

金陵大學農學院叢書

中國作物育種學

王綬編著

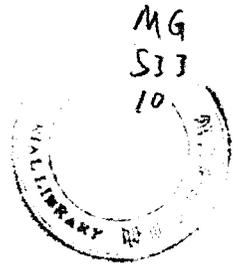
商務印書館發行

788

中國合作學社
仙舟先生紀念合作圖書館
(簡稱)
仙舟合作圖書館



書位號數 434
115
登記號碼 普-2555



金陵大學農學院叢書

中國作物育種學

王綏編著

商務印書館發行



3 2167 7552 2



金陵大學小麥新品種繁殖區

(農藝系贈)

序 言

作物改良之技能：及其原理，而以植物遺傳學，細胞學，植物學，植物生理學，植物病理學，作物栽培學，土壤肥料學，生物統計學，以及其他有關係之科學為基礎。此等科學皆與作物改良有直接間接之關係，故欲為一成功而有進步之育種學家，其對於上述之基本學科，均應有相當之研究。至少對於各種有關係科學之常識應有充分之探討，尤以遺傳學為最要，故哈斯博士（H. K. Hayes）曾謂余云「育種學無他，即遺傳學外加以常識而已」。概可想見育種學之內容矣。

育種學之全部細分析之可分為三段：一為『原理』研究關於育種之各種原則與理論。二為『田間技術』研究田間試驗之管理方法與技術。三為『試驗結果之解釋』，利用統計方法解釋試驗結果之意義，三部相聯，方成為一完全之育種學。譬之三邊形然，必有三邊始得成形，缺其一則不得謂之三邊形。育種學亦然，缺其一則不得為完全之育種學，此三部應各有專書詳論，本篇因限於篇幅，未能作詳盡之研究，殊屬遺憾。

查我國對於育種之參考材料，頗形缺乏，本篇本個人十餘年來教授經驗而作，其目的在於使育種之技術員對於育種之應有知識有相當之了解，並授以實地育種之工具，啓發其深造之門徑，於每章之末略舉重

要參考材料，使欲深造者有以參考焉。作者深知遺漏與錯誤之處當不能免，極願國內同道有以教我。

民國二十三年十一月王綏謹序於首都金陵大學農學院

目 錄

第一章	總論	1
	改良作物史略.....	1
	作物改良之可能.....	4
	作物改良之目的及其效果.....	8
	作物生殖方法與育種之關係.....	9
	參考書——I	11
第二章	天然自花受粉作物育種法——I選擇法.....	12
	引言.....	12
	選擇改良作物之理.....	13
	混合選擇育種法.....	13
	純系選擇法.....	17
	何謂純系.....	17
	分離純系之法.....	20
	選擇單穗或單株應注意之事.....	20
	單穗或單株選擇法.....	26
	種植計劃書.....	27

穗行或株行試驗	28
關於試驗應注意之事項	32
比較試驗	33
試驗地之選擇及管理	34
影響於比較試驗結果之因子	35
試驗區之配置	44
比較試驗桿行制度之步驟	47
種子推廣之準備	67
改良種之推廣	68
純系選擇育種方法之結論	69
比較試驗步驟之討論	69
行之長度重複次數標準行之排列與試驗結果之 關係	71
參考書——II	75
第三章 天然自花受粉作物育種法——II雜交法	78
雜交育種之可能	78
作交配工作應注意之事	79
交配之程序	79
交配後雜種之處置	81
有記錄選擇法	82
無記錄選擇法	84

	法氏複雜交法.....	86
	回交育種法.....	87
	異種雜交育種法.....	89
	參考書——III	91
第四章	小麥育種法	93
	引言.....	93
	小麥天然異花受粉之機會.....	94
	小麥純系選擇育種法.....	95
	小麥雜交育種法.....	98
	小麥之分類.....	102
	小麥形性之遺傳	103
	參考書——IV	105
第五章	大麥育種法	107
	引言.....	107
	大麥改良之目的.....	107
	大麥天然異交之機會.....	108
	大麥純系育種法.....	108
	大麥雜交育種法.....	111
	大麥形性之遺傳.....	115
	參考書——V.....	117
第六章	水稻育種法	118

引言.....	118
稻作異花受粉之機會.....	118
改良稻作之目的.....	119
稻作純系選擇育種方法.....	120
稻花之構造及其開花之時間.....	125
稻作人工交配法.....	126
稻作交配後之處理.....	128
稻作緊要形性之遺傳.....	129
參考書——VI	129
第七章 大豆育種法	132
引言.....	132
大豆天然異交之機會.....	134
大豆與環境之關係.....	134
大豆之產量因子.....	136
改良大豆之方法.....	138
混合選擇育種法.....	138
大豆純系育種法.....	140
大豆雜交育種法.....	145
大豆形性之遺傳.....	147
參考書——VII	148
第八章 粟類作物之育種法	150

引言.....	150
改良粟作之目的.....	151
粟作自花受粉之機會.....	151
粟作人工自交之影響.....	152
改良粟作之方法.....	152
純系選擇法.....	153
雜交育種法.....	156
參考書——VIII.....	156
第九章 蘆粟育種法	158
引言.....	158
分類.....	158
異花受粉之機會.....	159
自交之影響.....	160
選擇育種法.....	161
高粱純系選擇之結果.....	166
開花時期.....	166
雜交育種法.....	167
主要性質之遺傳.....	168
參考書——IX.....	169
第十章 棉作育種法	172
棉作育種之目的.....	172

棉作異交之機會.....	173
棉作人工自交之影響.....	173
棉之形性與產量之關係.....	174
棉之分類.....	177
棉作育種方法.....	179
純系選擇育種法.....	179
混合選擇育種法.....	183
棉作雜交育種法.....	184
區域植棉政策.....	184
參考書——X.....	185
第十一章 玉蜀黍育種法	187
引言.....	187
玉蜀黍混合選擇育種法.....	189
穗行試驗.....	191
玉蜀黍雜交育種法.....	194
玉蜀黍自交育種法.....	195
單雜交.....	198
雙雜交.....	198
自交純系混交法.....	200
自交父本與不自交母本交配.....	200
三方雜交法.....	200

回交法.....	201
結論.....	201
參考書——XI.....	202
第十二章 馬鈴薯育種法	206
引言.....	206
改良馬鈴薯時應注意之事項.....	207
馬鈴薯退化之徵象.....	208
馬鈴薯育種法.....	209
混穴選擇育種法.....	209
單薯選擇育種法.....	211
雜交育種法.....	215
自交育種法.....	216
結論.....	218
參考書——XII	219
第十三章 農民自行育種法	221
引言.....	221
何謂好品種與好種子.....	221
對於新品種之注意.....	223
作物之種類.....	224
天然自花受粉作物類.....	225
常異花受粉之作物類.....	226

非種子繁殖之作物類.....	227
綜結.....	227
參考書——XIII.....	228
第十四章 改良種子之推廣及檢定	230
引言.....	230
作物改良會.....	231
改良種子之檢定.....	232
結論.....	233
參考書——XIV	234
附表	235
附表A——偶差表.....	235
附表B——「學生」氏偶差表.....	236
附表C——自乘與平方根.....	238

434
115



中國作物育種學

第一章

總論

【改良作物史略】作物改良為極古之技能，作物能自野生之情形，而達於現在之境界，並非全靠天然演進而成功，大都賴人工選擇與淘汰之力而成，祇因古時關於作物改良方法無詳細系統之記載，以致今人對於古法未能詳悉，不能認為一科學化之方法而已，然絕不能武斷說，古時無改良作物之技能。例如 Squaw flint（玉蜀黍品種名）為美國土人印第安人一玉蜀黍品種，未曾經過科學方法改良。但按哈斯（H. K. Hayes）博士云，此種未經科學方法改良品種之產量與明利蘇達大學以科學方法改良種之產量不相上下。於此可知古法改良作物之功效矣。印第安人為不進化之人種，但亦具有改良作物之技能，亦有改良作物之成績。作物改良技能，實為人類固有之技能，非近代之產物也。

關於作物改良系統之研究，而成為一獨立之科學，亦不過近數十年之事，比國之曼茂斯（Van Mons），英國之納特（Knight）與美國之賴模（Cooper）等諸人，對於育種方法，都有相當之貢獻。英人萊可特（Le

Couteur) 首先倡選擇改良小麥之法，伊於農田內選擇不同之麥穗分別種植，擇其佳者繁殖之，遂成 *Bellevue de Tulavera* (小麥品種名) 新小麥品種，至今英國南部與法國北部猶有栽培。1819年蘇格蘭人續芮夫 (Shireff) 亦以類似之法，選擇超越之單本，育成小麥與燕麥等新種數種。1857年英人哈萊特 (Hallet) 亦以嚴格之單本與單粒選擇法，育成新小麥與大麥品種。哈氏並證明選擇以首次選擇為重，繼續於一植株之後裔中選擇為無效。

萊可特，續芮夫與哈萊特等三氏對於麥作育種頗多貢獻，然對於育種方法尚少具體之辦法。近代之育種之基礎，實歸功於法人魏茂茵 (Vilmorin) 氏，魏氏發明育種上之重要原則：「斷定一植株之價值，須試驗其後代」(The only way to determine the breeding value for a plant is to grow and test its progeny)。魏氏先作甜菜育種，成績斐然。自1843年伊又從事於麥類作物之育種，亦有極佳之成績。伊之方法為自各地徵集多數品種，然後選擇純系，繼以後裔試驗。簡而言之魏氏之育種方法為「純系選擇加以後裔試驗」。故現在之純系選擇育種方法又名曰魏茂茵氏法。

科學的育種方法發源於歐州，採用於美國，美國人採用魏茂茵氏之育種方法，要以明利蘇達大學之害西 (W. M. Hays) 氏為第一人。害氏於1888年擔任該省麥作育種工作，創所謂百株試驗法 (Centgener method)。其法為每系種一區，每區十行，每行十株，行距與株距均為四英寸，收穫時根據田間觀察，每區選擇最優者十株，復經實驗室之考察，決選五株，以供來年百株試驗之種子，如是繼續數年後，將其最有希望

之系，繁殖推廣之。害氏曾以此法育成小麥數種，Biuestem 小麥即其一也。育種方法自害氏已略具雛形，自門得爾 (Mendel) 氏之遺傳定律與約翰生 (Johannsen) 之純系定律發現之後，學者對於育種始有確實之根據，逐漸加以改良，現代之育種方法於是乎成立。現在育種學家所用之育種方法雖略有不同，而其原理則初無大異。查現在育種家常用之法，即為桿行試驗法。此法為美國農部之納頓 (J. B. Norton) 氏所倡，各育種家引用之，而又因個人所處之環境不同，漸加改良以求其適合個人之需要。故現在各育種家所用之法，原理雖同，而事實上則互有差異也。

我國為農業古國，作物栽培之歷史，甚為悠久，作物育種之事實與經驗，當亦不能毫無，惜乎斷篇殘簡，無系統之記載，以俾他人之借鏡，此不但為我國農業之損失，實亦為世界農業之一大損失也。考我國作物育種事業，可溯至周之成王（西歷紀元前 1115 至 1077 年），尚書序云：「唐叔得禾，異畝同穎，獻諸天子，王命唐叔東歸於周公作佳禾」，此為我國育種之始，至於所用何法以作佳禾亦未言及，但以事理推之，當亦不外將此單株各自種植，試驗證明之後，繁殖之成為新品種。

又清康熙（1662 至 1722 年）聖祖御製幾暇格物編云：「豐澤園中，有水田數道，布玉田穀種，歲至九月始獲登場，一日循行阡陌，時方六月下旬，穀穗方穎，忽見一科上出於衆稻之上，實已堅好，因收藏其種待來年驗其成熟之早否。明歲六月時，此種果先熟，從此生生不已，歲取千百，四十餘年以來，內膳所進，皆此米也」。此單株選擇之明證也。又云：「七年前烏拉地方，樹孔中忽生白粟一科，土人以其種播種，生生

不已遂盈頃畝，味既甘美，性復柔順，有以此粟來獻者，朕命布植於山莊之內，莖幹葉穗較他種倍大，熟亦先時」。此又單株選擇之一證也。由上所述可知我國之育種事實，亦較之他國為早，惜後人不能繼續研究，以致泯滅無聞，殊可嘆也。或謂育種技能為歐洲人所發明，美國人繼而發揚廣大之，我國人毫無所供獻，吾輩聆此能無憾乎。

【作物改良之可能】 嘗聞人言「種瓜得瓜，種豆得豆」，瓜與豆固有大不同之處，即瓜與瓜之間而豆與豆之間，亦有甚大之差異。世無二生物治相同者，此為生物學家所公認之事實。譬如孿生子，大略觀之似十分相同，若細察之，則不同之點亦復不少，故曰變異(Variation)為生物界普遍之公例。作物既屬生物，當亦不能逃出此公例之外，因作物有變異，作物始有改良之可能，若作物無變異，彼此毫無二異，即無改良之可能。作物變異簡而言之，可分二類：

1. 不遺傳變異——其變異原因是因環境而起，因環境而生之性質名曰得性(Acquired character)。得性不能遺傳於後代，其事實業經多數生物學家證明，毫無疑義。例如有純系小麥一種，分種於二種肥力不同之土壤，其因肥力不同所生之差異，甚為顯著，如下表所示：

第一表——一種純系小麥分種於肥力不同之土上所得之結果
十年之平均(馬雅師之試驗)

形 性	種 於 砂 土	種 於 肥 土
植株之高度 Cm.	54.044	81.026
分蘗數	1.523	5.680
每株之產量(克)	0.650	5.095
穗之長度 Cm.	4.960	8.231

同一純系，生於砂土者劣，生於肥土者佳，其差異極為顯著。但此差異是由環境不同而生，其遺傳因子並未改變，不能將此優良之得性遺傳於其後代。若將此二不同之變異同種於同一之土壤，其後代之結果應相同。茲將馬雅師用上述之變異同種於普通之土上，結果列於下表：

第二表——第一表內之二變異同種於同一之土上所得之結果

形 性	種 於 普 通 田 內		差 異
	來自砂土者	來自肥土者	
植株高度 Cm.	70.043±.802	70.324±.820	.281±.147
分蘗數	3.233±.102	3.541±.136	.308±.170
每株產量(克)	3.371±.134	3.735±.17*	.364±.221
穗之長度 Cm.	7.504±.060	7.785±.071	.281±.093

觀上表可知二者之差異甚微，可證明因環境不同而生之變異，不能遺傳於後代，此種不遺傳變異在育種學上是無價值可言。

得性不能遺傳之發現，在育種學上之貢獻亦甚偉大，免去不少無意義之工作。例如在一純系之內，子粒之輕重與大小，是因環境而生，本無特殊之遺傳能力，而昔人誤認為有特殊之遺傳，故想種種之方法，如風選水選與鹽水選等法，選擇重而且大之種子，希望得到顯著不同之結果。但事實上常不能如其所願。今以美國納省(Nebraska)試驗場，選擇重粒十二年之試驗結果，以證明於一品系內選擇重粒得不償失之結果。

第三表——選擇重粒於二小麥品種中十二年之結果

選擇之種類	產量英畝英斗
未經選之原種	33.5
最重粒	33.9
最輕粒	33.0

觀其結果可知選擇重粒之結果差異甚微，此微小之差異是因種子內貯蓄之養料之多寡而生，非因其遺傳所致也，故現在育種學家，均不作此事，而專心於好遺傳之探討。

2. 遺傳變異——此種變異是因遺傳因子之改變，而發生之變異，變異或發生於生殖細胞或體細胞，其變異之結果可遺傳於後代，永不改變，而成爲新品種，其變異之原因，大概可分爲二種：

(a) 因遺傳因子重新組合而生之變異——大半之變異均發生於雌雄異株，或易於雜交之作物類，其變異是因雜交分離所致。天然異花受粉作物，因其雜交之機會較之天然自花受粉作物爲大，故其因子重新組合之機會亦大，而因此所生之變異亦多。此種變異概因其母本之因子獨立遺傳故也。譬如二品種相異有五對獨立遺傳因子，若二者交配，其第二代(F_2)即有 243 種不同之成型型，其中祇有 $\frac{1}{1024}$ 與其任一親同質，換言之，若二品種其差異在五對性質，若此二種交配後，其後代 1024 個中，祇能希望有一個與其親本之一相同。亦可見其變異之大也。育種家常藉雜交產生變異，以作育種之根據。

(b) 突然變異——變異突然而生，其變異之性質可遺傳於其後

代,而另成立新品系,突變原因如下:

(1) 因子突變 (Gene mutation 或 Point mutation) —— 其變異之原因,是因遺傳因子之變更而起。此種變異之事實甚多,例如美國有一種豆子名曰 Florida Velvet Bean 其生長期甚長,祇限於 Florida 州沿海之處可以生長,其後於此晚熟種中,忽發現一早熟種,其栽培之面積亦因之而擴大。又如哈斯氏以煙草之突變育成新品種,此新品種較之原種不但葉多,且開花期亦較晚。此二例均為因子突變之事實。此外突變之事實甚多,大麥小麥與水稻等重要作物已均有突變之報告。

(2) 染色體數之變更 (Chromosome changes), —— 變異是因染色體數變更而起。例如(1)全部染色體數之增減如半數 (H. p-
loids),三倍數 (Triploids) 與四倍數 (Tetraploids) 等是也。(2) 單獨一染色體之增減。(3) 某染色體之一部變更,如一部缺欠 (Deficiency), 染色體彼此局部之交換 (Translocation), 染色體一部之倒置 (Inversion), 等是也。此類之變異於經濟方面亦頗重要,因染色體數之增加,其經濟價值亦因之而增加。例如小麥其半數染色體為 21, 其數三倍於一粒小麥,二粒小麥染色體數亦二倍於一粒小麥。普通染色體之倍數增加,其農業上之價值亦增加,染色體之倍數減少則反是。

利用突變雖有育成新品種之事實,但育種家不能依賴突變以育種。蓋因突變在自然界之遭遇甚少也。育種家不能候其突變,以作育種之根據。近來有許多學者,以各種激刺方法如 X 光線鐳光與高溫

等法，欲引起作物突變之次數，俾育種家可利用之以育成新品種。但迄今尙未能得完善之法，希不久之將來可得良法，以作應用。

變異爲生物界普遍之公例，既如上述，根據作物之變異實施人工改良之方法以育種。查人工改良作物之方法不外二種：

1. 分離——將優良之變異，自其混合種中分離出來，使其繁殖而成爲新品種。

2. 組合——合併二個或二個以上之優良變異於一體，使之成爲更優良，而更完善之改良品種。

若自然界無變異，改良方法即無所措手，作物改良即無辦法。故作物改良爲利用自然之工作，無論分離或組合皆須藉自然之變異而爲之。若自然界無變異，則無論分離或組合均無所用其術。故作物改良爲利用自然之工作，作創造之工作也。

【作物改良之目的及其效果】 作物改良之目的概而言之，不外欲使現在之作物品種，第一適合吾人之需要，增進作物需要部分之產量，與改進作物需要部分之品質。例小麥之需要部分爲子粒，增加子粒之產量與改進子粒之品質，即爲改小麥之主要目的。又如棉花之需要部分纖維，增高纖維之產量與改進纖維之品質，即爲改良棉花之主要目的。第二謀作物收穫之安全，增加作物抵抗不良環境之能力，如抗旱抗凍以及抗病蟲害之能力等，使作物抵抗不良環境之能力增加，使吾人於不良環境之下，可得安全之收穫。故作物改良之目的，綜括言之可分爲二：

1. 使現代之作物品種更適吾人之需要。

(1) 增高需要部分每畝之產量。

(2) 改進需要部分之品質。

II. 謀作物收穫之安全。

(1) 增加抗旱能力。

(2) 增加抗凍能力。

(3) 增加抗病蟲害能力。

(4) 增加抗風與抗冰雹之能力。

作物改良之目的既如上述，作物改良之效果亦甚宏著，作物改良可使作物：

I. 適合吾人之需要——如增加產量與改進品質等事。例如 Marquis 小麥產量既高品質亦佳，金大 332 改良大豆之子粒產量高過於普通品種百分之四十以上，金大百萬華棉纖維長度與美棉相伯仲。如此類之事實指不勝屈。

II. 適應環境——如馴化美棉，使不適環境之品種，而成爲適合環境之品種。又如小麥 Kaured 與 Hope 等品種之抗病能力，亦爲改良之結果。

III. 便於管理——例如品種之成熟期不一致，莖幹之高低不齊等性，均於管理上感受莫大之困難。作物改良可以矯正此等弊病，以便管理。

【作物生殖方法與育種之關係】 作物生殖方法不同，育種所用之方法亦因之而異，作物按其生殖之方法可分爲二大類：

I. 有性生殖類——雌雄兩性結合之後，始可生殖種子而繁殖其後代。普通主要作物大都屬於此類。此類作物，又因其雌雄結合之方法，

或受粉之方法不同，又可分為：

(1) 天然自花受粉類——例如小麥大麥燕麥稻子與豆類等作物皆屬於此類。其花之構造特適於自花受粉，受粉作用起於花未開之前，其天然異交之機會甚少，約在5%以下。故育種時保存純系之法較易。除機械混雜之外，雜交混雜之問題，頗不嚴重，故其純系選擇育種方法較為簡單。此類作物雜交之後常有雜種優越之事實，自交無退化之表現。

(2) 常異花受粉類——此類作物其天然異交之機會，較之天然自花受粉類為多。因其異花受粉之機會大，故純系易因雜交而混雜，育種時應以人工保存品種之純潔。育種方法較為繁雜，普通作物如高粱與棉花即屬於此類，其天然異交之機會約在10%以下。此類作物雜交後有時亦有雜交優越，而自交有退化之表現。

(3) 天然異花受粉類——此類作物，異花受粉為自然之現象。其花之構造或雌雄異株，或雌雄異花，或雌雄同花。但其花之構造便於異花受粉，故其天然異交之機會甚高，如玉蜀黍與雀麥即屬於此類。其天然異交之機會恆在百分之九十五以上，故育種時獲得純系，甚為困難。於天然情形之下，即無所謂純系，人工自交，始可獲得純系。普通選擇方法，祇能管理母本而不能管理其父本。故其效用亦因之而減低。此類作物，雜交優越不甚顯著，但自交後有顯著之退化現象。

II. 無性生殖類——此類作物普通不以種子繁殖而用其植株之一部如根莖葉枝等以繁殖其後代。在農作物之中馬鈴薯與甘藷等作物即屬於此類，不以種子繁殖而以其塊根或塊莖繁殖。因其不以種子繁殖，

故育種時雜交混雜之問題即可免去，無論其是否為自交作物，而其性質與自交作物初無二異也。

主要作物大約可分為上述之數類，各類作物因其生殖之方法不同，故育種所用之方法亦因之而異。各種作物之育種方法，俟於後述之各章內詳論之。

參 考 書 目

- Babcock, E. B. & Clausen, R. E.—Genetics in Relation to Agriculture. Ch. 16, Ch. 21, Ch. 28
Mc Graw. Hill Co., N. Y., 1927.
- Hayes, H. K. & Garber, R. J.—Breeding Crop Plants.
Ch. 1, Ch. 5, Ch. 7 & Ch. 9
Mc Graw. Hill Co., N. Y. 1927.
- Roberts, H. F.—The Founders of the Arts of Breeding.
Jour. of Heredity 10:99-106, 147-152, 229-233, 257-275;
1919.
- 涂治——明利蘇打大學麥作育種試驗法。
河南大學農學院叢刊第一號，民國二十二年。
- 王綏——中華作物改良史。
金陵大學農林新報 120期，十六年十二月十一日。

第二章

天然自花受粉作物育種法——I. 選擇法

【引言】改良天然自花受粉作物之方法，不外二種。一曰選擇法即以人工選擇法將優良之各品系，自其混合羣中分離出來，使其各自繁殖成爲新品系。二曰雜交法將二個或二個以上之優良特性組合歸併於一個品系，使其成爲更優良而更完善之品系。故改良天然自花受粉作物之法，可分爲：

I. 選擇法——利用自然界已有之變異以人工選擇之法分離之，再加以試驗，而後繁殖之，使成爲新改良品系，選擇之法又可分爲二。

(1) 混合選擇。

(2) 純系選擇。

II. 人工交配法——以人工交配產生變異，以補天然變異之不足，然後再加選擇分離之，人工交配法又可分爲數種：

(1) 門得爾氏法——有記錄法。

(2) 混種法——無記錄法。

(3) 法氏複交法。

(4) 回交育種法。

(5) 異種交配育種法。

改良自花受粉作物之方法不外上述之二種。茲分別詳述於後。本章祇限於選擇。至於人工交配，俟下章內再為說明。

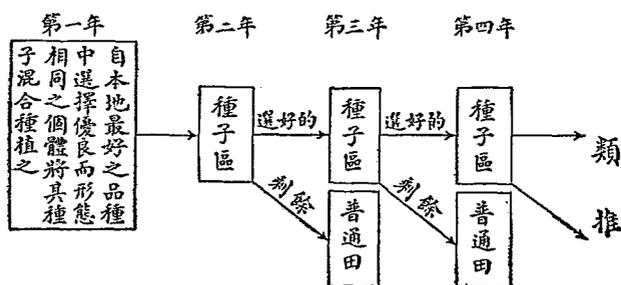
【選擇改良作物之理】作物改良之理，是根據於自然界之變異。查普通農家所栽培之作物，名雖為一品種，實則為許多形態或純系之集團。即以產量而言，其中有產量高者，亦有產量低者，混在一起。結果該品種之產量即產量高低不同之各系之綜合平均。若能實施人工選擇之法，將產量高者各系分離出來，使之另成新品種，其產量自當較其原種為高。例如美國納省 (Nebraska) 試驗場，於普通之小麥品種 (Turkey Red) 中，分出若干純系。其中產量最高之系可產 40.75 英斗，而最低者祇能產 28.89 英斗。其原種之產量為 35.18 英斗，幾為高與低者之平均 (34.81)。若以最高系與原種比較，則高產系多產 5.57 英斗，較之原種為改良。此所以選擇，可以增高作物之產量也。

選擇不但可以增高產量，而亦可改良作物其他之特性。譬如品質以及抵抗不良環境之能力等，因各種特性皆有變異，以人工選擇法，分離其優良變異，而利用之。故選擇法為育種最要之方法，凡自然界所有之變異，都可用此法分離出來，加以利用。但自然界無此變異，選擇即無能為力，則須藉重於他法，此選擇法之限制也。

【混合選擇育種法】

混合選擇為極古之育種法，其法為當作物成熟之時而尚未收割之前，就本地最好之品種田內，選擇較優而形態相同之單穗或單株多個，混於一起。脫粒後將其種子另種一小塊田內，此小區即名曰「種子區」，

於生長期內，對於此種子區須嚴密管理，勿令野草蔓延。若遇有受病害之植株，或劣株時，可隨時拔去，勿令繁殖。種區成熟之後，再於此種子區內，選擇優良之穗或株，擬作下年種子區之種子。選擇後所餘之種子，可暫作來年普通田之種子，於計劃如下第一圖：



第一圖 混合選擇法圖解

如是繼續數年後，品種即可漸歸純潔，產量亦可增高。混合選擇之功效，因其去劣之效率遲緩，故其收效亦緩。混合選擇是根據其植株之形態選擇，但產量為多數優良特性之結合。根據外表不能預測其後代之產量，譬之金大有大豆二種，僅就其外表而言，二者毫無差異，但其產量則大不相同。所以混合選擇對於增加產量之事，頗無把握。但其法簡而易行，普通農民均可為之。在近代育種法未成立之前，作物改良，概皆利用此法。我國為農業古國，作物界所賴於混合選擇者亦至重大。查古書所論之育種方法，概皆為混合選擇法。我國古書中論及此法之處頗多。言其詳者莫如漢之汜勝之與後魏之賈思勰汜勝之云（汜勝之書著於西歷紀元前32至27年）：「取麥種候熟可穫，擇穗之大強者，斬束立場中之高燥處，曬使極乾」，其意即謂選擇麥種，當麥已成熟而未收割之前，

就田內選擇優良之單穗，曬乾後用作將來之種子。此即吾人所謂田徑選擇是也。賈思勰亦云（齊民要術著於西歷 220 至 265 年間）：「粟黍稷粟稊，當歲歲別收，選好而絕色者，剗刈高懸之。至春治取別種，以擬明年之種子，其別種種子嘗須加鋤」。此即今之所謂利用種子區之混合選擇也。由是言之混合選擇，實為我國固有之育種方法也。

混合選擇之功效，歐美各試驗場都有證明。茲以金陵大學用混合選擇改良大豆之結果，以明混合選擇增加產量之事實。

第四表——金陵大學大豆混合選擇之結果

選擇次數	純種與混合種產量之比較	
	純種%	混合種%
未經選擇之原種	100	49.0
經一次選擇	100	72.0
經二次選擇	100	74.0

上表指示混合選擇可使混合種之產量增高，其增高之程度以第一次選擇為最大，概因第一次選擇剔去劣種之機會多也。此後品種漸歸一致，故其改進之效率亦因之遲緩。

混合選擇可以馴化作物，使不適合本地之新輸入品種，適合其新環境。但其功效只限於異花受粉作物，天然自花受粉作物不能也。今以康奈爾大學教授馬雅師（C. H. Myers）博士將美國南部之玉蜀黍，移種於北部，因成熟晚不及成熟即被霜害。但經過八年之混合選擇後，其成熟之百分逐漸增加，茲將其結果列表於下以明之。

第五表——玉蜀黍混合選擇增高早熟之百分率

成熟度	未選擇之前	既選擇之後
成熟穗	1.1%	56.6%
中熟穗	24.8%	33.6%
不熟穗	74.1%	9.8%

混合選擇不但可以增高產量，馴化品種，且可保守純種，增加育種家之效率。蓋因育種家之責任為產生純良之品種，但純種產生之後，推廣到鄉間使農民種栽。保存純種之責任，則在於農民，若農民不能自己保守純種，純種推廣後，隨即混雜，失其效用，豈非枉費育種家數年之苦心。若保守純種之責任，仍須育種家負之。育種家如何能生產大量之種子，以供大規模之推廣。若農民能自己保守純種，減輕育種家之負擔，使其專心於改良品種，其工作效率自然可以增高，此混合選擇之又一功用也。

純種之緊要盡人皆知，然則種子雜者，有何害乎，雜種之害處甚多，我國古書中亦有透骨之記載。齊民要術有云「凡種雜者禾則早晚不均，春復減而難熟，實以糝見疵，炊爨失生熟之節，所以特宜注意不可徒然」，由是言之，品種混雜之弊，至少有：(1)成熟期不一致，(2)品質惡劣，(3)出售不易與(4)不適利用等四端。我國作物品種混雜不堪，急應整理之，使之純潔。不但對於國內農業有所裨益，而對於國際市場之維持，亦不無小補。查我國茶絲國際貿易失敗之原因，大概歸咎於品種混雜，故為其維持國際市場計，品種亦應純潔也。故混合選擇直接可使品種純潔增高產量改進品質而間接可以維持國際市場，此混合選擇之急應

注意也。

【純系選擇法】

純系選擇之功效，較之混合選擇為大，惟須有科學之根據與系統之記載，其法略較繁難。普通之農人因限於經濟與學識，不能舉辦，純系選擇育種方法約可分為二步：

1. 分離純系——自普通之混合品種中選擇單種或單株，然後舉行穗行或株行試驗，成立純系。
2. 比較試驗——純系既已成立，但純系非盡為優良，故須作比較試驗，比較各純系之優劣，選優去劣。經過數年比較試驗之後，將其優者繁殖而推廣之，此即謂之改良品種。

純系選擇育種方法，不外上述之二步。茲將此二步驟分別詳述於後。但於未詳述此二步之前，尚須將純系之意義及性質略加解釋於下。

【何謂純系】自花受粉作物之後代來自一種或一株者即名之曰純系。天然之純系祇限於自花受粉作物。而天然異花受粉作物，因其異花受粉之機會甚多，選擇祇能管理其母本，而不能管理其父本。故除人工自交外，則無所謂天然純系。純系內之各個體，其遺傳能力應彼此相同。換言之，凡純系內之各個體，以遺傳學之眼光觀之應彼此相同。故於純系內繼續選擇為無效，此即所謂純系定律也，此理為約翰生(Johannsen)所發明，約翰生曾於一混合四季豆品種中，分離出十九個不同之純系。伊復於一純系內繼續選擇豆粒之輕重，經過六年選擇之後，證明純系內繼續選擇為無效，其結果如下：

第六表——純系內選擇豆粒重量之結果

年 代	親代子粒之重量(Mg)			後代子粒之重量(Mg)		
	輕 者	重 者	差 異	輕 者	重 者	差 異
1902	60	70	10	63	65	2
1903	55	80	25	75	71	-4
1904	50	87	37	55	57	2
1905	43	73	30	64	64	0
1906	46	84	38	74	73	-1
1907	56	81	25	69	68	-1

按約翰生之意見，普通農人所種之品種，為多數純系之集團。純系分離之後，若再繼續於純系內選擇為無效。約翰生曾以普通之四季豆品種，分為十九個不同之純系。此十九純系彼此之差異甚大，但於每一純系中繼續選擇均為無效。上表為約翰生十九純系之一，於此純系內繼續選擇子粒之輕重，經六年試驗之結果，全為無效，此即約翰生之純系定律也。此定律於育種學上之貢獻極大，於育種學上別紀元。蓋因其推翻前人純系內繼續選擇之觀念也。

純系定律經多數學者證明無誤，茲以哈其生(Hutchson)氏1914年發表之小麥純系內繼續選擇每株之產量與草丈之高度之結果，以明小麥純系內繼續選擇之無效。下表為哈其生氏於六種純系小麥內繼續選擇十三年之於平均結果。

第七表——小麥純系內繼續選擇之結果

品 種 名	第一五年之平均		最後五年之平均	
	高 度 (吋)	產 量 (克)	高 度 (吋)	產 量 (克)
Hedgrow	41.6	2.67	38.4	2.34
Russian	38.0	1.99	35.4	2.18
Speltz	40.0	2.51	39.2	2.40
Kamouka	36.4	2.01	35.8	1.97
Palish (1)	39.8	1.54	37.4	1.61
Palish (2)	33.4	1.62	33.4	1.31
平 均	38.2	2.06	36.5	1.97

又洛夫(Love)於燕麥純系內繼續選擇草丈之高度，其結果亦證明純系內繼續選擇為無效。

第八表——燕麥純系內繼續選擇草丈之高度之結果

年 代	親代之高度(Cm)		後代之高度(Cm)	
	高 者	低 者	高 者	低 者
1913	85.8	58.8	74.2	75.7
1914	86.9	60.4	82.6	82.9
1915	94.9	67.8	89.4	88.8
1916	97.1	74.9	95.9	94.5
平 均	91.2	65.5	85.5	85.5

綜上二表觀之，證明純系內繼續選擇為無效，哈其生氏之結果似有差異。但其差異甚微，不能認為為繼續選擇之結果。洛夫氏之結果，親代之差異頗大，而後代之差異毫無，足證約翰生之定律為確也。

金陵大學開封試驗場，在二純系小麥內繼續選擇之結果，亦可證明純系分離之後，再在純系內繼續選擇增加品種之產量為無效，其結果如下：

第九表——小麥純系內繼續選擇產量之結果

品 系 號 數	產 量 (每畝斤數)
316-7	316.8
316-9	315.0
316-10	322.2
317-1	259.4
317-2	237.6

表內 316 與 317 為二不同之小麥純系，自 316 內又選出三系，但此三系之產量相同，自 317 內選出二系，而此二系之產量又相同。可知凡選擇來自一純系者其產量相同，無顯著之差異，但不同純系產量之差異則甚顯著。由此可知純系育種，純系既已分離，則無須再為選擇。純系育種之成功與否，在於首次選擇。純系成立之後，繼續於純系內選擇，實為徒勞無功之舉。

【分離純系之法】 當作物成熟之後，未收割之前，親自或派對於選擇有經驗之人至各處之農田內，選擇單穗或單株多個，妥為貯藏。翌年將每穗或每株之種子各種為一短行，名曰穗行或株行試驗。自此試驗內選較良之各行，所得之種子即為純系。純系分離之後，而其良否尚須經比較試驗以決定之。

【選擇單穗或單株應注意之事】 選擇者分離也，將天然界已有之變異，以人工分離之。選擇能否得到優良之品系，全靠機會。預先祇憑

單株之形態，觀察，不能預測其後代。何也，蓋因單株之形態，未必為遺傳之表現也。換言之單株之產量未必能指示其後代之產量也。故著名之育種家魏茂茵云：「欲斷定一植株之價值，須試驗其後代而決定之」。茲以大豆母本之產量與其後代產量之關係證明之。民國十四年作者曾於南京附近選得大豆數百株，對於每株之產量曾有研究。經過數年試驗之後，劣者多被棄去，餘剩較優者124系，利用此124系五行行試驗之產量結果，與其母本之產量粒數作相關之計算。其相關係數為 $\gamma = .143 \pm .059$ 為不顯著之相關，又經數年之試驗，將劣系繼續淘汰，最後於高級試驗中祇剩得二十品系。若將此二十系按其原來母本之產量分佈於相關表內，則有十系分佈於母本產量平均數（254.2粒）之上，其餘十系分佈於母本產量平均數以下。察其分佈之情形，似屬於機會之分佈，而不受原來母本之影響，其分佈情形見下第二圖。

	5-6.9	7-8.9	9-10.9	11-12.9	13-14.9	15-16.9	17-18.9	
		2	1					80-109
		2	3	2	1			110-139
		1	4	4	1			140-169
	1		2	6	3	2	2	170-199
	6	6	1	4	2			200-229
		3	2	8	1	1		230-259
	1	3	1	7	2	1	1	260-289
		1	3	1	4	1		290-319
		1	2	3	1			320-349
		1	2	4				350-379
			3	1	1			380-409
				2	1			410-439
						1	1	440-469
			3					470-499

母本產量(粒數)

母本之平均 = 254.2 粒

後代之產量 (英斗)

表內 * 指示高級試驗內之品系

$N = 142$ $\gamma = .143 \pm .059$

第二圖 大豆母本產量與後代產量相關分佈

觀上圖可知單株母本之產量與後代之產量，無大關係。故行單株或單穗選擇時，對於母本之特性無須過於考慮。選擇能否得到優良之品系，概屬於機會。至於品系之良否，須試驗其後代以決定之。單株母本之特性，不足以指示其後代產量之高下也。此種事實不僅限於大豆。他種自花受粉作物如小麥大麥等作物均有同樣之證明。不但自花受粉作物如此，即常異花受粉作物與天然異花受粉作物，亦莫不如此。據奧克萊 (O'Kelly) 與哈爾 (Hull) 二氏 1933 年棉花親代與後代產量關係，以相關係數表明之。於十一個相關係數中，祇有四個之 D/PE 大於三。但此四個之中，有二個為負相關，有二個為正。二氏之結論為棉花母本之產量，不足以表示其後代之產量。又奧與哈二氏 1932 年以玉蜀黍亦作相同之研究，其研究之結果如下第十表：

第十表——玉蜀親本產量與後代產量之關係

年 代	品 種 名			
	Mosby	Cocke's Prolific	Laguna	Goliad
1925	—	-.2249 ± .0707	—	—
1926	.0941 ± .0542	.1387 ± .0578	—	.2294 ± .0642
1927	.2165 ± .0619	-.0346 ± .0642	.0750 ± .0755	.2612 ± .0614
1928	.0178 ± .0649	.0545 ± .0672	-.0297 ± .0637	.0793 ± .0657
1929	.1871 ± .0599	.0659 ± .0689	.2025 ± .0637	.1683 ± .0634
1930	-.0122 ± .0611	.1497 ± .0659	—	.2636 ± .0598

上表各相關係數均不甚顯著，十九個相關係數中，祇有四個為負相

關，似親本之產量與其後代之產量略有關係，但其相關係數，如此之小，對於實地育種之價值，可說毫無。

綜上所述可知以母本之產量，欲推測其後代之產量，實甚不可靠，此蓋因產量為一複雜性質，為多數之優良性質之綜結果。一二優良性質與產量關係極少。故選擇時欲以母本之性質推測其後代之產量，按現在之育種知識實為不可能之事。選擇是否已得到良種，須經試驗決定，成功與否，全屬於機會。選擇既受機會定律之支配，故選擇首要之事，即為設法擴大得良之機會。若欲擴大得良之機會，須注意下述之數事：

1. 選擇之個數須多——品系產量之高下，為許多產量因子之綜結果。單獨因子對於產量之貢獻，並不十分大。譬如小麥，每穗之粒數，每千粒之重量，與每株之分孽數等性，對於產量均有若干之影響，但其中無一單獨之因子，對於產量負有完全之責任也。按吳得渥斯 (C. M. Woodworth) 之報告，渥爾作 (Waldron) 曾以上述之產量因子與產量作相關之計算，其計算之結果如下表：

第十一表——小麥產量因子與產量之關係

產 量 因 子	產 量 (在兩地)	
	Langdon	Fargo
每 穗 粒 數	.73±.13	-.18±.13
每 千 粒 重	.69±.08	.76±.05
分 孽 數	.16±.13	.25±.12

又據宴莫(Immer)與史第芬生(Stevenson)二氏之報告，伊等亦曾

以子粒之飽滿性，出穗期，倒伏性與根銹病 (Crown rust) 等性與燕麥之產量作相關之研究。伊等云此數性質對於產量均有相當之影響，其多元相關為 .82±.01，可知產量因子尙不止此數性也。

吳得渥斯云重要產量因子之間無遺傳連繫之關係，故頗有得一品種，具有多數之產量因子之可能，使品種產量達於其可能之極點，藉以改良作物之品種，但如何能得到如此之種，殊為一重大而待解決之問題。

選擇純為機會，既如上述，選擇之個數愈多，得良之機會亦愈大。故對於單株之考慮與其過事之檢查，均非必要之事，將來之好壞，須待試驗決定之。故牛曼 (Newman) 氏1912年有云：「前人之選擇之目的，為藉作物母體形態方面之特殊性質。欲分離特殊之純系，今人選擇之目的則不然。今人選擇之目的，為選擇多數平庸個體，以代替具有特殊性質之少數個體」。蓋因無一特殊性質對於產量負有重大之責任也。

2. 選擇之形態宜多——各種形態有各種形態之優點，外表形態相同，其產量未必相同。譬如金大有二純系大豆，c 332 與 c 274其外表之形態雖同，但其產量之差異則甚顯著。可知形態不足以表示其產量也，故選擇時不能祇限於一種或少數之形態。若選擇者深知某種形態為優良，或對於某種形態有特別之需求時，對於某種形態可多選若干，以便應用。

3. 選擇之區域宜廣——區域與種類與形態有極大之關係，選擇之區域愈大，選得之形態與種類亦必愈多。萬不可在一塊田內多選。每一塊田內選擇之多寡，須視田之大小而定。普通於一塊田內祇可選擇幾十個或百餘個。因為一塊田內之變異有限也。但所謂區域廣者必有限

制。因作物適應環境之能力有限制也。譬如中國各地之大豆品種移植於南京，其所起之反應甚大。今以大豆品種，自下種至開花所需之日數列表於下以明地域與作物生長之關係。

第十二表——各地大豆移種於南京開花所需之日數

原 產 地	開 花 日 數	生 長 情 形
浙 江 嘉 興	70.0	晚 熟
南 京	68.5	中 庸
湖 北 宜 昌	65.1	較 早
山 東 南 部	60.8	結 實 少
河 北 南 部	50.5	結 實 少
北 平	47.0	開 花 後 死
山 西	45.2	開 花 後 死
哈 爾 濱	—	開 花 前 死

觀上表可知，作物離其原產地愈遠，其所起反應亦愈大，以至於不可生存。故選擇之區域雖應廣，但亦須於範圍之內為之，不可太為廣泛以致徒勞無功。故所謂區域宜廣者，實指可能範圍內而言，決非謂在南京育種，而赴東三省選擇，以希擴選擇之區域。若如此將必至徒勞而無功。又上表指示作物地域之變遷，南北所起之反應較之東西為大。此種地域之限制，不但對於選擇有關，而對於品種之推廣與全國試驗場之分佈亦有重要之關係，極應加以注意也。

昔人恆以為單穗之初選極為重要，故選擇後對於每個單穗加以極精細之考查。根據其考查之結果，選擇少數最好之穗種植之，希望達到其改良之目的。但現在多數之育種家相信，選擇能否得到高產之品系，

概屬機會。因產量為多數優良性質之綜結果，單純性質不足以表示產量之高低。故現在有人主張選擇時對單株之本身無須考慮，隨意於田內各處，採集若干代表之形式即得。現更有極端之主張，選擇簡則不用看，可於田內閉眼摸之。選擇能否得到良種，完全委之於機會。此種極端之主張，當亦有相當之理由。但要知植株之一二特性，固不足以表示其後代之產量。但尚有許多單純遺傳性質如花色，粒色，幹之高低，幹之硬軟，成熟之早晚，病蟲害之抗力等性，雖曰單株不足以代表其後代之情形，但亦有很密切之關係。故選擇時對於單株之本身亦應有當相之注意，不應完全委諸於機會。選擇應注意之事項如下。

1. 病蟲害之有無——不可選已受病蟲害之植株，因受病蟲害之植株即為易受害之表現。但絕不可相信未受害之株即為抗力大之品系。蓋因單株之表示不足為憑也。後代之實地情形，須經正式試驗決定之。

2. 莖幹之強弱——莖幹須強硬，而無倒伏之傾向。倒伏為品種之劣點，不但對於管理有所不便，而品質與產量亦有極大影響。我國稻與大麥之易倒伏性，為極大之缺點。故選擇時應選擇莖幹強硬之植株。

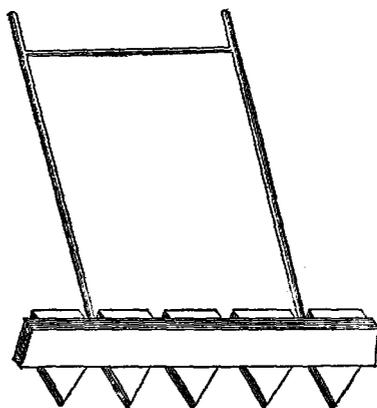
3. 適合需要——如成熟期之早晚，子粒之色澤，子粒之自由脫落性，莖幹之高低，植株之形態，以及抵抗不良環境之能力等。選擇亦應加以注意，務須選擇適合需要之植株，以希得良好之結果。

【單穗或單株選擇法】 純系育種之第一步，即為單穗或單株選擇。普通麥類作物之選擇以單穗為單位。因普通之農田內之單株，不易分開故也。若大豆等作物，則以單株為單位，選擇之法，為當作物成熟之時未收割之前，親自或派富有經驗之人，攜帶紙牌與麻繩等物，赴各處之農

田裏選擇。選擇時須走入田內，於田之各處選擇，不可只限於田間地畔等特殊環境之處。每田內應選若干株難預定，但不可過多。因一田內所有之形式有限也，選擇時對於植株之本身須注上節內所述之各項。此田選完之後，可將選得之穗以繩捆之，掛一紙牌，書明產地。若可能時品種名稱亦須注明，置於筐內，速至另一田內選擇。選擇之區域愈大愈好，選擇之個數亦愈多愈好。普通單穗選擇須在數千或萬以上。

選得單穗或單株之後，對於單穗或單株應注意蟲蝕鼠便腐爛以及混雜之危險，選擇之後應即曬乾，妥為收藏，攜至實驗室內，按地方與形態略事分類，給以號數，然後脫粒，將每穗之粒貯於一小紙袋內，將該號數亦書於袋上，並於袋內少置樟腦粉以防蟲蝕，妥為收藏以備種植。

【種植計劃書】 於未種植之前，須將種植計劃書預為製定。種植計劃書之意思，即為品系之號數或名稱與將來田間種植之行數以及各行產量之對照表而已。種植計劃書為作物育種重要記載表。故編製時須特為慎重，不可敷衍以免將來之錯誤。於此計劃書內應載明下述之數事：(1)試驗之名稱，(2)試驗之年限及地址，(3)行之長度與行間之距離，(4)每行之播種量，(5)播



木製劃行器



種期與收穫期；(6)標準品種之名稱與排列，(7)產量計算因子等項，均須詳為記明。此外如編製計劃者以及產量計算者與較對者，均須於計劃書上簽名以昭慎重。當作物生長期內關於作物之生長情形，以及其他應為記載之一切事項，均應隨時觀察記入計劃書內，以便將來之參考。每種計劃書至少須有兩份，以免遺失。

【穗行或株行試驗】單穗或單株選擇後，將其種子脫下，自每穗或每株之粒內，數出種子三十粒，另裝於小紙袋內，並於袋上註明該穗之號數與子粒數。並以本地最好之品種一種，或已改良之品種一種，作為標準品種。標準品種亦數出等量之粒數，若干份，裝於另一種顏色之紙袋內，以便識別。

種子數好之後，將各紙袋順次排列，每隔若干袋置一標準。標準行應為第幾行之問題，須視作物之性質而定。行間距離近者，標準應少，例如小麥大麥之類，普通以第十行為標準，即每隔九系置一標準。但行間距離較遠者，標準行則應多。例如大豆之類，普通以第五行為標準，即每隔四個品系，即置一標準行。

種子分配完畢之後，可用「印數機」或藍色鉛筆，將行數寫在各紙袋上，並將行數與品系號數作一對照表。此表即名曰種植計劃書。單穗種植計劃書如下：

小麥穗行種植計劃書

南京 民二十三年

穗號數及其來源	行數
標準	0

<u>南京</u> 1	1
,, 2	2
,, 3	3
,, 4	4
,, 5	5
,, 6	6
,, 7	7
,, 8	8
,, 9	9
標準	10
<u>南京</u> 10	11
,, 11	12
,, 12	13
<u>鎮江</u> 1	14
,, 2	15
,, 3	16
,, 4	17
,, 5	18
,, 6	19
標準	20
<u>鎮江</u> 7	21
,, 8	22
.....

