十九種果樹）」，共六卷。

—第九部份「種植」：計列有「內種法、木部（二十八種樹木）、雜種（上、下——計二十二種植物）」，共四卷。

—《農政全書》在作者幾十年之中，不斷地搜集資料，整理研究，除了注意歷史文獻資料之外，也重視調查訪問，生產實務和試驗研究工作，本書在我國，是一份極爲珍貴的農學遺產。

五、其它如《甘薯疏》、《吉貝疏》（徐光啓）、《務本新書》（宋·作者不詳）、《知本提綱》（楊岫）、《授時通考》（清·包世臣）、《農言著實》（清·楊秀沅）等，難以一一列舉。

所以我國在將近四千年的有文字可考的歷史，是世界上著名農業古國，對世界文明作了不少貢獻，歷代有關農業生產知識的書籍，大大小小數以千計，留下了相當豐富的農業遺產。

縱觀我國農業中的果樹，在夏、商、周三朝早已有栽種的文字記錄，歷經春秋、戰國、秦、漢時代，農業的著作，更如雨後春筍，這一切的一切都可證明我國的農業歷史，比西方早兩千餘年，其果樹園藝當然也遙遙領先兩千餘年，直到清末民初近百年來，以國事蠅蟄，民不聊生，技術滯固不進，我們卻反瞠乎其後了。

本社有鑑於此，特出版有關改良農業生產方面的叢書一批，本書是其叢書系列之一。國父孫中山先在《民生主義》第三講提出改良農業生產的方法「七個增加生產的方法要研究：第一是機器問題，第二是肥料問題，第三是換種問題，第四是除害問題，第五是製造問題，第六是運送問題，第七是防災問題」；《植物育種學》——也就是——第三換種問題的內涵。

本書是日本近年來出版的，深受日本農學家、農業學者歡迎的植物育種學方面的權威著作。著者是日本北起北海道，南迄九州的大學教授；既從基因水準對植物育種作了詳盡深入地理論上的闡述，又對育種工作中原始材料的搜集、保存、常規育種法以及各種性狀鑑定、田間試驗設計及基本統計方法、新品種的保存和繁殖等科學技術作了詳盡具體的介紹，既有高深的理論，又有具體的實際，是理論結合實際的一本好書，既可作為院校的教學參攷書，又可作為從事育種科技人員工作參攷書。他山之石可以琢玉，我們確信：日本這些教授的集體創作，將會有助於達到「精緻農業」的主要橋樑——植物育種工作。

本社編輯部

目 錄

第一章 植物育種學.....	1
第一節 植物的進化、農業生產的發展和植物育種學.....	1
第二節 育種的形成和育種學.....	4
第二章 基因和突變.....	7
第一節 基因的基本特性.....	8
一、基因的概念.....	9
二、基因互作.....	18
三、基因的反應規範.....	28
四、基因位點的連鎖.....	33
第二節 基因系和性狀表現的關係.....	43
一、基因系之間的關係.....	43
二、發生和發育中的基因系.....	49
第三節 基因的突變.....	54
一、突變的特性.....	54
二、突變的規律和誘發.....	57
三、突變體的檢測.....	61
第三章 生殖的控制.....	65
第一節 植物的生殖和群體遺傳.....	66
一、植物的生殖方式.....	66
二、生殖方式和群體基因型的構成.....	73
三、群體內的選擇.....	81
四、群體的隔離.....	88
第二節 自花授粉植物生殖的人為控制	
——自花授粉植物的育種方法.....	90
一、純繫選擇法和群體選擇法.....	90

