

國立臺灣大學農學院叢書 第十六號

作物育種學導論

FRED N. BRIGGS 原著
P. F. KNOWLES

盧 守 耕 譯

國立臺灣大學農學院印行

國立臺灣大學農學院叢書 第十六號

作物育種學導論

FRED N. BRIGGS 原著
P. F. KNOWLES

盧 守 耕 譯

國立臺灣大學農學院印行

版權所有
翻印必究

中華民國六十五年八月出版

作物育種學導論

全一冊 實價壹佰元正

(外埠酌加寄費)

主編者 國立臺灣大學農學院出版委員會

譯作者 盧 守 耕

出版者 國立臺灣大學農學院

發行處 國立臺灣大學農學院

印刷所 精 華 印 書 館

序

民以食爲天，人類生存首先要求者即爲糧食，但近年以來，世界人口的自然增殖迅速，目前約以年平均百分二·五之速度，繼續膨脹，而糧食之供應，則步調不一，某些國家受社會制度之影響，使食品之分配失當；若干地區則因技術落後，使糧食之生產不足，以致人口的成長與糧食的增產，失去平衡，形成日漸嚴重的糧食危機，數以億計的全球人類，陷於饑餓無食或營養不良之狀態。

針對人類生存之需要，必須加強農業之增產，增產之途徑甚多，或擴張耕地面積，或提高單位面積產量，但最基本者，乃係作物品種之改良。關於作物品種之改良，幸經育種學家不斷之努力，各種主要糧食作物如水稻、小麥、玉米、大豆等，不時有新品種之問世，不但質量俱增，且有抗病、抗蟲、耐候、耐肥、莖桿健、不倒伏等優異特性。由於此等新品種之推廣栽培，成績卓著，多數原爲糧食不足之國家，漸能進入自給自足之境地，世人譽之爲綠色革命，而此項農業改革潮流之澎湃洶湧，實以作物育種技術爲其主流。

育種技術既爲吾人改良作物品種，促進糧食生產之利器，且經廣泛應用，迭創佳績，但各種試驗研究之成果，每多散見於雜誌期刊之中，而具有完整體系之專門著述，尙不多見，今盧守耕教授將其譯作「作物育種學導論」一稿見示，見其全書內容共分三十章，節目井然，編排有序，並自作物育種之遠史背景、歷代發展、逐級演進，以至於近代之技術方法，推陳出新，闡釋詳實，誠爲一不可多得之讀本，特編爲本院叢書第十六號，以供教學研究之參考，而亦秋先生在本校講授作物育種學十有九年，並著有現代作物育種學，與本書互相參證，定能相得益彰。其治學之勤，退而不休，殊堪欽佩，至其文筆之流暢，譯意之信達，猶爲餘事焉，謹爲之序。

劉崇瑞 民國六十五年八月
於臺大農學院

譯者序

約百年前孟德爾氏默默舉行第一個遺傳上之控制試驗，遂成爲建造遺傳學之磚石。迨作物科學獲得遺傳學對作物關係更多之知識與瞭解後，發展成爲作物育種學。經許多作物育種家之不斷努力，而使若干國家達於今日作物生產之高水平。但世界人口及人類欲望不斷增加與提高，量豐質優之超級作物之要求，日益殷切，此對作物育種家爲一種永恒之挑戰。以故學農者非對作物育種特別重視，多方擴展知域，使遺傳原理與物物品種改良之關係融會貫通，圓滑應用，實無以達成此艱巨之任務。故今後欲綠色革命，則唯作物育種學是尙。

譯者有鑒於吾國作物育種學書籍之寥落，優良完善，適合大學教本，或得供深入研究者，更不可多得。曾於民國五十年著“現代作物育種學”一書問世，雖出版以來，深受學者之推重及青年之愛好，但迄今已忽忽十有五年，科學日新，知識無涯，吾人求學不可自囿，自封。譯者嘗思在此方面續有所貢獻，乃人事慳德，迄未如願。今茲退休，稍得暇晷，檢得美國勃立克斯及諾威爾兩氏所著之“作物育種學導論”一書，覺內容充實，編列恰當，允稱佳作，乃抽暇翻譯，以饗國人。殺青後，蒙國立臺灣大學農學院收爲農學院叢書，得以出版，深爲感激。