凡由一地選來之種或株，依其植株之形態，順次排列在一起，一地選來之種排完後，再排他地，譬如南京完畢後排鎮江，再排滁州等，以至將所有之種完全排畢為止。單種選擇之個數甚多，故其種植計劃書亦甚長。計劃書做好之後，尚須較對一次，較對無錯誤時，將紙袋每十個以橡皮帶捆為一束，按次序貯藏以待下種。

穗行試驗之行長，普通為三尺至五尺，行間距離，則按作物之種類而異，小麥與大麥為一尺，水稻為一尺五寸，大豆則須二尺。行間距離可用劃行器劃定之，（劃行器為木製上有數齒，齒間距離一定，一人拽之行，地面上即現行跡）然後以鋤頭開深，行之長短以麻繩繩準之。其法為於畦之兩端各釘木或鐵樁二個。樁間距離即為行之長度，畦與畦間之距離與行間距離相等。每畦之兩端須各置保護行二行，每畦之首並須置特別標準行一行。每十行插一木牌，上書行數為 10, 20, 30 等，以便鑑定行數之用。

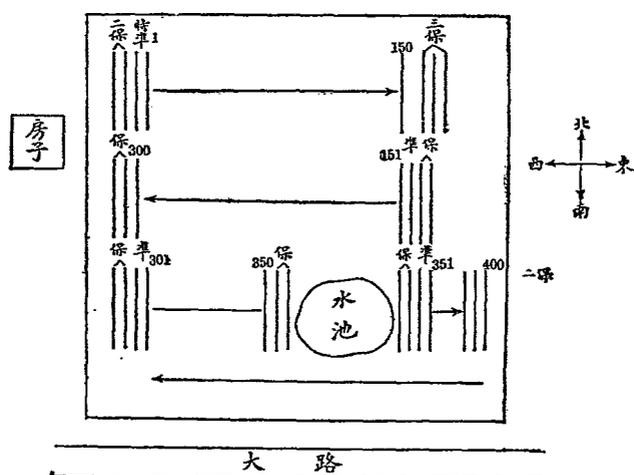
種子按行分佈，較對無錯誤時方可下種。撒播試驗種子，須由有經驗之人擔任，撒種務須均勻，切記避免混雜之弊，是為至要。因將來之成敗端賴試驗方法之可靠與否。播種時錯誤之機會甚多，負



播種試驗行

其責者應時加督促，以免因一時之錯誤，以致試驗結果之不可靠。

種子撒佈後檢點無錯誤，即可覆土，以免土中水分之遺失。覆土務須將種子完全蓋住。種撒播完畢後，須劃一地圖，表明地之方向，以及試驗行排列情形，以作將來之參考，地圖繪法如下：



第三圖 試驗地地圖

當作物生長期內對於試驗區須特別注意，勿令野草滋蔓以及人畜之侵害，並須時至區內考查，若遇有可注意之事時，可隨時記入種植計劃書內，以便將來之參考，俟成熟之時至田間實地觀察，選留純系。選擇穗行以臨近之二標準行為準，以觀察力比較各系之優劣，將較優者選留之。選留之多寡須視個人之情形而定。普通大約選擇百分之二十至三十，選擇可以二人為之，一人攜種植計劃書，又一人攜拴鉛絲之紙牌，二人各站於畦之兩邊，向對而立。於二標準行之間選擇二行（多選亦可），一人於當選行之行上劃一レ記號，又一人將該行數寫在紙牌上，拴在該

行之一端。成熟後將當選之行，各自割起，捆成一束，根部以麻繩捆之，穗端以拴紙牌之鉛絲捆之，然後攜至懸掛室內掛起，俟乾後再行脫粒。

脫粒時注意種子之混雜，每行之種子盛於一紙袋內，並於其上註明該行之行數。

穗行試驗不計算其產量，僅就其田間之觀察選擇之，選擇穗行應注意之事項如下：

1. 植株整齊一致。
2. 無病蟲害之表現。
3. 成熟期適宜。
4. 莖幹強硬。
5. 無自由脫粒性。
6. 有豐富產量之表現。
7. 抵抗不良環境之能力大。



選擇大麥穗行

選留之各系，即名曰純系。至此分離純系之工作即告結束。純系之良否，須經後代比較試驗決定之。

【關於試驗應注意之事項】 試驗為育種家主要之工作，成敗均繫乎此，試驗方法務求精密，關於試驗應注意之事項如下：

1. 試驗地須充分的整理。
2. 試驗行之長度行間距離與每行之播種量須按照預定之計劃，準確量度之。

3. 試驗行須正直，不得有灣曲偏倚之弊。
 4. 試驗行溝之深淺務須一致。
 5. 試驗行須事先開成，但亦不可過早以免土中水分之遺失。
 6. 未播種之前，務將種子袋按行分佈，並每十行置一木牌，書明該行之行數，較對無誤時方可如法播種。
 7. 播種人每次須負十行之責任，撒完十行後，方可另撒十行，不可亂跑以免超越。
 8. 播種須將所有之種子均勻的撒入全行之內，不得有剩餘與不足之情事，
 9. 播種人之手須離地很近，以免種子碰入他行。
 10. 播種人與蓋土人之足不得踏入已撒種之行內，以免將種子帶入他行。撒種後之空袋可壓入該行端之土內，以免風揚，並作將來校對之用。若在紙貴的地方，空袋亦可收起再用。
 11. 播種人每撒完十行後，尚須較對一次。若無錯誤時，方准蓋土。
 12. 每畦之首端須種保護行二行與特別標準行一行。畦之末端務必終之以標準行，再種保護行二行，不可破壞秩序以免紊亂。
 13. 已播種之行務須即早壅土蓋之，以免水分之蒸散與鳥雀啄食之弊。
 14. 蓋土不可連蓋數行，以免將此行之種子鉤入彼行。
- 關於試驗應注意之事甚多，綜之不外「處理一致」四字，事事務須小心謹慎，不可大意。
- 【比較試驗】 純系分離以後之工作，即為比較試驗。比較試驗之目

的爲比較各純系之優劣，決定各純系間產量差異之顯著性，以適當之手續與田間之技術，淘汰劣種，選留良種，數年之後，即可得較優之品種。此優良品種。即所謂改良種，其價值確定後，即可推廣，使農民種植，以代其固有之品種，作比較試驗時，其極應注意者，即爲「均一」使各純系所處之環境，與所受之待遇，務必於可能範圍之內，竭力使之相同，然後始可得公平之比較。不然所得之結果，適足以淆亂黑白，顛倒是非也。比較試驗方法之適當與否，關係於試驗結果之可靠性至爲密切，以小範圍內試驗所得之結果，將來欲其應用於廣大農田，其事是何等不易。若對於試驗方法稍有不當，其結果即不可靠，此所謂毫釐之差，千里之謬，不可不特爲注意也。

【試驗地之選擇及管理】 試驗地爲育種家之實驗室，關係於試驗結果之價值至重。故對於試驗地之選擇與管理應注意以下之各點：

1. 試驗地須平坦不應有起伏不平之現象，其土質於可能範圍之內應求一致，排水亦應佳良。
2. 試驗地之處理務須均一，如耕地中耕施肥等工作務求一致，勿令於試驗區內留極大之人工差異。
3. 試驗地須常保持其中等土肥，勿使其過肥與過瘦，保持土肥之法爲：
 - (1) 加肥——施肥應於未耕前爲之，然後耩耙以助其勻和。
 - (2) 綠肥——綠肥應耩壓入土內，令其充分腐爛。
4. 試驗地之前期作物應相同，以免試驗作物受不同之反應，生出試驗之差誤。

5. 試驗區內之小路與水溝等應永久不變。

6. 試驗地亦應注意輪栽。

【影響於比較試驗結果之因子】 影響於比較試驗結果之因子甚多，今將其重要者分述於下：

1. 氣候之影響——各品系對於氣候之影響各有不同，例如某品種，適於乾燥之氣候，而種於潮溼之時季其產必不豐。故於多雨之年所試驗之結果，必不利於某品種。反之某品種適於潮溼之氣候，而於旱年所得之結果，亦不能代表該品種之產量，每年之氣候不同，影響於試驗結果，亦甚巨。故欲得公平可靠之比較，一年所得之結果，實不足憑。故比較試驗，必須經數年之時間，以圖矯正時季之影響。

2. 土壤變異之影響——土壤變異為普遍之事實，雖於一極平坦之地，其各部之土壤，亦常有肥瘠之不同，與理學性與化學性之差異。品種種於美土者則豐產，種於瘠土者則減收。誠如是，則所得之結果常與事實相矛盾，矯正土壤變異之法，有二：

(1) 利用重複次數——現代之育種家，概皆相信，一區或一行之結果，為極不可靠。必須一品種重複數次，分佈於全試驗區內，以希同一品種佔有較大土壤差異，有分佈於美土者亦有分佈於瘠土者。依照機會定律以定其優劣，重複次數之分佈法，現在有兩派之主張，有主張依次序分佈者，有主張不依次序，而完全採用機會分佈者。此二者各有所長，殊難定孰是孰非，但現在主張採用後法者日多，其法似於學理上較有根據。若用後法，標準行亦可省去，但其法較繁，易生錯誤，若無此經驗者，不若採用有次序重複法為妥。

(2) 用標準行——以一標準品種，按一定之次序分配種栽於全試驗區內，利用之以矯正土壤之變異。但現在頗有反對此法者。蓋其缺點為以一品種所生之反應，不足以代表其他之品種也。利用標準不但不可減小試驗差誤，且有增加試驗差誤之危險，但亦有反對此說者。

3. 人工管理之錯誤——耕地，施肥，播種，鋤耘，收穫，脫粒定量，計算等等手續，在在有錯誤之可能。故於工作時須小心從事，並須採用較對之法，以免重大之錯誤。

4. 邊際之影響——試驗結果差誤之起因甚多，邊際影響其一也。1914年 Maine 試驗場之卜巴(C. W. Barber)氏，於其試驗區內因邊際所生之錯誤，伊見綠田邊之植株，較之田中心為暢茂，產量亦較高，影響於試驗結果，於是邊際影響之問題，頗引起一般育種家之注意。1918年阿奈(A. G. Army)氏以燕麥小麥與大麥等三種作物，作邊際影響之研究。其試驗方法為每區種十七行，行間距離為半英尺，區與區之間有十八英寸之小路，第一行與第十七行名為外邊行，第二行與第十六行為內邊行，中間十三行為中間行。其二年試驗之結果，無論何種作物，外邊行之產量，高出於內邊行與中間行之產量，內邊行之產量仍較中間行為高。可知邊際不止影響於外邊二行，其影響能深入內邊行。茲將阿奈氏之試驗結果列表於（第十三表）下以明之：

觀下表可知邊際影響，以外邊行最大，內邊所受之邊際影響則較少，可知邊際確能影響於品種之產量也。但邊際影響對於各品種產量之比較價值，有無變更，實為育種上之重大問題。阿奈氏1921年，對於此問題亦加以研究，伊以燕麥小麥與大麥等三種作物，各擇性質不同之四

第十三表——燕麥小麥大麥邊際之影響

年限與行別	燕 麥		小 麥		大 麥	
	平均產量 (英斗)	百分數	平均產量	百分數	平均產量	百分數
1917						
外邊行	131.9	184.9	55.0	204.4	97.7	238
內邊行	87.9	123.2	40.9	149.3	64.5	150.3
中間行	71.3	100	27.2	100	42.8	100
1918						
外邊行	142.8	189.4	73.1	208.9	99.9	194.4
內邊行	80.0	106.1	35.0	113.7	55.8	108.6
中邊行	75.4	100	29.8	100	51.4	100

品種，分區種植，研究於每區之兩邊各去一邊行，各去二邊行。各去三邊行之產量與不去邊行之全區產量比較，藉以研究邊際是否影響於各品種之比較價值，以定育種家對於邊際影響，所應取之態度。茲將其試驗之結果列如下第十四表。

第十四表——燕麥小麥與大麥試驗去邊行與不去邊行之比較

作物品種	全 區		兩邊各去一行		兩邊各去二行		兩邊各去三行	
	產 量	位 次	產 量	位 次	產 量	位 次	產 量	位 次
燕麥:								
Sixty days	50.6	1	46.0	1	41.3	1	36.1	2
Minota	47.3	2	44.0	2	40.7	2	37.5	1
Victory	44.1	3	38.4	4	33.5	4	28.0	4
Iowa 103	43.1	4	39.4	3	34.8	3	29.5	3
小麥:								
Marquis	24.8	1	23.1	2	21.9	2	21.4	1
Arantka	24.6	2	23.2	1	21.9	1	21.1	2
Preston	22.9	3	20.5	4	18.9	4	17.2	4
Emmer	21.3	4	20.5	3	19.7	3	19.7	3
大麥:								
Minsturdi	43.3	1	40.5	1	36.0	1	32.7	1
Suansota	32.4	2	28.7	2	25.1	2	22.7	2
Cheveliev	29.5	3	26.3	3	23.9	3	21.9	3
Mauchuria	26.8	4	22.2	4	18.0	4	14.2	4

觀上表可知除大麥外，燕麥與小麥二種作物，去邊行與不去邊行之產量位次頗有更改，可知邊際影響，對於品種比較試驗之重要也。

1927年美國 Idaho 試驗場之哈卜特 (H. W. Hulbert) 與芮木卜 (J. D. Remesberg) 二氏亦曾以麥類作物，作邊際影響之研究。其方法為每一品種種十四行為一區，行間距離為半英尺，區與區間之小路為二英尺。其結果如下表，以明邊行對於全區產量之影響。

第十五表——邊行之影響於全區之結果

作物	品種數	二年 (1925與1926) 之平均		
		中間行	內邊行	全區
大麥	10	70.4 英斗	81.0 英斗	100.6 英斗
		100 %	114.5 %	142.9 %
燕麥	21	61.6 英斗	67.3 英斗	81.9 英斗
		100 %	109.3 %	132.9 %
春麥	17	40.4 英斗	41.9 英斗	48.3 英斗
		100 %	103.7 %	119.6 %
冬麥	14	59.0 英斗	67.9 英斗	85.9 英斗
		100 %	115.1 %	155.6 %

又據哈卜特等三人 1931 年試驗之結果，伊等之深信比較品種產量能力時，若不設法除去邊際之影響，其試驗結果恐有失實之危險。伊等又云邊際影響之大小以時季與品種而異。茲以三氏之春麥結果以明之。

第十六表——春麥時季與邊際影響之關係

品種名	邊行與中之百分比			
	1926		1927	
	外邊行	內邊行	外邊行	內邊行
Jenkin	234.7	121.9	239.3	113.8
Federation	194.0	116.7	218.1	113.7
Red Bobs	188.2	121.5	204.7	124.5
平均	204.6	120.0	220.7	117.0

由上表可知 1927 年所生之邊際影響較之 1926 年為大。品種 Jenkin 利用邊際之能力亦為三品種中之最大者。

1930 年作者亦曾於南京環境之下以小麥與大麥作邊際影響之研究。方法為每一品系連種三行為一區，行間距為一尺，區與區間之小路為二尺，其結果如下第十七表。

第十七表——邊行與中行之比較

作物	品種數	中行之產量(克)	邊行之產量(克)	邊行高出於中行之百分
小麥	70	327.3	447.3	36.7%
無皮大麥	18	174.0	254.1	46.0%
有皮大麥	12	337.6	466.1	38.1%

由上表可知於南京環境之下，邊際影響於作物之產量亦甚大。但邊際影響之大小，又因品種而異。茲將上述試驗內，邊行高出於中行之百分數之最高與最低之數，列表於下以明品種間之差異。

第十八表——邊行高出於中行之百分數之差異

作物	最高	最低
小麥	167.3 %	8.1 %
有皮大麥	99.7 %	6.5 %
無皮大麥	97.6 %	7.9 %

綜上所述之各家試驗與研究，可知邊際影響於試驗結果之大也。作比較試驗時，務須設法矯正之。普通矯正邊際影響之方法如下：

1. 品種種為長方形區，收穫時四圍各棄去一尺。

2. 單行種植，收穫時兩端各棄去一尺。

3. 種植邊行，收穫時預先將邊行割去，此法較上述二者為便利，但種植邊行時須注意下述之數事：

- (1) 邊行與各試驗行之距離須一致。
- (2) 邊行之種子量須與試驗行種子量相同。
- (3) 邊行之品種須用同一品種。
- (4) 種植邊行時須嚴防混雜。
- (5) 邊行可預先割去，以免收穫時混雜。

以上所述之矯正邊際影響之法以第三法為最適用，以其可免收穫時之麻煩之工作與差誤也。

5. 生長競爭之影響——生存競爭物之公例，二不同之品系，種植於一起。因各品系之組織與生理之不同，常起生長競爭之現象，弱肉強食，強者愈強，弱者愈弱。此種現象常於作比較試驗時，見之，應加以糾正以明品種真正產量之能力，不然實足以引起誤會，作不正之結論。關於生長競爭之事實，育種家研究者甚多，今擇其要者以明之。

1917年哈斯(Hayes)與阿奈(Arney)二氏，曾以麥作研究生長競爭之事實，其法為每品種連種三行為一區，其結果為燕麥之生長競爭較之小麥為顯著。小麥與大麥因臨近品系之植株高度不同，亦有生長競爭之事實。但春麥似無生長競爭之表現。開西卜(Kresselbach)1919年之報告，伊曾以小麥二品系種為單行相互區與五行相互區，研究其生長競爭。據其二年試驗之結果，伊云二品系間之生長競爭以時季之不同而異其大小。但據洛夫(Love 1919)之結果麥類行間距離一英尺，品系間生

長競爭之事實甚微，若種植時能按品系之高度與成熟期之早晚，排列之，即可免去生長競爭，無須另設他法矯正之。斯出非 (Stringfield 1927) 之結果亦與洛夫氏之結果相似，麥類作物行間距離一英尺時，有時亦可見有生長競爭之事實，但若能按品系之形態與生長期分類種植，生長競爭即可免去，伊又云試驗行之方向，與生長競爭之關係甚小，作者 1930 年亦曾以開封之小米試驗作生長競爭之研究，行間距離為一英尺，有生長競爭之事，但不甚顯著，又 1933 年之大豆行間二尺時，無生長競爭之表現。

綜上所述可知品系間生長競爭確為事實，但其影響於試驗結果之程度，按各學者之意見頗不一致，蓋因其常因環境之不同而異其結果也，據現在各學者研究之結果觀之，品系間生長競爭之影響，較之邊際之影響為小，對試驗結果之關係頗不十分重要，生長競爭以環境而異，土中水分為一大因子，土中水分缺乏時，生長競爭必較大，蓋強大之植株奪取弱小者之水分也，故生長競爭之問題，在北方當較南方為大也。

品系間生長競爭，既為確有之事實，故作品系比較試驗時，應加矯正之法，以免於試驗內發生錯誤，免除生長競爭之方法如下：

1. 行間距離宜稍寬 但有人對於此點加以反對者，其理由為。
(1) 不合農情；將來之結果恐不能適用。(2) 行距若寬，恐起邊際之影響。
2. 按品系之性質分類 於未種之前，按各品系之成熟期，植株之高度與產量之能力等性分類，將相似之品系種植於一起。
3. 每品系連種三行為一區，根據其中間一行之產量以定品系之

優劣。

4. 試驗行之方向東西者較之南北為佳，但據斯出非之結果，行之方向與生長競爭無關係，惟行之方向與生長競爭有關之說，亦具有相當之理由，故姑從之，若可能時試驗行之方向應為東西方向。

6. 種子之來源 種子之來源，關係於試驗結果亦甚巨，其原因並非因種子之來源不同，影響到品種之遺傳能力，此種事實可以阿開生 (Atkinson) 與洛夫 (Love) 二氏 1923 之燕麥試驗之結果證明之，伊等以一純種系燕麥，分種於氣候土壤不同之兩地，其所起之反應各不同，可知環境與品種之關係之重要也，繼續於兩地栽培數年之後，然後彼此交換種子，與其自己本場所產之種子作比較試驗，以定環境是否有改變品系之遺傳之可能，伊等試驗之結果證明環境不足以改變遺傳，亦即可證明種子之來源不同，所生之差異，並不是因為種子之遺傳變更，乃為機械之影響所致也，其機械之原因甚多，譬如：

1. 種子之清潔程度
2. 種子之成熟度
3. 種子發芽力之強弱
4. 病蟲害之損傷度
5. 種子貯藏之好壞

等因子之不同，故作物之產量亦因之而異，種子之來源不同所生之差異之事實，可以金陵大學 1927 年武昌合作試驗場之結果以明之，於 1927 年武昌合作試驗場之小麥高級試驗中，有金大改良小麥 26 號，而同其標準品種亦為 26 號，據理此二者之產量應無差異，即或有之亦不應顯

著。但其結果殊與理論大不相合，26號品種與標準品種之產量差異極為顯著，若以學生氏之對比法計算之，其結果如下：

品種(No.26)	標準(No.26)	D	D'	D ²
24.0	18.3	5.7	2.4	5.76
30.0	25.5	4.5	1.2	1.44
30.1	27.7	3.4	0.1	0.01
28.8	27.6	1.2	-2.1	4.41
34.1	31.6	2.5	-0.8	0.64
24.9	23.5	1.4	-1.9	3.61
29.7	27.0	2.7	0.6	0.36
32.7	27.9	4.8	1.5	2.25
28.3	26.5	1.8	-1.5	2.25
26.5	21.7	4.8	1.5	2.25
		10)32.8		10)22.98
		M = 3.28		2.298
		S. D. = $\sqrt{2.298} = 1.52$		
		Z = $\frac{3.28}{1.52} = 2.16$		$\frac{3.28}{\sqrt{2.298}}$

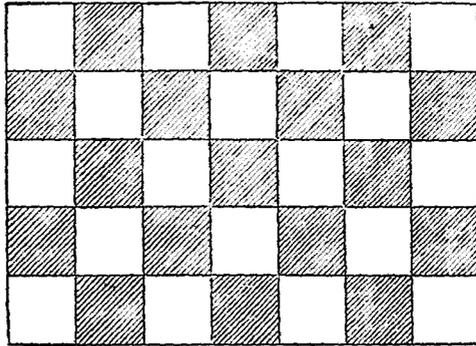
自洛夫氏之學生氏之表，查得其偶數 (Odds) 為 9999:1，品種優於標準，但品種與標準為同一之品種，其產量差異如此顯著，實不可解，細推求其差異之原因，始悉其差異之原因為種子之來源不同，品種26號之種子為該場上年品種試驗區內之種子，標準行之種子則為新自金大推廣系購得者，因其種子之來源不同，其種子有上述之數種機械之差異，故有如是之顯著差異，所以凡欲比較品種之生產能力時，其試驗區之種子均應來自同一之地方。英國著名育種家英格登 (Engledow) 與猶耳

(Yule)有云：「凡外來之種子，應種於本地，至少二年之後，方可放在比較試驗區內，與他品種比較，因品種間生產能力之差異，往往因種子之來源不同，而顛倒其事實也」，由是觀之，作品種比較試驗時，對於種子之來源，亦應加以注意也。

【試驗區之配置】 試驗區之配置，常因各處之情形，試驗之目的，與個人之喜好，略有不同，現在普通適用之法計有數種如下：

1. 小方區試驗區 每一品種種小方區，區之大小按各人之情形而定，普通多贊成用 $\frac{1}{40}$ 英畝之區，每品種重複若干次，此法特適用於肥料試驗，亦有用以作品種比較試驗者，此法包括有數種形式：

(1) 棋盤式試驗法 此種配置特別適用於肥料試驗，其小區之分配如棋盤式故得名，全試驗區之小區可分為兩種，一種為試驗區，一種為標準區，此二種區相間分配，每一試驗區，四週圍以標準區，其排列式如下第四圖：



第四圖 棋盤式試驗區之配置

按鍾氏(J. P. Jones), 此法之優點有如下述:

- (1) 標準區可以自由改變。
- (2) 試驗結果甚為可靠。
- (3) 標準區多, 故須作土壤變異之試驗。

(2) 拉丁方區——用此法時, 品種數不能多, 因其重複次數與品種數相同故也, 於試驗區內, 有縱橫二行之排列, 其數均相等, 重複次數採用無次序之排列, 但有二地域限制(Local control), 即一品種於縱行與橫內祇能各發現一次, 其排列法譬如有 A, B, C, D, E 五個品系如下第五圖:

E	B	C	D	A
A	C	D	E	B
D	E	B	A	C
C	D	A	B	E
B	A	E	C	D

第五圖 拉丁方區

區之排列完全採用無次序之自由排列法, 不用標準區, 若品種數

少時，此法尚佳，普通用此法之品種數不能過十，因其不易於管理也，若品種多時可分為二個或數個拉丁區，以一公共品種種於各區內，以作彼此之比較。

按費雪(R. A. Fisher)之意見此法可得較可靠之結果並可應用最新之分析方法。

2. 無次序排列區——品種重複為無次序排列，但有一地域之限制，即於一重複區內，一品種祇發現一次，小區之形狀無定，或方形或長形或單行亦可，視試驗之目的而定，品種數可多，區內不用標準，譬如有 A, B, C, D, E, F, G, H 等八個品種，重複三次，其排列法如下第六圖：

I	II	III	IV
G	E	B	F
A	D	H	G
H	H	D	C
D	A	F	E
F	G	C	A
B	C	E	D
C	F	A	B
E	B	G	H

第六圖 無次序排列區

全地分為四區，每區內有八品種，此八品種之排列完全屬於機會，但每一區內，一品種祇能發現一次，此法費雪氏最主張，以其可應用最新之分析方法「變異數分析法」(Analysis of variance)，而同時亦可以減少重複次數與免除標準區，人工地積殊為經濟。

3. 條區試驗法——每一品種種一長條區，重複若干次，此最適於利用機器播種機，戴爾衛(Delwiche) 1928 年倡，其法以十六行之播種機，於機之兩端之第四行阻塞，各留一空白行，收穫時祇收空白行中間之八行，此法之優點為：(1)可免去不同品種間之混雜。(2)免去區間小路之影響。與(3)免去區間小路之野草繁榮。格蘭居(Klages) 1931之報告對於戴爾衛氏之方法又加改良，按戴氏之原法，每區兩邊各有四行棄去，殊不經濟，格氏之改良法為以十四行之播種機，兩邊之第二行為空白行，中間十行都可收穫，棄去者祇有四行之地，較戴氏原法為經濟。

4. 桿行試驗法——每一品種，種一單行或數單行為一區，重複若干次，此法為多數育種家所採用，我國育種家大都採用此法，因試驗行之長度約為一桿（十六英尺半），故名曰桿行試驗，茲將此法於後列各節內詳為說明。

【比較試驗桿行制度之步驟】 純系分離之後，其第二步工作，即為比較試驗，比較各純系之優劣，比較試驗方法之規劃，已於上節內詳述，因各育種家之喜好，與環境之需要，以及試驗之目的而異，但普通育種家所常用者，則以桿行制度為較適宜，桿行試驗方法為現在多數育種家採用法，各家雖略有變更，而其主要原則，尚大致相同，我國各試驗場大都採用此法，此法為美國康奈爾大學教授洛夫博士(Dr. H. H. Love)所介紹，博士於民國十四年，因與金大合作事，來華指導該校之育種事務，其後又充國民政府實業部農業顧問，先後開辦作物育種討論會數次，訓練育種技術人才，洛博士為桿行制度倡者之一，故此法風行於全國，我國主要育種試驗場概皆採用此法，茲將桿行試驗之步驟詳述於

后：

第一年——二桿行試驗或簡稱為二行試驗——試驗行之長度約為一桿（十六英尺半），故名曰桿行試驗，行之長度與行間距離，以所試驗之作物之性質而異，所用之度量衡標準，用我國新訂之標準，如下：

$$1 \text{ 尺} = \frac{1}{3} \text{ 米突}$$

$$1 \text{ 畝} = 6000 \text{ 方尺}$$

$$1 \text{ 斤} = 500 \text{ 克}$$

關於試驗行之長度與行間之距離，以各地之情形與作物之種類而異，不易作確實之規定，茲將金陵大學農藝系所用之制度，列入第十九表以備參考：

第十九表——金陵大學主要自花受粉作物桿行試驗之規定

作物種類	行 長(尺)	行 距(尺)	播種量(克)	改變因子*
小 麥	12	1	12	1
大 麥	12	1	12	1
燕 麥	12	1	12	1
水 稻	12	1.5	12	$\frac{2}{3}$
大 豆	15	2	80	.4

* 改變因子之意為將每行所產之克數乘其因子即變為每畝所產之斤數其公式為：

$$\text{改變因子} = \frac{\text{畝內之總行數}}{500}$$

二行試驗，其意為，將上年穗行試驗區內，所選留之各純系，每系依照其預先規定之計劃各種一行，俟所有之純系種畢之後，再依次重複一次，每一系共計二行，故名曰二行試驗，二行試驗亦須種標準行，標準行

之種子可用上年試驗區內之標準行之種子，每第五行為標準行，標準行之長度與行間距離以及播種量等均與試驗相同。

在未種植之前，須預先編製種植計劃書，於未作計劃書之前，須將各純系按其植株之形態與成熟期之早晚，略事分類，將性質相似者歸為一類，以免將來生長競爭之影響，再將種子清理，除去一切雜物，然後依照所規定之播種量，每系秤出種子二份，分裝於小紙袋內，並於袋上書明該品系之號數，再加入樟腦粉少許，以免蟲蝕，依次排列加入標準行（標準行之紙袋最好用另一種顏色），再將今年之行數用藍色鉛筆寫在袋上，然後以英文紙作一品系號數與行數對照表，此表即名曰種植計劃書，種植計劃書之重要已於前項說明，故作種植計劃書時不能苟且，以免錯誤，茲將二桿行種植計劃書之形式以大豆為例表明於下：

大豆二桿行種植計劃書

南京場 二十三年

去年行數	品系號數	今年行數
	標準	
8	南京 8	1 2501
15	南京14	2 2502
21	南京19	3 2503
23	南京21	4 2504
	標準	5 2505
29	南京27	6 2506
46	南京33	7 2507
63	南京47	8 2508

88	南京65	9	2509
	標準	10	2510
	⋮	⋮	⋮
	類推	類推	類推

種植計劃書作成之後，較對無錯誤時，即可將種子每十袋作為一束，妥為貯藏，以俟播種，關於比較試驗整地播種以及一切處理手續，務求精密，已於穗行試驗內詳為申述矣，其法為將預備之地，以劃行器劃之，然後以鋤頭開深，拉麻繩兩條，以定行之長度，播種須以有經驗之人為之，播種須均勻，不可有餘與不足之弊，播種如法覆土，並繪一地圖以留作將來之參考，於生長期內須妥為管理，並須時至田內考查，若遇有特別可記載者，可隨時登記於種植計劃書內，以作將來選留品系之參考。

俟作物成熟之時，於收穫前一二日可將預先寫好之鉛絲拴的紙牌，按行拴妥，俟成熟後將各行分別割起，如法捆縛，攜至懸掛室內掛起，俟



穗行試驗收穫前拴牌

乾燥後，妥爲脫粒，裝於紙袋內，並於袋上書明該行行數，將紙牌解下亦置於袋內，置於日下曬一二日後，稱其重量克數，記於種植計劃書內該行之下，然後計算其產量，以定去留，二行試驗之產量計算法，甚爲簡單，其法爲，(1)將每系二行之產量克數平均，再乘以改變因子，變爲每畝所產之斤數，(2)求相近二標準之平均數，作爲其間四行之理論標準，(3)求得每系之平均產量與理論標準之差異。

凡品系之產量高於理論標準者爲優，低於理論標準者爲劣，至於品系高過理論標準若干方可當選之問題，須視情形以及欲選留之數目多少而定，普通大約選百分之三十左右，選留之標準，並非全憑產量之多寡，須參考其他之性質，如莖幹之強硬，抵抗病蟲害之能力以及其他之性質如品質等而定，茲將二桿行之計算法，舉下列以明之。

第二十表——大豆二行試驗之計算法

去年行數	品系號數	行數與產量(克)	平均產量(斤)	理論標準	差異
8	8	0 2500	254	235	4.0
		741 530			
		1 2501			
15	14	726 467	239	235	5.0
		2 2502			
		717 484			
21	19	3 2503	261	235	16.0
		719 538			
		4 2504			
23	21	751 427	236	235	1.0
		5 2505			
		398 683			
29	27	特單-604 6 2506	200	191	33.0
		688 433			
		7 2507			
46	36	671 475	229	191	38.0
		8 2508			
		509 186			
C3	45	9 2509	139	191	-52.0
		716 437			
		10 2510			
88	51	598 310	182	191	40.0
		Ok			
		Ok			

第一標準行之平均產量 = $\frac{741+530}{2} \times .4 = 254$ 為每畝之斤數。

第二標準行因2505行之後與2506行之前有一特別標準行，故第二標準行，即有兩個平均數。

$$\frac{683+398}{2} \times .4 = 216 \text{ 為管上邊之標準行}$$

$$\frac{398+604}{2} \times .4 = 200 \text{ 為管下邊之標準行}$$

如此類推將各行之平均產量求得之後，再計算其理論標準，二行試驗之理論標準之計算法為將最近之二標準行之平均產量再平均之如。

$$\frac{254+216}{2} = 235 \text{ 與 } \frac{200+182}{2} = 191 \text{ 等是也，理論標準求得之後，然後}$$

再求平均產量與理論標準之差異，品種之平均數大於理論標準者為正，而小於理論標準者為負，差異求得後，即可根據此差異，並參考田間之



小麥收穫後懸掛室之情形

記載，選留品系以供下年比較試驗之用，選留之標準無定，須酌量個人之情形而定之，設以20斤之差異為選留之至少限度，即品系之產量高過理論標準二十斤者選留之，以供下年之試驗，不及二十斤者則棄去之，

若如是品系 27, 36 與 51 等系可當選, 保存當選之各系之種子, 以作下年試驗之用, 其餘不當選之種子即可棄去。

二桿行試驗之結果, 因其重複次數少, 結果尚不可靠, 惟因品系太多之故, 不能作較精細之試驗, 不得不利用此粗放之試驗方法, 將惡劣品系淘汰後, 再作較為精密之試驗, 故二桿行試驗產量計算法亦甚粗放, 此不過為初步之比較試驗, 結果當不十分可靠, 故選擇之標準亦稍寬。

第二年——五桿行試驗——五桿行試驗之處理方法, 如整地播種, 行長行距, 標準行之排列, 以及收穫脫粒定量等手續, 均與二桿行試驗相同, 其所異者即為重複次數較多而已, 將上年二桿行試驗區內所選之各品系, 每系種一行, 重複四次, 每系共計五行, 收穫後定其產量, 亦如二桿行試驗所述, 其產量之計算方法, 較之二桿行試驗之計算法為精密, 其計算之步驟如下:

1. 求每品系五行之平均產量。
2. 用等級法求理論標準 (其法詳後)。
3. 求每品系之平均產量與理論標準之差異。
4. 用貝色爾氏 (Bessel's) 之或差公式:

$$P.E._m = \pm .6745 \sqrt{\frac{\sum D^2}{n(n-1)}}$$
 求各標準行之或差。
5. 求標準行或差之百分數, 其公式為:

$$\text{或差百分數} = \frac{\text{或差}}{\text{平均數}} \times 100。$$
6. 求全試驗區內標準行或差百分數之綜平均 (\bar{X})。
7. 求 $2\bar{X}$ × 各品系之平均產量或 $3\bar{X}$ × 平均產量。
8. 產量之差異大於 $2\bar{X}$ × 平均產量者。方為顯著, 產量之差異大

於 $3\bar{x}$ ×平均產量者為更佳，選留之標準應以何者根據，須視情形而定，若選留須嚴格時可用 $3\bar{x}$ 為標準，若不須嚴格時，則可用 $2\bar{x}$ 為選留之標準，凡品系之產量差異高出於標準大於 $2\bar{x}$ 為顯著，小於 $2\bar{x}$ 為不顯著，或為無差異，即可棄去。

此法洛夫博士 1933 年所建議，金陵大學與其所屬之各試驗場業已採用，茲以洛夫博士水稻五桿行試驗計算法為例表明於下（原計算法見洛夫中國水稻育種法）（第二十一表）

五桿行試驗之理論標準，以等級法計算之，其法為先求二臨近標準行平均之差異，如 $335 - 331 = 4$ 。假定第一標準行之土壤較第二標準行為瘦，因土壤之肥瘦不同，其所生之產量差異為 4。自第一標準行至第二標準行，其間相距為五行，若土壤差異度為均勻的增減，則每行相差應為 $\frac{4}{5} = .8$ ，今第一標準行之產量為 331 克，第二標準行之產量為 335，即第一標準所在地之土壤，較之第二標準行為瘦，每行之理論標準之產量，自第一標準起，應遞加 .8，故可算得理論標準如下：

第一標準與第二標準中間各理論標準：

$$\text{第一理論標準} = 331 + .8 = 331.8$$

$$\text{第二理論標準} = 331.8 + .8 = 332.6$$

$$\text{第三理論標準} = 332.6 + .8 = 333.4$$

$$\text{第四理論標準} = 333.4 + .8 = 334.2$$

又第二標準行與第三標準行中間各理論標準之計算法：

$$\text{第三標準行之平均產量} = 350$$

$$\text{第二標準行之平均產量} = 335$$

$$\text{相差} = 15$$

第二十一表——民國二十二年水稻五穗行試驗種植計劃書
(附產量紀錄及計算結果)

去年行數	品系號數	行數	數	平均產量	理論標準	差異	2X×平均	3X×平均	
901	Ok	369	319	290	331±15.45(4.67%)				
	264	1021	1081	1141				31.81	
903	✓270	371	368	3558			27.2		
		902	1022	1142			45.4	33.49	50.24
904	271	398	414	290	335±16.37(4.86%)				
		903	1023	1143					
908	✓272	382	381	269			-2.4		
		904	1024	1144			56.8	34.64	51.96
914	Ok	373	432	391	350±13.17(3.76%)				
		905	1025	1145					
918	✓273	380	346	288			42	33.67	50.50
		906	1026	1146			-2		
923	276	380	345	398	350±13.17(3.76%)				
		907	1027	1147					
924	✓288	361	328	271			35	33.58	50.37
		908	1028	1148			-19		
931	343	340	301	273	350±13.17(3.76%)				
		909	1029	1149					
936	Ok	310	347	280					
		910	1030	1150					
949	361	360	316	295	350±13.17(3.76%)				
		911	1031	1151					
951	✓369	290	348	311			.2	30.57	49.70
		912	1032	1152			34.4	33.14	51.70
951	✓364	363	360	353	324±14.32(4.42%)				
		913	1033	1153					
951	376	430	342	362			54.6	34.47	51.70
		914	1034	1154			-28.2		
951	Ok	297	341	329	324±14.32(4.42%)				
		915	1035	1155					
		915	1035	1155					
		352	274	282					

$15 \div 5 = 3$, 因第三標準之產量較之第二標準為大, 故各行應遞加 3, 求得之結果如下:

$$\text{第一理論標準} = 335 + 3 = 338$$

$$\text{第二理論標準} = 338 + 3 = 341$$

$$\text{第三理論標準} = 341 + 3 = 344$$

$$\text{第四理論標準} = 344 + 3 = 347$$

又第三標準行與第四標準行中間之各理論標準之計算法:

$$\text{第三標準行之平均產量} = 350$$

$$\text{第四標準行之平均產量} = 324$$

$$\text{相差} = 26$$



收穫試驗小麥

$26 \div 5 = 5.2$, 因第四標準之平均產量小於第三標準之平均產量, 故各行應遞減 5.2, 推算之結果如下:

第一理論標準 = 350 - 5.2 = 344.8

第二理論標準 = 344.8 - 5.2 = 339.6

第三理論標準 = 339.6 - 5.2 = 334.4

第四理論標準 = 334.4 - 5.2 = 329.2

如此類推將全試驗區內，各理論標準如法求得後，再求各理論標準與其相對品系之產量差異，其法為平均產量減去理論標準如：

359 - 331.8 = 27.2

378 - 332.6 = 45.4

331 - 333.4 = -2.4等，如此類推，若差異為正時表明品種產量大於標準品種之產量，若為負數時，即為品種產量不及標準品種之產量。

以上數字求得後，再用貝色爾氏或差公式：

$P.E._m = \pm .6745 \sqrt{\frac{\sum D^2}{n(n-1)}}$ 求各標準行之或差，公式內之符號， $P.E._m$ 代平均數之或差，.6745 為常數， \sum 代表綜和之意， D^2 為各行與其平均數相差之自乘， n 為行數（如五桿行試驗 $n=5$ ，十桿行試驗 $n=10$ 之類），計算標準行或差之法如 r：

第一標準之或差與百分之計算		
各行之產量	D	D ²
359	28	784
405	74	5476
282	-49	2401
319	-12	144
290	-41	1681
5)1655		$\Sigma D^2 = 10486$
平均數 = 331		

$$P.E._m = \pm .6745 \sqrt{\frac{10486}{5(5-1)}} = \pm .6745 \sqrt{\frac{10486}{20}}$$

$$= \pm .6745 \sqrt{524.3}$$

$$= \pm .6745 \times 22.90 = \pm 15.45$$

$$\text{或差百分數} = \frac{15.45}{331} \times 100 = 4.67\%$$

第二標準之或差與其百分之計算

各行產量	D	D ²
330	-5	25
421	86	7396
290	45	2025
346	11	121
288	47	2209
<u>5)1675</u>		<u>11776</u>
335		

$$P.E._m = \pm .6745 \sqrt{\frac{11776}{20}} = \pm .6745 \sqrt{588.8} = \pm 16.37$$

$$\text{或差之百分數} = \frac{16.37}{335} \times 100 = 4.89\%$$

按上述之法，將各標準行之或差與其或差之百分數均可算出，然後

求全試驗區內或差百分數之平均(X)。如下：

	平均產量	或差	或差百分
第一標準	331	15.45	4.67

第二標準	335	16.36	4.89
第三標準	350	13.17	3.76
第四標準	324	14.32	4.42
			4) 17.74
			X = 4.43%

$$2X = 2 \times 4.43 = 8.86\%$$

$$3X = 3 \times 4.43 = 13.29\%$$

求2X與3X乘平均產量如下述：

例如品種 264 之平均產量為 359, $2X \times$ 平均產量 = $8.86 \times 359 = 31.81$, $3X \times$ 平均產量 = $13.29 \times 359 = 47.71$, 品系 264 號之平均產量與其理論標準之差異僅為 27.2 為小於 31.81 ($2X \times$ 平均產量), 而更小於 47.71 ($3X \times$ 平均產量), 即其產量與標準之產量無差異, 故不能當選, 若僅就其產量而言, 可從此棄去。

又品系 270 號之平均產量為 378, $2X \times$ 平均產量 = $8.86 \times 378 = 33.49$, $3X \times$ 平均產量 = $13.29 \times 378 = 50.24$, 但品系 270 號之平均產量與理論標準之差異為 45.4 大於 33.49 ($2X \times$ 平均產量), 故可當選, 留作下年試驗之用, 45.4 尚小於 50.24, 故此品系雖較標準為優, 但尚不十分優越。

又品系 271 號之平均產量與理論標準之差異為 -2.4, 即品系之平均產量小於理論標準, 即可直接棄去。無須再計算 $2X \times$ 平均或 $3X \times$ 平均等項, 如此類推凡品系, 其平均產量, 高過於理論標準之數大於 $2X \times$ 平均產量者方可當選, 小者概皆棄之, 於上述之例內品系 270, 272, 273,

288,359與364號等系均被選留,留作下年試驗之用,餘者均棄去之。



試驗小麥脫粒

第三年——十桿試驗——自五桿行試驗區內選留之各系,可作十桿行試驗,十桿行試驗與五桿行試驗相同,惟重複次數較多而已,每一品系種一行,重複九次,每第五行為標準行,每系共計十行,故名曰十行試驗,產量之計算方法,按洛夫之方法如下:

1. 求各品系十行之平均產量。
2. 以等級法求得理論標準之產量,其法與五桿行試驗法相同。
3. 求品系之平均產量與理論標準之差異。
4. 用貝色爾氏之公式,求各標準之或差與或差之百分數,其法與五桿行相同。
5. 求全試驗區內,標準行或差百分數之綜平均數。
6. 計算差異或差,其公式如下:

$$P. E. d = \text{或差百分數之平均} \times \sqrt{2}$$

7. 求三倍差異或差 \times 平均產量(X)。

十桿行試驗之計算方法如下第二十二表。此例全試驗區內各標準行平均數或差之百分數平均=3.56%，差異或差=3.56 \times $\sqrt{2}$ =3.56 \times 1.41=5.02，三倍差異或差=3 \times 5.02=15.06%=X，凡品系之平均產量與理論標準之差異，大於三倍差異或差乘平均產量者，其差異為顯著，即可當選，反之品系之平均產量與理論標準之差異，小於三倍差異或差乘平均產量者，其差異為不顯著，即可棄去。

第二十二表內，第一品系X \times 平均數=58.1 \times 15.06=87.6，其差異為2.1 小於此數不能當選，第二品系之差異(-22)為負，故亦不能入選，第三品之差異為157，而X \times 平均數(70.1)為105.6，差異大於X乘平均數，故可當