二、系譜育種法和混合育種法	93
三、回交法和多系雜交法	104
四、雜交種育種法	108
第三節 異花授粉植物生殖的人為控制	
——異花授粉植物的育種方法	110
一、混合選擇法及設後代鑑定的混合選擇法	111
二、雜交種育種法	114
三、輪回選擇法	127
四、綜合品種育種法	131
第四節 營養繁殖及無融合生殖和育種	134
一、營養繁殖植物的育種法	135
二、用嫁接等無性途徑產生的遺傳物質的重組	136
三、無融合生殖的利用	138
第五節 種間雜交育種	139
一、種間雜種 F_1 的形成	139
二、種間雜種 F_1 的生育	139
三、種間雜種後代的保持和特性	139
第六節 控制生殖的技術	142
一、人工雜交的技術	142
二、人工營養繁殖	146
第四章 細胞工程	148
第一節 染色體組工程	150
一、染色體組附加	150
二、染色體組削減	164
第二節 染色體工程	175
一、染色體工程的目標	175
二、染色體削減	177
三、染色體附加	186
四、染色體取代	195
五、染色體的結構異常	209

第三節 細胞質工程	212
一、細胞質取代法	213
二、在作物及其近緣種觀察到的細胞質的遺傳差異	215
三、細胞質雄性不育在育種上的利用	217
第四節 細胞雜交	225
第五章 育種目標及其鑑定	229
第一節 育種目標	229
一、育種目標的確定	229
二、親本的選定	230
三、品種的變遷	231
四、主要栽培植物的育種目標	232
五、不同地區的育種目標	233
第二節 豐產性	234
一、群體的光合生產率	234
二、向利用部分的分配率	243
三、今後高產育種的方向	244
第三節 抗病性	245
一、抗性遺傳	245
二、抗病性鑑定	248
三、抗病育種	251
第四節 抗蟲性	255
一、抗性的鑑定方法	255
二、抗性遺傳和育種	258
第五節 品質	261
一、穀粒澱粉	262
二、蛋白質的氨基酸組成	263
三、食用油的脂肪酸組成	264
四、二棱大麥的釀造品質	268
五、茶的品質	268
第六節 生理和生態特性	270

一、 抗逆性·····	270
二、 早、晚熟性·····	276
三、 機械化栽培的適應性·····	277
第七節 育種和適應性·····	277
一、 栽培植物的適應性·····	277
二、 廣域適應性·····	278
三、 育種的場所·····	279
第八節 生產力鑑定和田間試驗方法·····	282
一、 生產力鑑定·····	282
二、 田間試驗方法·····	283
第六章 種苗管理·····	298
第一節 育種材料的收集、鑑定、保持及繁殖·····	298
一、 育種材料及其遺傳基礎·····	298
二、 植物的探索和引入·····	300
三、 收集和鑑定的技術·····	305
四、 保持和增殖的技術·····	307
五、 育種材料的收集保存機構·····	313
第二節 育成品種的保持、繁殖、交流及鑑定·····	314
一、 新品種的誕生·····	315
二、 育成品種的保持、繁殖·····	316
三、 育成品種的流通和檢查·····	323

第一章 植物育種學

第一節 植物的進化、農業生產的發展和植物育種學

人類作為地球生物圈的一員，同其他生物共存。人們在經營農業生產、建設城市、劃定自然保護區時，都應考慮地球生態系統的平衡，特別是要對陸地生態系統進行控制。

人類一旦破壞了和其它生物協調共存關係，就不會有富裕而健康的生活。

因此，人類為了維持自己的生活和獲得適用的產品，就要選擇、培育良種，並利用已具有適應性的各種植物、動物和微生物良種。

育種的目的是改良生物的遺傳特性，使之更易培育，或者利用價值更高。以調整改良植物遺傳性為目標的科學就是植物育種學。

生物進化過程中，光合作用的出現是一項重要內容。雖然人們還不能肯定從什麼時候開始出現了生物的光合作用，但 J. Oro 等人（1963）從含有認為是葉綠素 a 分解產物的化石的分析結果，推斷出 31 億年以前就已經出現了。