本書之第一作者勃立克斯氏爲美國加州大學作物育種學教授兼系主任及院長，亦爲一著名之穀類實地育種家。生平致力於抗病育種，倡用回交育種法，對育種之貢獻及成就甚大。迨加大退休後，復任加州政府棉育種計畫之顧問，僕僕奔走，不幸因車禍而喪生。本書爲其任課時所寫之教本。本書之第二作者諾威爾氏爲勃氏加大之同事，從事於紅花之育種及研究，有獨特之貢獻。勃氏退休後，第二作者繼任其課及職位，本書之編著亦參予其事。迨勃氏逝世後，諾氏復將本書大加修改增補，以成現在之型。本書作者均爲傑出之育種家及教育家，宜其所著之書不同凡響，現爲美國各大學所採用。

細審本書內容，有下列諸特點：本書編排之順序，先自交作物，後異交作物，涇渭分明；始原理，嗣方法，層次井然；特別適於教學。此其一。內容充實，博采廣引，編制謹嚴，語語有本，指點文獻尤簡潔明確，便讀者可作進一步之研討。此其二。在每章之首，必引列前人之名言，於每章之末，必綜合本章之要點，使讀者先有啓發，後知重心。此其三。本書雖名爲導論，而內容實甚完整。對遺傳學及細胞學之原理敘述尤詳，處處以方法爲經，原理爲緯，將方法與原理揉和在一起，使讀者知其然，亦知其所以然。此其四。

好書當前，不可失之交臂。本書國內雖有翻印本，然青年後學讀外語文書，

目 次

頁次

第一章 作物育種之瞻望	1
第一節 引言	1
第二節 作物育種對於農業生產之影響	1
第三節 作物育種之發展及作物育種家之訓練	3
第四節 提要	4
第二章 栽培植物之進化	6
第一節 引言	6
第二節 新石器時代	6
第三節 歷史時代	8
第四節 現今時代	8
第五節 栽培植物進化之遺傳學基礎	9
第六節 淘選及遺傳偏流	12
第七節 提要	13
第三章 植物引種	15
第一節 引言	15
第二節 歷史背景	15
第三節 引種之類型	16
第四節 變異中心	17
第五節 植物引種之程序	19
第六節 遺傳質之保存	21
第七節 敘述及評價	21
第八節 提要	22
第四章 作物生殖方式與育種方法之關係	24
第一節 引言	24
第二節 有性生殖	25
第三節 無性生殖	29
第四節 自交作物	30
第五節 異交作物	32
第六節 異花受粉率之測定	33
第七節 提要	34
第五章 植物之變異性	37

第一節	引言	37
第二節	變異之尺度	37
第三節	質的性狀	38
第四節	量的變異	40
第五節	單一族羣之統計	40
第六節	二族羣量的性狀之比較	44
第七節	關連之測量	46
第八節	提要	50
第六章	基因與質的性狀	51
第一節	引言	51
第二節	作物經濟上重要性狀之遺傳	51
第三節	基因價值之測量或某種形態特徵	57
第四節	提要	60
第七章	數量遺傳	62
第一節	引言	62
第二節	基因作用之術語學	62
第三節	修改基因	66
第四節	複數(同義)基因	67
第五節	幾何學的基因作用	71
第六節	由分割法之遺傳分析	72
第七節	微效基因	72
第八節	提要	73
第八章	環境對作物育種之重要	75
第一節	引言	75
第二節	育種圃環境之控制及評估	75
第三節	遺傳力	76
第四節	品種對環境之適應	78
第五節	基因型由環境之改變	80
第六節	提要	83
第九章	自交作物之選種	84
第一節	引言	84
第二節	純系說	84
第三節	地方品種	85
第四節	異接合性之程度	86

第五節 混合選種	86
第六節 純系選種	87
第七節 純系中變異性之來源	87
第八節 提要	88
第十章 雜交及基因組合	90
第一節 引言	90
第二節 影響 F_2 基因組合之因素	90
第三節 F_2 後之世代	93
第四節 異花受粉作物之雜交	96
第五節 成功之基因組合	97
第六節 提要	97
第十一章 自交作物之雜交育種及譜系選拔	99
第一節 引言	99
第二節 目的	99
第三節 親品種之選擇	100
第四節 舉行雜交	102
第五節 雜種族羣用譜系法之處理	104
第六節 單株評價之世代(分離代)	104
第七節 系之評價世代(不分離代)	106
第八節 譜系方法之修改	107
第九節 早代評價	107
第十節 提要	108
第十二章 自花受粉作物雜交育種之混合族羣法(附綜合雜交育種法)	110
第一節 引言	110
第二節 混合方法之步驟	110
第三節 自然淘汰在混合族羣所扮之角色	112
第四節 綜合雜交	115
第五節 早代評價	118
第六節 譜系法與混合法之比較	118
第七節 提要	119
第十三章 回交育種法	121
第一節 引言	121
第二節 輪迴親及其回復	122
第三節 轉移性狀及其回復	123