曬小麥試驗

選，留作下年試驗之用，依此法於第二十二表內各系如4，與6等二系可

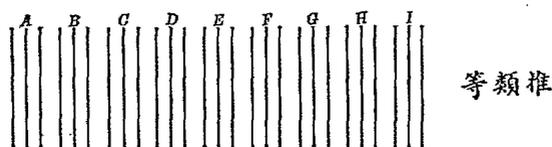
第二十二表——南京，二十二年，六麥十桿行試驗計劃書

(附產量計算法)

去年行數	品系號數	行	數	平均產量(英畝英斗)	理論標準	差異	X×平均						
19	Ck	410	440	500	580	620	650	680	57.0±1.06(2.91%)	56.1	2.1	87.6	
		665	673	569	474	558	450	509					609
21	3A	411	441	471	501	561	591	621	651	681	58.2	-2.2	10.56
		598	481	694	608	558	622	513	595	582			
22	3B	412	442	472	502	592	562	622	652	682	53.1	54.4	9.34
		461	712	651	513	541	429	380	638	465			
23	4	413	443	473	503	533	563	593	623	653	70.1	53.6	8.4
		906	701	762	701	738	540	772	589	696			
26	5	414	444	474	504	534	564	594	624	654	62.0	52.5	.6
		625	692	611	513	639	788	637	559	684			
27	Ck	415	445	475	505	535	565	595	625	655	52.7±1.77(3.36%)	52.3	11.0
		639	643	475	614	553	489	526	416	433			
28	5A	416	446	476	506	536	566	596	626	656	63.1	51.9	8.8
		642	744	596	485	407	694	444	337	409			
29	5B	417	447	477	507	537	567	597	627	657	61.6	63.1	6.2
		624	549	721	582	653	322	563	437	501			
28	6	418	448	478	508	538	568	598	628	658	63.1	51.9	8.8
		680	682	654	724	549	869	569	331	591			
29	7	419	449	479	509	539	569	599	629	659	56.2	51.9	8.8
		713	707	676	549	541	432	580	473	468			
29	Ck	420	450	480	510	540	570	600	630	660	51.7±1.06(2.05%)	51.9	8.8
		585	561	592	542	553	498	499	425	498			

當選，留作下年試驗之用，其餘不入選之各系可棄去之。

種子行——純系選擇育種之第一要義，即為保守品系之純潔，勿令混雜，但同時管理多數之品系與經過長時期之試驗，種子之機械混雜在所不免，若不設法維持，品系必至混雜不堪，失其純種之效。故凡品系至十桿行試驗時，即可種種子行，以保持品種之純潔，種子行之種植法為每一品系連種三行為一區，行間距離與試驗區內行間距離相同，區間距離則二倍之，行長無定，普通亦與試驗行相同，其計劃如下：

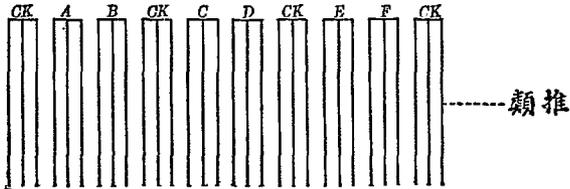


第七圖 種子行之布置

種子行之惟一目的，即為保存品系之純潔，產量概不計也，故於作物生長期內，可隨時至田內觀察，若遇區內有混雜之植株，即可拔去以免其繁殖，普通種子行須去劣數次，種子行所收之種子，可作下年試驗區內之種子，自此以後，每年均須種種子區，以保存品系之純潔。

第四年——高級試驗——將十桿行試驗區內選留之品系，作高級試驗，高級試驗處理方法，如行長，行距以及種子量等均與上年相同，其所異者，即每一品系連種三行為一區，重複幾次，每一品系計十區，共計三十行，每隔二品系種一標準區，即每第三區為標準區，高級試驗之田間排列法如第八圖。

成熟後各行分別收穫，定其產量，亦如往昔，高級試驗產量之計算



第八圖 高級試驗排列

方法,按洛夫博士最近所發表之法,與上述十桿行試驗相同,其法為:

1. 求每品系三十行之平均產量。
2. 用等級法求理論標準,因高級試驗相近二標準區之相距為三區,故二標準區之差異以三除之,所得之數遞加或遞減以求各理論標準。
3. 求理論標準與平均產量之差異。
4. 根據三十行之產量求標準區之或差與其百分數。
5. 求全試驗區內標準行或差百分數之平均數乘以 $\sqrt{2}$ 再乘以 3。(X)
6. 求 $X \times$ 平均產量,若品系與理論標準之差異,大於此數時,即為顯著,小於此數時即為不顯著可棄去之。

茲再以洛夫博士水稻高級試驗計算法列為第二十三表,以明其計算方法,第二十三表內 709A 與 1-48 等品系之平均產量與理論標準之差異,均大於 $X \times$ 其平均產量,故此二品系之產量均較標準品種為佳,可當選留作下年試驗,或繁殖之以供推廣。

高級試驗之計劃與區之排列法,適於應用學生氏 (Student's me-

第二十三表——水稻高級試驗產量計算法

(見中國水稻育種法)

去年行數	品系號數	行數	平均產量	理論標準	差異	X±平均	
	Ok	1261 1261 1261 1261 1261 1411 1411 1411 1471 1501 1531 1263 803 278 279 355 418 293 277 231 422 1262 1262 1262 1262 1262 1412 1412 1412 1472 1502 1532 232 322 249 306 269 392 269 299 497 301 1263 1263 1263 1263 1263 1413 1413 1413 1473 1503 1533 204 284 292 273 268 393 264 205 190 393 1264 1264 1264 1264 1264 1414 1414 1414 1474 1504 1534 370 331 320 424 396 384 418 399 301 339 1265 1265 1265 1265 1265 1415 1415 1415 1475 1505 1535 337 347 314 419 399 391 411 398 293 344 1266 1266 1266 1266 1266 1416 1416 1416 1476 1506 1536 333 351 329 427 402 369 410 394 286 343 1267 1267 1267 1267 1267 1417 1417 1417 1477 1507 1537 233 361 406 398 371 393 404 399 438 385 1268 1268 1268 1268 1268 1418 1418 1418 1478 1508 1538 284 327 432 401 362 413 311 402 442 380 1269 1269 1269 1269 1269 1419 1419 1419 1479 1509 1539 287 374 425 356 348 424 276 396 449 381 1270 1270 1270 1270 1270 1420 1420 1420 1480 1510 1540 321 401 264 398 313 284 205 305 319 202 1271 1271 1271 1271 1271 1421 1421 1421 1481 1511 1541 331 416 208 393 277 290 322 282 370 303 1272 1272 1272 1272 1272 1422 1422 1422 1482 1512 1542 312 401 276 384 229 269 310 265 320 204		302.4±0.24(3.04%)			
	709-A						
	1-48		368	303.9	64.1	42.06	
	Ok		373	305.4	67.6	42.03	
			307±7.20(2.35%)				

$$X = (\text{平均或選百分之平均}) \times \sqrt{2} \quad S = (2.70 \times \sqrt{2}) S = 11.43\%$$

thod) 對比法,因其每品系之榜有一標準區,故品系可與標準品種作直接之比較。此法為自名『學生』者於 1909 年所發展,洛夫對於此法甚表贊同,伊於 1924 年將學生氏之偶數表加以改良,以便於比較試驗之用,茲將此法以例說明之於下,其法為先將每區三行之產量平均,然後以其平均數與標準品種比較,其法如下(法見 Hayes 與 Garber's Breeding for Crop Plants 第 87 頁)

<u>709A</u>	<u>Ck</u>	D	D ²
375	223	152	23104
343	303	40	1600
321	273	48	2304
420	286	134	17956
399	271	128	16384
387	402	-15	225
413	263	150	22500
397	260	137	18769
293	308	-15	225
342	402	-60	3600
		789	10) 106667
		-90	1066.7
		10) 699	
		M=69.8	

$$S. D. = \sqrt{10666.7 - 69.9^2} = \sqrt{5794.66} = 76.1226$$

$$Z = \frac{M}{S. D.} = \frac{69.8}{76.1226} = .917$$

查洛夫改良學生氏偶差表 (Odds table), 表見附表 B, 當 $n=10$ $Z=.9$ 時, 偶差為 31:1, 其意為品系 709A 優於標準品種之機會為 31:1, 其差異顯著。

品系經過上述各級試驗之後, 再參考過去試驗結果與記錄, 可將其最好之一二系分別繁殖, 以作推廣之資料。品系最後之決定, 可以其逐年之差異, 用學生氏對比法, 比較而決定之。並須參考其植株之形態如成熟期之早晚, 莖幹之強弱, 抵抗病害之能力等性, 決選一系以作推廣, 推廣品系最好祇推廣一種, 以便管理。若遇二品系其產量相仿, 而其植株之形態不同, 需要不同時, 亦可同時繁殖二品系, 按其需要而推廣之。

【種子推廣之準備】 品種經過上述之比較試驗後, 選留之系即可預備推廣。預備推廣之工作可分下述之數步。



純系小麥田內去劣

繁殖區——自高級試驗決選之系，即可繁殖之。繁殖區之規劃無定，視各種子多寡，以及人工與地積而定。繁殖區每區之行數無定，至少五行，行之長度亦無定，至少須重複三次。繁殖區可徵集本地之農家品種數種，以資比較。繁殖區之目的有三，一曰繁殖種子，以供大田繁殖之用，二曰觀察新品種於大田之反應，三曰以改良品種與農家種作比較。

大田繁殖——最好之品系，可用普通之種植方法種植之，繁殖其種子以備推廣之用。於生長期內，須至田內去劣，遇有異態之植株，或受病害之植株，可隨時拔去，勿令混於種子之內。

地域試驗——作物受環境之影響甚巨，改良種對於各地之環境適合與否，須經試驗決定之。故於未推廣之前，應在各處作地域試驗，其法為徵集該地之本地品種數種，以改良品種作為標準，作高級試驗，與該地品種作比較，以定新品種之價值。俟新品種之價值確定後方可作大規模之推廣。地域試驗為推廣前必要之工作。

【改良種之推廣】 種子推廣為育種最後之目標，品種改良之後，若不能推廣到鄉間，使農民種植，則育種事業即為徒耗金錢，與精神之無意義舉動。但推廣工作，一方面有社會問題，一方面有技術問題。關於社會問題，有社會組織，社會經濟，農民心理，與農民教育各問題。關於技術方面，則有推廣方法，推廣範圍，純種之供給與純種保存等問題。我國之育種事業，卓見成效者，已不知凡幾，而對於推廣方法，尚待解決。推廣問題甚形複雜，須有多人之研究，與長時期之經驗，非一人與一時所能解決也。

推廣關係於育種前途甚巨 故無論何試驗場，初育成之新品種，推

廣須十分慎重，可抱定由近及遠之宗旨。初幾年推廣區域，須在試驗場附近之地，其環境與試驗場相似者，同時可於試驗場較遠之處，作地域試驗。若經試驗證明，改良品種確為優良時，方可作大規模之推廣。

【純系選擇育種方法之結論】 自花受粉作物之純系選擇育種方法可分為數個時期，如下：

I. 分離純系——將純系自混合種中分出。

1. 單穗或單株選擇。
2. 穗行或株行試驗。

II. 比較試驗——比較各純系之優劣。

1. 二桿行試驗。
2. 五桿行試驗。
3. 十桿行試驗。
4. 高級試驗。

III. 預備推廣——改良品種之預備推廣。

1. 繁殖區。
2. 大田繁殖。
3. 地域試驗。

IV. 新品種之推廣——新種推廣至鄉間，使農民種植。

【比較試驗步驟之討論】 純系育種之全部可分四個時期已如上述。此四時期中以比較試驗，關係最為重要。育種之成敗，端賴比較試驗之方法如何。比較試驗可分四步，初學者恆對於此四步驟有二疑問發生。

(1) 為何比較試驗須有此不同之步驟 (2) 此四步驟對於比較試驗之價

值如何 試驗結果之可靠性，與重複次數有直接之關係。重複次數愈多，試驗結果愈可靠，但於起首數年中，品系數目甚多，若重複次數多，甚不易管理，同時品系中之劣種尚多，不值得多費人工與地積，故可暫用粗放之法略事淘汰後，再作較精確之比較。所以比較試驗有此由淺入深之不同步驟。對於試驗結果之真確度比較，及各步驟之價值，作試驗者亦須有澈底之了解，方可知步驟之重要。試驗時始知其應加注意之所在，不然盲於從事，恐對於各試驗步驟有失其重輕之誤會。關於各試驗步驟之比較價值，可以下述之第二十四表申明之。第二十四表為小麥比較試驗各步驟之價值之比較，其研究方法為，以小麥高級試驗之標準行，取其中行之二行，五行與十行等，各自平均，以其平均數計算各組之差異係數 (Coef of variability)，再以三十行之綜平均，亦計算其差異係數，比較各組之差異係數，以定各組之比較價值。此研究共作三年，每年分為二行，五行，十行與高級試驗等四組。組間之比較價值，均以差異係數之差異與其或差決定。茲為便利計，僅將計算之結果列為第二十四表如下：

第二十四表——小麥比較試驗各步驟價值之比較

統計常數	比較試驗之步驟			
	二行試驗	五行試驗	十行試驗	高級試驗
	1927			
(1) 平均數 (M)	20.31±0.48	24.33±0.28	24.13±0.19	23.11±0.18
(2) 標準偏差 (σ)	3.03±0.34	1.75±0.20	1.19±0.13	1.16±0.13
(3) 差異係數 (c.v.)	14.92±1.72	7.18±0.81	4.93±0.55	5.02±0.56
(4) 差異係數之差異 (D.c.v.)	7.74±1.90	2.25±0.98	-0.09±0.78	

	1928			
	(1) 平均數(M)	25.05±0.67	26.80±0.35	26.92±0.23
(2) 標準偏差(σ)	4.42±0.47	2.34±0.25	1.50±0.16	1.33±0.14
(3) 差異係數(c.v.)	17.64±1.97	8.73±0.93	5.57±0.59	4.99±0.53
(4) 差異係數之差異(D _{c.v.})		8.19±2.15	3.16±1.10	0.59±0.79
	1930			
	(1) 平均數(M)	30.36±0.47	30.58±0.39	28.77±0.28
(2) 標準偏差(σ)	2.83±0.34	2.30±0.27	1.65±0.20	1.85±0.22
(3) 差異係數(c.v.)	9.32±1.11	7.52±0.90	5.73±0.68	6.77±0.81
(4) 差異係數之差異(D _{c.v.})		1.80±1.43	1.79±1.13	-104±1.06

由第二十四表內所示之結果觀之，二行試驗與五行試驗價值之比較，三年之中有二年其差異為顯著，五行較優於二行。若以五行試驗與十行試驗比較，三年之中亦有二年，其差異近於顯著，但不十分顯著。十行試驗略較五行為佳，若再以十行試驗與高級試驗比較，三年均無差異。可知僅就試驗結果之可靠性而言，高級試驗與十行試驗相等。但高級試驗之優點在於三行一區，對於各品系之植株觀察較為容易，同時又可與標準品種作更精密接近之比較，故其在試驗程序中仍有存在之價值。但有人工與地積之限制時，高級可不輕於舉行，藉五行試驗與十行試驗而確定品系之價值。俟品系數少時，再舉行高級試驗，以作植株精確之觀察。按洛夫博士之意見，品種最後之決定，必須經過高級試驗，或與高級類似之試驗。若有人工與地積之限制時，高級試驗之重複，次數，可酌量減少之。

【行之長度，重複次數，標準行之排列與試驗結果之關係】 行之長

度,重複次數之多寡與標準行之分配等項,對於試驗結果之可靠性至為密切,而同時對於人工與地積以及經濟之消長亦極關重要。於某種環境之下,作物育種家,恆欲以最小之地積與最少之人工,而欲得到最大之可靠性。換而言之,即試驗須經濟,關於此問題,學者研究者甚多。但其結果往往因環境與作物之種類而異。茲將關於此問題較為重要之研究結果綜括列為第二十五表如下。

第二十五表——各種作物之經濟區之面積與重複次數

研究者	作物之種類	區之面積	重複次數
Montgomery	小 麥	16 尺之單行	10 至 20
Hayes 與 Army	小 麥	16 尺之三行區	3
Love	小 麥	16 尺之單行	10
„	燕 麥	15 尺之單行	10
Swanson	藍 粟	$\frac{1}{50}$ 至 $\frac{1}{25}$ 英畝	2 至 4
Stephens	藍 粟	$\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{80}$ „ „	3 至 4
Odland 與 Garber	大 豆	16 尺單行	3
Knight	馬 鈴 薯	40 尺單行	4
Livermore	馬 鈴 薯	36 尺單行	4
籬 輔	棉 花	20 尺單行	4 至 9
孫 達 吉	青 麻	20 尺單行	3 至 4

作者亦曾以大豆於南京之環境下作此問題之研究，試驗共作二年。
茲將其結果，列為第二十六表如下：

第二十六表——大豆試驗行長與重複次數之研究

重複	行長(英尺)	或 差 之 百 分 數			
		單 行 區		三 行 區	
		1928	1930	1928	1930
I	8	18.01±.34	28.58±.54	15.58±.51	24.03±.79
	16	10.53±.28	20.45±.55	8.24±.38	17.46±.82
	24	9.04±.35	20.17±.77	6.69±.44	17.68±1.17
	32	8.92±.34	18.42±.70	3.85±.25	15.96±1.05
II	8	8.48±.25	16.17±.49	6.64±.35	12.44±.65
	16	6.71±.29	12.60±.54	4.55±.34	9.90±.74
	24	6.27±.38	12.95±.78	4.69±.49	11.12±1.16
	32	5.05±.30	10.13±.61	3.73±.39	7.61±.80
III	8	7.32±.29	15.61±.59	5.86±.39	12.93±.85
	16	4.26±.23	11.48±.62	3.66±.34	10.38±.97
	24	4.04±.31	10.48±.82	2.09±.29	8.28±1.17
	32	3.32±.26	10.77±.84	2.03±.29	7.87±1.11
IV	8	5.86±.25	11.34±.43	5.53±.41	8.57±.63
	16	4.12±.25	8.68±.47	2.97±.31	7.18±.75
	24	3.67±.33	9.81±.83	3.13±.46	8.32±1.23
	32	3.69±.31	7.23±.62	2.97±.44	5.36±.76

綜上所述之南京大豆之結果以及各學者研究之結果，關於試驗區之面積以及重複次數之多寡，可作以下之普通結論：

1. 於同一之重複次數中，區之面積（或行之長度）愈大，則試驗結

果愈可靠，以達於一定之限度。若過此限度則無進益，或有相反之結果。區之面積有最有效之時期，譬如大豆十六尺長是也。

2. 於同一之區面積中，重複次數愈多，試驗結果亦愈可靠，以達於某種限度為止。若超過此限度時，或無進益或得相反之結果。大豆最有效之重複次數為四。

3. 區之面積小而重複次數多，較之面積大而重複次數少，所得之結果為可靠。

4. 三行區較之單行區為佳。

5. 大豆最可靠之結果，可於本試驗最長之行（三十二尺）與最多之重複次數（九次）中求得之。但於南京環境之下，最經濟之試驗，為行長十六英尺重複四次。

6. 二年試驗雖其土壤與氣候不同，但其結果尚稱符合。1928 年之或差較之 1930 為小，其產量亦較高，因 1930 年之試驗舉行土壤變異較大地也。

7. 本試驗之結果與 Odland 與 Garber 之結果大致相符。

關於試驗區內標準行之問題，學者之意見頗不一致，有主張用標準行者，亦有主張不用標準行者，更有以為用標準行反足以增加試驗差誤者。據 Summerby 之試驗結果，標準行之多寡，其價值無常，但據洛夫 (Love) 之試驗結果，標準行多較之少為佳。故伊主張第五行或第三行為標準。據作者上述之大豆試驗之結果，若土壤差異大時第五行較之第十行標準為佳。若土壤差異較小時，第五行或第十行，則無顯著之差異。

關於用標準行增加試驗差誤一層，據 Summerby 之結論，以為標

進行無增加試驗差誤之事實，洛夫亦如是之主張。最近 Smith 與 Myers (1934) 亦有如是之結論。故反對用標準行，尚須提出確實之左證也。

參 考 書——II.

- Arney, A. C. — Experiments in Field Technic in Plat Test. Jour. Agri. Res. 15: 251-262, 1918.
- Arney, A. C. — Border Effect and Ways to Avoid It. Jour. of Amer. Soc. of Agrono. 14: 266-293, 1922.
- Delwiche, E. J. — A New System for Variety Test Plats. Jour. of Amer. Soc. of Agro. 20: 771-773, 1928.
- Gaulden, C. H. — Morden Methods of Field Experimentation. Sci. Agri. Vol. 11. No. 10. 1931.
- Hayes, H. K. & Garber, R. J. — Breeding Crop Plants. 1927. Ch. 4, 7 & 9.
- Hayes, H. K. & Garber, R. J. — Breeding Small Grains in Minnessota. Minn. Bull. 182. 1919.
- Hulbert, H. W. & Remsbery, J. D. — Influence of Border Rows in Variety Test of Small Grain. Jour. Am. Soc. Agro. Vol. 19, No. 7. 1927.
- Hulbert, H. W. & Mechels, C. A. — Border Effect in Variety Tests of Small Grains.

- Idoho Exp. Sta. Res. Bull. No. 9, 1931.
- Hutcheson, T. B. — Thirteen Years of Wheat Selection.
Arm. Nat. 48: 459-466, 1914.
- Jones, J. P. — Checker Board Method of Laying Out
Plats. Jour. Am. Soc. Agro. Vol 20. No. 4, 1928.
- Kiesselbach, T. A. — Competition as a Source of Error
in Comparative Corn Yield.
Jour. Amer. Soc. Agro. 15: 199-215, 1923.
- Klages, H. K. — Modification of Delwiche's System of
Laying Out Cereal Test Plats.
Jour. of Amer. Soc. Agro. 23: 186-189, 1931.
- Love, H. H. & Craig, W. T. — Methods Now in Use in
Cereal Breeding at Cornell.
Jour. of Amer. Soc. Agro. 16: 109-127, 1924.
- Love, H. H. — A Modification of "Students" Table for
Use in Interpreting Experimental Results.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 16: 68-73, 1924.
- Montgomery, E. G. — Wheat Breeding Experiments.
Neb. Bul. 125, 1912.
- O'Kelly, J. F. & Hull, W. W. — Parent progeny Correla-
tions in Corn.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 24: 861-867, 1932.

O'Kelly, J. F. & Hull, W. W. — Parent-progeny Correlations
in Cotton. Jour. of Amer. Soc. Agro. 25: 113-118, 1933.

Stringfield, G. H. — Intervarietal Competition Among
Small Grains.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. 19: 971-983, 1927.

洛夫與陳燕山——棉花區域試驗第一年結果報告，中央農業實驗
所，特刊第三號，二十三年七月。

洛夫與張汝儉——小麥區域試驗第一年結果報告，中央農業實驗
所，特刊第二號，二十三年六月。

沈宗瀚——實地改良麥種的方法。

農礦部農民十一號，十八年八月。

王 綬——大豆試驗田間技術之研究。

金大學生會農林彙刊第四期，二十三年。

王 綬——推廣混合選擇法為現在農業推廣員重要任務。

農業週報，第二卷第二十九期，二十二年七月十七日。

王 綬——農民保守純種的方法。

農礦部農民第二十二號，十九年七月。

第三章

天然自花受粉作物育種法——II. 雜交法

【雜交育種之可能】 選擇為根據自然界已有之變異以育種，但作物因環境影響之故，於一區域之內，自然變異頗屬有限。而自然變異有不能盡如人意，以應吾人之需要。盡善盡美之變異，甚難獲得，故人工引變之需要生焉，查人工引變之法不一，其中要以雜交法為最可靠。譬如有甲與乙二純系小麥，甲種之產量雖高，但其成熟期晚，乙種之產量雖低，但其成熟期早。吾人所需要者為成熟早而產量高之品系，欲得此種品系其法惟用人工雜交，使二品系之優良性質，合併而組合於一個體上，以應需求，此為可能之事實。其理是根據於雜交後第二代分離之事實，雜交後，俟其分離，然後擇適合需要之新組合，以應吾人之需求。用此法育種之實例甚多，譬如瑞典 (Sweden) 斯曼老夫 (Svalöf) 試驗場之納爾生愛爾 (Nils-son-Ehle) 氏 1917 年報告改良黑色燕麥之經過以明之。該地固有之品種，產量雖佳，而莖幹軟弱易於倒伏，不但於管理不便，而損失亦極大，故須設法矯正之，幸有自外國輸入一燕麥品種，名曰 Black Tartarian，此種之產量雖低，但其莖幹強硬不易倒伏。納氏利用此產量低，而不易倒伏之輸入種，與本地易倒伏而產量高之種雜交，其結果，

果自其分離之組合中，選得一不易倒伏而產量又高之新品種。

雜交不但可使兩個品系之特點，合併於一品種，如上述之例，且有得到新特性之可能。譬如華盛頓試驗場之蓋尼斯（Gaines），曾以 Turkey 與 Florence 二種小麥交配，此二種小麥對於小麥之堅黑穗病之抵抗力頗強，但均非完全抵抗者。蓋氏以此二種交配後，於其分離之後代中，發現有極易染病者，亦有完全抗病者。伊曾選得一完全抗病之品種，名曰 Ridit，此新品種，對於小麥堅黑穗病完全抵抗，並具有其他之優良特性，如抗凍高產與良品質等性，均薈集於一品種。

雜交育種之重要，不待煩言，將來育種家賴此法育種之機會，必較現在為更多，但雜交法較繁，而費用亦較大，除非必要時，不輕易舉辦，普通常軌，雜交工作須在選擇之後，其理如下：

1. 選擇分離純系，供給交配之材料。
2. 純系分離後，始可定交配有無必要與交配之目標。

【作交配工作應注意之事】於未作交配之前，主其事者對於下述各事應加以注意與研究：

1. 遺傳學理應有相當之基礎。
2. 對於交配作物之遺傳現象與品種之優劣各點應有澈底之了解。
3. 對於欲交配作物之花部構造，與受粉方法須了解。
4. 每交配之個數，於可能範圍內應多，以希得優良的分離後代。
5. 若可能時有反交之必要，但普通常以隱性為母本顯性為父本，以助於 F_1 ，即可決定其是否為真雜種。

【交配之程序】雜交之成敗，視乎主其事者對於該作物之學識如

何，對於該作物有澈底之了解者，當可得最後之勝利。最所需要者即為有規則之工作方法。茲將工作程序分述於下。

1. 親本之選擇——親本之選擇，以交配之目的而定，故於某種環境之下，對於現在存在之品種之遺傳現象，須有相當之了解，然後選擇適合需要之親本，以希易達其目的。

2. 親本之栽培——交配為耗費金錢與時間之工作，親本應植於安全之所，以防交配後遭受意外之損失，若可能時親本應植於鐵絲網下或溫室內，對於親本之環境應力求適宜，希得健全之植株與多量之生產，以希易得雜交之種子，以應需求。

3. 花粉之保護——花粉須妥為保護，勿令與花粉混雜，獲得不污雜花粉，為支配結果要義之一。其法為採集成熟花葯，置乾淨玻皿內，候其破裂而用之。

4. 去雄——去雄之意為於花未受粉之前，將母本之花葯除去，以免其自花受粉，去雄手續應於花粉未成熟之前完成，其法為於花葯未裂之前，而花不久即將開之時，以特製之小鉗，將花葯輕輕自花內鉗出，勿令破裂。花粉去後，已去雄之花，應以透光紙袋套之，以免外界花粉混入。關於去雄手續，須注意下述各事：(1) 花部須竭力避免不必要之損傷。(2) 不易結實之花，於去雄時可將其摘去，譬如小麥，穗頂之小穗可以摘去，小穗中間之花亦可摘去。(3) 每穗可作十餘花，並於穗下端之花數個，留作自交以保存母系。(4) 去雄應依花之次序為之以免遺忘。(5) 花葯務必全數去淨。(6) 不可將花葯鉗破。(7) 若遇花粉已成熟，可將其全花摘去。(8) 做單一種或一株時，須將鉗子浸入火酒內洗之，以防花粉之

傳佈。(9)已去雄之穗須挂一小紙牌書明該系之號數或名稱與去雄之日期。(10)已去雄之花應以小紙袋套之。

去雄爲自花受粉作物，人工交配最難之工作，蓋因其花形小，花粉之成熟期早，花藥緊包於花穎或花瓣之內，不易取出，而同時又易傷花之他部，故自花受粉作物之去雄頗爲不易，應忍耐爲之。

5. 加粉——加粉應於雌蕊接受花粉之時行之，視其柱頭奮興而又分泌黏液時卽爲接受花粉之表現，普通約去雄後二十四小時卽可加粉，此時將已成熟之花藥自雄本之花內鉗出，置於玻皿內破之，以小鉗夾已破之花藥，送入已去雄之花內，於其柱頭上輕擦後，並留於於花內，依次爲之，加粉完畢，並於小紙牌上註明加粉日期與父本之名稱，並於父本上亦須掛一紙牌，以作將來保存父系之用。

關於交配記載之法，母本居先，父本居後，譬如 $A \times B$ 卽爲 A 與 B 交配，A 爲母本 B 爲父本，並須於每一交配，給一交配號數，記於記錄簿內。

6. 交配後之保護——加粉後，已交配之花以紙袋套之，以免他花粉混入與子粒之損失。紙袋無須除去，俟其成熟後收穫將子粒脫下保存之，以供試驗。

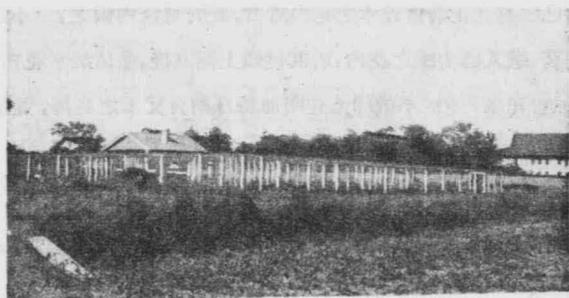
【交配後雜種之處置】 交配之目的爲藉用人工產生之變異，以應需求，雜種產生之後，其第二步之工作，卽爲選擇，分離優良變異，測定優劣，留優去劣。數年之後或可得較適用之品種。故交配後雜種之處理方法卽爲分離變異與比較試驗，其法有二。

1. 有記錄選擇法。

2. 無記錄選擇法。

茲將此二法分述於下。

I. 交配後有記錄選擇法——此法又名曰門得爾氏法，為育種學家與遺傳學家所常用。其法為每系均須有血統之記載，故對於任何系之血統關係，易於明了。關於記錄方法，各學者略有不同。茲將金陵大學大麥交配之編號方法略述如次：例如雜交血統號數 165A3-4-7 其意為 165 代表第 165 種交配，於此種交配內又有同樣之交配 A, B, C 等數個，此



金大育種用之鐵絲網

為 165 交配之 A 之交配，3 代表 F_1 植株之號數，即為 F_1 代中第三個植株，4 代表 F_2 植株之號數，即為 165A3 之後代中第四個植株。7 代表 F_3 植株之號數，即為 165A3-4 後代之第七個植株，如此類推每代於其血統系數上增加一數字，以至該系固定後為止，故系統號數恆甚長。

交配後有記錄選擇法之步驟如下：

第一年——交配工作。

第二年——種雜交種子於溫室花盆內，普通口徑八寸之花盆可種雜種四粒。四粒種子分種於盆內，務使植株易於分開，花盆之土質宜肥，希望能得多數種子，二親本亦可同時種植，以便比較，若於雜種中發現非雜種時，可將其拔去，成熟後將雜交植株分別收穫，每株給一號數如 1, 2, 3 等如上述之 165 A 3 之 3 字，並須記其形態，此代之植株名為第一代，其形態應彼此無異，各顯顯性性質。

第三年——上年第一代各株之種子分別種於田內，為第二代，分行種植，行間距離以作物之種類而異，每數寸遠（小麥大麥二寸至三寸）種一粒，以希將來可將植株分開。第一代所有之種子須完全種下，以代即有分離現象。若欲研究其遺傳者，即可於此加以研究。收穫時將各植株分別連根拔起，選擇所需要之植株，每株給以號數，如 165 A 3-4 之 4 字，並須記載各植株之形態，以作將來之參考。

第四年——將上年所選之第二代植株，每株種五尺或八尺長之短行三行，種子亦須分佈，成熟後於各系中選擇所需要之植株，連根拔起，給以號數，以作下年株行試驗之用。

第五年——將上年所選之各植株，每株種五尺長之行一行，並種標準行，成熟後按穗行試驗選擇法，選擇株行，若有分離之行或棄去之，或再選單株。

第六年——將上年選得已固定之株行，依照第二章純系選擇育種法，作二桿行試驗，選留之各系留作下年試驗之用。

第七年——將上年選得之各系，種為五桿行試驗，產量計算後，優良各系留作下年試驗之用。

第八年——五桿行試驗內選留之各系種爲十桿試驗，優良各系留作下年試驗之用。

第九年——上年選留之各系種爲高級試驗，參照逐年試驗結果與記錄，作最後之決定。

第十年——繁殖區——最後當選之系，以普通之種植法，種爲繁殖區，每區之面積須大，重複數次。

第十一年——最後決選之系種於大田內繁殖之。

第十二年——將已繁殖之品系按照推廣之規則推廣之。

II. 雜交後無記錄選擇——此法亦名混種法，常爲實地育種家所樂用，其法簡而易行，無須保存記錄，此法對於實地育種頗爲合用。蓋因二親本相差之因子數多時，固定其後代須經過較長之時期。若用上述之有記錄選擇法，則有易被棄去之危險。若用此法，則能將異質形態保存，使其漸歸固定以應需要。又若二種不同種作物交配後，其後代常甚弱不能有用有記錄法，必須用此法以種之。例如馬可凡登 (Mc-Fadden) 氏二粒小麥與普通小麥交配成功即賴此法。又若用此法可將其雜種分送於各地種植，以天然淘汰之法，各育成其適用之種，所以育種家樂用之也。茲將此法之步驟略述如下：

第一年——作交配工作。

第二年——種第一代 (F_1) 雜種於溫室花盆內，如上所述，以定其是否爲真雜種，將所有之真雜種種子混合於一起，下年種植之。

第三年至第六年——將混合種子種植之，藉用天然淘汰之力，令其自然淘汰，每年如此，至少須經過四代，更長則更佳。然後就其中選

擇單株，以供試驗。

第七年——株行試驗。

第八年——二桿行試驗。

第九年——五桿行試驗。

第十年——十桿行試驗。

第十一年——高級試驗。

第十二年——繁殖區。

第十三年——大田繁殖。

第十四年——推廣。

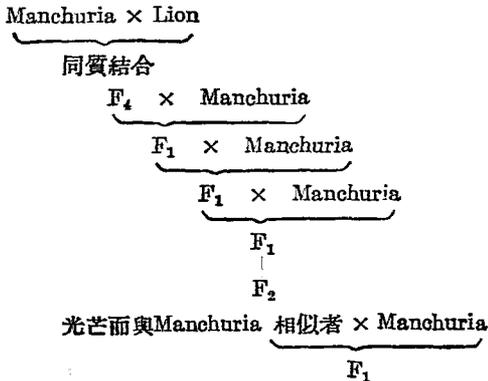
上述之二種方法各有長處，主其事者自行擇定之可也。茲為學者便利檢閱計，將二法對照列表於下（見洛夫）：

有記錄法	年 代	無記錄法
交配工作	1	交配工作
第一代	2	第一代
第二代	3	第二代，及以後各代，
第三代，選單株	4	均將其種混合種植之，
株行試驗	5	至少四代後，再選擇單
二行試驗	6	株。
五行試驗	7	株行試驗
十行試驗	8	二行試驗
高級試驗	9	五行試驗
繁殖區	10	十行試驗
大田繁殖	11	高級試驗，
推 廣	12	繁殖區
	13	大田繁殖
	14	推廣

有價值之品種。

【回交育種】 回交可使一品種之優良復性，漸移注於另一品種。例如有二品種，A 品種祇有一對優良特性因子，B 品種有九對優良特性因子，若以普通門得爾雜交法 $A \times B$ 欲於其分離後代得二十個同質因子之個體之機會，僅 $\frac{1}{1048576}$ ，其機會之小，幾為不可能之事實，若用回交方法，將 $A \times B$ 之 F_1 回交於 B，同時選擇具有 A 性之個體，繼續回交，每代回交可增加 B 之血統 $\frac{1}{2}$ ，數代之後則 B 之優良性質即漸聚於 A 內，而 A 之劣性亦依次減少，若此時選擇則為易事矣。

回交育種之事實以哈蘭 (Harlan) 與抱樸 (Pope) 二氏為首創，二氏曾以 Lion 與 Manchuria 二種大麥，作回交育種，Manchuria 為產量高之品種，其好而需要之性頗多，Lion 為一產量低之品種，其良性祇為光芒，伊等之交配計劃如下：



自此雜交後代中曾選得一新品種，其產量之高如 Manchuria，而光

芒如 Lion 者，其外表頗似 Manchuria 而光芒，其光芒性取自 Lion，而其他之特性則取自 Manchuria，回交為去自 Lion 品種中得來之劣性最快之法，每次回交即減 Lion 血統 $\frac{1}{2}$ ，若經過五次回交後，其雜種內祇有 $\frac{1}{64}$ 為 Lion 之血統，其餘則盡為 Manchuria 之血統：誠如此，若再選 Manchuria 所具之複雜性，則甚易矣。

卜芮葛思 (Biggs)(1930) 亦曾以回交法育成高產而抗堅黑穗病之小麥品種，伊以一低抗堅黑穗病強之品種名為 Martin，與一高產之品種，名為 Baart 者交配，育成抗力強而產量高之新品種，其工作程序如下：

1922	Martin × Baart
1923	F_1 × Baart
1924	植株分離——1 抗病強者：1 易染病者
1925	植株分離——3 抗病強者：1 易染病者
1926	1 同質抗病：2 異質抗病行
	同質抗病之植株 × Baart
1927	F_1 × Baart

其結果選得一抗病力強而產量高之新品種。

回交育種之理是根據於：(1) 以選擇法保存一品系之單純特性如 Lion 之光芒與 Martin 之抗堅黑穗病性。(2) 以回交法將另一品種之複雜優良性，逐漸灌輸於雜種內。(3) 連繫現象為回交成功障礙，若 Lion 之光芒性與一劣連繫，而不易分離，則欲達完善之目的殊非易事，

若遇有此種情形時，回交之成功將視乎於交叉 (Cross-over) 現象，即令有連繫現象，則回交獲得理想之機會亦當較之普通法由 F_2 內選擇優良之機會為大也，因回交分離連繫之機會多也。

回交育種現在用者尚不普通，將來之育種家必大有藉重此法之時，因育種家最感興趣者即為高產量。但此性之遺傳甚形複雜，若以普通之交配方法，頗不易使其多數因子薈聚於一品種內也。

【異種雜交育種法】異種交配 (Interspecific 與 Intergeneric hybridization) 為改良作物方法之一。因為比較原始的種，亦常有優良之特性，例如二粒小麥之抗病抗旱抗風抗凍抗霉等性均優於普通小麥，其缺點為穗軸易斷，種子不良，粒上有毛，麵粉之膠質過軟與易染普通小麥能抵抗之病症，若能以二粒小麥之特性與普通小麥之特性，合組於一，則可得更有價值之種。

異種交配常有不孕之現象，昔之育種學家常以異種雜交為不可能之事實，欲藉異種雜交育種實為徒勞之舉，但現今經多數學者證明，異種雜交實有甚大之希望。例如雀麥 (Rye) 與普通小麥雜交，昔人認為不可能者，今則籐馬可 (Tschermak 1931) 業已將雀麥抗凍性移注於普通小麥，完全絕望之觀念，今已打破。祇要工作者能有恆心，則異種雜交亦有成功之希望。

異種交配成功之難易，昔人恆以為全視乎兩種間植物學分類之形態上異同，以及染色體之個數與形狀大小而定，但今經學者證明，形態上之異同與成功與否之關係頗小，有時形態相似者，反較形態大異者，難以成功，例如普通白菜 (*B. oleracea*) 與其植物學分類之形態大異之

蘿蔔 (*Raphanus sativus*) 交配反較與其相似者油菜 (*Brassica napus*) 爲易成功。可知異種交配成功與否，當不能專以植物分類所用之形態爲準也。染色體數目多寡亦不能認爲異種交配成功與否之主要因子，例如煙草中有九、十、十二、十六與二十四等不同之染色體，關於煙草異種交配成功之實例甚多，但 12×12 染色體成功者，反較之 12×24 成功之例爲少，又例爲 *Crepis biennis* ($n=20$) 與 *Crepis setosa* ($n=4$) 交配甚易，但 *Crepis capillaris* ($n=3$) 與 *Crepis tectorum* ($n=4$) 交配反甚難，可知染色體個數之不同，亦不足爲異種交配之限制也。又有一種蛾類 *Lycia hirtaria* ($n=14$ 大染色體) 已與另一種蛾類 *Ithyria zonaria* ($n=56$ 極小染色體) 業已交配成功。可知染色體之個數多寡與形狀大小之異同，亦不爲異種雜交成功與否之大關鍵也。故異種雜交成功與否，不能事先預測，其法惟有忍耐試驗而已。異種交配確爲難事，但絕非不可能之事，將來之育種家大有利用之處。

馬可凡登 (Mcfadden 1930) 曾以一種二粒小麥名爲 *Yaroslav emmer* 與普通小麥名爲 *Marquis* 者交配，將二粒小麥之抗銹病性與抗不良環境之優良特性與普通小麥之高產與良品質之特性結合爲更優良之種，證明異種雜交之價值與其在育種學上供獻。馬氏以二粒小麥與普通小麥交配，其結果得到幾個十分不好之種子，次年祇有一粒生長爲植株，其植株極暢旺，形態與二粒小麥相似，惟具有 *Marquis* 之無芒性。 F_2 約得百株，但種子均不佳。採用有系統之育種法，作細緻之遺傳研究，幾爲不可能之事，故伊採用混種法將其種子混合，生長多數之 F_3 植株，於其生長期內，以人工接菌法給以病菌，使其淘汰，又脫粒後將其種

子以風車風之，使與二粒小麥相似之種子淘汰。F₄ 有四五千植株，僅有百株較好者當選，其中祇有六株為真普通小麥而具有二粒小麥之優良性，均不染病。自此六系之中又選出 H₄₄₋₂₄，H₄₉₋₂₄ 與 H₉₅₋₂₄ 等三系，各種為五尺長之短行，與各種普通小麥作比較，以 Marquis 為標準（每第十行為標準行），並行人工接菌。試驗結果 H₄₉₋₂₄ 之產量為最高，品質亦最良，惟其胚乳不甚飽滿為其缺點，蓋因不飽與抗病性相連繫也。此新品種即名曰 Hope。

又樸渥(Powers 1932)報告，明利蘇達大學，曾以一硬粒小麥（屬於二粒類）名為 Iumillo 與普通小麥名 Marquis 交配育成一新品種名為 Marquillo，此新品具有 Marquis 之高產性與 Iumillo 之抗桿黑銹病與不倒伏性，此為異種交配之又一證也。

參 考 書——III.

- Babcock. E. B. & Clausen. R. E. — Genetics in Relation to Agriculture.
Ch. 16. 21. & 28, 1927.
- Briggs F. N. — Breeding Wheat Resistant to Bunt by Back Crossing Methods.
Jour. of Am Soc. Agro. 22: 239-244, 1930.
- Florrel, U. H. — Bulked Population Method.
Jour. of Am. Soc. Agro. 21: 718-724, 1929.
- Hayes, H. K. & Garber. R. J. — Breeding Crop Plants.

Ch. 6, 8, & 9, 1929.

Harlan, H. V. — A Composite Hybrid Mixture.

Jour. of Am. Soc. of Agro. 21: 487-490, 1929.

Harlan H. V. & Pope, M. N. — The Use and Value of Back
Crossing in Small Grain Breeding.

Jour. of Heredity 13:319-322, 1922.

Love, H. H. — A Program for Selecting and Testing
Small Grain in Successive Generation Following Hybri-
dization. Jour. of Am. Soc. of Agro. 19: 705-712, 1927.

McFadden, E.S. — A Successful Transfer of Emmer Charac-
ter to vulgare Wheat.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. 22: 1020-1034, 1930.