以後形成了植物和動物兩個系統：

一、植物通過光合作用生產有機物以維持本身的生活，同時使一部分有機物積累起來。

二、動物以及異養性的菌類、細菌則依賴植物所積累有機物生活，同時又進行有機分解。

人類也是動物中的一員，人們攝取的營養，不是植物性食物，就是以植物為食物基礎的動物所製造的肉、乳、蛋等。

大約在千億年以前，植物的陸生化就開始了。它們經過蕨類植物、裸子植物的全盛時代，現在是被子植物的繁盛時期。

2 植物育種學

陸生植物的出現，促進了動物的陸生化。在節足動物中，昆蟲走上陸地最早。由它們和被子植物共存，至今仍然很繁盛。脊椎動物中經兩棲類、爬行類的全盛時期，現在哺乳類、鳥類佔優勢。

現在在陸地上哺乳、鳥類和昆蟲類。而陸地上的多數動物是以被子植物合成的有機物為營養來源，人類食用的植物多數也屬於被子植物。

舊石器時代，人類是靠採集和狩獵來生活的，進入新石器時代，人類開始了栽培植物和飼養動物，而且是在保護其它生物的基礎上來利用它們的。

這一點人類和其它生物的關係已與過去有所不同。栽培植物和飼養動物，可以看成是人類從很多野生動、植物中選擇了人類易於管理的生物，在栽培和飼養條件下有意或無意地改良了它們的遺傳特性。