第四節	回交育種之例	124
第五節	異花受粉作物回交育種法之應用	127
第六節	回交育種法之評價	127
第七節	提要	129
第十四章	異花受粉作物	130
第一節	引言	130
第二節	基因庫	130
第三節	哈臺·懷恩勃定律	131
第四節	異花受粉作物之特點	133
第五節	提要	133
第十五章	異花受粉之控制	134
第一節	引言	134
第二節	雄花與雌花之隔離	134
第三節	不和合性	135
第四節	雄不稔性	140
第五節	提要	143
第十六章	異花受粉作物之選種	145
第一節	引言	145
第二節	一基因座選種之效果	145
第三節	混合選種之技術	146
第四節	玉蜀黍之混合選種	150
第五節	選種反應	152
第六節	提要	155
第十七章	近親繁殖及雜種優勢	157
第一節	引言	157
第二節	近親繁殖	157
第三節	雜種優勢	159
第四節	自交弱勢及雜種優勢之遺傳基礎	159
第五節	提要	163
第十八章	雜種品種	165
第一節	引言	165
第二節	歷史背景	165
第三節	玉蜀黍之雜種品種	166
第四節	自交系	167

第五節	自交系之改良	170
第六節	雜種種子之生產	171
第七節	其他作物之雜種品種	173
第八節	提要	175
第十九章	輪迴選種	178
第一節	引言	178
第二節	表現型之輪迴選種	179
第三節	改良一般組合力之輪迴選種	181
第四節	改良特殊組合力之輪迴選種	182
第五節	交互輪迴選種	183
第六節	其他作物之輪迴選種	184
第七節	提要	184
第二十章	合成品種	186
第一節	引言	186
第二節	合成品種之產生	186
第三節	合成品種成績之預測	187
第四節	玉蜀黍之合成品種	188
第五節	向日葵之合成品種	189
第六節	飼料作物之合成品種	189
第七節	提要	194
第二十一章	植物之同質多元體化育種	196
第一節	引言	196
第二節	多元體	196
第三節	多元體之誘致	197
第四節	同質多元體化之影響	198
第五節	同質多元體在作物育種之成功	200
第六節	同質多元體之細胞學行爲	201
第七節	同質多元體之遺傳	202
第八節	回歸至二元體狀態	204
第九節	同質多元體之育種方法	204
第十節	單元體化	205
第十一節	提要	207
第二十二章	異質多元體化	209
第一節	引言	209

第二節	異質多元體之產生	209
第三節	異質多元體之例	210
第四節	異質多元體之遺傳	213
第五節	提要	214
第二十三章	畸多元體	216
第一節	引言	216
第二節	染色體之增加	216
第三節	染色體之刪除	221
第四節	染色體置換	221
第五節	提要	222
第二十四章	誘變媒與作物改良	223
第一節	引言	223
第二節	誘變媒	223
第三節	誘變程序	225
第四節	誘變媒之影響	228
第五節	突變育種之目的及成就	230
第六節	提要	232
第二十五章	種間雜交	235
第一節	引言	235
第二節	育成種間雜種之理由	235
第三節	克服獲得雜種 F_1 之困難	236
第四節	F_1 雜種之不稔性	237
第五節	在 F_2 之退化	239
第六節	二親有許多基因不同之種間雜種	239
第七節	二親染色體組不同之種間雜種	242
第八節	無性繁殖或長命之多年生植物	244
第九節	種間雜交之意外結果	244
第十節	提要	244
第二十六章	物種間性狀之轉移	247
第一節	引言	247
第二節	染色體數相同物種間基因之轉移	247
第三節	染色體數不同物種間基因之轉移	248
第四節	二屬間基因之轉移	249
第五節	提要	250