第四章

小麥育種法

【引言】 小麥爲世界人類之主要食用作物，我國半數之人民亦賴此以生，在我國食糧之中，佔第二重要位置，茲將我國主要食糧重要之比較，列如下表以明之。

第二十七表——我國主要食糧供給食料之百分

作物名	供給食料之百分
稻米	24.15
小麥	20.72
高粱	17.37
小米	16.16
玉蜀黍	8.62
其他	12.98

觀上第二十七表（錄自改進中國農業計劃草案），可知小麥爲我國第二種主要食用作物，近年來外麥與洋麵之輸入額，爲數至屬驚人。自民國七年至十九年，每年小麥平均輸入一百八九十萬擔之巨。民國二十年之輸入，竟超過二千二百萬擔之多。民國二十一年亦有一千五

百餘萬擔。可知我國食糧問題之嚴重已達於極點，而急待解決也。解決食糧問題之可靠而又最經濟之法，厥為改良品種，使每畝之產量增加，於一定面積上得產較多之食糧。改良品種增加產量之事實，歐美各國已有成例，若能着實做去，我國亦當能得相當之效果。以吾人現在之育種經驗觀之，品種改良至少亦增加百分之二十收成。若全國每年之小麥綜產額以四千二百萬擔計，則每年因改良品種，可增收八百四十萬擔。其數超過民國七年至十九年，每年平均輸入額，若能再加以品質之改良與增加品種抵抗逆境之能力，使國產小麥適於利用與安全之收穫，則缺乏食糧問題，當不難於解決，成功與否，視乎能否着實做去。故為民生與國計計，小麥改良以裕民食，實為目前之急務也。

【小麥天然異花受粉之機會】小麥為雌雄同花，雌雄蕊同生於外穎與內穎之內，開花時間甚為短促，開花不及二十分鐘即閉。按拉代與哈其生 (Leighty & Hutcheson 1919) 二氏云：小麥花初開至於全開約須一分鐘，散佈花粉之時間僅二或三分鐘，然後花穎即漸緊閉，全程序不過十五至二十分鐘。又按荷蘭之著名植物學者狄弗芮斯 (De Vries) 1906云小麥大麥與燕麥等作物均為天然自花受粉作物，在田間栽培，永無雜交混雜之患。瑞典納爾生愛爾 (Nilsson-Ehle 1915) 試驗結果，小麥天然異交之多少，按品種不同而異。杭渥得 (Howard 1910) 於印度環境之下，亦曾發現小麥天然異交之事實，克特拉 (Gutler 1919) 於坎拿大考查之結果，亦以為小麥天然異交並不稀奇。英國小麥專家樸素維爾 (Percival 1921) 以為小麥變異大半是由於天然雜交而起。哈斯 (Hayes) 觀察小麥天然異交大約有 2 % 至 3 %。格卜與桂生卜雷

(Garber & Quesenbury 1923) 云：按伊等 1921 年試驗之結果，小麥天然異交之機會常小於 1%，由此可知小麥天然異交，確為不可免之事實，但其機會頗少，故育種家常將小麥列於天然自花受粉類，其育種方法當可採用第二章內與第三章內所述之法。

【小麥純系選擇育種方法】 小麥既為天然自花受粉作物，其育種方法亦當以純系選擇法為最可靠，而又最有效，故小麥育種常以純系選擇入手，其法為選擇單穗，分離純系，然後再作比較試驗，比較各純系之優劣，淘劣留優，數年之後即可有新種成立。小麥純系選擇育種方法與第二章內所述之自花受粉作物純系育種之步驟略同，其步驟如下：

1. 單穗選擇——小麥育種以選擇單穗入手，其法為當作物成熟之時，未收穫之前，派對於選擇有經驗之人赴各處農田內選擇單穗。選擇時無須於田間多費時間考量各個體之特性，選擇之個數愈多愈佳。若人工與地積允許時，第一次選擇單穗數，須在萬穗以上。選擇於一塊田內不可多選，選擇之區域愈大愈佳。選擇不可限於一種或少數之形態。選擇之形態亦宜多，選擇時於植株之本身亦應注意下述之各事：(1)無病蟲害之表現。(2)莖幹堅韌無倒伏之傾向。(3)子粒無自由脫落性。(4)於同等環境之下其種形須大。(5)成熟期須適宜。(6)適合需要等性，選擇後攜至實驗室內，略事分類給以號數。各種分別各自脫粒，貯於小紙袋內，書明號數，並加樟腦丸粉少許，以防蟲蝕。以備來年種植穗行試驗之用。

2. 穗行試驗——穗行試驗之主要目的，在於繁殖純系與分離純系，其法為自選得之各單穗之種子內，每穗數出三十粒，分別各自貯於

小紙袋內，並選本地最好之品種一種作為標準，並作一種植計劃表（參看第二章），小麥穗行試驗之行長三尺，行間距離一尺，每第十行為標準行，一切種植方法，與田間管理法，已於第二章內詳言矣。茲不再贅。俟穗行試驗成熟後，至田間以觀察方法與標準行比較，選擇穗行。選擇時須注意，下述數事：(1)全行內生長情形一致。(2)植株無倒伏性。(3)子粒無自由脫落性。(4)無病蟲害之表現。(5)有產量豐富之表現。(6)生長期適宜，等性。選擇之多寡，以個人之情形而定，大約普通選百分之二十至三十。每二標準行之間約選兩行，選擇之後，各行分別收割，掛於懸掛室內。俟其乾後妥為脫粒，勿令混雜。每行之子粒，貯於寬約四寸長約九寸之紙袋內，註明該行之行數。每行所得之種子，即為純系。純系成立之後，其以後之工作，即為比較試驗，比較各純系之優劣。

3. 二行試驗——以穗行試驗內選得之各純系，每系各種一行。種完一次後再依次重複一次，每品系計二行，故曰二行試驗。行長為十二尺，行間距離為一尺，每行之播種量為十二克，每第五行為標準行，每行所產之克數即為每畝之斤數。試驗行之種植方法，田間管理方法以及產量計算方法等事，已於第二章內詳細論及，請參照之可也。自二行試驗內選得之品系留作下年試驗之用。

4. 五行試驗——二行試驗區內選留之各系，每系種一行，重複四次，共計五行，田間一切處理方法仍與上年相同。計算方法可用第二章內五行試驗計算法，優良各系留作下年試驗之用，餘則去之。

5. 十行試驗——自行五試驗內選留之各系，每系種一行，重複九次，每系共計十行，田間一切處理方法仍與上年相同。產量計算方法可

用第二章內所述之十行試驗計算法，計算之，選得優良各系留作下年試驗之用。

本年試驗除正式試驗外，須另種「種子行」以保持各品系之純潔，種子行之種植法為每系連種三行為一區，無須重複，行長行距與普通試驗相同。區間距離則二倍於行間距離，以便工作。種子行惟一之目的，即為保持品種之純潔，產量之多寡不計也。故於生長期內須隨時至其內去劣，若遇雜種即可拔去，下年試驗可用種子行之種子。

十行試驗之結果甚為可靠，倘品系留者尚多時，可再作十行試驗一二年，以淘汰之，因高級試驗之價值與十行相差無幾，而所費之人工與地積則數倍之，故品種數多，不宜作高級試驗。

6. 高級試驗——於十行試驗內所選留之各系若品系數不多，可作高級試驗。各系之種子，須用上年種子行之種子，高級試驗為每一品系連種三行為一區，每第三區為標準區，重複九次，共計十區。行長行距與播種量等仍與上年相同，成熟後各行分別收穫，定其產量。產量之計算，若品系間無生長競爭之事實時，可用三行之平均數。若品系間有生長競爭時，產量計算，可祇用中間一行。高級試驗產量之計算方法，可用第二章內所述之高級試驗計算法，計算之，或用學生氏對比法亦可。

高級試驗為比較試驗最後之一步，品系最後之決選，應根據過去數年試驗之結果與品系植株觀察之記錄決定之。若於必要時，高級試驗亦可重複一二年，最後決選一二最優良之系。可繁殖而推廣之。

7. 繁殖區——最後決定之一二系，可用普通之方法，種為較大之區，並採集農家之品種與之比較。繁殖區之大小與重複次數，須視種子

之有無與個人之情形而定，殊無一定之方式。

8. 大田繁殖——最後決選之品系，可用大田繁殖之以備推廣，同時還可於各較遠之區，作地域試驗，以定推廣之範圍。

9. 新品系之推廣——優良品系繁殖後，可於試驗場附近之地作推廣，較遠之區，須經地域試驗證明後方可作大規模之推廣，以免失敗之危險。

【小麥雜交育種法】 純系選擇為小麥育種之第一方法，其理為根據天然之變異，分離之而比較之，雜交育種亦為普通小麥育種所常用。其理為以人工產生變異，以救天然變異之不足。人工變異產生之後，仍須借用選擇法，分離之而比較之，此二法之不同點即在於前者為藉用天然變異而後者則藉用人工變異。故雜交育種法略較純系選擇法為繁難。茲將小麥雜交育種之步驟分述於下，若欲知其詳者尚須參看前第三章：

1. 親本之選擇與栽培——親本須具有優良之特性，與雜交目的相合者，若可能時親本須無惡劣性形，以免其遺傳於後代。親本須種於安全而適宜之處，每一品種種一短行約五尺至八尺，行間距離應稍寬（約一尺至一尺半），以便在其間工作。植株亦應有適當之距離（二寸至三寸），以便易於區別各植株，若於可能時最好以同樣之品系分為兩期種植，隔兩星期種一次，以便使早晚不同之品種亦可交配，種植之前亦須作一計劃表，將各品種之名稱或系數，以及其特性均須詳為說明。區內亦須插木牌表明行數，木牌數須較普通試驗為多，每五行插一木牌。

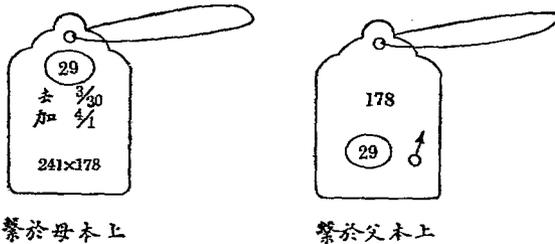
若有溫室設備，可將品種種於溫室之花盆內，則交配工作可於春季

田間工作不忙時爲之，若無溫室可於田間爲之。但以個人之經驗，溫室內之結果尙不若田間之結果，因溫室內花粉發育欠佳也。康奈爾大學麥作交配工作完全於溫室內行之。

2. 雜交方法——雜交方法可分爲二步說明，其第一步爲「去雄」，其法爲麥穗出秀之後，於花粉將熟而未熟之時（花葯略帶黃但尙未散粉）選適當之穗作爲母本，作母本之品種，最好具有一隱性性質，以便將來易於識別其後代是否爲真雜交。以母本穗中間之十餘小穗作爲雜交之用，頂端之數小穗因其發育欠佳，可剪去之。穗下部之數小穗可留作自交，保存母系。穗中部欲作交配之小穗，可以小鉗將其中部之花小鉗去，若爲有芒種，其芒亦可剪去。每花內之三花葯亦用鉗除去之。其法爲以小鉗由花之側面插入，將其三花葯輕輕挾出，俟全穗去雄完畢後，用透光玻璃紙小袋（寬約一寸半長約五寸）套之，袋口用小迴形針紙夾夾之，並於稈上挂一小紙牌，註明母本之名稱或號數以及去雄之日期等。

交配第二步工作，即爲「授粉」，普通去雄後二十四小時即可授粉。但亦無一定，須視花之發育程度，去雄之時期與氣候之關係而定，視雌蕊之柱頭奮興，並發光澤時，即爲授粉之適宜時期，授粉之方法爲自父本已成熟之花內，以小鉗將其花葯鉗出，已熟花葯爲黃色，若按於指甲上即有黃粉散出，將此等已熟花葯鉗出，置於玻皿內，以鉗破之。然後輸入於已去雄之母本花內輕擦，將花葯留於花內，每花祇須一花葯，授粉完畢後，將其紙再套上，並於紙牌上註明父本之各種或號數以及授粉日期，父本上亦須挂一紙牌，書明該品種之系數或名稱以及其花粉之去處。紙

牌之寫法如下：



第九圖 交配時繫於親本上之小紙牌

②⑨ 爲第 29 個交配

178 爲父母系數

去 = 去雄期

②⑨ 交配數

加 = 加粉期

♂ 爲父本之記號。

241 x 178 爲交配之父母本系

其意即爲品種 178 號爲第 29

數, 241 爲母本系數, 178 爲

交配之父本

父本系數, 普通規則母本寫在

前, 父本寫在後, 中間記以 ×

表明交配之意。

將來母本之紙袋無須除去, 藉以保護其子粒, 成熟後收穫, 父本亦須同時保存, 以備將來比較之用。

3. 雜交後之處理——雜交之目的在於產生變異, 變異產生之後, 其處理之法, 亦須引用選擇法, 分離變異, 其法有二, 一曰有系統選擇法又名有記錄法, 一曰混種法又名無記錄法, 茲分述之於次:

有記錄選擇法——雜交之子代，可種於溫室花盆內，普通八寸口徑之花盆，可種三粒或四粒，盆內之土壤須肥沃，俾能得多量之種子。父母本亦須種植於另一花盆內，以資比較，若於雜種後代中發現有非雜種時，即可隨時拔去，或另作他用，無須再試驗其後代，此所以雜交父本須具有一顯性也。成熟後各株分別收穫，給以系數，例如交配 29 號有三株，即可給以 29-1, 29-2, 29-3 等系號數，此等植株名為 F_1 植株，其性質彼此相似，下年將 F_1 各株之種子，分別種於田間，生長 F_2 植株，行長約五尺至八尺，行距一尺，每二寸或三寸播種一粒（ F_2 之種子均須完全種下），以期各植株易於分離與適宜之發達。此代（ F_2 ）之植株性質將分離為各樣形態，若研究其遺傳者，即可於此代行之，收穫時分株連根拔起，選擇所需要之植株，各給號數，例如自 29-1 內選出十株，則給以 29-1-1, 29-1-2, 29-1-3 等，以至 29-1-10，又自 29-2 系內選出十二株，則給以 29-2-1, 29-2-2, 29-2-3 等，以至 29-2-12 等，如此類推，被選各株均給以相當號數，並於記錄簿上載明其性質，選留之 F_2 各株，下年每株連種三短行（八尺或五尺），株間亦須留二寸或三寸之距離，成熟後可於此 F_3 代中選擇單株，仍須給以號數，其當選之植株下年可種株行試驗，株行試驗之行長為三尺至五尺，每行播種量三克至五克，每第十行為標準行，成熟後可依照選擇穗行之方法，選擇株行，選留之各系可用純系育種比較試驗方法，比較其優劣，比較試驗之步驟已詳於第二章內，以留優去劣之手續，育成優良之品種。

無記錄選擇法——此法之起首一二年之手續與上述之法相同，惟

第二代收穫之後將其種子混合種植之。每年如此，至少四年之後，再行選擇單株或單穗，行株行或穗行試驗，依純系育種法育種，此法比較第一法為簡，無須有系統之記載，實地育種而不研究其遺傳者，多採用此法。

關於雜交處理之法可參看第三章。

【小麥之分類】小麥按其遺傳關係可分為數類如下：

I. 一粒類(Einkorn group)，——此類具有七對染色體，對於麥銹病完全抵抗，此類包括數種：

1. 野生一粒種 (*T. aegilopoides*)
2. 一粒種 (*T. monococcum*)

II. 二粒類 (Emmer group) ——此類具有十四對染色體，對於麥銹病有抵抗力，此類包括有：

1. 野生二粒種 (*T. dicocoides*)
2. 二粒種 (*T. dicoccum*)
3. 灰色小麥 (*T. turgidum*)
4. 波蘭小麥 (*T. poloricum*)
5. 硬粒小麥 (*T. durum*)

III. 土卑路類 (Spelt group) ——此類具有二十一對染色體，缺少抗銹病之能力，即或有之亦屬甚弱，此類包括有下述數種：

1. 土卑路小麥 (*T. spelta*)
2. 普通小麥 (*T. vulgare*)
3. 矮生小麥 (*T. compactum*)

按單克斯(Sax)小麥異種交配之結果，對上述之三種小麥之遺傳關係曾作以下之結論：

1. 一粒類同類內各種交配可以生殖，但與二粒類或土卑路交配為不生殖，或極少生殖。
2. 二粒類同類內各種交配可生殖，但與土卑路內各種交配為半生殖，與一粒類各種交配為不生殖或極少生殖。
3. 土卑路同類內各種交配為能生殖，但與一粒類交配為不生殖，與二粒類交配為半不生殖。

小麥異種交配對於經濟亦頗重要，二粒類之抗病性為一優良特性，若能將此特性移注於普通小麥，育成抗病之新品種，例如馬可凡登(Mc-Fadden 1930)氏已將二粒小麥之特性移於普通小麥，育成更良之種，關於異種交配請參看第三章可也。

【小麥形性之遺傳】 關於小麥形性之遺傳，研究者甚多，茲擇其重要者列如下表：

第二十八表——小麥形性之遺傳

形 性	研 究 者	F ₁ 性 質	F ₂ 比 例
子粒之性質：			
紅對白	Nilsson-Ehle	紅	3:1 15:1 63:1
紫對白	Caporn	紫	3紫:1綠紋:12白
長對短	Biffen	中 間	1:2:1

	Englelow	中 間	1:2:1
硬對軟	Biffen	硬	3:1
	Vavilov與Jakushkina	硬	3:1
	Freeman	中 間	各級硬度
穎之性質:			
棕對黃	Nilsson-Ehle	棕	3:1
黑對黃	Biffen	黑	15:1
	Percival	黑	各級不同色.
有毛對無毛	Malinowaski	中 間	1:2:1
	Howards	中 間	15:1
長對短	Biffen	中 間	1:2:1
	Backhouse	中 間	3:1
易脫粒與不易脫粒	Spillman	不易脫	3:1
	Kajanus	不易脫	3:1
	Howards	易 脫	15:1
	Lewicki	易 脫	63:1
芒之性質:			
有對無	Biffen	無	3:1 或 1:2:1
	Saunders	中 間	各 級
黑對黃	Howards與Howards	黑	3:1
穗之性質:			
緊對鬆	Biffen	緊	3:1
分枝對不分枝	Meunissier	不 分 枝	3:1
	Leissner	不 分 枝	各 級
植株之性質:			
高對低	Freeman	中 間	各 級
粗對細	Tschermak	中 間	各 級

實對空	Biffen	空	3:1
毛節對光節	Love 與 Craig	毛	3:1
毛葉對光葉	Biffen	中 間	1:2:1
寬對狹葉	Biffen	寬	3:1
硬桿對弱桿	Spillman	硬	3:1

參 考 書——IV

- Hayes, H. K. & Garber, R. J. — Breeding Crop Plants.
Ch. 8; 9 & 10, 1927.
- Hayes, H. K. & Garber, R. J. — Breeding Small Grains in
Minnesota.
Minn. Agri. Exp. Sta. Bull. 182, 1919.
- Hayes H. K. & Arney, A. C. — Experiments in Field
Technic in Red Row Tests.
Jour. of Agri. Res. 11: 399-419; 1917.
- Love, H. H. & Craig, W. T. — Method Now in Use in
Cereal Breeding at Cornell.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 16 : 109-127, 1924.
- Montgomery, E. D. — Experiments in Wheat Breeding.
U. S. Dept. Agri. Bur. Plant Ind. Bull. 269; 1913.
- 洛夫——中國水稻育種法。
- 過探先譯——中國主要食用作物育種法大綱。

金陵大學農林科叢刊二十八號,十五年一月。

沈宗瀚——實地改良麥作的方法。

農鏡部農民十一號,十八年八月。

徐治——明利蘇打大學麥作育種試驗法。

河南大學農學院叢刊第一號,二十二年。

第五章

大麥育種法

【引言】 大麥爲我國重要作物之一，分爲有皮與無皮兩種，無皮大麥又名曰裸麥，爲我國西北諸省，如青海新疆與西藏等處之主要食用作物，在長江流域亦佔重要位置，南通常州等處亦甚行栽培，有皮種爲釀造之主要原料，或家畜之飼料，將來釀造業發達，有皮大麥之用途必將更見擴大，故大麥對於我國之經濟，實負有兩層使命，大麥改良，不但解決民食，而亦有振興實業之意義，近年來洋酒之進口額與年俱增，欲謀挹抵利權外溢，必須振興國內之釀造業，品種改良以供給原料，實爲振興實業之先決問題，故大麥之改良實不可等閑視之也。

【大麥改良之目的】 改良大麥之目的，亦不外增加產量，改良品質，適合需要與增進抵抗不良環境等事，增高產量爲育種之主要目的，無論何種作物增高其產量均爲必要之事。至於改進品質須視作物之用途而異。大麥之用途有二，一以供人與畜之食用，一以供釀造之用，供食用者其蛋白質須高，供釀用者其蛋白成分須低。故改良大麥品質須視其用途而異其目的。大麥之稈在穀類中爲最弱，於普通環境之下最易倒伏，不但有損於產量，而對於品質與管理之便利，亦有甚大之關係，故對於增

進大麥之稈硬亦為改良大麥目的之一。又大麥之芒鋒甚銳，不但管理不便，以之飼畜亦不相宜。故於大麥之芒鋒亦應改良，或育成曲芒或光芒以去其缺點。大麥中病害亦甚多，要以堅黑穗病最烈，故育抗堅黑穗病之品種亦應為目前改良大麥問題之一。

由上所述可知大麥育種之目的有數種：(1)增高每畝之產量。(2)改進品質適合其需要。(3)增加莖幹之硬度。(4)育成光芒或曲芒種。(5)育成抗堅黑穗病之品種，育種家之目的在於將上述之數種優良特性，合併於一品種之上，而育成理想之新品種。此新品種須產量高，品質良，莖幹強硬，抗病力強之光芒種。

在我國長江流域之大麥區，大麥收穫之後，尚須種稻，故育成早熟種亦甚重要。

【大麥天然異交之機會】大麥之受粉期，多在穗未出秀之前，弗如屋斯 (Fruwirth 1909) 以四十不同之大麥品種，種於一起，經過八年之久，始發現八個可疑之天然雜交之植株，哈蘭 (Harlan) 數年之觀察亦只發現兩三個天然雜交種。可見大麥雜交之機會，較之小麥為更小也。但按饒卜生與戴米尼 (Robertson & Deming 1931) 之試驗，天然雜交之機會按品種而異，例如有一種二稜大麥 (*H. deficiens undidificiens*) 其天然雜交竟有 20.70% 者，其他之種尚不及 .15%。大概普通大麥之天然異交之機會頗少，二稜種較之六稜種異交之百分為高。

【大麥純系育種法】大麥既為天然自花受粉作物，當亦可利用純系選擇育種法，而改良品種，大麥純系選擇法，亦以單種選擇為起點。其法為當作物成熟之時，而尚未收穫之前，赴各處之農田內選擇單穗，選

注意之事項，已於第二章內詳為論及，可參考之。大麥純系育種之步驟如下：

(1)選擇單穗——當大麥成熟之時，至各處之農田中，選擇各種不同之麥穗，選擇之個數，至少須在 5000 以上，選擇後攜至實驗室內，按其有皮與無皮先分為二大類，然後再按其他性質，分為數類，各給以號數，分別脫粒，以備種植。

(2)穗行試驗——將選得之單穗，分別脫粒，每穗數出種子三十粒，種為一短行，行長三尺，行距一尺，每第十行為標準行，若可能時以人工接菌法，使穗行內發生堅黑穗病，以助將來選擇穗行之參考，成熟後選擇單行，各自脫粒，以作將來試驗之用。

(3)二行試驗——將穗試驗內選得各系，每系種一行，重複一次，共二行，行長十二尺，行距一尺，每第五行為標準行，每行之播種量十二克，作試驗時，有皮種須用有皮種為標準，無皮種須用無皮種為標準，蓋因其產量能力大異也。收穫後每行所產之克數，即為每畝之斤數，產量之計算法可參看第二章內之方法，選留之種，留作下年試驗之用。

(4)五行試驗——上年選留之各系，每系種一行，重複四次，每系共計五行，行長行距以及田間處理之法，與上年相同。收穫後之處理法亦如上。其產量之計算法可用第二章內五行試驗計算法，選留較優各系以供下年試驗之用。

(5)十行試驗——自五行試驗內選留之各系，每系種一行，重複九次，每系共計十行。一切處理方法仍與上年相同。產量計算可用第二章內十行試驗計算法，優良各系留作下年試驗之用。

本試驗選留之品系多時，下年可再作十行試驗淘汰之。

本年試驗除正式試驗外須種種子行保存品種之純潔，因品系經過多年試驗，常有機械之混雜。種子行惟一之目的，即使品系純潔。此法為每一品系連種三行為一區，行長行距約與試驗相同，區間距離二倍於行距，於生長期內可隨時至區內觀察去劣。

(6)高級試驗——將上年選留之品系，用其種子行內之種子，每系連種三行為一區，重複九次，每第三區為標準區，行長行距，以及播種量等仍與上年相同，產量計算可依照第二章內高級試驗產量計算法，計算之，或用學生氏對比法計算之亦可。

本試驗可參考過去之結果與植株之形態與其他記錄，作最後之決選，最優良之系可繁殖推廣之。

(7)繁殖區——最後決選之系，可用普通農家種植法繁殖之。繁殖亦須以區為單位，並採集農家種數種，以作比較。

繁殖區之佈置及一切處理方法頗難預作一定之計劃，學者可酌量其個人情形，與種子之多寡自行決定之，但區之面積須較大，至少須重複二次。繁殖區之目的有三：(1)觀察新品種大田之反應。(2)繁殖新品系。(3)與普通之農家比較。

(8)大田繁殖——最後決選之品系，種於大田內繁殖其種子以備推廣。

(9)新品系之推廣——已繁殖之新品種，可於試驗場之附近推廣之，距試驗場較遠之地，可作地域試驗，試驗此新種是否適合其環境，經試驗證明其適合時，方可作大規模之推廣。

以上略述大麥純系選擇育種方法之步驟，關於試驗之手續與論理，可參考第二章自花受粉作物純系選擇法。

【大麥雜交育種法】大麥為天然自花受粉作物，其育種方法，不外選擇與雜交二種。前者為根據自然界已有之變異，擇優去劣以改良品系。後者為藉人工產生變異，再用選擇法育種。但天然變異，常有不適合吾人之需要者，故育種家恆欲利用人工產生變異，以助天然之不足，於是人工引變法倡焉，查人工引變之法不一，惟以雜交引變為最可靠而最易實行。

大麥之染色體數僅有七對，按理論其變異當較他種作物為少。按作者過去數年來大麥育種之經驗，以選擇育成優越之大麥品種，頗為不易，蓋以其產量變異小也。此種事實，特於無皮種中更為顯著，故欲育成極優越之大麥品種尚須藉重於雜交。茲將大麥雜交法陳列於後：

I. 雜交之預備——於大麥抽穗前須預備雜交用具：

(1) 酒精一瓶，用以洗滌無用之花粉與用具之消毒。

(2) 小剪一具用剪鞘與穎。

(3) 鑷一具用鉗花藥。

(4) 玻盃一用盛花粉。

(5) 長約五寸寬約二寸半之透明玻璃紙袋若干用套麥穗以避雜交及損失。

(6) 小紙牌若干，以記去雄及雜交之日期，與父母本之名稱。

(7) 小回形夾紙鍊若干，用以夾紙袋。

II. 父母本之選擇——大麥雜交育種，於未舉行前，須先選定父母

本，選擇父母本須注意，下述數事：

(1) 父母本須具有本雜交目的所需要之優良性質，如產量高，抗病力強，莖幹堅硬等性。

(2) 父本須務求其有一顯性性狀，使雜交後 F_1 代即能確定其是否為真雜種。

(3) 若可能時，父母本務求無惡劣性質，以免遺傳於其後代。

III. 雜交技術——大麥雜交之技術可分兩步說明：

(1) 去雄——當大麥穗未出鞘時(如圖 A)即可行去雄工作，將母本之葉鞘用剪剪去之，若為芒種將芒亦剪去，六稜大麥祇須留中間二行花苞，餘者用鉗去之，然後將頂端不健全之花苞亦剪去，僅留穗之中段十數小穗用作雜交之用，底端數小穗不去雄，留作自交以保存母系，將中段之小穗，用小剪將穎自頂斜面剪去，一邊約四分之一，他邊約

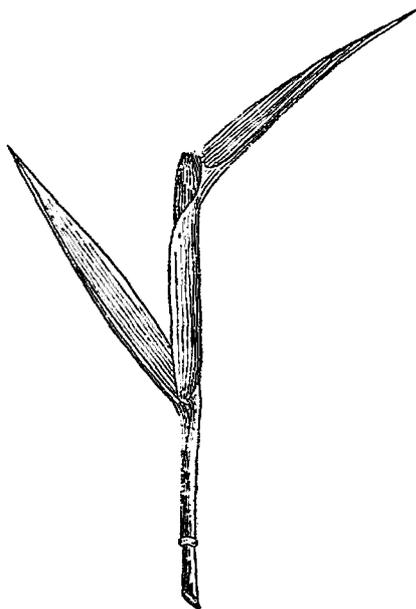


圖 A —— 大麥去雄時期

二分之一，再以彎鉗將其雄蕊輕輕鉗出，勿令破裂（如圖 B），因雄蕊陽光下極易破裂，故行去雄工作應在早晨十時以前，去雄完畢，用透光紙袋套之，用回形針夾緊，以免脫落，另外掛一小紙牌，書明號數及去雄日期（如圖 C）。

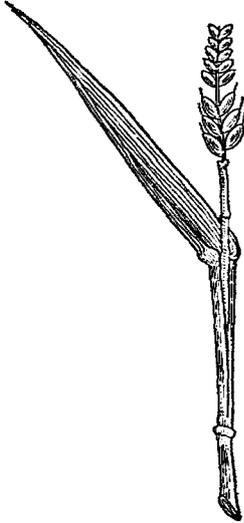


圖 B —— 預備去雄

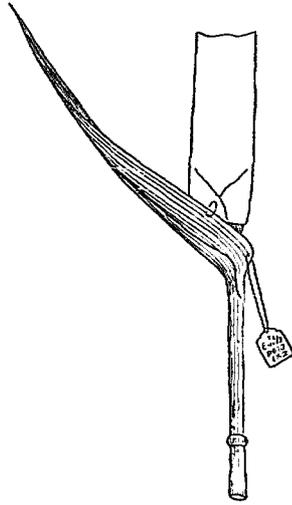


圖 C —— 去雄後

(2) 授粉——去雄後經過二十四小時，即可受粉，授粉以二三日內為佳，視去雄之花之柱頭奮興，並發光澤時，即為接受花粉之表況，此時行授粉為最宜。授粉時先取花藥於父本，察父本之穗大部出秀，而花粉囊僅抵至花穎之頂端而尚未露出，以剪去其穎之端，用鉗鉗出其花藥，以鉗輕揉於玻皿，即有黃色花粉散去，即為適用之花粉。若

是則將花藥取出，置於玻皿內，以鉗破之，自已去雄母本小穗之切口輸入於柱頭上輕擦後，留之於花內。於通常之情況中，每一雄花內之花粉，可交配二個以上之雌花，授粉完畢後，將原紙袋仍須套上，並於小紙牌上填寫授粉之日期及父本之名稱或號數。

父本上亦須掛一小紙牌，註明其花粉之去處，以便將來保持父系之用，標記父本之法已於第四章內小麥雜交節下述明，參看之可也。

IV 大麥雜交處理之法——雜交之目的為引變，變異產生之後，仍須用選擇之法分離其變異，使成為純系，再以比較試驗比較各系之優劣，其理與純系選擇相同。故雜交後處理之法，可分二種，說明如下：

(1) 有記錄選擇法——雜交子代播種須縝密於溫室中行之，種子播種於花盆內，普通口徑八寸之花盆，可播種三粒或四粒，每處種一粒，勿使混雜，每盆亦祇可種一種雜交，親本亦須同時種植於另一花盆內，以便比較其形狀，定其是否為真雜種，每盆內插一小木牌，表明其號數或交配。若於生長期內，發現有非雜種時，可將其拔去或留作他用，成熟後之雜種，各株各自分別收穫，給以號數。雜交後代之各系須與以單獨號數，例如江蘇三月黃與四川 32 雜交為 29 號，其後代 (F_1) 共得三株，每株即成為一系，給以 29-1, 29-2, 與 29-3 等系數，秋季播種，最好播於鐵絲網中以資保護，每系之種子均須用壺，分行種植，每二寸或三寸遠播種一粒，收穫時連根拔起。若欲研究其遺傳者即可於此代 (F_2) 研究之，選擇所需要之植株，每株給以號數如 29-1-1, 29-1-2, 29-1-3 等等，每系仍須記載其形狀，選得各系，下年每系連種八尺長之行三行，播種法仍如上代，收穫時於各系內選擇

所需要之植株，各給以號數，下季種爲株行試驗，每株種一行，行長五尺，行距一尺，每行之播種量約四克。播種方法與普通播種穗行試驗相同，種植後於其生長期內，嚴密觀察其遺傳性狀是否固定，成熟後選擇已固定之優良株行，選擇方法與選擇穗行之方法相同。若未固定之行內有優良植株時亦可選擇單株或單穗。下年穗行或株行，選得之已固定之株行，每行各自收穫妥爲脫粒，即自成爲一系，從此分離純系之工作，即告完竣，以後之手續，即根據普通純系選擇育種方法之程序作比較試驗，決定各系之優劣，比較試驗之步驟已詳於第二章內，茲不贅述。

(2)無記錄選擇法又名曰混種法——雜交後第一代之種植法與第一法相同，決定其是否雜種後，每系分別種植，其法亦與第一法相同。成熟後於各系內選擇優良植株，將其種子混合種植之，年復如此，至少經過四年後再選擇單株作株行試如上法，選擇優良之固定株行，各行分別收穫，妥爲脫粒，即成爲純系，再依照比較試驗法試驗之。

無記錄選擇法，爲普通實地育種家所常用。其法較之有記錄法爲簡單，但需時間略較久，追溯各系之血統亦不可能。但此法亦有其優點，其優點如下：(1)方法簡單無須每代保存其記錄。(2)固定雜種之時間較長，使複雜性亦有固定之機會，因此不致於將優良之結合棄去。(3)雜種可分配至各處種植，使各處可於其自己之環境下獲得優良之結合。故實地育種，不研究其遺傳現象者恆樂用此法以育種。

【大麥形性之遺傳】關於大麥之單性遺傳，根據作者在康奈爾大學畢業論文，可列如下表：

第二十九表——大麥形性之遺傳

形 性	研 究 者	F ₁ 性 質	F ₂ 比 例
子粒性質：			
有皮對無皮	Gaines 1917	有 皮	3:1
	Robertson 1929	有 皮	3:1
有色對無色	Biffen 1907	有 色	3:1
	Buckley 1930	有 色	3:1
	Daane 1931	有 色	3:1
外觀性質：			
黑色對無色	Biffen 1907	黑 色	3:1
紫色對無色	Buckley 1930	紫 色	3:1
	Miyake 與 Imai 1922	紫 色	9深:6淡:1無色
橙黃對無色	Buckley 1930	橙 黃	3:1
寬穎對狹穎	Biffen 1907	狹	3:1
	Schiemann 1921	狹	15:3
有齒對無齒	Ubisch 1921	有 齒	3:1
穗之性質：			
六稜對二稜	Biffen 1905	二 稜	1:2:1
	Saunders 1922	二 稜	1:2:1
緊對鬆	Biffen 1907	鬆	3:1
直芒對曲芒	Biffen 1907	曲	3:1
	Robertson 1929	曲	3:1
光芒對刺芒	Herlan 1920	刺	3:1
	Griffie 1925	刺	12:3:1
植株之性質：			
高對矮	Harlan 與 Pope 1922	高	3:1
	Miyazawa 1921	矮	3:1
早熟對晚熟	Griffie 1925	早	1:2:1
直稈對曲稈	Buckley 1930	直	3:1

參 考 書——V.

- Harlan, H. V. — The Identification Varieties of barley.
U. S. D. A. Bnr. Plant Indus. Bull. 622, 1928.
- Hayes, H. K. & Garber, R. J. — Breeding Crop Plants.
Ch. 11. 1927.
- Wiggans, R. G. — Variations Within and Between
Morphological Varieties of Oats and Barley.
N. Y. (Cornell) Agri. Exp. Sta. Mcn. 94, 1925.
- 王 綬——大麥遺傳之研究。
康奈爾大學畢業論文, 1933.
- 王 綬與李傳珪——大麥雜交之技術。
農村新報第 347 期,二十三年四月十一日。

第六章

水稻育種法

【引言】 水稻 (*Oryza sativa*) 普通認為熱帶作物，我國南方作物中最重要之一，北方諸省亦有小規模之栽培。「南人食米北人食麥」其重要與小麥相埒，我國過半數之人民賴之以生。但近年來洋米進口，為數至屬驚人，若不設法補救，則堂堂之農業國家，其基本民食，尚仰給於外人，其危險也，實難預測。稻作改良，以裕民食，實為當今之急務，而不容忽視也。據趙連芳之計算，民國十二年為輸入外米最多之一年，輸入量佔全國綜產額4.83%，誠如是，則我國食糧缺乏問題，當不十分嚴重，若能從事於品種改良，則增加10%之產量當為可能之事。據金陵大學作物改良經驗，小麥已育成增加30%以上之新品種，大豆亦育成40%以上之新品種，將來增加稻作10%至30%當為可能。若如此，則不但可解決自身之食糧問題，而且有餘糧可向國外輸出，以輸入國而變為輸出國，其利弊不待智者可知矣。故為民生與國計計，稻作改良實為當今之急務也。

【稻作異花受粉之機會】 稻作為天然自花受粉作物，其天然異花受粉之機會，以品種與環境而異。據日人明峯 (*Akome*) 與中村 (*Nakamura*) 二氏1925年之報告，稻作異花受粉之機會，以品種而異，其差

爲.21%至2.32%，哈克特(Hector)1913年之報告，二不同之品種，種植於一起時，則有異花受粉之危險，按伊之觀察，在印度環境之下，大約有4%之異交機會。朴耐爾(Parnell)1917年之觀察，稻作異花受粉之機會爲.1%至2.9%。鈴田(Suzuta)與Tomura田村1925年之觀察，稻作不同之品種種於一起，其異花受粉之機會爲.9%至1.45%。由是言之，稻作天然異交之機會，當不能較小麥爲高，其異交之百分，常因環境而異。溫度之高低爲其因子之一，據云溫度高之地，稻作異花之機會亦大，在南洋曾有25%之異交者。關於稻作天然異交之研究，我國尙無人發表，於我國環境之下，天然異交之多寡尙難逆料。但以各國之記載推測，我國稻作天然異交之機會，當亦不能高過於1%。以我國產稻區域，雨量頗多，空氣潮濕，花粉不易吹動，然事實是否如此，尙須研究稻作者加以證明。

【改良稻作之目的】改良稻作之目的，與改良其他作物之目的相同，其目的不外：

1. 增高產量——增高稻作每畝之產量，以補救民食之缺乏，增加農民之收入，與減低生產之費用。
2. 改進品質——稻米品質優劣相差甚遠，應設法改良之，不但使之適口，並須增進養分，又國產稻，製米時易碎，減少碎米亦應速加注意。
3. 使品種便於管理——我國之稻稈恆弱，易於倒伏，不但穀粒有損，而對於管理亦感受莫大之困難。故應育成不易倒伏之品種，又穀粒之自由脫落性亦應改良之。
4. 育成抵抗病蟲害之品種——稻熱病與螟蟲爲我國稻作之兩大

勁敵，育成抵抗力強之品種，亦為改良稻作主要目的之一。

上述數項，為改良稻作之主要目的，就其中以一二兩項為更重要，一方面增加產量以裕民食，一方面改進品質適合需要。查我國農產輸入之原因，固然生產不敷應用，為輸入之一大原因。而國產之品質不良，不適利用，輸入外種以補其缺，亦為輸入外產之第二主因。查我國通都大邑，洋米充斥，而人民樂於採用者，即因其品質較佳也。故欲澈底抵制外國農產輸入，必須兩方並進，方可奏功。

【稻作純系選擇育種方法】 稻作既為天然自花受粉作物，其育種方法當以純系選擇為最有效而又最經濟，稻作純系選擇育種方法之步驟如下：

1. 選擇單穗——純系選擇育種方法，須從選擇單穗入手，其法為於稻作成熟而尚未收割之前，派對於選種富有經驗之人，分赴各處農田內，選擇單穗，首次選擇之個數須多，選擇之個數愈多，將來得到優良之機會亦愈大，若於可能時，選擇單穗須在萬數以上，選擇時對於植株之本身須注意：(1) 稻稈強硬無倒伏性。(2) 全株健全無病，(3) 全穗穀粒充實。(4) 穗梗粗短微屈，無斷折之表現。(5) 穀色純潔無斑。(6) 無自由脫落性。(7) 成熟期適宜，等性質。選擇時於一塊田內不可多選，選擇之區域愈大愈佳。每一地選得之穗，以繩束為一捆，掛一紙牌，書明品種名稱，與原產地，又選擇不可祇限定一種形態，選擇之形態愈多亦愈佳。

選擇後攜至實驗室內，略事考查，若有劣種可即棄之，餘則按其產地與形態略事分類，給以號數，各種分別脫粒，各盛於小紙袋內，以備來年穗行試驗之用。

2. 穗行試驗——自上年選來各種之子粒中，每穗數出三十粒，種爲穗行試驗，穗行試驗之行長爲三尺至五尺，行間距離爲一尺半，每第十行爲標準行，成熟後以觀察方法，選擇穗行。

稻作試驗播種法，可用直播方法，因試驗時品系甚多，若用普通移植方法，不惟費時太多，且易生錯誤，不若用直播法簡而易行也。其法與播種小麥相同，即地預備妥當後，開溝撒種覆土等手續，一如小麥，任其發芽，若土太乾時，亦可略事澆灌，但亦無須蓄水，俟苗長數寸，中耕後再爲蓄水，其法甚爲簡便，試驗之品種雖多，亦不覺其煩也。但問題爲農家種稻，概均爲移植，以直播法育成之品種，是否能適合農情，換言之直



移 植 試 驗 水 稻

播法與移植法之比較價值，是否相同。按趙連芳在中央大學崑山稻作試驗場，二年試驗之結果，直播與移植之比較價值，大致無甚差異，即某品種於直播區產量高而於移植區其產量亦高，直播區產量低於移植區其

產量亦低，即一品種以兩種不同之方法種植，其產量位次，無大變更，茲將其結果列表於下：

第三十表——水稻直播與移植之比較（中央大學）

品 種	產 量			
	直 播	位 次	移 植	位 次
糯 子 頭	243.7	1	256.5	1
普 通 洋 秈	234.2	2	202.3	2
河 南 早	204.3	3	195.6	3
東 莞 白	200.9	4	185.6	5
團 稻 白	199.9	5	182.3	4

觀上表可知直播與移植之比較價值，無大改變，祇最後之二品種，東莞白與團稻白略有不符，但此品種之產量差異甚小，因此微小之差異，而變更其位次，當不能認為對於品種之比較價值有所影響也。又日本永井威三郎 1920 年於深伊澤村試驗場，試驗結果，亦與上述相同，其結果如下：

第三十一表——水稻移植與直播之比較（日本）

品 種	產 量 (反 當 日 石)			
	直 播	位 次	移 植	位 次
三 重 錦	2.068	2	2.038	2
竹 成	2.230	1	2.083	1

綜上二試驗結果觀之，水稻直播與移植之比較價值無大變更，以直播法育成之稻，應用於移植，不致有大不合之危險，故稻作育種為便利與準確起見，試驗區播種方法，採用直播法，以後每年播種皆採用此法，

直播法與播種小麥大麥等旱田作物相同。

3. 二行試驗——將穗行試驗區選留之各系，每系種一行，種完後，再依次重複一次，每系共計二行，關於稻試驗，行之長度，各專家意見頗不一致。趙連芳主張十六尺，洛夫主張十二尺足矣。行間距離一尺半，每第五行為標準行，金陵大學現在稻作桿行試驗行長十二尺，間距一尺半，其每行所產之克數乘以 $\frac{2}{3}$ 即變為每畝所產之斤數，若行長為十六尺，行距一尺半，其每行所產之克數，乘以 $\frac{1}{2}$ 即變為每畝所產之斤數。至於採用何項行長，學者可自決定之，若試驗不缺乏時，十六尺當較之十二尺為佳，試驗區之播種量以每尺一克計算之，若行長為十二尺，則可用十二克，若行長為十六尺，則每行之播種量可用十六克。

二行試驗成熟後，各行分別收穫，如法捆為小捆，挂於懸挂室內使乾，乾燥後分別脫粒，秤其重量，記入種植計劃表內，計算其產量之優劣。產量計算法，已於第二章言明，茲不再敘。被選之各系留作下年試驗之用，餘則棄去之可也。

4. 五行試驗——上年二行試驗內選留之各系，每系種一行，重複四次，共計五行，每第五行為標準行，行長行距以及播種量等，均與上年相同，收穫脫粒以及定量等手續，亦與上年相同，五行試驗產量之計算法，採用第二章內所述之方法，優良各系，留作下年試驗之用。

5. 十行試驗——將五行試驗內選留之各系，每系種一行，重複九次，共計十行，每第五行為標準行，行長行距以及田間一切處理之手續，仍與上年相同，產量計算法，可參看第二章內所述之十行試驗計算法，優良各系留作下年試驗之用，不良各系可棄去。

本年除正式試驗外，須種「種子行」，每一品系連種三行爲一區，長度與行距仍與試驗相同，區與區間之距離二倍之。種子行之目的爲保持品種之純潔，故於生長期內可隨時至區內去劣，下年試驗所用之種子，可用種子行內之種子，以其爲純潔也。

6. 高級試驗——以十行試驗選留之品系，以其種子行之種子，每系連種三行爲一區，行長行距以及播種量等仍與上年相同，每第三區爲標準區，重複九次，成熟後各行分別收穫，計算其產量。計算高級試驗產量，用第二章內述之洛夫法，或用學生氏直接對比之法亦可，其法亦詳於第二章內。

比較試驗既經過上述之各步驟，品種數亦逐漸減少，留在高級試驗之品種，普通祇有一二十種，若品種太多時，可利用十行試驗，淘汰之，以免多費時間與地積。高級試驗至少須種二年，第一年用直播法播種，第二年可用移植法，以驗各品系對於移植之反應，以作最後決留之參考。高級試驗之結果，再參考數年來試驗之結果與觀察記錄等，決選二三系，以供繁殖之用。

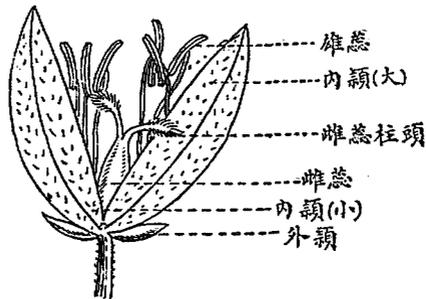
7. 繁殖區——以最後決選之二三最優良之系，以普通農家所用之法栽培之，並用農家之品種二三種，同時種植以資比較。繁殖區每一品系之面積須大，每一品系亦須重複兩三次。繁殖區之目的爲(1)繁殖種子。(2)觀察各品系田間之反應。(3)以品系與農家種作比較。若繁殖區內各品系，各無特別之特點時，可於其中擇一推廣之，若各系各有特點時，可按其特別之需要，分別推廣之。

8. 大田繁殖與區域試驗——業經決定推廣之品系，可用大田壺

量繁殖之，以備來年在試驗場附近之地帶推廣，同時於離試驗場較遠之處，擇定地點數處，與該地之農業機關合作，作地域試驗，以定此新品種是否應於該地推廣。若經證明新品種確為優良種時，方可作大規模之介紹，斷不可冒然從事於新品種之介紹，以免失敗為要。

9. 推廣新品種——新品種之推廣須抱定由近及遠之方針，先自試驗場附近起，漸次擴大其推廣區域，距試驗場較遠之地，須經過地區試驗證明，方可推廣。

【稻花之構造及其開花之時間】 稻穗作繖狀形，其花有內外二穎，外穎常小，故又名曰空穎。內穎又可分為大內穎 (Palea superior) 與小內穎 (Palea inferior) 二片，穎內有雄蕊六枚，此為普通穀類所不及。雌蕊一枚，上有二羽狀柱頭，稻花之構造如下圖：



水稻花之構造

稻穗上之花，出葉稍次日即開，開花之次序由穗頂端向下，全穗開完約須五日至十日之久，普通大約出穗後六七日即可開完，開花時間以氣候與環境而異。品種之特性似與開花時間無顯著之差異。稻之開花時

間，大概均在白晝，夜間開花為數絕少。關於稻開花時間之研究，頗不乏人。茲將各國學者觀察稻作開花時間之結果，擇要列如下表。

第三十二表——水稻開花時間之觀察

研究者	地方	開花之時間（極盛期）
明峯 Akemine	日本	上九時至下三時
Van der Stok	菲律賓	上十時至下三時半
Jones	美國	午十二時至下二時
Hector	印度	上七時至十時（春季） 上九時至十二時（秋季）
Laude 與 Hansel	美國	上八時至下四時
Radrigo	菲律賓	上八時至十二時（晴天） 上六時至十二時半（雨天）
趙連芳	中央	上十時至十二時半
Kadam 與 Patil	印度	上十時至十二時

【稻作人工交配法】 稻作人工交配之步驟與普通麥類作物大致相同，其步驟如下：

I. 親本之選擇與栽培——關於親本應注意下述之事項：

(1) 親本須具有與交配目的相合之優良特性，如高產，稈強與抗病等性。

(2) 若可能時，親本須無惡劣性，如紅色或紫色米等性以免日後不易獲良果。

(3) 父本最好具有一顯性，以便於 F_1 代判斷是否為真雜交。

(4) 親本最好選擇易於交配者，因稻作不同類者交配常有不孕現

象。按趙連芳云，大概秈與秃爲一類，粳與糯又爲一類。類間交配常有不孕之現象，又按日人，加藤茂苞(Kato 1930)之稻作分類，稻作可分爲二大類，一爲日本種 (Japonica) 產於日本與高麗等處，一爲印度種(indica) 產於印度中國與菲律賓等處，同類各品種可自由交配而異類間各品系交配，其不孕率甚高。又據 Jones 1930 年之報告，中國種與日本種交配其不孕率甚高。

稻作交配不孕之原因，現尙未明，或因二種間染色體不同質所致亦未可知也。按稻作細胞之研究，以日本人欽田 (Kuwada 1910) 爲第一人，據伊之報告，稻作染色體之半數爲十二。又日本人中富 (Nakatomi 1923) 與印度人(Rau 1929) 之研究與欽田相符，中富以爲染色體之數目雖同，但其大小頗有差異。又按 Selim 1930 年之研究，認爲染色體之數雖同，但花粉母細胞核內之內容頗有顯著之差異，故異種交配不孕現象或因此所致，亦未可知。關於稻作細胞之研究尙未十分澈底。

(5) 親本應植於安全之所，以防一切意外之損失，又據日本人之經驗，高溫與高濕之環境最適於稻作交配工作。故稻作交配最好行於溫室內，既可免意外之損失，又可得佳良之結果。

II. 稻作交配之技術——稻作交配技術可分二步說明於下：

(1) 去雄——去雄爲交配第一步工作，其法爲稻作未開花之前，將其花內之六花藥除去。

稻作之花自穗頂先開，漸次向下，全穗之花約需一星期即可完全開畢。當稻穗出葉鞘長約寸許時，其頂端第一花即開，每日開花時間，

在上午者多，最多者約在上午十時至十二時。稻穗出鞘長約一寸時，即可去雄。去雄時間當在上午十時以前，或下午五時以後，以此時花粉不易散出也。交配宜用穗頂十數易於結實之花，其餘之花即可剪去。去雄之法為以小剪將稻穎自頂端剪去約四分之一，然後以小鉗將其內花藥六枚，全數鉗出，以透紙袋將已去雄之穗套上，並於其莖上掛一小紙牌註明其母本之號數與去雄之日期等。

(2)加粉——加粉工作可行於同日或次日，加粉時間以上午十時至下午二時為最宜，以此時易得良好之花粉也。據趙連芳之結果，加粉以九時至十時結實為最高，加粉之法為，先考查父本，視其雄蕊頂至穎之頂端時，即可採集其花粉，破其花藥取之加於已去雄之花內，完畢後復以紙袋套之，並於紙牌上書明父本之號數與加粉之日期，紙袋無須除去，藉以保護子粒之損傷，俟其成熟後再為收穫妥為貯藏，以備種植。

關於稻作交配之給號數之方法已於前章內詳言矣，學者可參看第五章之方法可也。

【稻作交配後之處理】 稻作交配後處理之方法，亦與其他自花受粉作物相同。其法已於第三章內詳細言及，其法有二，一曰有記錄法，一曰無記錄法，學者參看第三章可也。但據趙連芳之意見，最好用有記錄法，雜種種於溫室或鐵絲網下之瓦盆內。父母本亦同時種植。 F_2 代若為數不多時，最好亦種於溫室之盆內以便管理，若為數多時，可種於田內，自 F_2 代之植株中每系選擇單株若干，剪收其穗，以備種植 F_3 之用。 F_3 之植株若已固定，可選擇單株作株行試驗，若尚未固定，則須繼續選擇以至於固定而後止。自株行試驗選留之各系，可依照比較試驗方法試

驗之。

【稻作緊要形性之遺傳】 關於稻作性質之遺傳研究甚多，茲將其緊要性質之遺傳列表於下：

第三十三表——稻作緊要性質遺傳

形 性	研 究 者 與 年 代	F ₁ 性 質	F ₂ 比 例
籼穎性質：			
短對長	池野 1927	短	3:1
	趙連芳 1928	短	15:1
	Ramiah 1931	中 等	1:2:1
芒之性質：			
有對無	松浦 1929	有	3:1
	Jones 1927	有	9全芒:6半芒:1無芒
全對無	Jones 1933	半 芒	15有芒:1無芒
半對全	Jones 1933	全	3:1
半對無	Jones 1933	半	3:1
紅對綠	Jones 1933	紅	3:1
內穎性質：			
紅對綠	Jones 1933	紅	3:1
	Jones 1933	紅	9:7
內穎上之溝色			
棕黃對草色	Jones 1933	棕 黃	13:3
早熟對晚熟	Jones 1933	晚	3:1

參 考 書——VI

Hayes, H. K. & Garber, R. J. — Breeding Crop Plants.

pp. 201-204, 1927.