N. polunin (1960) 列舉了栽培條件下植物特性發生變化的如下例子：種子不飛散、發芽整齊一致、植物、植物體和種子的大型化、種子和果實的特殊顏色、毛刺等防禦構造的消失，提高了食物和飼料的食味，向自花授粉以及一年生方向改變等。

所有這些變化，在野生條件下不一定是有利的。栽培植物的進化可以說是處於人類的干預之下進行的。

由於近代科學技術的發展，使我們就可以就主要栽培植物進行有計劃地、按照合理的方法進行育種。

目前的問題是，無論是直接栽培植物或通過畜牧業來生產與人類衣食住有關的生物資源是，都要解決植物可利用部分的高產、優質以及易於栽培管理等問題。

近年來由於化學工業、機械工業的發展，充足的化肥、化學除草劑，以及機械收穫等的迅速普及，作物的單位面積產量和勞動生產率正在不斷提高。

在水稻、小麥等作物上已育成了除適於新的栽培管理的株型等外，在新的栽培條件下還表現出良好生產性能的新品種，對世界的穀物增產作出了很大貢獻。

老品種適應於舊的栽培方法，新品種適應於新的栽培管理，生物

資源的大幅度增產不只是栽培方法的改變，也不光是新品種的作用，而是由兩者共同作用的結果。這是我們應該注意的。

在多數情況下，濃度稀薄的營養鹽類成為海洋中植物生產的限制因素。

陸地上的植物生產雖然也與氮、磷、鉀等的供給量有關，但在多數情況下成為限制性因素的是乾燥、溫度的過低或過高。

水分及溫度條件等根據地區，有無灌溉條件、栽培期等而有很大的不同。

育成對乾燥、低溫、高溫等具有抗性和迴避性的品種必然會提高生產的穩定性，或者擴大栽培地區和調節栽培期，這樣的事例是很多的。

日本育成的早熟抗冷害水稻品種對東北地區的水稻栽培的穩定做出了很大貢獻。

北海道水稻栽培地帶的擴大就是其中一例。育成對各種病蟲害等具有抗性的品種也是各種作物穩產高產的重要條件。

育種對於改良產品品質也有很大作用。在食用作物的外觀品質、貯藏加工特性、食味改良、增加有效成分的含量、除去有害成分等方面，育種工作都不斷地取得了成果。

在育種成果中佔有特殊地位的是雜交種。寺尾博（1931）列舉了作為農作物新品種應具備的三個條件：優良、均質、連續。

如上所述，所謂優良是指新品種能很好地適應栽培環境、栽培管理和利用方法，而且表現高產優質；所謂均質是指群體具有不妨礙使用的整齊度。

所謂連續是指採用適當的繁殖方法，即使多年進行種子繁殖或營養繁殖，利用價值也不會發生變化。

雖然雜交種的遺傳特性只限於一代，是不連續的，但如果保持雜交種雙親的遺傳特性，就可以間接地保持其連續性，所以能作為品種使用。

在很多作物上都育成了既保持其連續性而又優良、均質的雜交種。特別是在美國，玉米雜交種成了支持畜牧業生產的重要支柱。日本

也育成了洋白菜、白菜雜交種。

用於城市空地、公園的花卉、觀賞植物、草、樹木，也是育種的對象。

多數被子植物有美麗的花朵以引誘昆蟲，這雖然與蟲媒有關，但對人也是有魅力的。

人見到植物的綠色也會感到舒適，植物通過光合作用固定的太陽能不僅支撐着整個生物的活動，而且植物吸收的 CO_2 和放出的 O_2 ，剛好和包括人類在內的動、植物的呼吸所消耗的 O_2 及排出的 CO_2 相等。

人類由於使用石化燃料會放出更多的 CO_2 ，從這方面來說和植物共存的意義也是很大的。

保護植物，而且在人為控制的生態系統中通過育種來增進植物的適應性和賦予更美麗的顏色今後會越來越重要。

第二節 育種的形成和育種學

可以說育種是按照人們意志的定向生物進化（N. I. Vavilov）。生物的進化是從遺傳物質的變異（基因突變、染色體的結構變異、染色體的數量變異、細胞質變異）及遺傳物質重組產生的各種類型中選擇適應的類型，由適應的類型組成的群體被隔離產生的。

人為地控制遺傳物質的變異（廣義的突變）——遺傳物質的重組——選擇——隔離過程的一部分或全部就形成了育種。

關於遺傳物質的變異，雖然很早以來就以自然突變為對象進行了選擇，但直到 H. J. Muller (1927) 明確 X 線呈有效的突變誘發源以來，才開始了人為突變的研究。

各種具有電離能的放射線、紫外線，各種化學藥品被用於誘發基因突變和染色體的結構變異。

1937 年發現從秋水仙中提取的生物碱秋水仙素對染色體的加倍有效，使多倍體的人為誘發變得容易了。

這種方法適用於種間雜交的雜種，開闢了以人為雙二倍體的方式

來恢復可育性的道路。

在 L.D. Watson 和 F.H.C. Crick (1953) 的 DNA 模型中確立了作為基因實體的核酸結構以及結構變化與基因的信息傳遞和基因突變的對應關係。

用生物化學的方法得到基因和以人工合成基因為目標的研究正在不斷地發展。

植物進行有性生殖是 17 世紀才認識到的，進入 18 世紀後開始了植物的人工雜交。

1900 年孟德爾遺傳法則被再發現後，迅速發展的遺傳學、細胞遺傳學提高了我們對有性生殖以及基於有性生殖的遺傳變異的本質的認識，鞏固了品種間雜交和種間雜交育種的基礎。

進入 19 世紀，開始了試驗誤差及與此有關的田間試驗方法的研究。19 世紀中期導入了作為提高選擇精度的後代鑑定法。

W. Johannsen (1903) 的工作明確了生物的變異有遺傳因素和非遺傳因素引起的兩個方面，就育種而言只是前者才有用。

後來由 R.A. Fisher 等 (1925) 形成體系的生物統計學及數量遺傳學開闢了用數量分析方法確定變異在多大程度上由遺傳因素決定的道路。

另一方面，19 世紀中期達爾文 (1859) 在《物種起源》一書中明確了生態的適應方式，論述了由於適應類型被選擇，生物產生進化的觀點。

進入 20 世紀後，就與適應有關的各種性狀進行了性狀表現的遺傳、生理、生態的基礎研究，還研究了既簡單而又正確的選擇方法。這樣就奠定了有計劃地高效率地進行育種的基礎。

如上所述，隨着人類對於生物進化過程中各種現象的認識到進一步掌握這些現象的本質，人為地控制這些過程就有了可能和變得容易了。

而且和育種學的發展聯繫起來了。育種學是進一步豐富與生物進化有關的各個過程的基礎知識，以及綜合運用這些知識確立有效的育種方法和合理的育種技術體系的科學。