第二十七章	抗病性及抗蟲性之遺傳	252
第一節	引言	252
第二節	病原生物	252
第三節	真菌之遺傳	255
第四節	抗病性之遺傳	259
第五節	基因與生理型之關係	262
第六節	提要	264
第二十八章	抗病及抗蟲育種	267
第一節	引言	267
第二節	歷史背景	267
第三節	抵抗性之來源	268
第四節	病原菌或害蟲之處理	269
第五節	育種方法	269
第六節	抵抗性之安定性	270
第七節	小麥對稈銹病之抵抗性	271
第八節	苜蓿對斑點蚜蟲(<i>Therioaphis maculata</i>)之抵抗性	273
第九節	提要	276
第二十九章	品種之維持及推廣	278
第一節	引言	278
第二節	歷史背景	278
第三節	農作物品種種子之生產	279
第四節	種子之檢定	280
第五節	花卉蔬菜品種種子之生產	282
第六節	無性繁殖作物之生產	283
第七節	種子生產之專區化	283
第八節	隔離	284
第九節	種子法	285
第十節	育種者之權利	285
第十一節	提要	286
第三十章	田區技術及試驗設計	288
第一節	引言	288
第二節	田區技術	288
第三節	試驗設計	290
第四節	提要	297

作物育種學導論

第一章 作物育種之瞻望

植物育種爲對人類服務之植物遺傳的調整。 Frankel, 1958

第一節 引言

作物育種爲人類最古成就之一。當馴化植物種植於控制環境下，選擇可供可靠食源之型時即肇始。此早期之作物育種連同動物育種，對人類之社會進化有極大貢獻，因作物及家畜之新品種漸變成更富生產力，人羣即逐漸環繞此種供給源而定居。當村及鎮發展後，生產此種食物之人力更充足，人類有閒餘之時間創造美術及手工藝品。於是植物及動物之栽培及飼養，標記出人類由遊牧及個人主義生活進至現在有組織及合作的社會之最重要之一期。所有我人現在所知之食用作物，爲此原始農業之直接成果物。

此早期之作物育種爲偶然的及徐緩的。此仍保持爲一種藝術而非爲一種科學，直至本世紀之初，孟德爾之遺傳定律重認識後應用於作物育種，作物育種始邁進而成爲一科學。不論此轉變影響如何，作物育種將常有幾分爲一種藝術，育種者嘗試塑造或創造生活材料以現實其在心中之想像或理想。此確實爲作物育種之希求。作物育種爲一藝術，因其有特於作物本身與其構造及其對環境反應之知識。作物育種爲一科學，因其極有特於遺傳學之原理。遺傳學可解釋作物性狀之遺傳，其定律可給予作物育種之預測性。在當初遺傳學集中於效果大之基因，如色、形之顯明變化及對病抵抗力等影響質的性狀之基因。近來遺傳研究探求效果微小基因之遺傳，如決定產量、高度、及早熟性等量的性狀之基因。

作物及家畜育種爲進化 (evolution) 之一型，大部份有特於控制自然物種進化之同一法則。但有一重要之不同，自然淘汰，至少一部份，已由人的意識選擇取代之。

第二節 作物育種對於農業生產之影響

生產力 近四十餘年來，許多國家農作物之生產力已有顯著之增加，此大部份直接由於作物育種家之成就。表 1-1 爲美國五種作物單位產量之增加情形，其增加幅度由燕麥之32.4%至於草之117.3%而不同。同樣之數據亦可在他種作物得

表 1-1 美國由1915至1964各十年期、小麥、玉蜀黍、燕麥、大豆及菸草之每英畝平均產量（磅）

十年期	小 麥	玉 蜀 黍	燕 麥	大 豆	菸 草
1915-1924	833	1,488	998		788
1925-1934	825	1,354	884	805	779
1935-1944	910	1,595	977	1,085	952
1945-1954	1,027	2,103	1,091	1,199	1,236
1955-1964	1,427	3,102	1,321	1,398	1,712

之。增加生產及成本之價值雖不同，但可安全說，美國人民之投資，其紅利無如如是之高者。

另一例為墨西哥由 Rockefeller 基金委員會與墨西哥人員聯合努力所獲致之小麥生產之增加⁽³⁾。在1943此研究計劃開始之年，墨西哥所需之小麥半數由國外輸入。在1956年因小麥品種改良及小麥生產技術之改進，墨西哥足以自給，在1965年輸出小麥50萬噸。產量每英畝由1945之660磅增加至1964之2340磅。

過去一世紀作物育種家致力於作物生產之改良及推廣。許多方面獲致成功，若干之例如下。

生產區域之擴大 一作物之某種特性改變，其生產區域可以擴大。例如加拿大由中歐引入之冬小麥品種 David Five 種子中選出一單株，育成 Red Fife 品種，遂造成包括加拿大之多數大草原及美國北部大平原之硬紅春小麥實業。