Hunter, H. & Leake, H. M. — Recent Advances in Agricultural Plant Breeding.

J. & A. Churchill, London. pp. 253-271, 1933.

Jones, J. W. — Inheritance of Character in Rice.

Jour. of Agri Res. 47: 771-782, 1933.

Kadam, B. S. & Patil, G. J. — Blooming and Anthesis in Kalamba Rice.

India Jour. of Agri. Sci Vol III Pt. IV. 1933.

Shen, T. H. — The Direct Planting and Transplanting of Rice in China.

Jour. of Am Soc. of Agro. 26: 453-465, 1934.

Shen, T. H. & Shen, H. N. — Breeding Rice in China for Resistance Stem Borer.

College of Agri. & Forestry, University of Nanking Bull. 20. 1934.

沈宗瀚——水稻實地育種法

農墾部農民二十號, 十九年。

沈學年——金陵大學稻作育種之經過

金陵大學學生會農村叢刊第四期, 二十三年。

趙連芳——水稻育種之理論與實施

中華農學會報 114 期, 二十二年七月。

丁頌——廣東野生稻及野稻育成之新品種

中華農學會報 114 期,二十二年七月。

洛夫——中國水稻育種法

新農村創刊號,1932。

沈驪英——水稻試驗之統計分析

中央農業實驗所研究報告第一卷第四號,二十三年。

第七章

大豆育種法

【引言】大豆爲屬於豆科作物，其科學名爲 *Soja Max.* 野生種豇豆 *Soja ussuriensis* 爲其始祖。大豆爲中國原產作物，其歷史可溯至五千年前之神農，我國古書中所載之五穀，菽爲五穀中之一，菽卽大豆，又名曰戎菽。但當時栽培尙不普遍，其後（齊侯北伐山戎出冬葱及戎菽佈之天下），大豆於是始遍植全國。然數千年來亦不過僅給自用而已。其著名於世者，僅近數十年之事耳。或有謂 *Soy-bean* 之 *Soy* 一字，爲菽之譯音，由 *Sou* or *Soi* 變來，是否如此，亦未可知。1893年奧京維也納開萬國展覽會，我國與日本均有大豆出品之展覽，始促起歐美人士對於大豆之注意。中日戰爭之後，日本國內感肥料之缺乏，橫濱華僑，乘機始以東省大豆餅輸往日本，日人於是竭力注意東省大豆之經營，1908年二月三井物產會社，由英輪 *Glevesk* 號，由海參威載大豆一百噸至英國消售，開我國大豆大量輸往歐西之始。此後輸出額日漸增加，歐戰之後，大豆輸出量大增，至1926年輸出額佔全國綜輸出貨物中21%，佔全國出口貨之第一位。但近年來大豆輸出額亦有降落之趨勢，其原因不外（1）各國已認識大豆之重要，力謀自給。譬如美國十年前大豆栽培佔不重要之位

置，現在竟成爲主要作物之一，其栽培面積，較之十年前增加二十餘倍之多。(2)中國人不知維持國際市場之信用，對於輸出貨有攙假之陋習，以致市場信用掃地，輸出滯消之原因甚多，此二者爲卓卓較著者，應思有以救濟之。

大豆與中國有極重要之關係，其理由如下：

(1)大豆爲人民日用之物，爲養分之主要來源，特別對於平民尤關重要，因平民不能以畜產物爲其食料，只得利用此植物產物以維持其健康，所以外國人叫中華民族爲食素民族。但此食素民族能維持其健康者，端賴大豆之力，故孫中山先生云：「以大豆代肉類是中國人所發明」。大豆爲富於養分之食物，其蛋白與脂肪之含量甚高，不亞於畜產，茲比較如下表：

第三十四表——大豆養分之比較

物類	蛋白%	脂肪%
大豆	35.0	20.0
雞蛋	14.8	10.5
瘦肉	19.2	10.7
牛奶	3.2	3.5
全麥粉	12.2	1.7

大豆之養分較之畜產物猶高，不但此也，大豆之蛋白質爲最完善之蛋白，含有大多數健體之 Amino-acids 此更爲他物所不及。

(2) 大豆爲出口貨之大宗，出口額佔全國綜出口額百分之二十以上，對於國家之經濟，亦極重要。我國之國家經濟，自蠶絲與茶葉對外貿

易失敗之後，全賴大豆以維持。若大豆貿易再繼茶絲而失敗，則我國之經濟將更形破裂，但以現在之情勢觀之，此種現象勢不能免，因我之產大豆區已非我有，豆業亦因之東流。內地大豆向賴東省供給，此時若不力謀自給，輸出而變為輸入，則將來之危險更不堪矣。

(3)大豆為一重要之工業原料，據最近之報告，大豆可造二百餘種工業產物，小而自化粧品，大而至國防軍用品，均可以大豆為原料，故為將來振興工業計，亦應振興豆業，以作工業之基礎。

大豆之用途甚多，關係於我國之存亡至鉅。大豆之改良實為刻不容緩之事。其重要並不亞於米麥，國內上下幸勿忽之也。

【大豆天然異交之機會】 大豆為天然自花受粉作物，其花為完全花，雌雄兩性具生於一花之內，其受粉作用常行於花未開之前，故雖時有昆蟲之探訪，而其異花受粉之機會則甚小。按柏模與摩爾斯(Piper & Morse)二氏之觀察，關於大豆異花受粉之機會雖少確實之記載，但伊等深信天然異交之機會必小於.5%。吳得好屋斯與泰拉(Woodhouse & Taylor)二氏於印度環境之未曾發現大豆天然異交之事實。鍾尼斯與哈斯(Jones & Hayes)亦未能獲得大豆天然異交之事實。按吳得渥斯(Woodworth)試驗之結果，大豆天然異交之機會為.04% 格卜與奧得蘭(Garber & Odland)亦曾作二年之試驗，其結果1922年之天然異交為.14%，1923年為.36%。按上諸學者研究之結果，可知大豆天然異交之機會，確在百分之一以下，可證明大豆為天然自交之作物，已毫無疑意，故其育種方法，當亦適用第二章與第三章所述之法。

【大豆與環境之關係】 大豆為感應環境較為敏銳之作物，變更其

環境，對於大豆之生長至關重要，作者於民國十三年曾於我國各省徵集大豆品種 166 種，於民國十四年播種於南京金陵大學太平門農場，觀察其改變環境所起之反應。茲以其自播種至開花所需之日數，以明大豆之對於環境之反應：

第三十五表——大豆品種自播種至開花所需之日數

原 產 地	所 需 之 日 數	備 考
浙江嘉興	70.0	
南京	68.5	
湖北宜昌	65.1	
山東南部	60.8	結實少
河北南部	50.5	結實更少
北平	47.0	開花後死
山西中部	45.2	開花後死
哈爾濱	—	未開花死

由上第三十五表可知，大豆離其原產地愈遠，其所起之反應亦愈大。品種來自北方者，其開花所需之日數少，愈北則愈少，來自南方者，其開花所需之日數則較多，南北之變遷較之東西之變遷為大。此蓋因大豆為短日照植物，短其日照則促其生長期，延長日照則延長其生長期。夏日北方日照較長，南方日照較短，若北方之品種移種於南京，即促短其日照。故促短其生長期，愈北則愈短，以至於不可生存。若南方之品種移種於南京，即延長其日照，故延長其生長期，故有上表之結果。

又金陵大學民國十五年，大豆株行試驗內，共選出 363 系，此 363 系之生長期，若以標準行為準，可分為早熟與中熟二類，若再就其原產地

分配之，其結果如下第三十六表：

第三十六表——各地大豆純系成熟期之分配

成熟期	原產地		
	南京	開封	濰縣
早熟	7%	21%	13%
中熟	50%	9%	0%

由上第三十六表可知純系來自濰縣者皆為早熟，來自開封者，中熟亦較少。南京本地種中熟種則甚多，此亦可證明變更環境對於大豆生長之影響也。又據是年開封與濰縣之報告，均以南京種成熟過晚，不及成熟即被霜害。上表指示吾人一事實，即為選擇之希望以本地為最大，離開本地愈遠之處，選得優良之機會亦愈少。育種帶有地方性質，已為育種家所認，大豆之地方性質更嚴，此亦可以金大育種之經驗證明之。蓋因黑龍江之小麥可生長於南京，而哈爾濱之大豆則否。南京之小麥可生長於北平，而北平之大豆則不能生長於南京。可知大豆對於環境之適應能力，較之小麥為更小。此種事實對於大豆之改良問題極關重要，新種之推廣範圍甚狹，大豆育種端賴各地自行努力。

【大豆之產量因子】子粒之產量增高，為大豆育種之最終目標，育成豐產品種為育種之最大使命。但產量為許多因子之結合體，頗不易於了解。查產量之主要因子，可分為二：(1)環境因子如土肥土質以及氣候等因子。(2)遺傳因子，為植株內部之因子，此因子使二品種同生於同一環境之下，而異其生產能力。育種家積極所求者，即為遺傳因子之差異，獲得優良之遺傳因子為其要主目的。但生產能力為一極複雜之性質，不

易使人了解其真相，若欲分析此複雜性質，須將此複雜因子，解剖為若干較簡之因子，庶可使學者易於明瞭之，而將來選擇亦可有少許之把握，關於此點，近年來學者頗有急進之研究，大豆有關係之因子可假定為：每株之節數，每節之莢數，每莢內之子粒數未成熟之子粒百分數，與子粒之平均重量等數種性質。

吳得渥斯 (Woodworth 1930) 曾以二十六種不同之大豆，研究上述之數種性質對於產量之影響，其影響之大小，以相關係數表明之，其研究之結果如下表：

第三十七表——大豆之產量因子與其產量之關係

相 關 性 質	相 關 係 數 (r)
節數與植株之產量	.019 ± .132
每節之莢數與植株之產量	.191 ± .127
每莢之粒數與植株之產量	.200 ± .127
未成子粒之百分與植株之產量	-.521 ± .096
百粒種子之平均重量與植株之產量	.519 ± .096

觀上表除最後兩項外，其他之相關係數均不顯著，上表所示，因品種數太少，不能作一具體之結論，據上表可知凡品系其未成子粒百分數低種子大時，其產量似應高。

關於上述之數種因子之彼此相關，吳得渥斯亦曾研究之，其彼此之相關係數如下表：

第三十八表——大豆產量因子之彼此關係

	每株節數	每節莢數	每莢粒數	未成粒百分
每節莢數	-.164±.128			
每莢粒數	-.193±.127	-.101±.131		
未成粒百分	.347±.116	.159±.128	-.258±.125	
每百粒重量	-.592±.086	-.382±.112	-.047±.103	-.520±.096

由上之研究結果，似可知凡品種子粒小其節數多，每節之莢數亦多，未成粒之百分亦大，品種子粒大者則反是，其節數少，每節之莢數亦少，未成熟粒之百分數亦少，又品種之節數少，其未成粒之百分亦小，品種之節數多，其未成子粒之百分亦大，但所幸者其彼此之關係，並不十分密切，將來用雜交方法，有將各優良性質合併於一體之可能，藉此以增加大豆之產量。

【改良大豆之方法】大豆既為天然自花受粉作物，故其改良方法，亦適用與小麥或其他天然自花受粉作物相似之法，改良自花受粉作物之法不外選擇與交配二者，其法已於第二章與第三章內詳之，茲將改良大豆之方法，分述於下：

I. 混合選擇育種法——混合選擇法，為當大豆成熟之後，未收穫之前，就本地最好之品種內，選擇較為優良而形態相同之植株多株，混合其種子，種為一小區，名曰種子區，當其生長期內，此種子區常須加鋤，勿令野草叢生，若於其種子區內遇有劣種時，可隨時拔去之，種子區成熟之後，未收穫之前，尚須於種子區內再行選種，所得之種子留作下年種子區之用，種子區選種後所餘之種子可作大田之種子，混合選擇之

步驟已詳於第二章內，學者可參看之，混合選種法簡而易行，其缺點在於選擇祇憑植株之外表形態，對於其後代之遺傳能力，未曾加之以注意，要知形態相似者，其產量能力未必相同，例如金大有二種純系大豆，c332與c274，此二者之形態十分相似，而其產量能力則甚異，今以其比較試驗之結果，列為下第三十九表以明之：

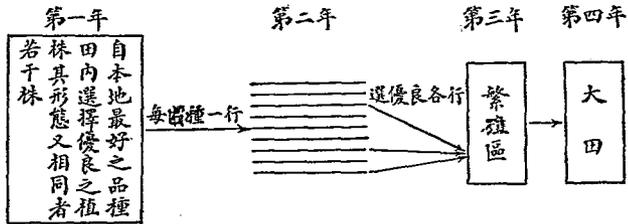


金大 332 改良大豆

第三十九表——純系大豆 c332 與 c274 之產量比較

品 系	產 量	差 異	假差(學生氏法)
c 322	18.78	3.53	416:1
c 274	15.25		

若祇就其形態選擇，則良種永不能與劣種分離，此所以混合選擇不及純系選擇之收效速也。吳得渥斯氏有見於混合選擇之缺點，故伊倡一「改良混合選擇法」，其法為於本地最好之品種田內，選擇形態一致之單株，第一年不混合其種子，各株分種為株行試驗，每株各種一行，觀察其生產能力，以及其他之性質，成熟後選擇優良之行，將其種子之混合而種為繁殖區，以備大田之種子，其法如下第十圖：



第十圖 改良混合選擇法

此法似較普通所選之法為佳，但價值如何，尚屬疑問，蓋因單行試驗之結果，亦不能確實代表品系之價值也。此法繁殖區之後似應再繼續選擇以補其缺點。

混合選擇增大大豆產量之事實已於第二章內言及，此法雖有增加產量之可能，但不若純系選擇增加產量之可靠也。故育種家多不採用此法以育種，但此法用處亦甚多，保持品系之純潔，端賴此法為之。

II. 大豆純系育種法——改良大豆之第二方法，即為純系選擇法，茲將其法分述於下：

1. 選擇單株——選擇單株為純系育種之第一步，將來之成功與否全賴株選已否得到優良之單株而定，單株選擇之目的在於分離純系，純系分離之後仍須經過正當之比較試驗，以定品系之價值，純系成立之後，則無須再在純系之內繼續選擇，以其於純系內繼續選擇為無效也。此理業經約翰生與其他學者所證明，認為為金科玉律無能否認也。吳得渥斯曾於混合大豆品種中，分離出油分高低不同之純系，而純系成立之後，仍在純系內，繼續選油分之高低，其結果為無效，吳氏以一純系13—29試驗之結果如下第四十表：

第四十表——大豆純系內繼續選擇油分之結果

年 代	高 油 分 %		低 油 分 %	
	親 代	後 代	親 代	後 代
1915	17.85	17.39	16.94	17.29
1916
1917	18.04	16.19	16.62	16.23
1918	16.89	16.53	15.44	16.37
1919	16.67	18.83	15.63	18.41
1920	19.18	19.09	17.95	19.23
1921	19.68	18.33	18.38	18.33
平 均	18.05	17.74	16.82	17.64

按第四十表所述之試驗結果，油分高低之差異祇有 .10%，此可知大豆純系內繼續選為無效也。大豆純系育種以首次選擇為重要，純系分離之後，則無須於純系內繼續選擇。

單株選擇之法為當秋季大豆成熟之時，而未收割之前，往各處田中選擇單株，選擇時對於植株之本身，無須作過細之審查，單株選擇能否得到優良之純系全屬於機會，選得之個數愈多，得到優良之機會亦愈大，若對於單株作過細之審查，而犧牲多選之機會，實為不當之事，此為選擇者應注意之事也。雖如此，而對於選擇亦須有應注意之事，(1)不宜於田之過肥處或田邊地畔之特殊環境下選擇。(2)植株之成熟期適宜。(3)無病蟲害之表現。(4)植株之莖稈直立無倒伏性。(5)植株之榜枝須多。(6)豆莢多。(7)適合需要等性質，選擇不可祇限於一二種形態，須選擇各種不同之形態，每一田內不宜多選，選擇之區域須大。

當選之植株可連根拔起，聚爲一束，挂以紙牌，註明選擇之地址與品種之名稱等事，全株拔起頗感不便，因大豆之植株大，不易攜帶，而同時於一田內選拔數十株，農民亦甚反對，故最好於株上採取數十莢，納於紙袋內，每株一袋，既易攜帶而又可免農民之反對，但用此法頗有種子混雜之危險，因農田內之大豆，常數株聚於一起，若不注意，易將他株之莢亦同時採下，若用此法時，對於此點應特別注意，當選之植株須注意霉爛，選擇後，攜至實驗室內略事分類，給以號數，妥爲脫粒，每株之子粒，貯於一紙袋內，並於袋上註明該株之號數，妥爲收藏以備來年種植試驗之用。

2. 株行試驗——將上年選得之單株，自每株之粒內數出三十子粒，另置小紙袋內，書明號數，再以本地最好之品種一種，或業經改良之種，作爲標準品種，標準行之種子量亦爲三十粒，再按第二章內所述之法，作一種植計劃表，株行試驗之行長爲五尺，行間距離爲二尺，畦間距離亦爲二尺，每第五行爲標準行，播種法爲條播，將所有之種子勻撒於行溝內，每第十行插一木牌，寫明行數，如法播種完畢後，亦須繪一地圖，以備將來之參考。

於試驗生長期內，須至田內考查，若有可記載之事，可隨時記入種植計劃表內，試驗區之中耕，宜在豆花未開之前，成熟後按照普通之法，選擇株行，選擇株行須注意：(1)植株之形態須一致。(2)成熟期應適宜。(3)植株之傍枝與莢宜多。(4)無病蟲害之表現，等事項。當選之行挂以紙牌，寫明行數，成熟後割起每行捆爲一束，攜至懸挂室中挂起，挂時不可太密，以防腐爛，乾燥後妥爲脫粒，大豆脫粒之法現在尙未能完全解

決，現在所用之法，為將一束大豆，解去其紙牌與麻繩，全部納入麻袋內，束其袋口，以木棍拳之。數分鐘後，傾入箕內檢之，去其雜物，納於紙袋內晒乾收藏，以下年試驗。

3. 二行試驗——將上年選留之株行試驗種子，每系種一行，重複一次，共計二行，行之長度為十五尺，行間距離為二尺，每行之播種量為八十粒，每第五行為標準行，成熟後分別收穫，乾燥後，妥為脫粒，秤其重量克數，若乘以 4 即變為每畝所產之斤數，將每行之產量記入種植計劃表內，按第二章內所述之二行試驗產量之計算法，計算其產量之結果，品系之產量優於標準者，可留作下年試驗之用，餘可棄去之。

大豆比較試驗之行長規定為十五市尺，此為根據金陵大學規劃試驗之結果，以奧得蘭與格卜之試驗結果而來，按此二試驗之結果均以十六英尺為最經濟，行間距離為二尺，以作者南京之經驗，行間二尺，疏密適宜，亦無生長競爭之事實。

4. 五行試驗——將上年選留之各系，每系種一行，重複四次，共計五行，行之長度，行間距離以及標準行之排列均與上年相同，田間之處理方法亦與上年相同，產量之計算法可採用第二章內所述之五行試驗計算之，凡品系之產量高過其理論標準之數大於 2X 者即可當選，留作下年試驗之用，若選留之品系數目多時，下年可再作一五行試驗淘汰之，因五行試驗之結果，亦甚屬可靠而又經濟也，若品系數少時，下年可依照普通程序作十行試驗。

5. 十行試驗——將上年選留之品系，每系種一行重複九次，共計十行，試驗方法，亦與上年相同，田間之處理亦與上年相同，所不同者即

重複次數較多而已，產量之計算方法，可參考第二章內所述之十行試驗計算法，選擇優良之系，留作下年試驗之用，下年之試驗方法，或重十行試驗，或升為高級試驗，須按個人之情形酌定之，普通之原則，若品種數多時不作高級試驗，以其需要地積多也。普通情形高級試驗不宜多過三十以上，若品系多時可再作十行試驗一年，十行試驗之結果亦甚可靠，而對於人工與地積亦甚經濟，故育種家常用十行試驗，試驗二年或二年以上之時期，以測品系間之比較價值。

凡品系列入十行試驗時，即可種種子行，保維品系之純潔，種子行之種法為每一品系連種三行為一區，行長行距與普通試驗相同，區間距離則二倍於行間距離，以便於其間行走觀察，種子行無須重複，亦不計其產量，其唯一之目的即為保存品種之純潔，故於生長期內可至區內考查，若有劣種即可隨時拔去，收穫之種子以作下年試驗區之種子，自十行試驗起以後每年均須種種子行，以維持品系之純潔。

6. 高級試驗——自十行試驗區內選留之品系，可作高級試驗，高級試驗為每一品系連種三行為一區，重複九次，計每系十區，共計三十行每第三區為標準區，行之長度與行間距離等均與普通試驗相同，區與區間之距離亦為二尺，成熟後各行分別收穫定其產量，產量之計算法，可用第二章內高級試驗計算法計算之，或用學生氏對比之法亦可，高級試驗若於必要時亦可重複一年或二年，高級試驗之結果，參考過去各級試驗之結果與觀察記錄，決選一二系繁殖之，以供推廣之用。

高級試驗區內之各品系，若可能時可分析其油分之多寡，與油質之優劣，以作最後決定品系之參考。

7. 繁殖區——以最後決定之一二系，並搜集普通之農家種數種，以普通農民之種植方法，分區種植之，每品種最好須重複一二次，以觀察品種大田生長之情形，並藉此與農家作比較，繁殖區每區之大小殊難預定，須視個人之情形與種子之多寡而自行決定之。



大豆純種繁殖區

8. 大田繁殖——上年繁殖區之一二系，若無特殊之優點時，可擇其最優者繁殖之，若各有優點時，可同時繁殖，按其需要推廣之，品系決定推廣後，可在本場附近之地推廣之，同時可在距離較遠之處，擇定地點作地域試驗，證明是否應於該地推廣，以定推廣之範圍。

9. 新品種之推廣——大豆對於環境之感應異常敏銳，其推廣範圍常較他種作物為小，故新品種之推廣應十分慎重，初次推廣不應離開其原產地過遠，較遠之處若未經地域試驗證明，不宜作大規模之推廣。

III. 大豆雜交育種法——大豆之花頗為嬌小，人工雜交甚為不易，吳得渥斯云雜交最適宜之時期為下午三時至七時，其工作亦分為去雄

與授粉二步，此二層工作可同時舉行，無須第一日去雄，第二日加粉，雜交最難之工作即為去雄，因大豆花小，易於傷及花之要部，若有雙眼放大鏡，戴於眼上，可使工作易成功，去雄之法為以左手執花，以右手執鉗，鉗去花瓣使花內之雌雄蕊畢露，將其十個雄蕊全數鉗去，去雄後自欲交配之父本上，擇新開之花，去其花瓣察其花粉之良否，若其花好時，可將其花摘下，以鉗挾之在已去雄之花上輕擦，然後以一豆葉裹之，以針釘之，再挂小紙牌，俟其成熟後收藏，以備試驗，大豆雜交後處理之法，與處理其他自花受粉作物相同，普通所用之法有二：

1. 自然淘汰法——此法又名混種法，又名斯曼老夫 (Svalöf) 法，亦名無記錄法，其法為自 F_2 代起，其種子混合種植，繼續六代至十代之後，自其中選擇優良之植株，種植單株行試驗，分離純系，然後再按純系試驗比較方法之步驟進行育種。

此法之優點有二：(1) 育種家所費之時間省，無須有詳細之記載，祇將各雜交當為一種，任其自然淘汰。(2) 雜種可分至不同之處種植，於各不同之環境下，利用其不同之組合，育成適合不同環境之品種，故其法頗為實際育種家所樂用。

2. 純系選擇法——雜交後代，每代分別種植，數代之後，選擇單株作株行試驗，若株行內之各系業已固定，即可按純系選擇比較試驗之步驟進行試驗，若株行內仍有分離者，仍須繼續選擇以固定之。

此法為研究遺傳者所樂用，較之第一法為稍繁，以其每代須有記載與分別種植也。但所費之時間較短，其最大缺點為易於棄去多質因子之結合，因多質因子之固定，所需之時間較長，用此法常有棄去多質因子

之結合體，

大豆爲自花受粉作物，按各學者如魏子(Wentz)，司徒登(Steward)與魏渠(Veatch)等之研究，大豆雜交後有雜交優越之表現，雜交優越之事實，於玉蜀黍中最爲顯著，但此雜交優越於 F_1 表示最著，以後即漸歸消失，其原因是因優越因子之連繫關係，不能將所有之優良因子，合併於一個體，按諸學者之經驗，若欲固定一雜交優越之個體，殊不可能，但固定一大豆比較優越之個體，似屬可能，因玉蜀黍祇有十對染色體，而大豆有二十對染色體，固定一優越大豆當較之玉蜀黍爲易，故大豆雜交育種之希望頗大。

大豆爲天然自花受粉作物，天然變異甚屬有限，更加以大豆之適應環境之能力又小，若祇憑選擇天然變異育種，不久即有供不應求之憾，金陵大學大豆育種即感受此種困難，故不得不以人工引起變異，查人工引變最可靠之法即爲雜交，因雜交不但可重新組合已有之性質，而亦可產生新性質，故將來之育種家，藉重於雜交之處甚多，大豆雜交育種之希望甚大也。

【大豆形性之遺傳】大豆在育種界爲比較幼稚之作物，近年來各國對於大豆頗多注意，故關於大豆之各種研究結果亦頗不少，大豆形性之遺傳亦有顯著之進步，茲將大豆主要性質之遺傳，擇要列如下表。以便檢閱：

第四十一表——大豆形性之遺傳

形 性	研 究 者	F ₁ 性 質	F ₂ 比 例
黃子葉對綠子葉	Piper 與 Morse 1909	黃	1黃:1綠:2混色
	Piper 與 Morse 1909	黃	15:1
	Woodworth 1921	黃	15:1
	Terao 1918	母 性	
	Owen 1927	母 性	
黑粒對棕粒	Woodworth 1921	黑	3:1
綠粒對黃粒	Woodworth 1921	綠	3:1
黑臍對棕臍	Nagai 1921	黑	9:7
	Woodworth 1921	黑	9:7
	Owen 1928	黑	9:7
棕臍對棕臍	Woodworth 1932	黑	9黑:6棕:1無色
紫花對白花	Woodworth 1932	紫	3:1
	Takahashi 與 Fukuyama 1919	紫	9紫:3紅:4白
棕毛對灰毛	Woodworth 1921	棕	3:1
寬葉對狹葉	Takahashi 與 Fukuyama	中 間	1寬:2中:1狹
	Woodworth 1932	中 間	3:1
高株對矮株	Woodworth 1923	高	3:1
黑莢對淡莢	Woodworth 19.3	黑	3:1

參 考 書——VII

Odland, T. E. & Garber, R. J. — Size of Plot and Number of Replication in Field Experiments in Soybeans.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. Vol. 20, No. 2, 1928.

- Piper, C. V. & Morse, W. J. — The Soybean Mc Graw Hill Co. N. Y., 1923.
- Woodworth, C. M. — Genetics and breeding in the Improvement of Soybean.
Illinois Exp. Sta. Bull, 384, 1932.
- 王 綬——改良大豆的方法
農礦部農民十四號,十八年十一月。
- 王 綬——用選擇法改良大豆
金陵大學農林新報,第十一年,第二十六期,廿三年十月一日。
- 王 綬——金陵大學改良大豆之成績
金陵大學農學院叢刊第十八號,廿三年五月。
- 王 綬——大豆與中國之關係及金陵大學改良大豆之成績
農林新報,第十一年第三期,二十三年一月二十一日。
- 王 綬——大豆試驗田間技術之研究
金大學生會農林彙刊第四期,廿二年。
- 王 綬——行之長短重複次數之多寡標準行之排列於南京環境之下對於大豆試驗結果之影響
中華農學會報,廿三年。

第八章

粟類作物之育種法

【引言】 粟 (Millets) 俗名曰小米又名穀子，我國主要食用作物之一，在我國主要食用作物中佔第四位，在世界上之分佈亦廣，據外人之估計，全世界之人類以粟為食糧者，佔全人口三分之一，而尤以東亞民族為最著，我國北部人民多食用之，其栽培面積亦極廣，在我國有五千年之歷史，粟為抗旱作物，我國旱農區極廣，故將來用作旱農作物之希望亦極大。

粟之種類頗多，要之可分為四大類茲分述如下：

1. 狐尾穀 (Fox tail millet)——狐尾穀為粟類中栽培最多者，其學名為 *Setaria italica* 為一年生禾本科作物，其高約二尺至四尺，穗形筒狀，粒着密接，子粒之顏色不一，由灰白色而至黑色，穗之形穰亦不一，若按其生長期之長短，可分為大穀與小穀二種，小穀之生長期常較大穀為短，可用作補助作物，若遇春旱播種延遲時，常用以代大穀，但其產量較小，故非至必要時，多不採用。

2. 黍子 (Proso millet)——黍子之學名為 *Panicum miliaceum* 與狐尾穀大不同之處，在於穗之形狀，穗形繖狀與燕麥穗相似，北方人

民恆用作帚，故又名帚用粟(Broom-corn millet)，其莖粗糙，不宜於飼養之用，其米帶黏性者多，故宜於作糕團之用，生長期常較狐尾穀為短。

3. 稗子穀 (Japanese barnyard millet)——稗子穀之學名為 *Echinochloa frumentacea*。俗名曰東穀，在北方亦有種植者，其種形與野稗子相似，故曰稗子穀，穗直立，米似較普通狐尾穀為小，品質亦甚佳，常用以煮粥，穎色棕或褐，用以磨粉者頗少，栽培面積亦較小。

4. 貓尾穀 (Pearl millet 或 Egyptian millet)——貓尾穀之學名為 *Pennisetum glaucum*。其穗狀與毛臘相似，為細長之圓筒，我國絕少栽培，殊無經濟價值。

粟之種類甚多，主要者略如上述，就中以狐尾穀為最重要，我國栽培者概屬此種，黍子次之，稗子穀又次之，貓尾穀極少，故無經濟之價值。

【改良粟作之目的】 改良粟作之目的，與改良他作物之目的相同，其目的不外三種：(1)增加產量——使每畝之產量增加，增加農民之收入。(2)改進品質——使品種適合需要，利於應用，與(3)增進抵抗不良環境之能力——使作物可安全收穫，等是也，小米為主要食用作物，而其品質之優劣又懸殊，故改良粟作時對於品質之優良，應特為注意，米質宜甜柔而適口，米用粟較之粉用粟更宜注意，蓋因產量雖豐，若品質不佳亦終被棄，改良品種時，對於品質之改進應特為注意。

【粟作自花受粉之機會】 粟之花葯於未破裂之前即伸出穎外，雌蕊亦伸出，其異花受粉之機會似應較高，但實地觀察，其異花受粉之多寡尚屬疑問，異花受粉之多寡大約以品種氣候與其他之環境而異，粟

作異花受粉之多寡，按李先聞教授於河南開封之環境下，二品種相近種植距離一尺時，其異花受粉之百分數約為 5.60 ± 2.10 ，但據馬君立炎在南宿州幼苗顏色試驗結果，於 10000 綠苗中祇發現紅色幼苗六株，又據日本人 Takahashi 與 Hoshino 以狐尾穀幼苗顏色之觀察，其天然異花受粉約為百分之 0.59，但其天然異交之多寡以品種而異，其差異由 0.09% 至 1.09%，又於伊等距離試驗中，以有色種與無色種混合種植，其天然雜交之百分，最高有 2.26% 者。

關於粟作天然異花受粉百分之大小，現在尙屬疑問，尙待繼續研究，但以現在各方之觀察，粟作天然異交之百分數並不甚高。

【粟作人工自交之影響】 粟作天然異花受粉之百分率之大小，現尙爲未決之問題，但據多數學者之意見，粟作天然異花受粉之機會，似較天然自花受粉作物爲高，完全引用天然自花受粉作物之育種方法，似不妥當，人工自交之手續似不可免，人工自交對於植株之生長能力與產量之影響，應加以研究，若人工自交無影響，則粟之育種即可引用天然自花受粉作物之育種方法，蓋因其人工自交之手續簡單，而每一穗上之子粒又多，以少量之人工，可獲得多量之種子，關於粟作人工自交之影響，聞亦有數處正在進行研究之時期，而結果尙未至發表時期，不便下一肯定之結論，但就各方之觀察，人工自交似無影響，若爲事實，則粟作育種即可按天然自交受粉作物之方法進行，每年祇須於每系內自交數穗作種子，按照普通天然自花受粉作物進行試驗可也。

【改良粟作之方法】 改良粟作之方法，亦不外選擇與交配二種茲分述之如次：

I. 純系選擇法——粟作天然異花受粉之機會雖略高，但其人工自交無顯著之影響，更加以穗上之子粒甚多，利用人工自交保持品種之純潔，事實上無極大之困難，故可應用純系選擇育種方法以改良粟作之品種，純系育種之步驟如下：

(1) 選擇單穗——當粟作成熟後未收穫之前，赴各處農田內，選擇各式單穗，妥為保存，選擇之數目，須在數千以上，選擇後各按其形態與種類略事分類，分別脫粒，分置於小紙袋內，以備播種。



收 穫 小 米 試 驗 行

(2) 穗行試驗——穗行試驗之行長為五尺，行間距離一尺，每行之播種量以各處之土質與環境而異，普通每行播一二克，但在北方各地螻蛄為害，播種量常須增加，俟苗出土二三寸高可行間拔，每二寸或三寸遠留一苗，苗間距離須按各地之環境酌定之，每第十行種標準行，俟秀穗後五日內選擇優良各行，於其行內選二三優良穗，以大小適中之紙袋套之令其自交，（若經試驗證明異交之機會小時，亦可不必作人工自交）成熟後按其生長情形與穗之形況，採取自交穗，留作

以後試驗之用，選擇穗行時，須注意「白鬚」病與黑粒子病，當選各種，自植株之第一節折斷，妥為捆束，拴以紙牌書名行數，掛於懸挂室內，俟乾後脫粒，以備下年試驗。

(3) 二行試驗——將上年自穗行試驗區內選留各系，每系種一行，重複一次，每系共計二行，每第五行為標準行，行長十二市尺，行距一尺，每行之播種量以各處之情形而定，若無螻蛄害時，每行播種二三克可也，但螻蛄害烈時，雖播種七八克之多，亦常有缺苗之危險，多播種子以防損害，殊為不應當之事，蓋因其有礙植株之發育，與間拔之工作也。應加以防治之法，據常得仁在定縣研究之結果，種子拌以砒霜可減少螻蛄害，苗出土後二三寸高即可間拔，每二三寸遠留一苗，

試驗區中耕除草以及管理方法如常，若需要人工自交時，每系尚須自交若干穗，成熟後各行分別收穫，定其產量，定產量可須脫粒，秤其全穗之重量可也，因全穗之重量與子粒之重量有極大之關係也，據常得仁二十三年十一月在作物改良會之報告，子粒與全穗之相關係數如下表：

第四十二表

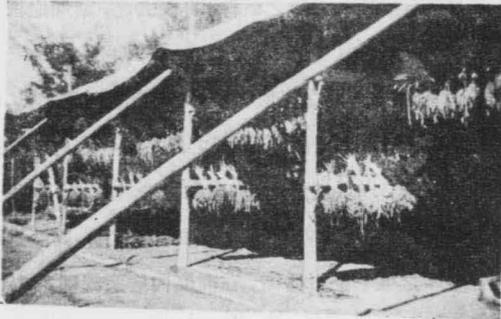
乾後脫粒之淨穀與乾濕不同之連柄與去柄之全穗重量之相關

試驗材料	行數	秤時穗之情形	相關係數	P
I. 唐縣黃穀	38	連柄，採後即秤	.985	< .01
唐縣黃穀	38	連柄，乾後秤	.983	< .01
唐縣黃穀	38	去柄，乾後秤	.987	< .01
II. 小穀	100	連柄，乾後秤	.927	< .01
小穀	100	去柄，乾後秤	.925	< .01

註：連柄為穗柄未去，去柄為穗柄完全切去只留着粒之穗。

據上第四十二表可知脫粒與不脫粒之相關係數甚高，品系之產量之比較價值不變，不脫粒既省人工又可免混雜之危險，殊一舉兩得也。若有人工自交穗，祇須將自交穗脫粒，以備播種，餘則棄去，產量之計算方法，可依照第二章內所述之法計算之，茲不贅述，選擇較良好之各系，留作下年試驗之用。

(4)五行試驗——將上年選留各系，每系種一行，重複四次，共計五行，田間管理方法以及其他之手續仍與上年相同，產量之計算方法，可參看第二章內所述之五行試驗之計算方法，優良各系留作下年試驗之用。



試驗小米收穫後貯藏

(5)十行試驗——將上年選留各系，每系種一行，重複九次，共計十行，一切手續仍與上年相同，產量計算法可參看第二章內所述之十行試驗之計算法，優良各系留作下年試驗之用。

(6)高級試驗——將上年選留各系，每系連種三行為一區，重複九次，每三區為標準區，試驗手續仍與上年相同，區間距離亦為一尺，

本試驗內之品系數較少，可用脫粒方法定其產量，計算產量方法，可參看第二章高級試驗計算法，本試驗之結果，再參考過去試驗之結果，決選最優者一二系以便繁殖。

(7)繁殖區——依照上述之試驗步驟，最優良之一二系，與農家之品系作大區之比較，繁殖區試驗方式未定，須按個人之情形酌定之，繁殖區之目的有二，一為繁殖純系之種子以備大田繁殖，二為以純系與本地農家品種作實地之觀察，若純系確較農家種優良時，即可大田繁殖。

(8)大田繁殖——將最後決選之優良品系，種於普通田內繁殖其種子，區內若遇有變種或受病之植株，須拔去之，繁殖之種子以備推廣之用。

II. 雜交育種法——粟之花形極小，人工交配極為不易，現尙未有美善方法，雜交多利用天然雜交，以不同之品系種一起，當開花時，以二不同穗以線束在一起，以紙袋套之，時搖動之令其雜交，利用天然雜交法求得雜種，然後按照第三章內所述之方法進行試驗，其法為將業經施行雜交之隱性親本之種子全數播種，在其區內檢選雜種，種植之，利用第三章內所述之有系統或無系統方法，固定雜種，然後選擇已固定之各系，按照上述之純系育種方法之步驟，進行試驗，較良之系即可利用推廣。

參 考 書——VIII

李先聞——粟作育種方法之研究

河南大學農學院叢刊之二，二十三年二月。

沈壽銓——粟作空白試驗報告

金陵大學燕京試驗場報告，1934.

常得仁——粟作脫粒與不脫粒之研究

作物改良會報告（油印），1934.

宗正雄——育種學講義

後編第五與第六兩章

郝欽銘——粟作空白試驗（尚未發表）

Takahashi, N. & Hoshino, T. —— Natural Crossing in *Setaria Italica* (Bearw)

Proc. Crop Sci. Japan 6:3-19, 1934.

第九章

蘆粟育種法

【引言】蘆粟 (*Andropogon sorghum*) 我國俗名曰高粱，實則高粱僅蘆粟之一種，爲世界栽培作物中最古之一，西曆紀元前 2200 年之前，非洲印度埃及以及亞細亞之東部卽有栽培，按其分佈之情形推測，大約爲非洲之原產物，按斯坦夫(Stapf)之考查，亞洲東部之原產，則祇有高粱 (*S. nervosum*) 一種，蘆粟需要乾燥之氣候，熱帶亞熱帶與溫帶之乾燥地帶均有栽培，我國北部諸省栽培頗甚，在我國食用作物中佔第三位置，爲人畜之主要食物，又爲釀造業之基本原料，其稈可充燃料，又可製席編籃，作籬笆等用，於我國農業上頗佔重要位置。

【分類】蘆粟按其用途可分爲四大類：(1) 粒用蘆粟。(2) 糖用蘆粟。(3) 帚用蘆粟，與 (4) 蔴用蘆粟。我國所栽培者，大都屬於第一類，第一類可分爲數類高粱爲其中之一種，粒用蘆粟可分爲下述數類：

1. Kaffir (*S. caffrorum* Beauv.)——稈粗葉寬 (40至75 Cm.)，稈略帶糖質，穗作圓筒形，無芒，包括有六種普通栽培品種，如 Black hull, white, Red, Pink, Dawn (Dwarf black hull) 與 Sunrise (Early black hull) 等六種，爲南非洲之原產。

2. Milo (*S. cernuum* Host.)——稈無糖分，穗緊(10至25生的長)，小穗橢圓形，有芒，穎色棕色或黑色，粒稍扁平，包括有四種普通品種，如 Yellow standard, Yellow dwarf, White standard 與 white dwarf 等，為非洲西北部之原產。

3. Durra (*S. durro* Batt & Trib)——稈無糖質，穗緊，長約10至25生的，穎灰色或淡綠色，有芒或無芒，粒扁平，包括兩種普通品種即 White 與 Brown 二種。

4. Shallu (*S. roxburghii* Stapf)——稈無糖質，穗鬆，長約25至40生的，穗形圓錐，穗之小枝下垂，為西印度之原產。

5. Feterita (*S. candidum* Stapf)——稈含糖分頗多，穗鬆，包括三種普通品種，如 Standard, dwarf 與 Spur. 等。

6. Kaoliang (*S. nervosum* Bess.)——稈無糖質，穗鬆，長約40至70生的，穗狀蛋形，或為緊穗，長約10至25生的，形狀橢圓，中國之品種甚多，為中國之原產。

我國普通所栽種者概皆屬於第六類，緊穗與鬆穗均有，山東小高粱為緊穗種，其穗甚緊，稈亦低，大黑漢為一鬆穗種，其枝嫩，幾與帶用種相同，此為兩種極端之代表種，介乎此二種間之種亦甚多，粒色由深紅色至白色均有，亦有略帶黏性者，可作糕餅，惟產量不豐，故栽培者頗少，栽培極多者為紅高粱，白高粱似較紅高粱為佳，惟栽培者尚少，或因產量較低之故，亦未可知。

【異花受粉之機會】按哈斯(Hayes)與格卜(Garber)二氏，普通作物之分類，將蘆粟列入常異花受粉作物類，開花時柱頭先伸出穎外，

然後繼之以花葯，故其異交之百分常高，其天然異交之機會常以品種與環境而異，關於蘆粟異花受粉之問題，研究者頗不少，茲綜括列如下第四十三表以明之。

第四十三表——蘆粟天然異交之機會

年 代	研 究 者	異 交 百 分	備 考
1910	Ball	50	
1916	Graham	6	緊穗種
	Graham	0.6	緊穗種
1919	Karper & Conner	6.18	
1921	Sieglinger	5.38	
1922	Kathur & Kulkarni	0至11.9	多數2多
1924	Ramanathan	1至35	
1924	Ayyangar	7	S. durra 於灌溉區
1928	Kathur & Chavan	0至12	
1929	Patels	40至50	

由上表可知各研究之結果相差甚大，其原因蓋因環境與品種而異，大約緊穗種較之鬆穗種為少，乾燥之環境似應較之潮溼者為多，又由上表之記載，大多數之結果在5至10%之左右。

【自交之影響】 蘆粟雖為常異交作物，但經人工自交後，其粒之產量與植株之生長能力等，均不因之而減，康納與克樸(Conner & Karper) 二氏以黑殼 Kaffir 自交六七代之結果，粒之產量與植株之生長力，並不因自交而減少，伊等曾於自交第二代分離不同之純系，而各系之差異甚大，此即表示自交可以固定個性，並分離同質形態，又按沈宗瀚之報告。金陵大學曾於南京以三十八種高粱，自交五代之久，對於粒之產量，

植株高度，成熟期，每株之穗數以及全穗之子粒之百分等性，均無顯著之影響，惟曾於品種人工自交之過程中，分離出若干不同之純系，此等純系之性質各不相同，產量能力亦有顯著之差異，按此試驗之結果，與康納氏之結果甚相吻合，又按賴丁(Leidigh 1911)氏云，蘆粟人工自交二代之種子其發芽力與生長力等均特別健旺，其後代又純潔一致，此又可證明蘆粟人工自交無影響也。

蘆粟自交之工作頗為簡單，其法即與穗秀後而尚未開花之前，以五十磅之包皮紙袋套之即得。

蘆粟人工自交無影響之事實，業經學者證明，但兩種不同之種交配，雜交後則有雜交優越之表現，按康納與克樸(Conner & Karper 1927)二氏之報告，Milo 與 Feterita 二種交配，其第一代與第二代均有顯著之優越，於二不同種之交配中其第一代植株之高度，比其高親增加 66%，第二代為 40%，又按二氏之報告，同類中不同品種交配如白色 Milo 與黃色 Milo 交配或白色 Kaffir 與紅色 Kaffir 交配，結果無雜交優越之表現，萃林格(Sieglinger 1932) 氏以 Western dwarf broom corn 與 Whisk dwarf broom corn 交配，其第一代與第二代之後代高度亦較之其高親為高，此種現象與玉蜀黍自交純系交配之結果相同，可惜高粱之人工雜交不易，不能利用與玉蜀黍相似之法以改良品種。

【選擇育種法】 蘆粟雖為常異花受粉作物，育種方法亦可採用與天然自交作物之法，而略加變更，關於蘆粟之育種方法，尚缺少標準方法，其法亦不外二種：(1)選擇方法，(2)雜交方法。據現在蘆粟育種之成績觀之，改良品種大概都為選擇之結果，例如 Dwarf milo 與 Dwarf

Kaffir 等品種均為選擇之結果，又據魏拉得與發來雅 (Willard & Failyen) 二氏曾以選擇增加蘆粟糖粉由 12.62 至 16.10%，又據丁爾曼 (Dillman 1916) 報告伊曾於一品種名為 Minnesota Amber 中，選得早熟抗旱之新種，可知選擇之功效也。

按金陵大學數年來之經驗，高粱純系選擇方法，沈宗瀚曾於中華農學會報第一百十四期中詳為報告，茲根據沈氏之報告，將其程序略述如下：

1. 選擇單穗——當高粱成熟之後未收穫之前，赴各處之農田中，選擇單穗，選擇方法與選擇自花受粉作物相同，惟高粱之穗形甚大，在農田內選擇，常被拒於農民，故選擇時無須採取全穗，一則可免農民之反對，二則可免運輸之煩，選擇之穗可分別納於紙袋或布袋內，妥為收藏以備應用，第一次選擇之數宜多，但高粱所需之面積較大，事實上不能過多，大約普通第一次選擇之個數宜在二千以上。



播種高粱試驗

2. 穗行試驗——將各處選來之穗，每穗種一行，名曰穗行試驗，其行長三十尺，行距二尺或二尺四寸，可按各處之習慣與情形酌量之，株間距離一尺，每行之播種量為十克至十五克，可斟酌當地情形而定之，例如南京少螻蛄等患，種子可少至五克，北平螻蛄猖獗，種子量竟需二十四克之多，每第五行為標準行，播種方法條播與點播均可，條播似較點播為佳，苗出後須行間拔，若可能時，間拔須行兩次，第一次留苗可多，第二次方可作最後之決定，每行須留定數之植株，株距不勻，（按1933年開西卜與魏核 (Kiesselbach & Wichidg) 之報告玉蜀黍植株之數目相同，株間雖略有不勻，而對產量亦無關係，）而對於產量亦無顯著之關係。

於株行試驗生長期內可隨時至試驗區內觀察。選擇優良之行，每一被選之行內，選能代表該行之穗二個，以五十磅之牛皮紙袋，於未開花之前套之，令其自交，成熟後將被選行內之自交穗收穫，攜至實驗室內考查之，於此二穗之中決選一穗，以供明年試驗之用。

3. 二行試驗——用上年自交穗之種子，每穗種一行，重複一次，每第五行為標準行，行之長度與行間距離等事均與上年相同，於未開花之前，每系自交四穗，以備來年種子之用，成熟後收穫，可將各行之穗，從穗之第一節處剪下，隨時秤其重量，登記於種植計劃表內，登記後，祇將自交穗留下，其餘之穗即可棄之，應用此法可免脫粒之煩，而同時對於品種之比較價值亦無影響，據沈宗瀚之報告，高粱全穗之重量與子粒重量之相關係數極高，即表明祇秤其全穗亦可得各品系之比較價值，茲將其研究之結果，列表於下，以明秤全穗，不致影響品系之比較價值之事實：

第四十四表——高粱全穗重量與子粒重量之相關

地 方	年 代	相 關 係 數
南 京	二 十 年	.987±.001
南 京	二 十 一 年	.984±.001
北 平	二 十 一 年	.948±.004
開 封	二 十 一 年	.968±.003
太 谷	二 十 一 年	.959±.002

產量登記之後，按以前第二章內所述之方法計算其產量，劣者棄去之，優者留之，自四自交穗中選擇二穗，以供下年試驗之用，每穗給以系數，如 1—1, 1—2 為自第一系中選出之二穗。

4. 第二次二行試驗——用上年選留品系之二自交穗，每穗種一行，重複一次，其法仍與上年相同，本年仍須於每系中繼續自交四穗，選留二穗為種子，本年之產量計算法仍與上年相同，選留各系用其自交穗之種子作下年之試驗。

5. 第三次二行試驗——用上年選留之二自交穗，每穗種二行，其法與上年相同，本年仍須自交。

6. 四行試驗——自選留之各系中，選出優良之自交穗一種，每穗種一行重複三次，每系再繼續自交四穗，一切處理之手續仍與過去相同，若於此試驗觀察品系之形態一致時，可將選留之四自交穗之種子混合，種為十行試驗，若形態不一致時，仍須依照本年之法，於每選留系中選自交穗一種，再種四行試驗。

7. 十行試驗——若上年試驗各品系之形態已一致，可將選留各

系之自交四穗之種子混合，種爲十行試驗，其法爲每系種一行，重複九次，行長行距等仍與過去相同，並另種種子區，每系連種三行爲一區，無須重複，開花之前於種子行內，每系自交八穗，以供下年之種子，試驗區內無須自交，成熟後收穫方法與上年相同，產量計算方法可用十行試驗計算法計算之，選留之優良各系，可用種子區內自交穗之混合種子，再重複十行試驗一年，於第二次十行試驗之種子區內再自交八穗，以供下年試驗之用。

8. 高級試驗——十行試驗內選留之各系，以其種子區內自交穗之種子，混合種爲高級試驗，每系連種三行爲一區，重複九次，每第三區爲標準區，並須另種種子區，作自交工作。成熟後，各行分別收穫，將其穗掛於懸掛室內，俟乾燥後脫粒，秤其產量，記於計劃表內，計算其產量，計算方法可用高級試驗計算法或用學生氏對比法亦可(法見第二章內)，每系之平均產量克數乘以 $.2$ 或 $\frac{1}{5}$ (行距二尺用 $.2$ ，行距 2.4 尺則用 $\frac{1}{5}$)，即可得每畝所產之斤數，本試驗若於必要時，可重複一年，不然可參照過去數年試驗結果，以及其他之優良特點，如品質莖幹之強硬，成熟之早晚，以及抗病蟲害之能力等決選一二系繁殖之。

9. 繁殖區——繁殖區須與育種區或普通之高梁田分離以免天然異交之危險，繁殖區可採用農家之普通方法種植之，繁殖區不計產量，每系自交五六十穗以供下年繁殖區之用，其餘之種子可推廣之，或供大田之用。

10 種子推廣——改良品系繁殖後即可推廣，但新品種之推廣，第一二年不可離開試驗場過遠，恐有不適環境之危險，離本場較遠之地，

可種地域試驗，以定該品種推廣之範圍，經試驗證明方可作大規模之推廣。

【高粱純系選擇之結果】 蘆粟之改良品種，大半都為選擇之結果，金陵大學用上述之法亦曾得優美之結果，茲將金陵大學之開封南宿州與嶧縣等三合作試驗場。高粱育種之育種結果以明高粱純系選擇之效，下表為該三合作試驗場育成之最好品種之產量，與超過標準品種之數，（數字為民國十六年至二十一年六年之平均數）。

第四十五表——金陵大學合作試驗場高粱之結果

試驗場	品系號數	六年產量之結果(畝斤計算)		
		平均	超過標準(斤)	超過標準百分
開封	4C2-2-2-1	169.3	45.8	37.1
南宿州	1A7-9C-2A-4D	203.0	52.2	34.6
嶧縣	493-4-4	116.5	50.7	77.7

觀上表可知高粱之純系育種，可以改良品種之產量，按此表所示，改良之產量高過標準種百分之三十以上，亦可知高粱純系育種之功效矣。

【開花時期】 蘆粟秀穗後四五日即開花，開花次序由上而下，每穗之花數約2000至4000，自始開至終了約須八日即可開畢，每日開花之時間以環境而異，頗不一致，常得仁曾將各學者研究之結果綜括列如下表：

第四十六表——蘆粟開花之時間

研 究 者	地 方	開 花 時 間
Ball 1910	Washington, D. C.	早晨
Graham 1916	Nagpur, India	上十一時至下四時
Nafziger 1918	Kansas, U. S. A	夜間
Ramanathan 1924	Belary, India	上一時至下四時
V. nall 1926	Washington, D. C.	早晨
Patels 1929	Gujarat, India	上午
Ayyangar 1931	Coimbatore, India	夜十二時至上十時

【雜交育種法】按康納與克樸(Conner & Karper)二氏之研究報告,二種不同品種交配,其產量與生長能力大為增加,雜交後優良之組合之雜交優越,可保存至其後代,此種事實,給雜交育種一大希望,按樸克(Parker)報告 Wheatland(品種名)為萃林格(Sieglinger)氏在 Woodward 試驗場以 Kaffir × Milo 之結果,此品種之產量頗高,其倒伏性亦小,便於利用收穫機收割,又有一品種名為 Wonder Kaffir 為包沃斯(Bowers)在 Wallace 試驗場選得,此種大約為 Kaffir 與 Feterita 之天然雜交之結果,此品種之抗旱能力頗強,此外以雜交育成之種頗多,可知雜交亦為改良蘆粟之一法也。

蘆粟雜交育種頗為不易,以其花較小不易工作,人工雜交亦可分為二步:(1)去雄——將欲作雜交之母本之花內雄蕊於花粉未成熟之前除去,其法為於穗上選擇一枝,將其上之小而不易結實花摘去,以小鉗將花穎分開去其花藥,去雄後以透光紙袋套之,繫以紙牌,此小枝若必要時須以繩掛於主幹上以免折斷。(2)加粉——去雄後約四十八小時即可

加粉，其法為（按 Vinall 1926）以六寸寬八寸長之玻板一塊，以先期套袋之雄本穗，在此玻板上輕擊，使其花粉落於玻板上，以一小刀刮起置於玻盃內，以鉗取花粉送入已去雄之花內即得，加粉完畢後套紙袋，俟其成熟後收藏之，以備試驗之用。

蘆粟雜交最困難之工作即為去雄，司第芬與闊尼巴（Stephens & Quenby 1933）倡一「蘆粟綜去雄法」，其法是利用高溫殺死花粉，其法之成功尚待證明，若能發明一較易去雄法，則蘆粟育種，即可免去大半之困難，雜交育種亦可作普遍之應用。

雜交後處理之方法，可用與處理自花受粉作物雜種法，惟每代須加以人工自交以保存品系之純潔，關於雜交後處理之法，可參看前第三章內所述之法，其法有二：(1)有記錄法(2)無記錄法。

【主要性質之遺傳】關於蘆粟門得爾單性遺傳，研究者甚多，茲將其緊要列如下表（大部根據常得仁康奈爾畢業論文）：

第四十七表——蘆粟主要性質之遺傳

性 質	研 究 者	顯 性	F ₂ 比 例
子粒顏色：			
紅對黃	Graham 1916	紅	3:1
紅對白	Graham 1916	紅	3:1
黃對白	Graham 1916	紅	9紅:3黃:4白
紅棕對白	Vinall 1921	紅 棕	3:1
殼之性質：			
紅對黑	Vinall 1921	紅	3:1
寬對狹	Vinall 1921	寬	3:1
長對短	Graham 1916	短	3:1

糙對光	Ramanathan 1924	糙	3:1
有毛對無毛	Ramanathan 1924	有毛	3:1
芒之有無:			
有芒對無芒	Vinall & Crou 1921	無芒	3:1
	Sieglinger 1933	無芒	3:1
穗之性質:			
緊對鬆	Ramanathan 1924	鬆	3:1
莖幹之性質:			
有糖對無糖	Hilson 1931	無糖	3:1
有汁對無汁	Swanson 1931	無汁	3:1
高對矮	Sieglinger 1932	高	3:1

參 考 書——IX

Ayyangar, G. N. Rangaswami—Inheritance of Characters in Sorghum.

India Jour. of Agri. Sci. Vol III Pt. IV, 1933.

Conner, A. B. & Karper, R. E.—Hybrid Vigor in Sorghum.

Texas Agri. Eap. Sta. Bull. 359, 1927.

Dillman, A. C.—Breeding Millet & Sorgo for Drought Adaptation.

V. S. D. A. Bull. 291, 1916.

Karper, R. E. & Conner, A. B.—Natural Cross-pollination in Milo.

- Jour. of Amer. Soc. of Agro. 11: 257-259, 1919.
- Sieglinger, J. B.—Cross Pollination of Milo in Adjoining Rows.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 13: 280-282, 1921.
- Sieglinger, J. B. — Seed Selection in Sunsrice Kafer.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 24: 411-416, 1932.
- Sieglinger, J. B. — Seed Color Inheritance in Certain Grain Sorghum Crosses.
Jour. of Agri. Res. 27: 52-64, 1924.
- Sieglinger, J. B. — Inheritance of Height in Broomcorn.
Jour. of Agri. Res. 44: 13-20, 1932.
- Sieglinger, J. B. — Inheritance of Seed Color in Cross of Brown Seeded and White Seeded Sorghum.
Jour. of Agri. Res. 47: 663-667, 1933.
- Stephens, H. N. & Quinby, J. — Bulk Emasculation of Sorghum Flower.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 25: 233-234, 1933.
- Stephens, J. C. & Quinsby, J. R.—Anthesis, Pollination and Fertilization in Sorghum.
Jour. of Agri. Res. 49: 123-136, 1934.
- Stephens, J. C. & Vinal, H. Y.—Experimental Methods and the Probable Error in Field Experiments with

- Sorghum. *Jour. of Agri. Res.* 37: 629-646, 1928.
- Swanson, A. F.—Variability of Grain Sorghum Yield as Influenced by Size, Shape & number of Plats.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. Val. 22, No. 10. 1930.
- Reed, G. M.—A New Method of Production and detecting Sorghum Hybrids.
Jour. of Heredity 21: 133-144, 1930.
- Vinall, H. N. & Cron, A. B. — Improvement of Sorghum by hybridization.
Jour. of Heredity 12: 435-443, 1921.
- Vinall, H. N.—A Method of Crossing Sorghum.
Jour. of Heredity 17: 296-298, 1926.
- 沈宗瀚——高粱育種法
中華農學會報, 第 114 期, 二十二年。
- 常得仁——高粱遺傳與育種
康奈爾大學畢業論文, 1933.

第十章

棉作育種法

【棉作育種之目的】 棉爲紡織業之主要原料，改良棉不但以增加每畝之產量爲目的，而於纖維之品質亦應注意，改良棉作之目的故有二端：(1)增加每畝之纖維產量，使每畝淨花衣之產量增高，(2)改良纖維之品質，使適於紡織之需要。

改良棉作之問題頗形複雜，棉作育種家不但有上述之增加產量與改進品質等等問題，而尙有適應需要之問題，蓋因棉作之用途不一，不同之用途須要不同之材料以適應之，故棉作育種之問題，較之任何作物爲繁難，棉作育種家究不知其理想之佳種爲何，改良棉作應以何爲其目的，此爲改良他種作物未有之困難問題，但此困難問題，大有不決而自決之趨勢，蓋因各種不同之品質，與其特種之植株形態有關，而此特別之形態又與其環境有關，故棉作育種家祇究其環境之下，育成其特別之品質，以供給而發展其特種事業，似較之茫無頭緒，而與其環境背道而馳，易於收效也。棉作育種之目的，端賴育種家酌量其所處情況，而釐定其育種應取之方針與目的，努力向一定方向進行，避難就易，庶可收事半功倍之效，不然棉作育種之困難問題實多，育種家最易趨於迷途，而

有無所適從之感，棉作育種之問題雖千頭萬緒，獨賴主其事者妥為釐定之，此為棉作育種家應注意之事也。

【棉作異交之機會】 棉作普通列入於常異花受粉作物類，其天然異交之機會，言人人殊，蓋因品種與環境之不同而異也。棉花為蟲媒花，該地蜜蜂之多寡，與其天然異交之多寡有關，按李克 (Leake 1911) 之報告，棉花於印度環境之下，其天然異交之機會約為 5%，魏本 (Webber) 氏之報告，棉花於美國之東南部，其天然異交之機會約為 5% 至 10%，包爾斯 (Balls) 以埃及棉試驗之結果，其天然異交之機會約為 6% 至 10%，克爾奈 (Kearney 1923) 氏之報告，若以二品種相鄰種植，其異交之機會常少，異花受粉高過於 20% 者極少，伊又云陸地棉異交之機會較之埃及棉為多，雙特 (Tronght 1930) 以紅葉棉與普通綠葉棉相間種植，其異交之機會，以二種相距之遠近成反比例，相距二米時，其異交之機會為 .87%，而相距二十二米時，其異交之機會為 .10%，包樂尼 (Brown 1927) 種四株綠葉種於紅葉種之田內，其異交百分率竟達 66%，馮肇傳於南京試驗之結果，其異交百分亦甚高，為 50%，浙江餘姚棉場之結果僅為 .2% 至 .5%。

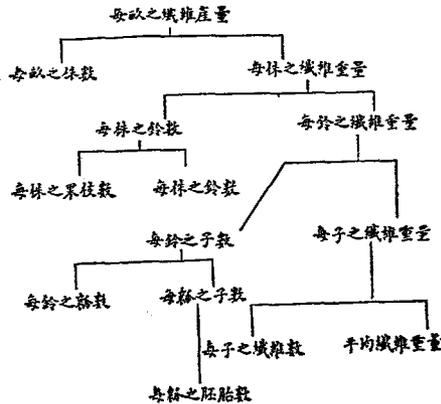
由上各人之試驗結果觀之，棉花異交之機會大約為 5% 至 10%，因為棉花異交之機會較之天然自花受粉作物為大，棉花育種須注意異交混雜之事實，故棉花育種之程序，較為繁難，但其普通原則，仍與自花受粉作物育種法相似。

【棉作人工自交之影響】 棉花既為常異花受粉作物，對於人工自交之影響若何，實為實地育種之問題，應加以研究，按美國之克爾奈

(Kearney) 以片馬 (Pima) 棉自交七代之後，而對於其鮮花之數目，棉桃之多寡與大小，以及種子之大小與纖維之長度等性，均無改變，李克 (Leake) 氏亦云棉花人工自交對於產量亦無顯著之影響，包樂尼 (Brown) 氏之結果，棉花人工自交三代之後，對於棉株之強弱似有影響，瓦爾子 (Wilds) 於美國南加州之環境下，自交九代之結果毫無影響，魏尼特 (Winter) 氏於北加州環境下自交之結果，反較不自交為佳，魏雅 (Ware) 氏之自交結果亦證明毫不影響產量，查爾子 (Childs) 亦有同樣之結果，金陵大學於南京環境之下，亦證明無顯著之影響。

綜上所述，可知棉花人工自交對於植株之生長力與產量，似無影響，即或有之，亦甚輕微，誠如是也，則棉花育種方法，當可採用自花受粉作育種方法，加以人工自交保存純系。

【棉之形性與產量之關係】 棉花之纖維產量，為一複雜之性質，哈蘭德 (Harland 1929) 氏，曾以纖維之產量，分為下述之各因子：



又格雷非李庚與卜蘭納 (Griffie, Ligon 與 Brannon 1929)等三氏曾以棉株之特性與子花之產量作相關之研究，伊等之試驗共經過二年，茲將其結果列如下表，以明棉作形性與產量之關係：

第四十八表——棉作各形性與其子花產量之關係

子花產量與：	相 關 係 數 (r)	
	1926	1927
節之長度	-.573±.104	
最大葉之面積	-.379±.133	-.7493±.0698
葉枝數	-.458±.122	
纖維長度	-.465±.121	
纖維百分率	.522±.113	
纖維產量	.864±.039	
第一花開期		-.5481±.1112
成熟期		-.8496±.0441
植株之高度		-.5664±.1080
第一花開後十八日內之花苞數		.6652±.0687
第一花開後十八日內之花數		.8792±.0361

1926 六形性與子花產量之多元相關為 .9421 ± .0174，若除去纖維產量後多元相關為 .7661 ± .0639，1927年所研究之六形性與子花產量之多元相關為 .9565 ± .0134，若將成熟期與植株高度二性除去，則其多元相關為 .9423 ± .0179。

上述之試驗，均取材於品種試驗，故其結果可以代表陸地棉之情形，自此試驗結果觀之，可知上述之各種形性，均與子花之產量有密切之關係。

又格雷非等以施創曼 (Stroman) 氏十四品種之數字記載,重新計算其各形性之關係如下表:

第四十九表——棉作形性之相關

	子花產量	花衣百分	纖維長度	棉鈴重量
花衣百分	-.0331±.1174			
纖維長度	-.0651±.0836	-.4289±.0326		
棉鈴重量	.3279±.0372	.5415±.0290	-.2992±.0390	
棉鈴綜數	.5898±.0277	-.4648±.0313	.1901±.0488	-.5663±.0283
五瓢鈴%	.5337±.0292	.3831±.0345	-.4714±.0330	.6268±.0269
四瓢鈴%	-.5345±.0292	.3825±.0345	.4171±.0330	-.6234±.0269
纖維產量	.9015±.0225	.3852±.0344	-.2715±.0404	.4710±.0311

纖維長度與棉鈴綜數與四瓢之百分數均為正相關,此即表示長絨棉其鈴則較小。

杜尼蘭偉 (Dunlavy 1923) 亦曾以 167 單株選擇作相關之研究,其結果如下表:

第五十表——棉形性之相關

相 關 形 性	相 關 係 數 (r)
花衣指數與子重	.70±.02
鈴大小與子重	.66±.03
鈴之大小與五瓢鈴之百分	.53±.03
子重與花衣百分	-.53±.04
鈴之大小與花衣指數	.48±.05
花衣百分與纖維長度	-.44±.04
子重與纖維長度	.43±.04
鈴之大小與花衣百分	-.39±.05

杜氏之研究是根據於一個品種，其相關性不盡為遺傳所致，而生理之相關，亦在其內，故其結果不能認為可代表其他之一切品種。

奧克萊與哈爾 (O'Kelly & Hull 1933) 亦曾以三種棉花 (Trice, Miller, Lone star) 之產量花衣百分與纖維長度等性研究親代性質與後代性質之關係，伊等所研究之時間頗久(1925—1930)，據其試驗之結果，可作以下之結論：

1. 親本之產量與後代之產量無顯著之相關，故準確而適當之後代試驗，為測驗新品種必要之法。
2. 親本之產量與後代之花衣百分率無顯著之相關。
3. 親本之產量與後代之纖維長度，略顯負相關，但亦不甚顯著。
4. 親代之花衣百分率與後代之產量，略顯正相關，與後代之纖維長度略顯負相關。
5. 親代之花衣百分率與後代之花衣百分率為顯著之正相關。
6. 親代之纖維長度與後代之產量為負相關，與後代之花衣百分為較強之負相關。
7. 親代之纖維長度與後代之纖維長度，為顯著之正相關。
8. 選擇時按照親本之花衣百分與纖維之長度可棄去花衣百分低與纖維短等不良品系，但以此二性亦不能斷定後代之產量。
9. 棉花之生產能力應以後代試驗測定之。

【棉之分類】 棉之品種甚多，因屬之界線不清，故分類亦甚難，迄無圓滿之分類，普通栽培之棉，概可分為新世界與舊世界兩大類，其主要之差異在於染色體數之不同，新世界棉有二十六對染色體，舊世界棉

則祇有十三對染色體，具有二十六對染色體者，其植株葉花以及棉鈴等部，均較之具有十三對染色體者為大，其纖維亦較長，其原因或因染色體之倍數增加也。栽培棉之分類如下：

I. 新世界棉——具有二十六對染色體。

1. *Gossypium hirsutum* Linn.—Upland type. 包括所有之陸地棉。

2. *Gossypium purpureans* Poir.—Bourbon type. 包括樹棉。

3. *Gossypium barbadense* Linn.—Peruvian type. 包括海島棉與埃及棉。

4. *Gossypium tomentosum* Nutt.—Monopodial type. 包括紅絨棉（夏威夷島）。

5. *Gossypium tailense* Parl.—Monopodial type. 與第二類相似（Fiji Island etc.）

II. 舊世界棉——具有十三對染色體。

1. *Gossypium arboreum* Linn.—分佈於印度羅馬以及中國之南部。

2. *Gossypium herbaceum* Linn.—分佈於印度之西北部，土耳其與歐洲之東南部等處。

栽培之棉可分為上述之二大類，此外尚有野生棉不在其內，二類之主要差異在於染色體數之不同，昔者常以為類內可自由雜交，而類間則絕不能雜交，1927 若替夫 (Zaitzeff) 曾類間雜交成功，但其雜種不能生

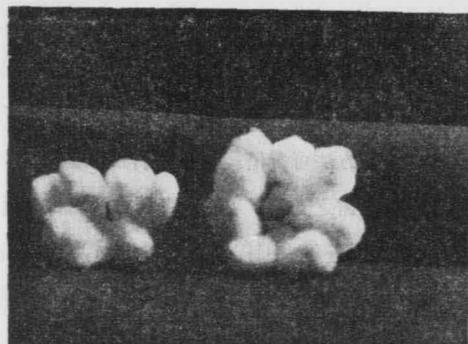
育, Vycotski (1910) 與 Nakatomi (1931) 曾類間雜交成功, 哈蘭德 (Harland 1932) 亦曾交配 *G. barbadense* × *G. arboreum* Var. *Sanguinea*. 雜種有少許之有用花粉, 以其花回交於 *G. barbadense* 結果成功, 由此可知類間交配並非絕對不可能之事, 從此二類之界線亦已打破, 將來之棉作育種更加一層新希望。

【棉作育種方法】棉花為重要作物之一, 研究棉作者亦頗不乏人, 但迄今尚無標準之育種方法可資借鏡, 棉作育種家概各自為政, 其原因或因棉作受環境與要需之支配, 某種之育種方法, 祇能適用於一地, 不能作普遍之採用, 我國近年來因棉絨之需要增加, 一般學者對於棉作育種頗為注意, 棉作之育種方法亦略具雛形, 按近年來關於棉作育種之文字觀之, 概主張採用與改良自花受粉作物同樣之方法, 而略加變更而已, 茲將棉作之育種方法, 分別略述於後, 以備採納。

I. 純系選擇育種方法——棉花之純系選擇育種方法可分為下述數層說明之:

(1) 選擇——選擇應以何為單位, 尚屬問題, 按洛夫之主張以單株為單位, 非至萬不得已之時, 決不採用以鈴為單位, 王善銓則主張無論中棉與美棉似宜從選鈴入手, 育種家究應採用何法, 應酌量情形決定之, 若選種於一品種內而同時又在自己之農場上或在自己農場之附近, 可以株為單位, 若選擇於鄉間農田時, 可採用以鈴為單位, 因棉作收穫非一次可以完畢, 數次採花, 易生差錯, 同時鈴選亦可減少採取天然雜交之機會, 又因遠道選種鈴選更為相宜, 故選擇應以鈴選為單位。

選擇之個數多寡與育種之成就有關，育種家常主張選擇之數目須多，洛夫主張選擇單株須在 6000 株以上，選擇之後攜至實驗室內考查其品質，將惡劣者去之，餘供下年試驗之用。



來自單鈴選擇之金大百萬華棉

(2) 株行或鈴行試驗——將上年當選之株或鈴，略事分類將形態相似者歸為一組，每株或每鈴種一行，行間距離，中棉可定一尺至一尺半，美棉可用二尺至二尺半，用點播下種，每穴播種之粒，穴間距離與行間相同，苗出土後可行間拔，美棉每穴一株，中棉每穴可二株，每第五行為標準行，標準行之品種可用本地最好之品種，近有主張不用標準者，以免其與選行雜交，其說似是，然細察之亦似有可疑之處，蓋因選行並非盡為優良，何以不畏其互相雜交，而反僅以標準為慮，或謂廢除標準可節省地積，其說業經不少之育種家所主張，但標準行廢除之後，對於試驗區之規劃亦須變更，採用試驗隨機排列法，於事實亦有困難，於未曾實行之前，應先訓練技術人才，以免錯誤叢生之弊，棉花育種廢除標準問題，須經過一預備時期方可實行。

於試驗生長期內，可隨時至試驗區內考查，田間考查頗為重要，因劣株與病害等非室內考查所能察覺，全賴田間記載以定將來之去留，以觀察於田間選定優良之行，於其行端作以標記，若試驗為來自一品種，其行內之植株形態又一致時，則無須再行株選與自交，若其原種來自農田，行內有形態不一致之事實時，可於當選之行內，再選單株作人工自交，下年試驗可用自交之種子。

單行選擇後，接行收穫，曬乾後，考查其品質，考查品質應注意之事項如下：(1) 纖維之長度——中棉一英寸，美棉一又十分之二英寸，為最低限度，纖維最長與最短之差度不得超過 $\frac{1}{4}$ 英寸。(2) 纖維之百分率——中棉 32%，美棉 30%，為最低限度，(3) 子指——即百粒子之重量，美棉 15 至 16 克。中棉 9—10 克以上，經考查之結果，當選之系，下年可作試驗之用。

(3) 二行試驗——上年選留之各系，本年可作二行試驗，行之長度按蕭輔之試驗結果，無須超過二十尺以上，金陵大學試驗美棉行棉長二十四尺，行距二尺半，中棉行長為二十尺行距二尺，株間距離美棉一尺二寸，中棉八寸，每系重複一次，第五行為標準行，播種點播或條播，條播似較點播為佳，蓋因點播，若遇缺株，則有株距過遠之弊，於試驗頗受影響，條播則較易變通處理也，缺株為棉作育種試驗困難問題之一，但據蕭輔之試驗，若缺株數在 14% 至 16% 時，其影響於產量結果不甚顯著，又據開西卜 (Kiesselbach 1933) 玉蜀黍試驗，若每行之株數相同，其株間距離雖不規則，而其影響於產量為不顯著，誠如是，若棉花試驗以條播法播種，每行祇求一相等之株數，大約

不致影響於試驗之結果。

於試驗之生長期內，田間觀察詳為記載，自交數株作為將來之種子，收穫後計算其產量，計算方法可引用第二章內所述之法，並於室內考種，研究花衣之百分與纖維之品質，選留之各系下年可作五行試驗之用。

(4) 五行試驗——將上年選留之各系，用自交之種子，種為五行試驗，田間之處理以及室內考種等手續，仍與上年相同，選留各系用其自交之種子，作下年之試驗。

(5) 三行區試驗——將上年選留之各系，每系連種三行為一區，重複四次，每第三區為標準區，產量之計算方法可用學生氏對比之法計算之，產量之結果再參考田間之記載與室內之考種結果，選留品系，當選之品系下年可作第二次三行區試驗。

本年除正式試驗外，可種「種子區」，自交工作可於種子區內行之，種子區每一品系連種三行為一區，無須重複，下年試驗可用種子區之自交種子，以後每年均須種「種子區」。

(6) 第二次三行試驗——試驗方法與上年相同，選留之各系，可用種子區內之種子作高級試驗。

(7) 高級試驗——高級試驗方法，與上年相同，惟重複次數較

附註 播種量每行 200—300 粒(亦可酌減)以重量計。

美棉每行 30—40 g.

中棉每行 20—30 g.

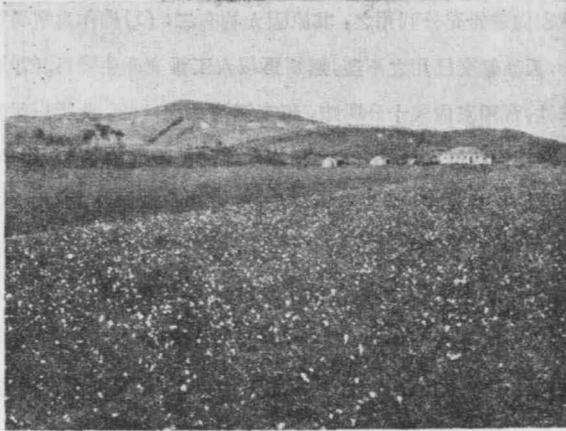
自交成功者通常有 50 多，故自交鈴數宜較實際需要者多一倍。

每鈴籽數 中棉約 20 粒。 美棉約 25 粒。

作者可按照來年需要而自交之，以免多費工夫。

多而已，高級試驗，每品系連種三行爲一區，重複九次，每品系計十區，共計三十行，高級試驗之結果，再參考過去之成績，最好之系，可繁殖之，以備推廣之用。

(8) 繁殖區——將最後決留之系，用普通之方法種植之，嚴行去劣，並於其內以混合選擇法選擇種子，以備下年種子區之用，選餘之種子可作普通田之種子，或推廣之。



棉花純種繁殖區

以上略述棉作純系育種之方法，其法是根據於各棉作專家所發表之文字與金陵大學實施之法，綜結而成，其法頗可應用，惟各地之情形不同，端賴當其事者有以變更之也。

II. 棉作混合選擇育種方法——棉作混合選擇育種之主要目的，爲保存品種之純潔，不致於退化，其法爲於適於本地最好之品種中，選擇形態相同之單株，將其種子混合，種爲種子區，再於種子區內繼續選

種，其法與自花受粉作物之混合選擇法相同。

棉作為常異花受粉作物之一，保存品種之純潔，為一重要之問題，混合選擇為保存品種純潔之簡易方法，故混合選擇，對於棉花育種實甚重要。

III. 棉作雜交育種——同種雜交與異種雜交育種方法，已於自花受粉作物類中充分利用矣，棉作育種當亦有採用此法之可能，但迄今棉作育種家尚未能充分利用之，其原因大約有二：(1)棉作為常異花受粉之作物，天然雜交已用之不盡，無須再以人工雜交產生變異。(2)關於棉作之形性，育種家尚未十分明瞭，雜交無適用之目的，此所以雜交方法不為今之棉作育種家所注意也，但以今之情勢觀之，將來之棉作育種，藉用雜交法之處必多，棉花異種雜交，現尚在萌芽之期，將來之希望甚大，不可忽視也。

【區域植棉政策】區域植棉之意，為於一天然區域內，祇種一種棉花，棉作為常異花受粉作物，若於一個區域內種數種不同之種，因其天然雜交之故，極易使品種退化，產量因之減低，品質亦因之變劣，於棉農之經濟關係至為密切，常聞一改良品種初次移植於一地，其成績甚好，但不數年即漸退化，農人祇知換種，而不知其所以，查棉作退化之原因不外二端：(1)天然雜交——優良種與惡劣種雜交，其雜交之後代而起分離之現象，使純種變為雜種，良種變為劣種。(2)機械混雜——例如軋花廠軋不同之品種，其種子互相混雜，以致良種與劣種相摻雜，使品種之產量減低，品質變劣，故欲保存品種不退化，其根本辦法即為實行區域植棉政策，於一天然區域內祇種一種棉花，庶可免天然雜交與機械

混雜之弊端，區域植棉政策之利益頗多，茲舉數者如下以明其重要。

1. 保持品種不退化。
2. 品質一致易於出售。
3. 節省純種供給之用費。
4. 利用合作增高生產之效率。
5. 耕作方法易於改良。
6. 引起農民之共同興趣。

區域植棉政策關係於棉業之發展至巨，應與棉作育種同時進行，不然棉作育種之效率，必因之而減低。

參 考 書——X.

Dunlavy, H.—Correlation of Characters in Texas Cotton.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. 15: 444-448, 1923.

Griffie, Fred; Ligon, L. L. & Brannon, L. H.—Biometrical

Analysis of Upland Cotton Grown at Still Water,
Oklahoma. Oklahoma. Exp. Sta. Bull. 187, 1929.

Kearney, T. H.—Genetics of Cotton.

Jour. of Heredity Vol. 21, No. 7, 1930.

Kearney, T. H. — Cotton Plants, Tame and Wild.

Jour. of Heredity Vol. 21, No. 5, 1930.

Kiesselbach, T.A. & Weihing, R. M.—Effect of Stand Irregularity upon the Acre Yield and Plant Variability of

- Corn. Jour. of Agri. Res. 47: 399-415, 1933.
- Ligon, L. L.—Size of Plate and Number of replication in Field Experiment with Cotton.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 22: 689-699, 1950.
- Hayes H. K. & Garber, R. J.—Breeding Crop Plants. Ch. 14, 1927.
- O'Kelley, J. F. & Hull, W. W.—Parent-progeny Correlation in Cotton.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 25: 113-118, 1933.
- Stroman, G. N.—Biometrical Studies of Lint and Seed Character in Cotton.
Texas Agri Exp. Sta. Bull. 332, 1925.
- 洛夫與陳燕山——棉花區試驗第一年結果報告
中央農業實驗所特刊, 第三號, 二十三年七月。
- 蕭輔——棉作田間技術之研究
中華農學會報, 第 114 期, 二十二年七月。
- 馮澤芳——亞洲棉與美洲棉雜種之遺傳與細胞學之研究
中央大學農學叢刊第一卷第三期, 二十三年六月。
- 王善銓——棉作試驗新法之商榷
中華農學會報, 第 116 期, 二十二年九月。
- 杜春培——棉花自然雜交率之研究
中華農學會報, 第 125 期, 二十三年六月。

第 十 一 章

玉 蜀 黍 育 種 法

【引言】玉蜀黍(*Zea mays*)爲天然異花受粉作物，其天然異花受粉之機會，在百分之九十以上，故普通之選擇方法，祇能根據其母本而忽視其父本，玉蜀黍之選擇祇在一方面努力，結果當不能如自花受粉作物之有成效，昔之玉蜀黍育種家，以爲選擇近於理想之穗，可增高其後代之產量，故恆以穗之外表形態爲根據，以檢定表格 (Score card)，精選種穗，以希得高產之結果，如穗之長度，穗之形狀，兩端着粒，粒行整齊與粒之光糙等性，爲其選擇種穗之目標，但後經多數學者證明，此類之生理差異，對於其後代之產量絕少關係，茲將美國沃海沃州(Ohio)試驗場之魏理模與魏爾頓 (Williams & Welton 1915) 等二氏，精密選擇玉蜀黍種穗之結果，以明穗之形態與產量之關係 (第五十一表)。

於此試驗期內，玉蜀黍每英畝之產量爲 60 至 70 英斗，此等些微之差異，若與其平均產量比較，則甚不顯著，可知根據穗之外表形狀，選擇種子，欲增加其後代之產量實爲不可能之事實，繼續選擇某種形態之穗，不但不可增加產量，且有減少產量之危險，以其有漸近於自交之趨勢也，故選擇玉蜀黍應於適合環境之品種中，選擇健全而發育完全之穗，

第五十一表——玉蜀黍穗之形態與產量之關係

穗 之 形 態	試驗年代	產量之差異(英斗)
長穗與短穗	10	長穗多 1.39
圓筒形與尖形	9	尖形多 1.65
尖端無粒與尖端有粒	8	着粒多 0.34
糙粒對光粒	7	光粒多 1.76
脫粒百分高與脫粒百分低	6	低者多 0.42

不必拘定於某種外表形態，選擇以穗為根據者應持如此之態度，而選擇以植株為根據者，亦應持如此之態度，因植株之形態與產量之關係亦甚小也。若於可能時選擇每株上有中等大小兩穗者，似較單穗者為佳。

玉蜀黍之育種方法有下列之數種：

I. 選擇育種法 (Selection)

1. 混合選擇 (Mass selection)
2. 穗行試驗 (Ear to row test)

II. 雜交育種法 (Varietal crosses)

III. 自交而後雜交育種法 (Inbreeding and recombination)

1. 單雜交 (Single cross)
2. 複雜交 (Double cross)
3. 混雜交 (Synthetic combination)
4. 自交父本與不自交母本雜交 (Inbred sire cross)
5. 三方雜交 (Three way cross)
6. 回交法 (Convergent improvement)

茲將其法分別詳述於後。

【玉蜀黍混合選擇育種法】 混合選擇對改良玉蜀黍之供獻甚為顯著，用此法育成之品種亦甚多，例如美國有著名玉蜀黍品種名為「芮氏黃馬齒」(Reed's yellow dent)，即為芮德 (Reed) 父子，多年混合選擇之結果，混合選擇最好在本地最好之品種中着手，因外來之種子常不若本地已馴化種之產量高也，今以美國納不拉斯克州 (Nbraska) 試驗場之結果，以明本地種優於外來種之事實。(如第五十二表)

第五十二表——本地種與外來種之比較

品 種 來 源	產 量 (英 畝 英 斗)
自伊利納印第納與沃海沃等州之展覽會來者(五種)	39.8
自本州種子公司來者(五種)	45.6
附近農場之本地種(七種)	48.8

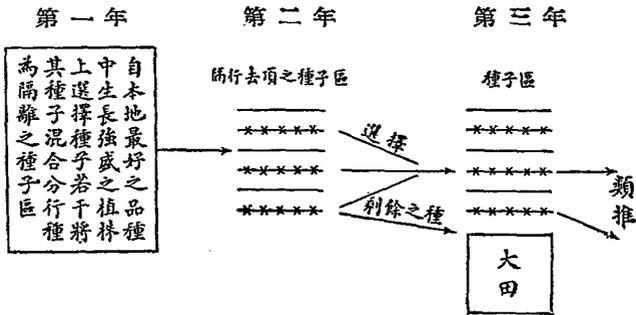
本地種之產量較之外來種為高，因本地種業經長時期之馴化，較之外來種適合環境，所以選擇可自本地種着手，無須好高務遠，不顧一切即輸入新種，除非有確實之證明，不可放棄固有之本地種。

選擇不可祇根據穗之形態與檢定表格之穗選，因嚴格之穗選不但可以增進產量，且有減低產量之危險，故選擇應根據植株之情形選擇，選擇應於田間舉行，其應注意之事如下：

1. 植株生長強盛
2. 無病蟲害之表現
3. 一株上有中等之穗兩個
4. 穗之苞皮須長以免鶻之啄食

- 5. 穗柄強硬不致下墜者
- 6. 莖幹強硬無倒伏性
- 7. 成熟期適宜

選擇之後，攜至實驗室中。略事考查，將惡劣之穗棄去，然後可將其種子混合，以點播方法，分行種為一小區，此小區即名為種子區，種子區須與普通之玉蜀黍田隔離，以免其天然雜交，種子區之種植方法，可用普通農家之種植方法，於生長期內對於種子區之管理須特別注意，若遇有病害之植株，可將其拔去，於玉蜀黍穗絲未出之前，可於此種子區隔行去頂，勿令其自交，成熟後可在已去頂之行內選種，以作來年種子區之種子，選留剩餘之種子，可作大田之種子，如是繼續選擇數年後，當可收選擇之效，茲將此法以圖說明如下（第十一圖）。



第十一圖 玉蜀黍混合選擇之圖解

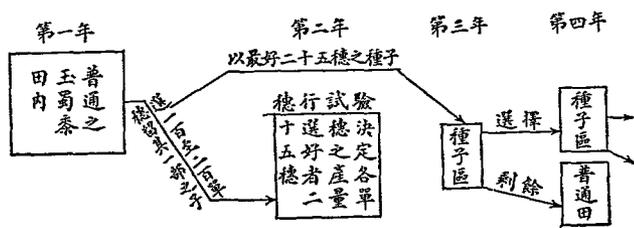
混合選擇簡而易行，普通之農民皆可為之，無須有高深之技術，此法於育種學上已有極大之供獻，對於品種之產量雖無確實增加之把握，而至少亦可保持品種之產量與純潔，混合選擇法雖非科學化之育種方

法，但爲普通農民計，確爲改玉蜀黍重要方法之一也，混合選擇之價值可於下節內見之。

【穗行試驗】穗行試驗法爲1899年美國伊利納州 (Illinois) 試驗場之杭卜開 (Hopkins) 氏所介紹，此法似有科學之根據，故採用之者甚多，曾風行於一時，其法爲將當選之穗，分別種植，每穗種一行，以定其後之產量與品質，於產量高而品質優之行內，繼續選擇，繼續試驗，而後繁殖其種子，作爲普通田之用。穗行試驗之原理，是根據測驗選穗之產量「須以其後代試驗之結果決定之」。其說似與學理相符，但其實似是而非，蓋因玉蜀黍爲天然異花受粉作物，與天然自花受粉作物大異也。其外杭氏之設計，於田間技術亦有甚大之缺點，以技術而言，比較試驗，第一要務須減少因土壤所生之變異，查減少土壤變異之法有二：(1) 以一普通品種作爲標準與穗行同種植，以標準行產量之差異矯正土壤之差異。(2) 以一穗上之種子種爲二行或二行以上，分配全試驗區內，以各行之平均產量代表該穗之產量，此種技術上之缺點與改良爲1908年伊希特 (East) 氏所指出與建議。

1905至1907年間，魏理模 (Williams) 氏作預留種子穗行試驗之建議，其法爲以當選穗種子之半，爲穗行試驗，其餘之半種子則貯藏於貯藏室內，穗行之目的，在於決定各種之優劣，以最好各種之預留種子，種於一隔絕之小區，隔行去頂令其雜交，然後於已去頂之行內選種，種於普通田內，再於普通田內選擇單穗，再作穗行試驗，此法之缺點爲每年須有穗行試驗區，隔絕之預留種子區與普通田等，同時設備之困難，1909年門特格木 (Montgomery) 建議一法，可免以上之困難，

此法可名之曰「穗行試驗與混合選擇並用法」，其計劃為穗行試驗無須每年舉行，可數年舉行一次，於兩次穗行試驗中間之數年，可用混合種子，以點播法種為種子區，於植株健全之穴上選種，作為下年種子區之種子，種子區內選餘之種子，可作大田之用，此法繼續八年後，再舉行穗行試驗如上所述，其計劃如下：



第十二圖 門氏穗行試驗混合選擇並用法圖解

如上圖所述，混合選擇繼續八年之後，再作穗選作穗行試驗如前。

玉蜀黍穗行試驗自杭卜開(Hopkins)氏建議之後，甚為風行一時，育種學家極為注意，採用之者甚多，此法之原理似有所根據，但後經多數育種家長久引用之結果，始察覺此法之效用並不十分佳良，僅就其增加產量而言，並不優於混合選擇法，今以史密斯與卜拉尼生(Smith & Brunson 1925)於伊利納州(Illinois)十年比較之結果列於第五十三表以明之：

由第五十三表之結果觀之，可知穗行試驗與混合選擇均可改進玉蜀黍之產量，穗行試驗，似較混合選擇為佳，但不顯著，祇就增加玉蜀黍之產量而言，穗行試驗之效果與混合選擇之效果相同，所得不費所失，故現在之育種學家多不採用穗行試驗增加玉蜀黍之產量，以其方法較

第五十三表——玉蜀黍選擇法效用之比較

比 較	年 限	產 量 差 異	偶 差
穗行試驗高於未嘗選擇	第一五年	5.80	9999:1
	第二五年	15.17	9999:1
穗行試驗高於混合選擇	第一五年	1.27	3.1:1
	第二五年	1.42	3.4:1
混合選擇高於未選擇	第一五年	4.53	34.6:1
	第二五年	13.75	9999:1