早熟品種之育成可使作物移入一新區域。Charles Saunders 由 Hard Red Calcutta 與 Red Fife 之雜交，育成 Marquis 春小麥品種。此品種較 Red Fife 早熟數日，於是取代 Red Fife，使硬紅小麥之栽培更可向北擴展。

抗旱性可助一作物在某地區建立。美國之蜀黍雖在過去百年間已引入，但因其耐旱性，始成為美國西南大平原之極重要作物。

改良耐冬性常能使冬作物向北推進。美國由土耳其引入之一亞麻品種中選出一耐冬品系，現在亞麻成為 Texas 某種區域之極可靠冬作物。

雜種品種 許多作物導致高產量之單一特質為雜種優勢，即雜種品種之應用。最引人注意之例為雜種玉蜀黍，美國在1932首先大量推廣，現已達玉蜀黍栽培總面積之95%。有許多作物現已栽培雜種品種，如蜀黍、向日葵、洋葱、蓖麻、及許多花卉及蔬菜。

抗病性 過去30年間，小麥育種家最顯著之成就為抗稈誘病品種之育成。小麥育種家與病菌間之競賽雖尚在進行中，然毀滅百萬畝之此種病害已可免除。不論從事於何種作物之所有作物育種家殆無一不致力於抗病育種。

抗蟲性 侵害苜蓿之斑點蚜蟲在美國於1954年第一次發現，為害甚烈，在極短時期中即育成抗此蟲之品種。抗豌豆蚜蟲、莖線蟲、及根瘤線蟲之苜蓿品種亦已育成。育成抗各種害蟲之作物品種極為重要，因可解決作物因噴施殺蟲劑而造成藥毒殘留問題。

品質 許多作物之新品種在推廣前，必須經過詳細之品質檢定。棉育種家已多年詳細檢定新品種纖維之細度、強度、及光滑度。現在棉纖維品質之檢定更為注意，因棉必須與人造纖維競爭。麵包小麥之新品種必須滿足利用者之標準：利用穀粒，必須有需要之容重、色、大小及形狀；當磨粉時，製粉率、粉色、蛋白質含量及蛋白質性狀必須超過其最低標準；當烤製時，產生之麵包必須詳細評價其大小、細度、及構造之一致性、色及味。果樹及蔬菜育種家育成新品種尤須注意品質，不僅在收穫時，亦須在製造中及運輸中檢定其品質。

機械收穫適應性 美國隨蜀黍迅速增加其重要性後，育成矮性及雙重矮性型之品種以適合能以聯合收穫機收穫。許多蔬菜作物，包括番茄已以農機收穫；新品種必須適應收穫機。工程師與作物育種家更應密切合作。

其他農業發展 過去百年間導致農業生產大增，作物品種改良僅改變之一。其他之改變為新地區之拓展，水利之開發，肥料之增施，其他化學對耕種之應用，栽培方法之改良及機械化。此處不能詳細討論此種發展對農業及社會之個別影響，但作物育種對此種發展之每一項殆均有關係。

育種為一長期事業 大多數之新品種至少須十年之努力始克育成，亦有長達20年者。作物育種之投資報酬甚大，但不能一蹴即就。作物育種家必須對準農業及社會之需要多年努力。若估計有誤，即能及時改正，亦多耗時日。作物育種家有時以依照市場之需要從事為智。

第三節 作物育種之發展及作物育種家之訓練

作物育種之發展機會在數量上及範圍上均在增加中。此一部分為作物育種模型變動之反映。一變動為種苗公司對育成新品種尤其雜種品種日感興趣。同時農業試驗場及研究所更強力集中於作物優良遺傳質之發展，以提供其他作物育種者之利用；彼等亦繼續扮演改良作物育種程序之傳統角色；彼等必須從事於商業公司不注意之作物育種。其他之重要發展為範圍國際性者；現有各種組織支持全世界之作物育種計劃，因彼等認知此為使人口與食物供應平衡之一重要步驟。作物育種顯然提供對育種有不同興趣及訓練之人們一良好之發展。

作物育種家之訓練 作物育種家第一為一生物學家。因彼必須有植物，尤其彼所從事之作物之解剖學的及生理學的知識。但最重要者為遺傳學知識，因作物育種為應用遺傳學之一範疇。一優良訓練之作物育種家應自認為遺傳學家，亦為