繁，而所得無幾也，穗行試驗增加產量之效果，雖與混合選擇相同，但其對於改進其他之單純性質，如馴化不適合環境之品種，改變植株之形態，與改變粒之化學成分等事，似較之混合選擇為速，今以伊利納州 (Illinois) 試驗場，於一品種內，繼續選擇油分與蛋白質成分之高低之結果，以明穗行試驗之作用，其試驗結果如下第五十四表：

第五十四表——選擇分離玉蜀黍油分與蛋白之結果

品 系	年 限	油 之 百 分	蛋 白 百 分
高油分之品系	1911 至 1915	8.02	
低油分之品系	同 上	2.03	
高蛋白之品系	同 上		14.53
低蛋白之品系	同 上		7.74
原種(Burr white)	1896	4.70	10.92

上述第五十四表為伊利納試驗之結果，錄自美國農部叢刊 1494 (U. S. D. A. Bul. 1494)，可知繼續選擇可以增加或減少玉蜀黍之油分

與蛋質之百分，伊利納試驗場亦曾於一品種內，繼續選擇改變玉蜀黍種在其稈上之位置，其結果如下第五十五表所示：

第五十五表——玉蜀黍穗之位置

年 代	穗離地之高低(吋)		差 異
	高 者	低 者	
1903 (起首)	56.4	42.8	13.6
1919 (末後)	83.7	15.0	68.7

由上二表觀之，可知玉蜀黍穗選可改變其化學成分，與植株之形態也。關於玉蜀黍穗行試驗之價值，美國農部玉蜀黍專家雷曲(Richey)氏曾有透骨之評批，伊云「一不適環境之混雜玉蜀黍品種，以穗行試驗增加其產量，或較之混合選擇易於見效，但其法較繁，所得是否能賞所失，殊為疑問，據現在之試驗結果觀之，穗行試驗改良已馴化品種之效用，毫無左證，至於以穗行試驗改變植株之形態而言，雖較之混合選擇易於見效，然其收效之速度，遠不及在自交系內選擇為速也，穗行試驗於現代之育種學上確已喪失其位置」云。現代之玉蜀黍育種家多不採用此法。

【玉蜀黍雜交育種】1876年麥旦根(Michigan)試驗場之畢爾(Beal)氏已發現，兩種玉蜀黍交配後，其 F_1 代之產量，常較其親代為高，畢爾氏即倡利用雜交 F_1 之種子，以增加品種之產量，查現代之玉蜀黍品種中來自雜交者甚多，例如Reid(一品種名)即為Gordan Hopkins(一玉蜀黍品種名)與一伊利納之Tazewell County早熟種雜交之結果，因Gordan Hopkins於1846年初自沃海沃(Ohio)之Brown

County 輸至伊利納，因其成熟過晚，子粒未能完全成熟，1847 年將其未成熟之種子播種，因缺苗甚多，則補之以本地之早熟種，兩品種自然雜交，以此雜交之種子，育成此新品種，即為 Reid，此雜育種之一例也。

玉蜀黍雜種之產量常較其親代之產量為高，此種事實業經多數學者所證明，關於雜種與親代產量比較試驗，按雷曲 (Richey) 氏之報告，玉蜀黍 244 種雜種與其親代作比較試驗，244 種之中有 201 種之產量高出於其親代之平均產量，只有 43 種較其親代產量為低，244 種之中有 86 種(約三分之一)之產量高過其較佳之親代之產量百分之五以上，此種顯著之事實即表明雜交育種之可能也。

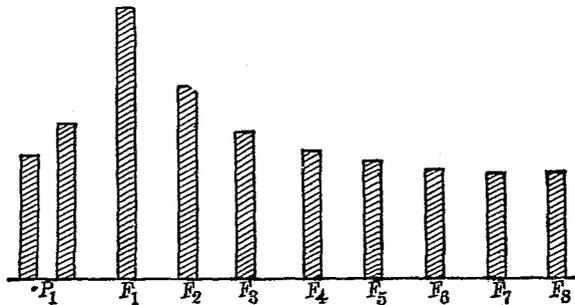
雜交育種為育種家所承認之事實，其理是根據雜交產生適用之新結合，然後再利利用選擇法分離優良之品系，藉以改良其品種，玉蜀黍為天然異花受粉作物，天然異交之機會極大，雖用最精細之選擇法，其選得之品系似極混雜，玉蜀黍之遺傳不能完全以選擇支配之，故玉蜀黍之雜交育種，於現代之育種學上，亦不佔重要位置，藉用玉蜀黍品種雜交育種殊不重要，但於特種情形之下，若欲將二品種之特性，歸併於 F_1 代時，此法尚屬可用。

【玉蜀黍自交育種】 玉蜀黍為天然異花受粉作物，於自然情形之下，劣性亦被蔭藏，而優性亦不能充分發展，自交可以淘汰劣性，而使優性充分表現，關於玉蜀黍人工自交與雜交之問題，伊希特 (E. M. East) 與薛爾 (G.H.Shull) 皆有極大貢獻，1910 年薛爾氏發表玉蜀黍自交與雜交之五律如下：

(1) 玉蜀黍自交後代生長力與產量均較其親代為退化，若將此二自

交系雜交後，仍能恢復其原有之生長力。

(2)玉蜀黍自交後，其後代之植株大小與生長力均見減低，其減低之程度以第一代為最大，其後逐漸減少，以達於再不減之境界，其情形如下圖（第十三圖）。



第十三圖 玉蜀黍自交之結果

(3)於一自交系內，兄妹之交配，其第一代之雜交力極小，或無雜交力之表現。

(4)二不同之自交純系雜交後代之生長力，與產量仍能恢復其原來之情形， F_1 代之生長力與產量，常較之自交系為高，有時較其未曾自交之親代猶高。

(5)二不同之自交純系雜交與其反雜交之結果相等。

玉蜀黍自交育種方法包括三步工作：(1)利用自交分離純系。(2)決定各純系之優劣，與(3)利用優良之自交純系以各種組合方法，改良品種，自交育種為現代之玉蜀黍育種之最有效方法，茲將此法分述於下：

I, 利用自交分離純系——其法為徵集多數品種，各種為短行，於

每行內自交若干穗，玉蜀黍自交方法頗為簡單，其法為於穗絲未出之前，以約二寸寬五寸長之透光紙袋套之，俟穗絲長出約寸許時，將其紙袋除去，以剪刀將其絲連少許苞皮割去，復以原袋套之，並以大紙袋將其雄花同時套住，以繩或鐵紙夾夾緊，勿令花粉下漏，俟二十四小時之後，將雄花粉搖於紙袋內，僅慎小心將其解下，注意勿令其他花粉混入，將袋內之空雄粉囊除去，然後將其穗上之紙袋，自其上端破之，將花粉傾入，以花粉之紙袋套之，於此袋上書明號數與交配日期，俟成熟後收藏之，下年作繼續自交，至少四代，惡劣之系逐漸淘汰，優良系分離，自交純系於是成立。



玉 蜀 黍 人 工 自 交

II. 決定自交純系之優劣——自交純系既已成立之後，其優劣須視其雜交後之結果如何而定，故決定自交純系優劣之法，頗形複雜，普通方法為將各自交純系，彼此作系統之交配，試驗 F_1 之結果如何，以定將

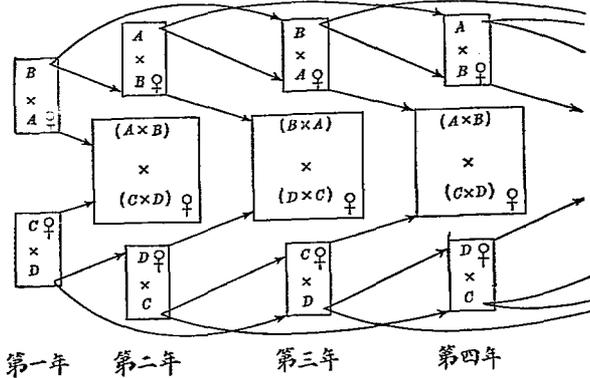
來雜交應取何純系，若純系數多，則 F_1 雜種數必甚多，例如純系八種，則有二十八種 F_1 雜種，以備試驗，故純系愈多，則 F_1 雜種試驗亦甚繁，最近金克斯與卜拉尼生(Jenkins & Brunson 1932)曾建議一較簡單之法，以測驗自交純系，其法為自交純系，無須彼此相交，可用一普通品種與各自交純系交配以比較之，以最好之 F_1 純系，作將來交配之親本，例如有八種自交純系，則祇須八種 F_1 ，以代二十八種 F_1 之試驗，金卜二氏名此法曰「以雜交測驗自交純系」，此法似較普通彼此交配法為簡單，但其價值與可靠性，尙待試驗證明，若果為可靠則自交育種可減不少之工作。

III. 自交純系之利用——自交純系既經上述之試驗方法證明後，其利用之法頗繁，茲將現代之自交純系利用法，分別略述於下以明之：

1. 單雜交——此法為薛爾(Shull)氏所倡，其法為以二自交純系交配，利用其 F_1 之雜交力，以增加品種之產量，譬如 A 與 B 二自交純系交配後，以其 F_1 A × B 之種子作為普通田之種子，以增加玉蜀黍每畝之產量，但此法之缺點有二：(1) 自交純系生長力薄弱產量低微 F_1 種子之生產費用極高，(2) F_1 種子之發育不佳，發芽力不強，因此二缺點，故此法不能作普遍之應用，後經許多育種家之研究，鍾尼(Jones)氏倡雙雜交法以其補缺。

2. 雙雜交——其法為鍾尼氏所倡，其法為以 A. B. C. D 四自交純系，先令 A × B 交配 C × D 交配為二單雜交，然後以其單雜交之 F_1 交配 A × B × C × D 以此複交之結果以作普通田之種子，此法可減低種子之費用與增進種子之品質，現代採用此法者頗多，保存四自

交純系作單雜交與雙雜交之法如下第十四圖：

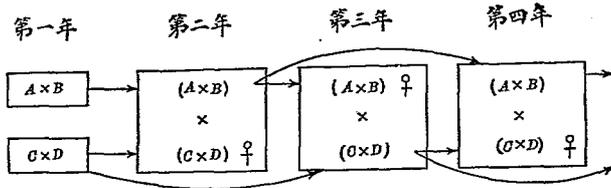


第十四圖 玉蜀黍雙雜交計劃之圖解(錄自雷曲氏)

此法為A x B與C x D單雜交之種子來自第一年之二個隔行去頂之隔絕單交區，於此二區內A與C去頂，B與D之純種亦可於此區內得之，以備第二年與第三年之單交區之用，第一年單交之結果，可用作第二年作雙交之種子，此雙雜交之種子第三年可作普通田之用，雙雜交區內之種子不留，每年祇變更單交之方向，即可保存四純系之供給。

此法頗複雜，育種家猶不滿意於是1930年開西卜 (Kiesselbach) 氏名曰「前代雜種」(Advanced generation hybrids)，其法為單交之種子，不限定其 F₁ 之種子，F₂ 與 F₃ 之種子亦可用作雙交之親代，故無須每年作單雜交，做一次可用數代，育種家祇須將此四自交純系，妥為保存，以備數年後作單交之用，此法為第一年作單交，第二年第三年第四年等每年祇須一雙交區，每年更換其交配之方向，即可

供給單交種子，其法如下第十五圖。



第十五圖 玉蜀黍「前代雜種」之計劃

此法之單交雜種非盡為 F_1 之種子，但據開西卜氏之試驗結果，其功效並不遜於 F_1 之結果，誠如是則玉蜀黍之雙雜交則更形簡單矣，育種學家每年祇須一塊隔絕之雙交區，數年後重新作一次單交，但此法之價值尚須試驗證明。

3. 自交純系混交法——此法哈斯 (Hayes) 與格卜 (Garber) 二氏 1919 年所倡，其法為以業已證明之數自交純系，令其混合雜交，其法為以數純系之花粉混合與每一純系交配數株，於交配之結果中，每系取等量之種子，翌年將其種子混合，種於一隔絕之交配區，令其自由交配，此法之利益在於多數純系雜交，其雜交力可以長久保存，無須每年作 F_1 之種子，此法之理似屬可能，但缺乏試驗結果證明其價值。

4. 自交父本與不自交母本交配——此法為以優良之自交純系作為父本，以普通未曾自交之品種為父本，交配，法頗簡單，而有時亦可得優良之成績。

5. 三方雜交——以 A B C 三種優良自交純系，先以 A 與 B 交配，所得之 F_1 以 C 自交純系作為父本交配之，此法之結果亦甚佳，

用之者頗不乏人。

6. 回交法——此法爲雷曲 (Richey 1927) 氏所倡,所謂Convergent improvement 是也。其法爲自交純系交配後,將其親本分別回交於其 F_1 , 每代繼續選擇與其非回交親本 (Non-recurrent parent) 性質相似之後代,繼續回交數代後,將所得之回交系 (Recovered lines) 作各種之交配,此法或較之單雜交法爲佳,以其回交可使一親之優良性質 逐漸輸入於原雜種中,而同時另一親之優良性亦可利用選擇保留之。此法之最大供獻爲所得之回交系之生長力強盛, 生殖能力亦大。雜交種子之費用, 較之自交純系直接交配所得之種子之費用爲小,茲爲易於明瞭起見,亦舉一例於下,以明其步驟:

第一年	自交純系交配	$A \times B$
第二年	$F_1 \times A = F_1(A^1)$	$F_1 \times B = F_1(B^1)$
第三年	$F_1(A^1) \times A = F_1(A^2)$	$F_1(B^1) \times B = F_1(B^2)$
第四年	$F_1(A^2) \times A = F_1(A^3)$	$F_1(B^2) \times B = F_1(B^3)$
第五年	$F_1(A^3) \times A = F_1(A^4)$	$F_1(B^3) \times B = F_1(B^4)$
第六年	$F_1(A^4) \times A = F_1(A^5)$	$F_1(B^4) \times B = F_1(B^5)$
第七年	$F_1(A^5) \times A = F_1(A^6)$	$F_1(B^5) \times B = F_1(B^6)$
第八年	回交系交配	$F_1(A^6) \times F_1(B^6)$
第九年	大田種植或推廣其種子。	

雷曲氏之「前代雜種」法自從其倡議後迄今採用者尙少。

【結論】 以上略述玉蜀黍之育種方法, 諸法之中要以自交而後雜交法爲最有效, 其中最通用者即爲雙雜交, 蓋因雙雜交之種子費用較廉,

而有時其結果亦較佳也。茲以鍾尼與莫干多夫(Jones and Mangelsdorf 1925)之結果以明之(如第五十六表)。

第五十六表——玉蜀黍原種之產量與單交與雙交之比較

品 種	產量(英畝英斗)
Century variety (110)	47.5
Leaming variety (112)	44.4
單雜交 (110-2×110-4)	51.2
單雜交 (112-1×112-4)	45.6
雙雜交 (110-2×110-4)×(112-1×112-4)	69.8

上表證明雙雜交之產量較之單交為高，而單交之產量亦較其原種為高。

參 考 書——XI.

Davis, R. L.—Maize Crossing Value in Second Generation Lines.

Jour. of Agri. Res. 48: 339-357, 1934.

Garber, R. J. & North, H. F. A.—The Relative Yield of First Generation Cross Between Two varieties of Corn Before and After Selection.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. 23: 647-651. 1931.

Haber, E. S.—Yield Comparison of Hybrid and Open Pollinated Varieties of Sweet Corn.

- Jour. of Amer. Soc. of Agro. 26: 704-713, 1934.
- Hayes, H. K. & Garber, R. J.—Breeding Crop Plants.
Chapters 15 & 16, 1927.
- Hayes, H. K.—Present-day Problem of Corn Breeding.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 18: 344-363, 1926.
- Hayes, H. K.—The Commercial Use of Double Crossed
Corn in Minnesota.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. Vol. 22, No. 7, 1930.
- Hayes, H. K. & Garber, R. J.—Synthetic Production of
High Protein Corn in Relation to Breeding.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 11: 309-318, 1919.
- Jenkins, M. T.—Methods of Estimating the Performance
of Double Cross in Corn.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 26: 199-204, 1934.
- Jenkins, M. T. & Brunson, A. M.—Methods of Testing
Inbred Lines of Maize in Corn Bred Combination.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 24: 523-530, 1932.
- Jones, D. F. & Mangelsdorf, P. C.—The Improvement of
Naturally Cross-pollinated Plants by Selection in Self-
fertilized lines.
Conn. Agri. Exp. Sta, Bull. 266, 1925.
- Kiesselbach, T. A.—The Use of Advanced Generation

- Hybrid as Parents of Double Cross Seed Corn.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 22: 614-626, 1930.
- Kiesselbach, T. A.—Ear Type Selection and Yield of Dent
Corn. Jour. of Amer. Soc. of Agro. 14: 27-48, 1922.
- Kiesselbach, T. A. & Weihing, R. M.—Effect of Stand
Irregularity Upon the Acre Yield and Plant Variability
of Corn.
Jour. of Agri. Res. 47: 399-416, 1933.
- Lindstrone, E. W.—Prepotency of Inbred Sires on Commer-
cial Varieties of Maize.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 23: 652-661, 1931.
- Lovis, Jorgenson & Brewbaker, H. E.—A Comparison of
Selfed lines of Corn and First Generation Crosses Between
them.
Jour. of Amer. Soc. of Agro. 19: 819-830, 1927.
- Richey, F. D.—Effect of Selection on the Yield of Crosses
Between Varieties of Corn.
V. S. Dept. of Agri. Bull. 1209, 1924.
- Richey, F. D.—Corn Breeding.
V. S. Dept. of Agri. Bull. 1489, 1927.
- Richey, F. D.—The Convergent Improvement of Selfed
Lines of Corn.

Amer. Nat. 61: 430-449, 1927.

Richey, F. D.; Stringfield, G. H. & Sprague, G. F.—The
Loss in Yield That May Be Expected From Planting
Second Generation Double Crossed Seed Corn.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. 26: 196-199, 1934.

Shull, G. H.—Hybridization Method in Corn Breeding.

Amer. Breeders Mag. 1: 98-107, 1910.

Wiggans, R. G.—Method Now Employed in Testing F_1 Corn
hybrids at Cornell University Experimental Station.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. Vol. 18, No. 9, 1926.

金善寶——近代玉米育種法

中華農學會報, 第 125 期, 二十三年六月。

第十二章

馬鈴薯育種法

【引言】馬鈴薯為南美洲原產作物，初為野生植物，約於1534年時，西班牙人始將此野生植物，攜至北美威基尼亞州及北加洛利那州，加以人工栽培，成為重要食用作物，約於1560年傳入歐洲，西班牙意大利以及德意志等國相繼栽培，於1580年芮萊(Raleigh)氏，自加洛利那州，將馬鈴薯輸入愛爾蘭，為園藝作物，後經七八十年之久，始廣植各地，成為主要食用作物之一，故得愛爾蘭薯(Irish potato)之稱。

我國馬鈴薯自何時輸入，殊不明瞭，但深信非我國之原產，因不但古籍無馬鈴薯之記載，而同時俗名馬鈴薯為洋山芋，可知其來自外洋也，但何時輸入，殊不可考，據理推測，當在海禁大開之後，由外籍教師帶至山陝等處，現在馬鈴薯在山陝食用作物中佔極重要之位置，山西北部食用作物中，除燕麥之外，要以馬鈴薯為重，栽培之歷史亦頗久。

馬鈴薯在我國食用作物中，尚屬幼稚，除北部數省有大規模之栽培外，餘則當為園藝作物，但馬鈴薯為極有價值之作物，不但產量豐富，可作避荒用，並可製造他種工業產物，如澱粉酒精等，故極應提倡改良，以應需求。

馬鈴薯之學名爲 *Solanum tuberosum* L. 屬於顯花植物部，被子門，雙子葉類，合瓣花區之茄科，與茄子番茄同科，與馬鈴薯相近者有 *Solanum Commersonii* (俗名土豆)，亦爲馬鈴薯一種，但其產量甚低，又不適利用，栽培者甚少，惟對於抗病力頗強，故育種家亦常有用以作雜交育種者。

馬鈴薯亦可種子繁殖，但因其薯上有芽眼，若以有芽之薯一片，埋於地下，遇有相當之溼度與熱，即可發芽生長，而再生薯。

【改良馬鈴薯時應注意之事項】 改良馬鈴薯應注意之事如下：

I. 適宜之環境——氣候爲生長馬鈴薯最要因子之一，不適於過熱之氣候，而宜於較冷之地方，若氣候過熱，不但減低產量，而且易於生病，使品種退化，故馬鈴薯育種工作，宜在北方舉行。

馬鈴薯宜於輕鬆土壤，不宜於黏土，排水亦應佳良，不然不但薯形變態，產量不豐，而品質亦變劣，土內宜多施磷酸肥料，不宜施用石灰，因其易使薯生痲病也，若土內需要石灰時，亦應於前一年施放，以免受石灰之影響。

II. 種塊之大小——種塊之大小，與其將來產量之高低有直接之關係，今以美國沃當何 (Idaho) 試驗場試驗結果之一部以明之如下：

第五十七表——種塊大小與其產量之關係

種 塊 之 大 小	產 量 (英 畝 英 斗)
四兩重全薯	368.7
四兩重二分之一薯	332.9
四兩重四分之一薯	322.7

由表可知種塊大者其產量亦高，故作比較試驗時，各品系之種塊應相等，以免受種塊大小不同之影響，以致試驗結果不可靠，育種家宜特為注意。

III. 灌溉——灌溉可使馬鈴薯之產量增加，但易使品種退化，故業經灌水之種，不宜留作種子之用，經灌水之年限愈久，其品種之產量愈退化，茲以美納不拉斯克州試驗之結果以明之。

第五十八表——馬鈴薯灌水之結果

灌 水 年 限	產 量 (英 畝 英 斗)	比 較 %
未 經 灌 水	403.7	100
經 一 年 灌 水 後	108.3	39.2
經 二 年 灌 水 後	32.9	11.5

灌水可使品種退化，故育種區若可能時不應灌水，以免品種退化。

【馬鈴薯退化之徵象】 馬鈴薯最易退化，一經退化之品種，不但品質變劣，而產量亦大減，馬鈴薯退化之原因不外 (1) 病害多——馬鈴薯為最易染病之作物，環境不適宜，耕作不得其法，貯藏不得其法等等，極易使薯生病。染病之薯，則影響其次代之品質與產量。(2) 變異較多——馬鈴薯為利用芽條繁殖之作物，凡植物之芽條變異，常較種子變異為多，故馬鈴薯變異之機會大，因其變異之機會大，故其退化之機會亦因之而多。

馬鈴薯退化之事實，可以其植株之情況與薯之情況而鑑定之，其退化之徵象如下：

(1) 植株挺直，莖幹細小無力，分蘖數減少，傍枝亦少。

- (2)葉色發黑,葉疊合而小,葉柄挺直。
- (3)結子較多,花柄挺直,突出於葉外,已死之花亦不墜落。
- (4)薯形細長,冠部尖銳。
- (5)薯形小而失其品種之特性。
- (6)薯色變淡,或顯淡色斑點。
- (7)薯皮較為光滑,而發光亮。
- (8)眼數較多,而不甚清晰,不能發芽之眼多。
- (9)薯柄較粗,竟比尋常粗至三四倍者。
- (10)產量減少。

【馬鈴薯育種法】 馬鈴薯繁殖方法有二：(1)無性生殖法，以其塊根之一部繁殖，若用此法繁殖，其改良方法，可適用自花受粉作物選擇法改良之。(2)有性生殖法，以其種子繁殖，馬鈴薯為天然自花受粉作物，故亦可適用交配法以改良之。

馬鈴薯之育種法不外：

I. 選擇法——分為二種如下：

1. 混穴選擇育種法。
2. 單薯選擇育種法。

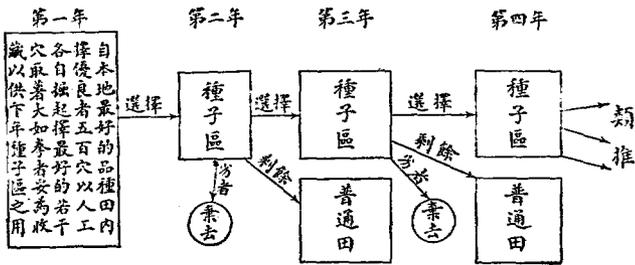
II. 人工交配法：

1. 雜交育種法。
2. 自交而後雜交育種法。

茲將各種方法分述於後：

【馬鈴薯混穴選擇育種法】 當馬鈴薯成熟之後而未收穫之前，自

已親至田間，考察其生長情形，選擇植株優良之穴，用人工掘起約五百穴，各自展列於田內，然後考查其薯之情形，考查時應注意(1)薯之大小均勻。(2)薯之形狀規則，(3)薯塊之多寡。(4)病害之有無。(5)薯之色澤等事。擇薯大如拳，形狀相似，無病害，色澤相同，每穴有大薯五個至十二個者，為合格，當選之薯，置於一起，妥為貯藏，以作來年之種子。來年播種時，每一薯切為四塊，種於一塊小田之內，此小田即名曰「種子區」。於生長期內，對此種子區須特別注意，若遇有病害者，可立刻將其拔去，以免傳染，種子區須用條播法，行間距離二尺，穴間距離一尺，每穴種薯一片，薯片大小以四分之一全薯為宜，至成熟後，用人工將各穴各自掘起，擇優良各穴，留作下年種子區之種子，惡劣者淘汰之，剩餘者留作下年普通田之種子，如是繼續數年後即可得較良之種，茲以圖示法明之如下：



第十六圖 馬鈴薯混穴選擇之程序

馬鈴薯混穴選擇之功效頗著，美國由塔 (Utah) 試驗場，曾於 1916 年，在一品種中，選擇好穴與劣穴與其原種作比較，其結果之差異頗形顯著，如下第五十九表：

第五十九表——馬鈴薯混穴選擇之功效

選擇類別	產量(英畝英斗)	比較(百分數)
未經選擇之原種	179.3	100.0
選擇好穴	301.0	167.9
選擇劣穴	109.9	61.3

觀上表可知混穴選擇之功效甚為宏大，選擇增加其產量百分之六十八，亦云著矣。

選擇須於田內舉行，因在田內選擇，不但選擇薯之本身，並可鑑定各穴處之環境，以其所處之環境，分別其優劣，故選得各穴較為可靠，今以塞位格(C. G. Selvig)氏在明利蘇達之西克落西頓(West Crookston)分場所所得之結果以明之(第六十表)。

第六十表——選擇方法之效用

選擇類別	產量(英畝英斗)
田內選擇	128.6
室內選擇	104.1
未曾選擇	65.0

由上表可知田內選擇之功效，較之室內選擇為大，但室內選擇亦較不選擇為佳，故選擇馬鈴薯，若可能時宜於田內舉行，若不可能時，室內選擇亦勝於不選擇，查我國農民之陋習，常以不堪食用之小薯以作種，以圖節省種費，殊屬大謬之事也，急應加以糾正。

【馬鈴薯單薯選擇育種法】單薯選擇之功效，較之混穴選擇為尤大，因其去劣之速也。但其手續繁雜，普通農民不易採用，茲將單薯選擇

之步驟分述如下：

【第一年】 薯行試驗——選擇單薯或是在田內，或是在室內均可，須酌量辦理之，選擇重約八兩之良薯，至少五百枚，數目愈多愈佳，及播種之時，將每一薯順長切為四塊，每塊種一穴，每薯種四穴成一短行，行距二尺半，穴距一尺半，用劃行器縱橫劃定，於縱橫交叉之處，掘穴下種，以至於完了為止，並於試驗區之四周，種保護行二行，於生長期內，須特別注意其生長情形，若有病害發現時，可將全行掘起棄去，成熟後分別收穫，選出五十系最好之純系，每系內選出重約八兩之薯二十枚，分別收藏以作下年種子之用。

薯行試驗無須種標準行，以觀察力比較選擇可也。自薯行試驗區內所選得之各系，即為薯系 (Tuber lines) 以後之育種步驟，即為比較試驗，以比較各系之優劣。

【第二年】 二行試驗——將上年薯行試驗區內所選留之各系，每系種一行，重複一次，其排列方法與小麥大豆等排列法相同，行之長度以每行能容二十五穴為宜，行間距離與穴間距離等，仍與薯行試驗相同，每第五行為標準行，標準行之種子，可用普通田之種子，其種子亦須事先加以選擇，薯之大小亦應與各品系相同，因種塊之大小與產量有直接之關係也。田間排列方法，可參看第二章內所述，茲不多贅。

馬鈴薯比較試驗，缺穴之事實，甚不易補救，茲為減少缺穴起見，最好於未種之前，將種薯置溫暖之處，使其發芽，候眼內有芽之痕跡時，再為播種，如是則可預先將不發芽之薯棄去，若用此法可得到三種利益：(1)出苗齊全，(2)發芽迅速，(3)預先棄去不良之薯。

在試驗生長期內，對於試驗區須特別注意，若遇品系有病害時，須詳細記載於種植計劃書內，以作將來去留之參考。但於品系比較試驗區內，不可隨意拔去病穴，以免影響於臨近各穴之產量。成熟後各行分別收穫，秤其重量記入種植計劃書內，計算其產量，產量計算方法，與以前各章內所述之方法相同。

根據產量之結果，與植株生長之情形，於此五十系內選出二十系，留作下年試驗之用。選留各系務須妥為收藏，餘者可供食用，或普通田之種子。

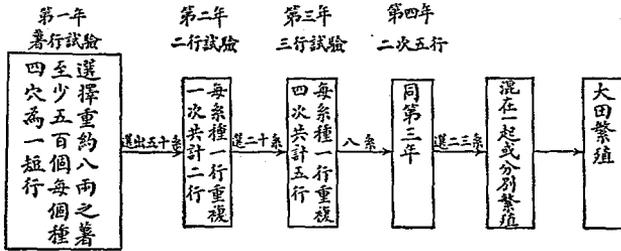
【第三年】 五行試驗——本年試驗之手續，與上年相同，所不同者即重複次數較多而已，每一系種一行，重複四次，每系五行，收穫後產量計算方法，可依照小麥五桿行試驗之產量計算法計算之，從此二十系中選出最好的八系，留作下年試驗之用，餘者可作普通田之種子。

【第四年】 第二次五行試驗——本年試驗手續完全與上年相同，即將此選留八系，每系種一行，重複四次，共計五行，產量計算方法，亦與上年相同，以本年試驗之結果，再參照上年之結果，選出最好品系兩三系，若此兩三系之形態與生長情形相同，即可將其混合，當為一品系而繁殖之，若此兩三系性質不同，必須各自繁殖。

【第五年】 繁殖區——將上年決選之系，分別或混合種於田內，使其繁殖，於生長期內對於繁殖區須特加注意，若遇有變種或病害時，須拔去之，成熟後所獲之種，可作下年大田繁殖之用。

【第六年】 大田繁殖——將上年繁殖區內之薯，種於普通田內，作大規模之繁殖，以備推廣。

馬鈴薯單薯選擇育種法,大致如上述,今將其法圖示如下:



第十七圖 馬鈴薯單薯選擇圖解

第五年以後須繼續選擇產量最高之穴,種植種子區,保存品種,使其不致於退化,方法可參看混穴選擇法,茲不再敘。

【馬鈴薯單薯選擇之實例】 馬鈴薯單薯選擇育種之實例頗多,茲以馬雅師 (C. H. Myers) 選擇薯系三年之結果,列如第六十一表以明之。

第六十一表——薯系三年之平均增量

區數	薯系之平均產量 (英畝英斗)	標準平均產量 (英畝英斗)	增加產量 (英畝英斗)
1	261.5	239.8	21.7
2	277.8	227.9	49.9
3	300.4	225.7	74.7
4	248.8	218.7	63.3
5	273.5	212.6	38.2
6	274.0	230.6	42.9
平均	272.7	225.9	46.1

由上表可知薯系之產量較之標準品種增加46.1英斗,亦可證明薯系

選擇之功用也，但近年來一般學者，對於單薯選擇增加產量，頗有懷疑，以為單薯選擇，只可保持品系，不足以增加產量，但栗渥茂(Livermore)氏對於此說頗不以為然，伊以為持此說者概因其選擇太少，未能盡選擇之能事，妄加誹意，殊不妥當，薯系選擇之成敗，亦受機會之管束，個數愈多，成功之機會亦愈大，不可不特為注意也。前述選擇單薯五百個，要知此數為至少之數，決非選擇五百個足矣，主其事者，須按其個人之情形，於可能範圍之內，盡量多選，選擇之個數愈多愈妙。

【馬鈴薯雜交育種法】 馬鈴薯普通為塊莖繁殖作物，但其種子仍可發芽生長，故亦可利用雜交方法，改良品種，惟其法甚為困難，非至必要之時不輕於從事，茲略述之如次，以備採用，今於未述其法之前，略述二事如下：

1. 馬鈴薯花之構造——花之構造，與茄花相同，其花生於側枝之頂端，成繖狀花序，五萼五瓣，五瓣互合成管狀，花之上端五裂，普通具雄蕊五枚，與花瓣互生，但雄蕊數不規則，有不為五枚者，雌蕊一。

2. 開花狀況——花瓣捲疊，開花時分裂，開花時期自上午六時至下午六時，花閉後次日復開，散佈花粉，花開後三日凋枯，開花時花口向上，柱頭伸長，故其異花受粉之機會頗多，花序上端之花先開，在花未開之前一夕，花即着色。

人工交配之手術宜行於花序下端之花，上部之花悉應摘除，當開花之前一日，須行去雄之手續，其法為將欲去雄之花以小鉗將其花瓣分開，將花葯全數鉗出，去雄時須注意：(1)花葯須輕輕鉗出，不可將其鉗破，以致散粉之危險。(2)去雄時若發現已散粉之花葯，可將全花摘去。

(3)去雄手術完畢後，須細察花內有無遺藥，然後將去雄之花，以透光紙袋套住，並在花柄上拴一紙牌，書明去雄日期，與母本之名稱或系號數，若花柄細軟時，尚須用一小枝，插於植株傍撐之，以免花柄折斷之危險，去雄後次日，至該處考查其花是否開放，加粉手續須於第二次開花時行之，其法為將前一日開花之花藥，用鉗鉗出，置於玻皿內破之使粉散出，然後取之向已去雄之花之柱頭上輕擦，使花粉黏於柱頭之上，授粉完畢後，仍將其紙袋套上，再在紙牌上註明授粉日期，以及雄株之名稱或系號數，一切記錄方法，與小麥大麥等相同，詳情請參看各該章可也。

交配手續完畢後，可任其自行成熟，已成熟之果實，頗有香味，色乳白，果實軟化，收穫後，將果實用紗布裹之，以指捻之使破，用水洗去果肉，種子曬乾，貯於小紙袋內，並將交配號數在紙袋上註明，原來之小紙牌亦放在袋內，馬鈴薯之種子極易失其生長能力，種子應貯於冷涼乾燥之處。

雜交種子，宜先種於溫床內，俟植株有三四葉時，可移植於地，俟有七八葉時，更移植之，行間距離二尺，株間距離八寸，各系分別收穫，然後再按單薯選擇法，試驗其產量，擇其佳者繁殖之，以供推廣。

【自交育種法】馬鈴薯普通均認為天然自花受粉作物，但因其為無性生殖，不以種子繁殖，故為異質 (Heterozygous) 情形，與天然異花受粉作物相似，故亦可引用天然異花受粉作物之自交方法以改良之，簡而言之，即以普通之品系，以人工繼續使其自交，俟其重要性質，達於固定之同質時，再雜交之，選擇最優良之組合，而繁殖之。

馬鈴薯為無性繁殖作物，故雜交後所得之優越勢可永久保存，而不

致於消失，第一代雜交優越之事實，於玉蜀黍育種中業已應用，但玉蜀黍為以種子繁殖之作物，保存雜交優越，殊非易事，必須繼續供給第一代雜種，但馬鈴薯為無性繁殖作物，第一代雜交優越得到之後，利用營養繁殖法，即可永久保存之，無須繼續供給第一代雜種之煩，而可收第一代雜交優越之實，此為他種作物所不能享之利益也。

馬鈴薯之自交育種，頗為不易，因其不易結實也，馬鈴薯不結實之原因有二：(1)花易脫落——花梗與花朵易於分離，花脫落之危險，隨時均有，花之脫落率亦因品種而異。(2)花粉不孕——馬鈴薯花粉不孕之事實，為自交育種最困難之問題，因大多數之品種，花粉不孕率甚高，不易得自交之種子，花粉不孕之原因，據多數細胞學家之意見，概因花粉母細胞不規則分裂所致也。

馬鈴薯自交第一代顯出顯著之分離現象，自交三四代之後，大多數之重要性質，達於固定之境界，自交可使植株變弱，產量減低，其減低度以起首一二代為最大，茲以明利蘇達格蘭子 (F. A. Krantz) 與哈卿斯 (A. E. Hutchins) 之結果之一部列入下第六十二表以明之。

第六十二表——明利蘇達第 7416 號馬鈴自交後之產量結果

1927 年之試驗

代	數	平均產量 (磅數)
	1	0.84
	2	0.42
	3	0.43
	4	0.31

自交後減低產量，已於玉蜀黍中證明，馬鈴薯之產量減低，當亦為意中之事，但馬鈴薯之自交系重新組合，是否得到雜交優越殊為問題，據格哈二氏之試驗，第一代雜種之產量較之親代為高，茲將二氏之結果之一部列如第六十三表以明之：

第六十三表——第一代雜種與親代之比較 1923

交配之品種	平均產量(磅)			高出於親代之平均%	高出於最高之親%
	♀	♂	F ₁		
Green Mountain × Min. 7416	0.27	0.39	0.61	84.8	56.4
Irish Cobbler × Lookout Mountain	0.28	0.26	0.53	96.2	89.2
Early Ohio × Minn 7416	0.49	0.39	0.51	15.9	4.0

馬鈴薯之自交育種，頗有希望，但今研究此法者甚少，其方法尚在萌芽時期，深信將來定有甚大之發展也。

【結論】 馬鈴薯為一極有價值之作物，其產量甚高，每畝之小粉產量高出於其他作物數倍以上，為救濟民食缺乏之絕妙糧食，現在食糧問題，已日趨嚴重，應竭力提倡馬鈴薯之栽培，品種之改良，以及利用方法，以補救食糧之缺乏，馬鈴薯之將來，較之甘藷有希望，因甘藷既不能算為蔬菜又不能算為食糧，其位置若非受環境所限，勢必被馬鈴薯奪去。

馬鈴薯之產量較之任何作物為高，今將其每畝之產量，與其他主要作物列表於下（第六十四表）以資比較。

第六十四表——馬鈴薯與其他作物之產量比較

作物類	每畝平均產量	澱粉量%	每畝之澱粉產量
稻米	244 斤	72	175.1 斤
小麥	108 斤	66	71.1 斤
粟米	88 斤	65	57.0 斤
馬鈴薯	1800 斤	21	378.0 斤

馬鈴薯不但產量豐富，而其用途亦甚廣，其重要用途如下：

1. 人之食糧——可代替米麥等食糧，又可用作蔬菜。
2. 家畜飼料——可用以養豬以及其他之家畜。
3. 工業原料——可製造澱粉，製造酒精，醬油等物。

參 考 書——XII.

Aicher, L. C.——Experiments in Size of the Seed Pieces
and Other Factors in the Production of Potatoes Under
Irrigation in S. Idaho.

Idaho Bull. 121, 1920.

Brown, B. A.——Plat Competition with Potatoes.

Jour. of Amer. Soc. of Agro. Vol. 14, No. 7, 1922.

Hand, T. E. & Cockerham, K. L.——The Sweet Potato

McMillan Co. N. Y., 1921.

Hayes, H. K. & Garber, R. J.——Breeding Crop Plants.

Chapter 18, 1927.

Krantz, F. A.——Potato Breeding Methods.

- Minn. Agri. Exp. Sta. Tech Bull. 25, 1924.
- Krantz, F. A. & Hutchins A. E.—Potato Breeding Methods,
II. Selection in Inbred Lines.
Minn. Agri. Exp. Sta. Tech. Bull. 53, 1929.
- Livermore, J. R.—Hill Unit Selection.
Cornell Ext. Bull. 125, 1925.
- Livermore, J. R.—Bud Selection.
Amer. Potato Jour. Vol 10, No. 2, 1933.
- Livermore, J. R.—Plot Technique for Exp. with Potato.
Proc. of 18th Annual Meeting of Potato Association of
Amer, Dec., 1931.
- Stewart, Geo.—Potato Improvement by Hill Selection.
Utah Exp Sta. Bul 176, 1920.
- Stuart, Wm—Potato Breeding and Selection.
V. S. Dept. of Agri. Bull. 195, 1915.
- Stuart, Wm.—The Potato.
J. B. Lippincott Co., Philadelphia and London.
- Thompson, R. C.—Size, Shape, and Orientation of Plot
and Number of Replications Required in Sweet Potato
Field Plot Experiments.
Jour. of Agri. Res. 48: 379-399, 1934.
- 宗正雄——育種學講義
第十八章, 日本東京養賢堂。

第十三章

農民自行育種法

【引言】 育種方法概可分為二：(1)選擇，(2)交配與選擇，選擇又可分為混合選擇與純系選擇二者。純系選與交配二者為育種家所常用，但其方法繁雜，耗費金錢與時間，普通農民難於舉辦，一般農民所能辦者，即為混合選擇，混合選擇為極古之育種方法，其功效不但可以改良品種，並可保守純種，使已改良之純種，得永久保存其純潔與價值，不致於混雜，失其純種之效用。保守純種之事亦甚重要，因試驗場之地積與人力，均屬有限，每年所產生之純種，決不能供給全數農民之用，若農民不知自行保存純種，全靠試驗場供給，恐竭其全力亦難贖。農民既不能保守純種，試驗場又不能充分供給，則作物改良豈非空談，故試驗場為育成新品種之機關，新品種育成之後，推廣到農村使品種永久保存其價值，其責任卻在於農民，所以說育成新品種為育種專家之責任，保守純種，則為農民之責任，其中界限甚為清晰，毫無推委之餘地。本篇不述專門育種法，只就農民能做到者，再為申述以促注意。

【何謂好品種與好種子】 好品種必須具有下列之特點：

(1) 適合本地之環境。

- (2) 產量豐富。
- (3) 富於抵抗病蟲害之能力。
- (4) 莖幹強硬無倒伏性。
- (5) 成熟期適宜。
- (6) 抵抗不良環境之能力大。
- (7) 無自由脫粒性。
- (8) 適合需要者之心理。
- (9) 品種純潔——凡自花受粉作物其形態必須均一，異花受粉作物，其形態亦必須比較的均一。

(10) 作物之特性必須顯著——例如製油作物其所含之油分須高，製糖作物其所含之糖分須高，換而言之，作物之品質須良。

以上略述好品種必具之條件，至於種子之本身，亦須有下列之特點，方得稱為好種子：

- (1) 發芽力強。
- (2) 完全成熟，種子飽滿。
- (3) 色澤好。
- (4) 子粒之大小均一。
- (5) 沒有遺傳病。
- (6) 無蟲害以及其他之機械損傷。
- (7) 不挾帶惡野草之種子。
- (8) 種子純潔，不挾帶其他品種之種子。

以上略述好品種與好種子之特點，凡稱為好品種與好種子，須具有

上述條件，不合上述之條件之一者，即不能認為爲完好品種，或完好之種子，此應注意之事也。

【對於新品種之注意】 人類往往有好奇之心理，厭舊喜新，人之常情，輸入新品種，爲改良農業之一法，但在新品種未曾大規模輸入之前，須先加以相當之考慮，若非確實證明該新品種能適合本地之環境，決不可冒然大批輸入以免失敗，前實業部顧問，康奈爾大學教授洛夫博士曾對余云：「未輸入新種之前，其先決問題爲此優良品種在其原產地之結果甚佳，而在此地是否佳良。若欲解答此問題，必須先行試驗，除非自己試驗，或臨近有人試驗證明，不可妄聽傳說，即大批輸入」，此言可謂爲輸入新種之定律，因彼地之氣候土質，與此地不同，該新品種在彼處佳良，而移於此處未必佳良，其良好與否，須待試驗以證明，若初次輸入量太多，萬一不適合環境，必遭重大之損失，不可不注意也。

新品種之價值證明之後，農人對於此新品種即須有充分之信仰，設法維持其純潔，勿令與其他不同種之品種混雜，失其價值，維持自花受粉作物（小麥大麥水稻大豆等是也）之純潔情形，甚易。因此類作物，除非機械混雜之外，是不易使純種混雜的，但容易異花受粉作物（如棉花玉蜀黍等是也），若二種不同之品系種在一起，易生雜交，雜交之後，品種即行退化，若欲維持此類作物之純潔，須實行隔絕方法，勿令良種與劣種在一處，以免雜交，以致良種退化，此亦對於新種應注意之事也。

綜上所述，農民對於新品種，須注意數事如下：

(1)初次輸入新品種之數量，以少爲是，對於新種應取試種態度，經試驗證明之後，方可大規模引種，不然新品種之習性未悉，即冒然引種，

萬一不適合本地環境，勢必遭重大之損失，故為減少損失計，凡新品種初次引種，其規模不可過大。

(2)不同之品種，不可混於一起，致失其純種之價值。

(3)不相同而易雜交之作物，播種時務須隔離，因其靠近即易雜交，不但品種不純，且易使品種退化。

上述三事，至關重要，務須特別注意，希望引用新種之農民，千萬注意。

【作物之種類】 主要的作物，大概可分為三類：

1. 天然自花受粉作物類——其花之構造適於自花受粉，其異花受粉之機會甚少。故除機械混雜之外，純種不易混雜，保持品種之純潔較為容易，此類作物包括有大多數之主要作物，例如小麥，大麥，水稻，豆類等均屬於此類。

2. 常異花受粉或天然異花受粉作物類——此類作物之異花受粉之機會，較之第一類為多，或竟為異花受粉者，蓋因其花之構造，利於異花受粉也，故此類作物，不但有機械混雜之困難，而同時又有雜交混雜之危險，所以維持此類作物之純度較為不易，此類作物包括有棉花，高粱，玉蜀黍，雀麥等作物。

3. 無性生殖或非種子繁殖類——此類作物，普通不以種子繁殖，而以其植株之部，如莖葉根等部繁殖，因其為無性生殖，故無論其實質上為自花受粉，或異花受粉，而其性質，概與天然自花受粉類相同，除機械混雜外，無雜交分離之危險，其育種方法與保持純潔之方法，概與第一類相同，此類作物之重要者例如馬鈴薯，甘藷以及甘蔗等是也。

作物之生殖方法既不相同，故所用之育種方法保持品系之純潔方法亦因之而異，第一類與第三類所用之方法，較之第二類為簡單，因第二類之手續不但要注意到機械之混雜而同時尚須防止其雜交混雜也。因品種雜交之後，其後代即起分離現象，五花八門形形色色，均於其後代中表現出來，使品種混雜不堪，棉花玉蜀黍等之退化原因，概因其雜交之故也。

茲將農民自行育種法，按上述之分類，分別詳述於後，以供採用。所述之法甚簡，蓋欲求諸實用也。既名為農民自行育種法，當與育種專家之方法有所不同焉。今將上述三類作物之農民自行育種法分述於次：

【天然自花受粉作物類】天然自花受粉作物，因其雜交之機會少，故其改良方法與保守純種之法，比較改良或保守他花受粉作物所用之法為簡，因自花受粉作物，可免除防止雜交之手續故也。其方法可分下述數層說明之：

1. 尋求優良品種——自試驗場，或農業學校，或其他地方找尋一種比較優良之品種，此品種須適合上述好品種之條件，最要者為適合環境，曾經試驗證明者，好品種得到之後，種在自己之農場上。
2. 實地選種——於作物成熟之後，尚未收割之前，在此田內實行選種，選種時須注意：(1)形態均一，凡變種均棄去，(2)產量豐富，注意穗之大小，(3)莖稈直立，無倒伏性，(4)完全成熟，子粒飽滿，(5)成熟期適宜，(6)抵抗不良之環境能力大，(7)無病蟲害之表現等性質，根據此等條件，選擇許多單穗或單株以作來年之種子。
3. 種子之處理——種子選得之後，須立刻將其曬乾，將粒脫下，

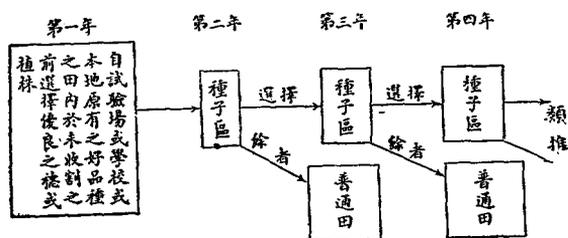
妥爲收藏，勿令與其他種子混雜，次年將此種子另種一小田，名曰「種子區」。

4. 種子區之管理——種區之大小無定，須酌量個人之需要自行定奪。種子區須妥爲管理，勿令野草蔓延，若遇有變種或病害之株，須立刻拔去，勿令繁殖。

5. 繼續選種——當作物成熟之後，未收割之前，須在種子區內，按照上述之選種條件，繼續選種，以作來年種子區之種子。選擇後所剩餘之種子，可作大田之種子。

依照上述之法繼續選種，不但可將純種保存，不致於退化，尙可使混合種漸歸純潔，而增高其產量。

茲將自花受粉作物之農民育種法，以圖表示如下（第十八圖）。



第十八圖 自花受粉作物農民自行育種法

【常異花受粉之作物類】 保守或改良常異花受粉作物之方法，與自花受粉作物之方法，大同小異，但因常異花受粉作物之異花受粉之機會較大，雜交之後，易使品種退化，故對於種子區之位置，須特別注意，種子區須位於普通田隔絕之處，以免種子區內之種與普通種雜交，於生

長期內，未開花之前，須在種子區內，嚴格去劣，凡與品種形態不同之株，或受病害之株，於其未開花之前，盡行拔去，以免其與其他良株雜交，再於未收穫之前，舉行選擇，當選之種子留作下年種子區之用，種子區所餘之種子，可作大田之種子，如是繼續選擇，不但可保持品種不致退化，並且還可改進品種，使品種之產量逐漸增高，玉蜀黍賴此法育成之種甚多，現在經學者證明，此法對於改良常異花受粉作物之價值特別顯著。

【非種子繁殖之作物類】 作物之中有不用種子，而用其植株之一部繁殖者，因其不用種子繁殖，即無雜交之危險，故其性質與自花受粉作物相同，其適用之方法亦與自花受粉作物相同，今以馬鈴薯為例說明之如下：

1. 找尋一種適於環境之良種，種於自己之田內，當成熟時，選擇百穴，或多穴，由農民自定之。選定後將各穴各自掘起，選擇較好之穴，留作下年種子區之種子，選擇時須注意：(1)產量豐富，每穴可出售之薯數須多，(2)品質佳良肉色與皮色須合購者之心理，(3)抵抗病害之能力大，(4)莖幹強硬，(5)薯之形狀須有規則，(6)薯眼須淺而少等性質。

2. 於生長期內，須常到種子區內考查，若遇有病之株，須將其拔去，以免傳染，成熟後，再在種子區內繼續選擇，作為下年種子區之種子，其餘無病害者，作為普通田之種子，如是繼續，自可得良果。

【綜結】 我國農人有一種極不好之習慣，時常選不好的子粒作種子，例如小麥要用不飽滿之小粒做種子，他們以為小粒子每斗之個數多，可以省種子，又馬鈴薯要用不堪食用之小薯作種，自以為廢物利用，

為經濟，殊不知貪圖小利，以致品種退化，收入漸減，無形中感受極大之損失，此種錯誤之觀念，應竭力革除，提倡農民自行育種方法，以簡而易行之方法，挽救農業之衰落。

以上所述之法，完全根據農民着想，其法簡而易行，任何農民均可做行，毫無困難，其法雖簡，但其效宏著，萬可以其簡而忽之也，謹將此法之效用重申述之如下：

1. 維持純種之純潔，不致使純種混雜，而失其純種之效用，減輕純種供給之費用，減輕育種家之負擔，增加育種家之效力。
2. 使混雜品種，漸歸純潔，適合應用，而同時又有增加產量之可能，增加農民之收入。
3. 使不適合環境之品種，能漸次適合本地之環境，馴化美棉即其例也。

由是言之，此法之用大矣，應廣為提倡，以資普及，農民既可享受直接之利益，社會國家當亦可得到其好處。現在之推廣員應負此責任，設法使此法普遍於鄉村。

參 考 書——XIII.

Hayes, H. K. & Garber, R. J.—Breeding Cropplants.
Chapter 21, 1927.

王 綏——農民保守純種的方法

農墾部農民第二十二號，十九年七月。

王 綏——農人自己保守純種的方法

金陵大學農林科叢刊第四十三號，十七年三月。

王 綬——推廣混合選擇法爲現在農業推廣員重要任務
農業周報第二卷第二十九期，二十二年，七月十七日。

王 綬——農民自行育種的方法
農林新報第 109 期，十六年九月一日。

第十四章

改良種子之推廣及檢定

【引言】育種之最終目的，即在於品種之推廣，良種育成之後，若不能普及於農民，則育種之功夫等於白費，然而推廣不得其法，則其收效也亦甚微，故種子推廣工作殊非易事，不但含有技術上與法子上之問題，而同時受社會之組織以及農民經濟狀況等極繁雜之問題之牽制。改良種子之推廣方法，以及其問題，實大有研究之必要。

查我國推廣方法尚未確定，注意及推廣問題者甚屬少數，其原因概因大多數之農業機關，尚未確實達到推廣之時期，尙未感覺到推廣之困難所致也。近年來各農事機關亦漸有推廣之事，但因缺少正當之方法，種子推廣，形同放賑，盃水與薪毫不濟事，常此以往殊非辦法，理應急起直追，聯合同志，同心協力，研究一正當之方法，以資遵行，參考國外之方法，酌量國內之情形，研究出一適合中國之推廣方法，實為當今重要問題之一。

近三十年來，歐美諸邦對於改良品種之推廣方法，大有進步，其方法為利用「作物改良會」之組織，以有組織與有律^紀之方法，以推廣改良種，其效甚著，作物改良會之主要宗旨，在使農家引用改良種子，改善農

民之生活，同時保障「純種特約農民」與使用純種之農民之利益，大有仿效採取之價值。

【作物改良會】作物改良會為推廣改良種之媒介機關，茲將其大概情形分述於下：

I. 改良會之宗旨——作物改良會之主要宗旨，在使農家引用農業機關之改良品種以增進生產，改進其生活，作物改良會所負之使命如下：



純種小麥區域試驗

(1)使農民了解引用改良種及純種之價值。

(2)協助種子商人或純種農，使優良之種子按照種子法規得以作普遍之推廣，普及改良種之利益。

(3)確定新介紹之新品種之價值，定其推廣之方針。

(4)按照種子檢定規則，保證純種。

(5)召集會議，刊印報告，舉行示範及競賽。

II. 作物改良會之組織——改良會之組織如下：

(1)會員——凡本省經營種子繁殖事業之人民，誓願遵守會中法規者，均得為普通會員。

(2)職員——會中職員計有正副會長各一人，秘書兼會計一人，

書記助理若干人。

(3) 職員任期——職員任期一年或三年，舊職須繼任，選出後，始得卸職。

(4) 職員之職權——秉承董事會意旨處理一切會務，該董事會計有董事三人至五人，任期三年，改良會會長，秘書兼會計，農學院推廣系指導員與農藝系主任均為當然會員。

(5) 經費之來源——作物改良會工作費用，其主要來源可分四項：1. 會員會費，2. 種子檢查費，3. 出售種子稅，4. 政府補助費。

(6) 會員會費——各會員須繳納入會費與常年會費。

(7) 會員之選舉權——每一會員有一選舉權。

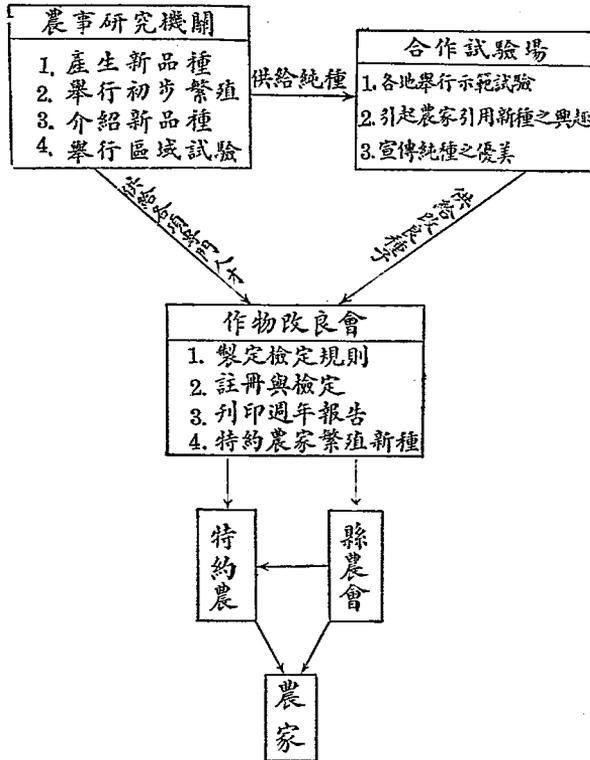
III. 作物改良會與農業研究機關之關係——改良會與農業研究機關有極密切之關係，良種之供給，工作之設計等事均由農業研究機關擔任之，茲將其關係以圖示法明之(第十九圖)。

【改良種子之檢定】 種子檢查程序計分三步：

(1) 田間檢查——當作物未收穫之前，由作物改良指派員至特約農田，檢查改良種生長情形，檢查時注意之事項：(1) 病害之有無，(2) 雜草之多寡，(3) 品種之純潔度，以及(4) 栽培之情形，等事，詳為記載，檢查不滿意者，不准其發售。

(2) 室內檢查——田間檢查滿意者，脫粒後應送樣本二升於作物改良會，請求室內檢查，檢查時注意：1. 純度，2. 草籽，3. 品質，4. 發芽，力與5. 混雜物等事。

(3) 包裝檢查——檢包裝種子是否與樣本相符。



第十九圖 改良會與農事研究機關之關係

各項種子經過各項檢查合格後，當由作物改良會發給檢定合格證書，包上拴以「檢定合格證明牌」，給以轉送護照，准其發售。

【結論】改良種子之有系統組織之推廣，現尚在萌芽與研究之時期，金陵大學郝欽銘教授，現正研究一妥善之適當方法，去歲伊於開封

南宿州與南京等處，各選定「種子推廣之中心區」若干，選擇特約農民，繁殖小麥改良種，今夏依照檢定規則檢定後，由中國銀行與上海銀行投資，收買純種，今秋播種時，又在劃定之區域內推廣之，結果圓滿。

查此法之優點，在於種子之集中。由小及大，由近及遠，改良種之支配與管理，操之於推廣員之手，非若過去之漫無管理權力之可比也，此誠推廣方法之大進步也。

參考書——XIV

郝欽銘——檢定及分佈改良品種之方法

金陵大學農學院叢刊二十一號（新號），二十三年六月。

郝欽銘——檢定改良品種之方法

農林新報第十一年第十三期，二十三年五月一日：

附表A——偶差表

Table of Odds

Difference from the mean in terms of probable error	Difference between two results in terms of probable error of each result	Odds against such difference occurring under uniform conditions
1.00	1.41	1 to 1
1.25	1.76	3 to 2
1.44	2.03	2 to 1
1.71	2.41	3 to 1
1.90	2.68	4 to 1
2.00	2.83	9 to 2
2.05	2.87	5 to 1
2.50	3.53	10 to 1
2.93	4.13	20 to 1
3.00	4.24	22 to 1
3.20	4.51	30 to 1
4.00	5.66	140 to 1
4.90	6.93	1000 to 1
5.00	7.07	1350 to 1

Difference from the mean in one direction only in terms of the probable error	Difference between two results in one direction only in terms of the probable error of each result	Odds against such difference occurring under uniform conditions
1.03	1.41	3 to 1
1.25	1.76	4 to 1
1.44	2.03	5 to 1
1.58	2.23	6 to 1
1.71	2.41	7 to 1
1.81	2.55	8 to 1
1.90	2.68	9 to 1
2.00	2.83	10 to 1
2.48	3.50	20 to 1
2.70	3.81	30 to 1
2.89	4.07	40 to 1
3.00	4.24	44 to 1
3.03	4.28	50 to 1
3.44	4.85	100 to 1
4.00	5.66	290 to 1
5.00	7.07	2700 to 1

附表B——「學生」氏偏差表(一)

TABLE B-1—The calculated odds for the Z values of Student's tests for estimating the probability that the difference between a series of paired experiments is significant. (In addition to calculating the odds for Z, as given in Student's table the values for the intermediate student have also been calculated.)

Z	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16	n=17
.1	1.14	1.21	1.29	1.35	1.40	1.45	1.49	1.52	1.55	1.58	1.61	1.63	1.65	1.67	1.69	1.71
.2	1.27	1.35	1.43	1.49	1.54	1.59	1.63	1.66	1.69	1.72	1.75	1.77	1.79	1.81	1.83	1.85
.3	1.36	1.44	1.52	1.58	1.63	1.68	1.72	1.75	1.78	1.81	1.83	1.85	1.87	1.89	1.91	1.93
.4	1.43	1.51	1.59	1.65	1.70	1.75	1.79	1.82	1.85	1.88	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00
.5	1.48	1.56	1.64	1.70	1.75	1.80	1.84	1.87	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04
.6	1.52	1.60	1.68	1.74	1.79	1.84	1.88	1.91	1.93	1.95	1.97	1.99	2.01	2.03	2.05	2.07
.7	1.55	1.63	1.71	1.77	1.82	1.87	1.91	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10
.8	1.58	1.66	1.74	1.80	1.85	1.90	1.94	1.97	1.99	2.01	2.03	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13
.9	1.60	1.68	1.76	1.82	1.87	1.92	1.96	1.99	2.01	2.03	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15
1.0	1.62	1.70	1.78	1.84	1.89	1.94	1.98	2.01	2.03	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15	2.17
1.1	1.64	1.72	1.80	1.86	1.91	1.96	2.00	2.03	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19
1.2	1.66	1.74	1.82	1.88	1.93	1.98	2.02	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21
1.3	1.68	1.76	1.84	1.90	1.95	2.00	2.04	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21	2.23
1.4	1.70	1.78	1.86	1.92	1.97	2.02	2.06	2.09	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21	2.23	2.25
1.5	1.72	1.80	1.88	1.94	1.99	2.04	2.08	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21	2.23	2.25	2.27
1.6	1.74	1.82	1.90	1.96	2.01	2.06	2.10	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21	2.23	2.25	2.27	2.29
1.7	1.76	1.84	1.92	1.98	2.03	2.08	2.12	2.15	2.17	2.19	2.21	2.23	2.25	2.27	2.29	2.31
1.8	1.78	1.86	1.94	2.00	2.05	2.10	2.14	2.17	2.19	2.21	2.23	2.25	2.27	2.29	2.31	2.33
1.9	1.80	1.88	1.96	2.02	2.07	2.12	2.16	2.19	2.21	2.23	2.25	2.27	2.29	2.31	2.33	2.35
2.0	1.82	1.90	1.98	2.04	2.09	2.14	2.18	2.21	2.23	2.25	2.27	2.29	2.31	2.33	2.35	2.37
2.1	1.84	1.92	2.00	2.06	2.11	2.16	2.20	2.23	2.25	2.27	2.29	2.31	2.33	2.35	2.37	2.39
2.2	1.86	1.94	2.02	2.08	2.13	2.18	2.22	2.25	2.27	2.29	2.31	2.33	2.35	2.37	2.39	2.41
2.3	1.88	1.96	2.04	2.10	2.15	2.20	2.24	2.27	2.29	2.31	2.33	2.35	2.37	2.39	2.41	2.43
2.4	1.90	1.98	2.06	2.12	2.17	2.22	2.26	2.29	2.31	2.33	2.35	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45
2.5	1.92	2.00	2.08	2.14	2.19	2.24	2.28	2.31	2.33	2.35	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47
2.6	1.94	2.02	2.10	2.16	2.21	2.26	2.30	2.33	2.35	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49
2.7	1.96	2.04	2.12	2.18	2.23	2.28	2.32	2.35	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49	2.51
2.8	1.98	2.06	2.14	2.20	2.25	2.30	2.34	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49	2.51	2.53
2.9	2.00	2.08	2.16	2.22	2.27	2.32	2.36	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49	2.51	2.53	2.55
3.0	2.02	2.10	2.18	2.24	2.29	2.34	2.38	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49	2.51	2.53	2.55	2.57
3.1	2.04	2.12	2.20	2.26	2.31	2.36	2.40	2.43	2.45	2.47	2.49	2.51	2.53	2.55	2.57	2.59
3.2	2.06	2.14	2.22	2.28	2.33	2.38	2.42	2.45	2.47	2.49	2.51	2.53	2.55	2.57	2.59	2.61
3.3	2.08	2.16	2.24	2.30	2.35	2.40	2.44	2.47	2.49	2.51	2.53	2.55	2.57	2.59	2.61	2.63
3.4	2.10	2.18	2.26	2.32	2.37	2.42	2.46	2.49	2.51	2.53	2.55	2.57	2.59	2.61	2.63	2.65
3.5	2.12	2.20	2.28	2.34	2.39	2.44	2.48	2.51	2.53	2.55	2.57	2.59	2.61	2.63	2.65	2.67
3.6	2.14	2.22	2.30	2.36	2.41	2.46	2.50	2.53	2.55	2.57	2.59	2.61	2.63	2.65	2.67	2.69
3.7	2.16	2.24	2.32	2.38	2.43	2.48	2.52	2.55	2.57	2.59	2.61	2.63	2.65	2.67	2.69	2.71
3.8	2.18	2.26	2.34	2.40	2.45	2.50	2.54	2.57	2.59	2.61	2.63	2.65	2.67	2.69	2.71	2.73
3.9	2.20	2.28	2.36	2.42	2.47	2.52	2.56	2.59	2.61	2.63	2.65	2.67	2.69	2.71	2.73	2.75
4.0	2.22	2.30	2.38	2.44	2.49	2.54	2.58	2.61	2.63	2.65	2.67	2.69	2.71	2.73	2.75	2.77
4.1	2.24	2.32	2.40	2.46	2.51	2.56	2.60	2.63	2.65	2.67	2.69	2.71	2.73	2.75	2.77	2.79
4.2	2.26	2.34	2.42	2.48	2.53	2.58	2.62	2.65	2.67	2.69	2.71	2.73	2.75	2.77	2.79	2.81
4.3	2.28	2.36	2.44	2.50	2.55	2.60	2.64	2.67	2.69	2.71	2.73	2.75	2.77	2.79	2.81	2.83
4.4	2.30	2.38	2.46	2.52	2.57	2.62	2.66	2.69	2.71	2.73	2.75	2.77	2.79	2.81	2.83	2.85
4.5	2.32	2.40	2.48	2.54	2.59	2.64	2.68	2.71	2.73	2.75	2.77	2.79	2.81	2.83	2.85	2.87
4.6	2.34	2.42	2.50	2.56	2.61	2.66	2.70	2.73	2.75	2.77	2.79	2.81	2.83	2.85	2.87	2.89
4.7	2.36	2.44	2.52	2.58	2.63	2.68	2.72	2.75	2.77	2.79	2.81	2.83	2.85	2.87	2.89	2.91
4.8	2.38	2.46	2.54	2.60	2.65	2.70	2.74	2.77	2.79	2.81	2.83	2.85	2.87	2.89	2.91	2.93
4.9	2.40	2.48	2.56	2.62	2.67	2.72	2.76	2.79	2.81	2.83	2.85	2.87	2.89	2.91	2.93	2.95
5.0	2.42	2.50	2.58	2.64	2.69	2.74	2.78	2.81	2.83	2.85	2.87	2.89	2.91	2.93	2.95	2.97
5.1	2.44	2.52	2.60	2.66	2.71	2.76	2.80	2.83	2.85	2.87	2.89	2.91	2.93	2.95	2.97	2.99
5.2	2.46	2.54	2.62	2.68	2.73	2.78	2.82	2.85	2.87	2.89	2.91	2.93	2.95	2.97	2.99	3.01
5.3	2.48	2.56	2.64	2.70	2.75	2.80	2.84	2.87	2.89	2.91	2.93	2.95	2.97	2.99	3.01	3.03
5.4	2.50	2.58	2.66	2.72	2.77	2.82	2.86	2.89	2.91	2.93	2.95	2.97	2.99	3.01	3.03	3.05
5.5	2.52	2.60	2.68	2.74	2.79	2.84	2.88	2.91	2.93	2.95	2.97	2.99	3.01	3.03	3.05	3.07
5.6	2.54	2.62	2.70	2.76	2.81	2.86	2.90	2.93	2.95	2.97	2.99	3.01	3.03	3.05	3.07	3.09
5.7	2.56	2.64	2.72	2.78	2.83	2.88	2.92	2.95	2.97	2.99	3.01	3.03	3.05	3.07	3.09	3.11
5.8	2.58	2.66	2.74	2.80	2.85	2.90	2.94	2.97	2.99	3.01	3.03	3.05	3.07	3.09	3.11	3.13
5.9	2.60	2.68	2.76	2.82	2.87	2.92	2.96	2.99	3.01	3.03	3.05	3.07	3.09	3.11	3.13	3.15
6.0	2.62	2.70	2.78	2.84	2.89	2.94	2.98	3.01	3.03	3.05	3.07	3.09	3.11	3.13	3.15	3.17
6.1	2.64	2.72	2.80	2.86	2.91	2.96	3.00	3.03	3.05	3.07	3.09	3.11	3.13	3.15	3.17	3.19
6.2	2.66	2.74	2.82	2.88	2.93	2.98	3.02	3.05	3.07	3.09	3.11	3.13	3.15	3.17	3.19	3.21
6.3	2.68	2.76	2.84	2.90	2.95	3.00	3.04	3.07	3.09	3.11	3.13	3.15	3.17	3.19	3.21	3.23
6.4	2.70	2.78	2.86	2.92	2.97	3.02	3.06	3.09	3.11	3.13	3.15	3.17	3.19	3.21	3.23	3.25
6.5	2.72	2.80	2.88	2.94	2.99	3.04	3.08	3.11	3.13	3.15	3.17	3.19	3.21	3.23	3.25	3.27
6.6	2.74	2.82	2.90	2.96	3.01	3.06	3.10	3.13	3.15	3.17	3.19	3.21	3.23	3.25	3.27	3.29
6.7	2.76	2.84	2.92	2.98	3.03	3.08	3.12	3.15	3.17	3.19	3.21	3.23	3.25	3.27	3.29	3.31
6.8	2.78	2.86	2.94	3.00	3.05	3.10	3.14	3.17	3.19	3.21	3.23	3.25	3.27	3.29	3.31	3.33
6.9	2.80	2.88	2.96	3.02	3.07	3.12	3.16	3.19	3.21	3.23	3.25	3.27	3.29	3.31	3.33	3.35
7.0	2.82	2.90	2.98	3.04	3.09	3.14	3.18	3.21	3.23	3.25	3.27	3.29	3.31	3.33	3.35	3.37
7.1	2.84	2.92	3.00	3.06	3.11	3.16	3.20	3.23	3.25	3.27	3.29	3.31	3.33	3.35	3.37	3.39
7.2	2.86	2.94	3.02	3.08	3.13	3.18	3.22	3.25	3.27	3.29	3.31	3.33	3.35	3.37	3.39	3.41
7.3	2.88	2.96	3.04	3.10	3.15	3.20	3.24	3.27	3.29	3.31	3.33	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43
7.4	2.90	2.98	3.06	3.12	3.17	3.22	3.26	3.29	3.31	3.33	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45
7.5	2.92	3.00	3.08	3.14	3.19	3.24	3.28	3.31	3.33	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.47
7.6	2.94	3.02	3.10	3.16	3.21	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.47	3.49
7.7	2.96	3.04	3.12	3.18	3.23											

附表 B——「學生」氏偶差表(二)

LOVE: MODIFICATION OF STUDENTS' METHOD

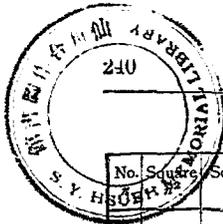
Variety A	Variety B (A-B) or D	D.M.	(D.M.) ²
65.01	1.1	-6.1	37.21
66.01	1.0	-5.4	29.16
67.01	0.9	-4.7	22.09
68.01	0.8	-4.0	16.00
69.01	0.7	-3.3	10.89
70.01	0.6	-2.6	6.76
71.01	0.5	-1.9	3.61
72.01	0.4	-1.2	1.44
73.01	0.3	-0.5	0.25
74.01	0.2	0.2	0.04
75.01	0.1	0.9	0.81
76.01	0.0	1.6	2.56
77.01	0.1	2.3	5.29
78.01	0.2	3.0	9.00
79.01	0.3	3.7	13.69
80.01	0.4	4.4	19.36
81.01	0.5	5.1	26.01
82.01	0.6	5.8	33.64
83.01	0.7	6.5	42.25
84.01	0.8	7.2	51.84
85.01	0.9	7.9	62.41
86.01	1.0	8.6	73.96
87.01	1.1	9.3	86.49
88.01	1.2	10.0	100.00
89.01	1.3	10.7	114.49
90.01	1.4	11.4	129.96
91.01	1.5	12.1	146.41
92.01	1.6	12.8	163.84
93.01	1.7	13.5	182.25
94.01	1.8	14.2	201.64
95.01	1.9	14.9	221.01
96.01	2.0	15.6	241.36
97.01	2.1	16.3	262.69
98.01	2.2	17.0	285.00
99.01	2.3	17.7	308.29
100.01	2.4	18.4	332.56
101.01	2.5	19.1	357.81
102.01	2.6	19.8	384.04
103.01	2.7	20.5	420.25
104.01	2.8	21.2	448.64
105.01	2.9	21.9	478.01
106.01	3.0	22.6	508.36
107.01	3.1	23.3	539.69
108.01	3.2	24.0	572.00
109.01	3.3	24.7	605.29
110.01	3.4	25.4	639.56
111.01	3.5	26.1	674.81
112.01	3.6	26.8	711.04
113.01	3.7	27.5	748.25
114.01	3.8	28.2	786.44
115.01	3.9	28.9	825.61
116.01	4.0	29.6	865.76
117.01	4.1	30.3	906.89
118.01	4.2	31.0	949.00
119.01	4.3	31.7	992.09
120.01	4.4	32.4	1036.16
121.01	4.5	33.1	1081.21
122.01	4.6	33.8	1127.24
123.01	4.7	34.5	1174.25
124.01	4.8	35.2	1222.24
125.01	4.9	35.9	1271.21
126.01	5.0	36.6	1321.16
127.01	5.1	37.3	1372.09
128.01	5.2	38.0	1424.00
129.01	5.3	38.7	1476.89
130.01	5.4	39.4	1530.76
131.01	5.5	40.1	1585.61
132.01	5.6	40.8	1641.44
133.01	5.7	41.5	1698.25
134.01	5.8	42.2	1756.04
135.01	5.9	42.9	1814.81
136.01	6.0	43.6	1874.56
137.01	6.1	44.3	1935.29
138.01	6.2	45.0	1997.00
139.01	6.3	45.7	2059.69
140.01	6.4	46.4	2123.36
141.01	6.5	47.1	2188.01
142.01	6.6	47.8	2253.64
143.01	6.7	48.5	2320.25
144.01	6.8	49.2	2387.84
145.01	6.9	49.9	2456.41
146.01	7.0	50.6	2526.00
147.01	7.1	51.3	2596.61
148.01	7.2	52.0	2668.24
149.01	7.3	52.7	2740.89
150.01	7.4	53.4	2814.56
151.01	7.5	54.1	2889.21
152.01	7.6	54.8	2964.84
153.01	7.7	55.5	3041.45
154.01	7.8	56.2	3119.04
155.01	7.9	56.9	3197.61
156.01	8.0	57.6	3277.16
157.01	8.1	58.3	3357.69
158.01	8.2	59.0	3439.20
159.01	8.3	59.7	3521.69
160.01	8.4	60.4	3605.16
161.01	8.5	61.1	3689.61
162.01	8.6	61.8	3775.04
163.01	8.7	62.5	3861.45
164.01	8.8	63.2	3948.84
165.01	8.9	63.9	4037.21
166.01	9.0	64.6	4126.56
167.01	9.1	65.3	4216.89
168.01	9.2	66.0	4308.16
169.01	9.3	66.7	4400.37
170.01	9.4	67.4	4493.52
171.01	9.5	68.1	4587.61
172.01	9.6	68.8	4682.64
173.01	9.7	69.5	4778.61
174.01	9.8	70.2	4875.52
175.01	9.9	70.9	4973.37
176.01	10.0	71.6	5072.16
177.01	10.1	72.3	5171.89
178.01	10.2	73.0	5272.56
179.01	10.3	73.7	5374.17
180.01	10.4	74.4	5476.72
181.01	10.5	75.1	5580.21
182.01	10.6	75.8	5684.64
183.01	10.7	76.5	5789.99
184.01	10.8	77.2	5896.24
185.01	10.9	77.9	5993.37
186.01	11.0	78.6	6091.36
187.01	11.1	79.3	6190.17
188.01	11.2	80.0	6289.76
189.01	11.3	80.7	6390.13
190.01	11.4	81.4	6491.24
191.01	11.5	82.1	6593.09
192.01	11.6	82.8	6695.64
193.01	11.7	83.5	6798.89
194.01	11.8	84.2	6902.84
195.01	11.9	84.9	7007.49
196.01	12.0	85.6	7112.76
197.01	12.1	86.3	7218.61
198.01	12.2	87.0	7325.00
199.01	12.3	87.7	7431.97
200.01	12.4	88.4	7539.52
201.01	12.5	89.1	7647.61
202.01	12.6	89.8	7756.24
203.01	12.7	90.5	7865.41
204.01	12.8	91.2	7975.16
205.01	12.9	91.9	8085.49
206.01	13.0	92.6	8196.36
207.01	13.1	93.3	8307.77
208.01	13.2	94.0	8419.72
209.01	13.3	94.7	8532.17
210.01	13.4	95.4	8645.16
211.01	13.5	96.1	8758.69
212.01	13.6	96.8	8872.76
213.01	13.7	97.5	8987.37
214.01	13.8	98.2	9102.52
215.01	13.9	98.9	9218.21
216.01	14.0	99.6	9334.44
217.01	14.1	100.3	9451.21
218.01	14.2	101.0	9568.52
219.01	14.3	101.7	9686.37
220.01	14.4	102.4	9804.76
221.01	14.5	103.1	9923.69
222.01	14.6	103.8	10043.16
223.01	14.7	104.5	10163.17
224.01	14.8	105.2	10283.72
225.01	14.9	105.9	10404.81
226.01	15.0	106.6	10526.44
227.01	15.1	107.3	10648.61
228.01	15.2	108.0	10771.32
229.01	15.3	108.7	10894.57
230.01	15.4	109.4	11018.36
231.01	15.5	110.1	11142.69
232.01	15.6	110.8	11267.56
233.01	15.7	111.5	11392.97
234.01	15.8	112.2	11518.92
235.01	15.9	112.9	11645.41
236.01	16.0	113.6	11772.44
237.01	16.1	114.3	11899.99
238.01	16.2	115.0	12028.04
239.01	16.3	115.7	12156.61
240.01	16.4	116.4	12285.72
241.01	16.5	117.1	12415.37
242.01	16.6	117.8	12545.56
243.01	16.7	118.5	12676.29
244.01	16.8	119.2	12807.56
245.01	16.9	119.9	12939.37
246.01	17.0	120.6	13071.72
247.01	17.1	121.3	13204.61
248.01	17.2	122.0	13338.04
249.01	17.3	122.7	13472.01
250.01	17.4	123.4	13606.52
251.01	17.5	124.1	13741.57
252.01	17.6	124.8	13877.16
253.01	17.7	125.5	14013.29
254.01	17.8	126.2	14149.96
255.01	17.9	126.9	14287.17
256.01	18.0	127.6	14424.92
257.01	18.1	128.3	14563.21
258.01	18.2	129.0	14702.04
259.01	18.3	129.7	14841.41
260.01	18.4	130.4	14981.32
261.01	18.5	131.1	15121.77
262.01	18.6	131.8	15262.76
263.01	18.7	132.5	15404.29
264.01	18.8	133.2	15546.36
265.01	18.9	133.9	15688.97
266.01	19.0	134.6	15832.12
267.01	19.1	135.3	15975.81
268.01	19.2	136.0	16120.04
269.01	19.3	136.7	16264.81
270.01	19.4	137.4	16410.12
271.01	19.5	138.1	16555.97
272.01	19.6	138.8	16702.44
273.01	19.7	139.5	16849.51
274.01	19.8	140.2	16997.16
275.01	19.9	140.9	17145.37
276.01	20.0	141.6	17294.12
277.01	20.1	142.3	17443.41
278.01	20.2	143.0	17593.24
279.01	20.3	143.7	17743.61
280.01	20.4	144.4	17894.52
281.01	20.5	145.1	18045.97
282.01	20.6	145.8	18197.96
283.01	20.7	146.5	18350.49
284.01	20.8	147.2	18503.56
285.01	20.9	147.9	18657.17
286.01	21.0	148.6	18811.32
287.01	21.1	149.3	18966.01
288.01	21.2	150.0	19121.24
289.01	21.3	150.7	19277.01
290.01	21.4	151.4	19433.32
291.01	21.5	152.1	19590.17
292.01	21.6	152.8	19747.56
293.01	21.7	153.5	19905.49
294.01	21.8	154.2	20063.96
295.01	21.9	154.9	20222.97
296.01	22.0	155.6	20382.52
297.01	22.1	156.3	20542.61
298.01	22.2	157.0	20703.24
299.01	22.3	157.7	20864.41
300.01	22.4	158.4	21026.12
301.01	22.5	159.1	21188.37
302.01	22.6	159.8	21351.16
303.01	22.7	160.5	21514.49
304.01	22.8	161.2	21678.36
305.01	22.9	161.9	21842.77
306.01	23.0	162.6	22007.72
307.01	23.1	163.3	22173.21
308.01	23.2	164.0	22339.24
309.01	23.3	164.7	22505.81
310.01	23.4	165.4	22672.92
311.01	23.5	166.1	22840.57
312.01	23.6	166.8	23008.76
313.01	23.7	167.5	23177.49
314.01	23.8	168.2	23346.76
315.01	23.9	168.9	23516.57
316.01	24.0	169.6	23686.92
317.01	24.1	170.3	23857.81
318.01	24.2	171.0	24029.24
319.01	24.3	171.7	24201.21
320.01	24.4	172.4	24373.72
321.01	24.5	173.1	24546.77
322.01	24.6	173.8	24720.36
323.01	24.7	174.5	24894.49
324.01	24.8	175.2	25069.16
325.01	24.9	175.9	25244.37
326.01	25.0	176.6	25420.12
327.01	25.1	177.3	25596.41
328.01	25.2	178.0	25773.24</

附表C——自乘與平方根(一)

No.	Square n^2	Sq. root \sqrt{n}									
1	1	1.000000	51	26 01	7.1414284	101	1 02 01	10.0498756	151	2 28 01	12.5292087
2	4	1.4142136	52	27 04	7.2111026	102	1 04 04	10.0595049	152	2 31 04	12.5388280
3	9	1.7320508	53	28 09	7.2801089	103	1 06 09	10.0488916	153	2 34 09	12.5483169
4	16	2.0000000	54	29 16	7.3484632	104	1 08 16	10.1498080	154	2 37 16	12.5576736
5	25	2.2360680	55	30 25	7.4161985	105	1 10 25	10.2469508	155	2 40 25	12.5468096
6	36	2.4494897	56	31 36	7.4833143	106	1 12 36	10.2956201	156	2 43 36	12.4863360
7	49	2.6457513	57	32 49	7.5498344	107	1 14 49	10.3440804	157	2 46 49	12.5293641
8	64	2.8284271	58	33 64	7.6157731	108	1 16 64	10.3923043	158	2 49 64	12.5698051
9	81	3.0000000	59	34 81	7.6811467	109	1 18 81	10.4403065	159	2 52 81	12.6066202
10	1 00	3.1622777	60	36 00	7.7459667	110	1 21 00	10.4880885	160	2 56 00	12.6491106
11	1 21	3.3166248	61	37 21	7.8102497	111	1 23 21	10.5356538	161	2 59 21	12.6885775
12	1 44	3.4641016	62	38 44	7.8740079	112	1 25 44	10.5830062	162	2 62 44	12.7279221
13	1 69	3.6055513	63	39 69	7.9372539	113	1 27 69	10.6301453	163	2 65 69	12.7671453
14	1 96	3.7416574	64	40 96	8.0000000	114	1 29 96	10.6770783	164	2 68 96	12.8062468
15	2 25	3.8729833	65	42 25	8.0622577	115	1 32 25	10.7238053	165	2 72 25	12.8452236
16	2 56	4.0000000	66	43 56	8.1240384	116	1 34 56	10.7703296	166	2 75 56	12.8840987
17	2 89	4.1231056	67	44 89	8.1853528	117	1 36 89	10.8166638	167	2 78 89	12.9222480
18	3 24	4.2426407	68	46 24	8.2462113	118	1 39 24	10.8627805	168	2 82 24	12.9614814
19	3 61	4.3589869	69	47 61	8.3066239	119	1 41 61	10.9087121	169	2 85 61	13.0000000
20	4 00	4.4721360	70	49 00	8.3666003	120	1 44 00	10.9544612	170	2 89 00	13.0383048
21	4 41	4.5825757	71	50 41	8.4261496	121	1 46 41	11.0000000	171	2 92 41	13.0766968
22	4 84	4.6904158	72	51 84	8.4852814	122	1 48 84	11.0453610	172	2 96 84	13.1148770
23	5 29	4.7958316	73	53 29	8.5440037	123	1 51 29	11.0905365	173	2 99 29	13.1529246
24	5 76	4.8989796	74	54 76	8.6023263	124	1 53 76	11.1355287	174	3 02 76	13.1909660
25	6 25	5.0000000	75	56 25	8.6602540	125	1 56 25	11.1803399	175	3 06 25	13.2287566
26	6 76	5.0901956	76	57 76	8.7177979	126	1 58 76	11.2249722	176	3 09 76	13.2664982
27	7 29	5.1961524	77	59 29	8.7749644	127	1 61 29	11.2694277	177	3 13 29	13.3041347
28	7 84	5.2915026	78	60 84	8.8317689	128	1 63 84	11.3137085	178	3 16 84	13.3416641
29	8 41	5.3851648	79	62 41	8.8891944	129	1 66 41	11.3578167	179	3 20 41	13.3790882
30	9 00	5.4772266	80	64 00	8.9442719	130	1 69 00	11.4017643	180	3 24 00	13.4164070
31	9 61	5.5677644	81	65 61	9.0000000	131	1 71 61	11.4455231	181	3 27 61	13.4536240
32	10 24	5.6568242	82	67 24	9.0553951	132	1 74 24	11.4891253	182	3 31 24	13.4907376
33	10 89	5.7446226	83	68 89	9.1104336	133	1 76 89	11.5325226	183	3 34 89	13.5277493
34	11 56	5.8306119	84	70 56	9.1651614	134	1 79 56	11.5758280	184	3 38 56	13.5646800
35	12 25	5.9160798	85	72 25	9.2195445	135	1 82 25	11.6189500	185	3 42 25	13.6014705
36	13 96	6.0000000	86	73 96	9.2736185	136	1 84 96	11.6619038	186	3 45 96	13.6382181
37	13 69	6.0827625	87	76 69	9.3273791	137	1 87 69	11.7046939	187	3 49 69	13.6747943
38	14 44	6.1644140	88	77 44	9.3808315	138	1 90 44	11.7473481	188	3 53 44	13.7113662
39	15 21	6.2449860	89	79 21	9.4339811	139	1 93 21	11.7898261	189	3 57 21	13.7477271
40	16 00	6.3245553	90	81 00	9.4869330	140	1 96 00	11.8321596	190	3 61 00	13.7840488
41	16 81	6.4031242	91	82 81	9.5396920	141	1 98 81	11.8743421	191	3 64 81	13.8202760
42	17 64	6.4807407	92	84 64	9.5926630	142	2 01 64	11.9163753	192	3 68 64	13.8564065
43	18 49	6.5574385	93	86 49	9.6458508	143	2 04 49	11.9582607	193	3 72 49	13.8924410
44	19 36	6.6332495	94	88 36	9.6993597	144	2 07 36	12.0000000	194	3 76 36	13.9283883
45	20 25	6.7089030	95	90 25	9.7536794	145	2 10 25	12.0415946	195	3 80 25	13.9642400
46	21 16	6.7823300	96	92 16	9.7979850	146	2 13 16	12.0830450	196	3 84 16	14.0000000
47	22 09	6.8546546	97	94 09	9.8488578	147	2 16 09	12.1243557	197	3 88 09	14.0356988
48	23 04	6.9222032	98	96 04	9.8994949	148	2 19 04	12.1655261	198	3 92 04	14.0712473
49	24 01	7.0000000	99	98 01	9.9498744	149	2 22 01	12.2065656	199	3 96 01	14.1067380
50	25 00	7.0710678	100	100 00	10.0000000	150	2 25 00	12.2474487	200	4 00 00	14.1421866

附表C——自乘與平方根(二)

No. n	Square n ²	Sq. root √n									
201	4 04 01	14.1774469	251	6 30 01	15.8429795	301	9 06 01	17.3493516	351	12 32 01	18.7345940
202	4 08 04	14.2126704	252	6 36 04	15.8745079	302	9 12 04	17.3781472	352	12 39 04	18.7616630
203	4 12 09	14.2478068	253	6 40 09	15.9059737	303	9 18 09	17.4068952	353	12 46 09	18.7882942
204	4 16 16	14.2829593	254	6 45 16	15.9373775	304	9 24 16	17.4356958	354	12 53 16	18.8148877
205	4 20 25	14.3178211	255	6 50 25	15.9687194	305	9 30 25	17.4642492	355	12 60 25	18.8414437
206	4 24 36	14.3527001	256	6 55 36	16.0000000	306	9 36 36	17.4928557	356	12 67 36	18.8679623
207	4 28 49	14.3874946	257	6 60 49	16.0321956	307	9 42 49	17.5214155	357	12 74 49	18.8944436
208	4 32 64	14.4222051	258	6 65 64	16.0623784	308	9 48 64	17.5499298	358	12 81 64	18.9208879
209	4 36 81	14.4568323	259	6 70 81	16.0934769	309	9 54 81	17.5783068	359	12 88 81	18.9472953
210	4 41 00	14.4913767	260	6 75 00	16.1245155	310	9 61 00	17.6068169	360	12 96 00	18.9726560
211	4 45 21	14.5258390	261	6 81 21	16.1564944	311	9 67 21	17.6351921	361	13 03 21	19.0000000
212	4 49 44	14.5602198	262	6 86 44	16.1884141	312	9 73 44	17.6635217	362	13 10 44	19.0282976
213	4 53 69	14.5945195	263	6 91 69	16.2172747	313	9 79 69	17.6918060	363	13 17 69	19.0565939
214	4 57 96	14.6287388	264	6 96 96	16.2480768	314	9 85 96	17.7200151	364	13 24 96	19.0787840
215	4 62 25	14.6628783	265	7 02 25	16.2788206	315	9 92 25	17.7482393	365	13 32 25	19.1040732
216	4 66 56	14.6969385	266	7 07 56	16.3085054	316	9 98 56	17.7763883	366	13 39 56	19.1311265
217	4 70 89	14.7309199	267	7 12 89	16.3381346	317	10 04 89	17.8044933	367	13 46 89	19.1572441
218	4 75 24	14.7648231	268	7 18 24	16.3707055	318	10 11 24	17.8325545	368	13 54 24	19.1833261
219	4 79 61	14.7985486	269	7 23 61	16.4012195	319	10 17 61	17.8605711	369	13 61 61	19.2083727
220	4 84 00	14.8323970	270	7 29 00	16.4316767	320	10 24 00	17.8885493	370	13 69 00	19.2353841
221	4 88 41	14.8663687	271	7 34 41	16.4620976	321	10 30 41	17.9161729	371	13 76 41	19.2618303
222	4 92 84	14.8995644	272	7 39 84	16.4924225	322	10 36 84	17.9443584	372	13 83 84	19.2873015
223	4 97 29	14.9331845	273	7 45 29	16.5227116	323	10 43 29	17.9722003	373	13 91 29	19.3132979
224	5 01 76	14.9668295	274	7 50 76	16.5529454	324	10 49 76	18.0000000	374	13 98 76	19.3390796
225	5 06 25	15.0000000	275	7 56 25	16.5831240	325	10 56 25	18.0277564	375	14 06 25	19.3649167
226	5 10 76	15.0329294	276	7 61 76	16.6132477	326	10 62 76	18.0554701	376	14 13 76	19.3907194
227	5 15 29	15.0665192	277	7 67 29	16.6433170	327	10 69 29	18.0831413	377	14 21 29	19.4164878
228	5 19 84	15.0996659	278	7 72 84	16.6733320	328	10 75 84	18.1107703	378	14 28 84	19.4422221
229	5 24 41	15.1327460	279	7 78 41	16.7032931	329	10 82 41	18.1383571	379	14 36 41	19.4679223
230	5 29 00	15.1657609	280	7 84 00	16.7332005	330	10 89 00	18.1659921	380	14 44 00	19.4935387
231	5 33 61	15.1985842	281	7 89 61	16.7630546	331	10 95 61	18.1934054	381	14 51 61	19.5192213
232	5 38 24	15.2315462	282	7 95 24	16.7929556	332	11 02 24	18.2206572	382	14 59 24	19.5448203
233	5 42 89	15.2643375	283	8 00 89	16.8228038	333	11 08 89	18.2482876	383	14 66 89	19.5703968
234	5 47 56	15.2970585	284	8 06 56	16.8525295	334	11 15 56	18.2756669	384	14 74 56	19.5959179
235	5 52 25	15.3297097	285	8 12 25	16.8819430	335	11 22 25	18.3030062	385	14 82 25	19.6214169
236	5 56 96	15.3622915	286	8 17 96	16.9115345	336	11 28 96	18.3303028	386	14 89 96	19.6468327
237	5 61 69	15.3948043	287	8 23 69	16.9410743	337	11 35 69	18.3575598	387	14 97 69	19.6723156
238	5 66 44	15.4272436	288	8 29 44	16.9705827	338	11 42 44	18.3847763	388	15 05 44	19.6977156
239	5 71 21	15.4595248	289	8 35 21	17.0000000	339	11 49 21	18.4119526	389	15 13 21	19.7236329
240	5 76 00	15.4919334	290	8 41 00	17.0293864	340	11 56 00	18.4390889	390	15 21 00	19.7494177
241	5 80 81	15.5241747	291	8 46 81	17.0587221	341	11 62 81	18.4661853	391	15 28 81	19.7737189
242	5 85 64	15.5563492	292	8 52 64	17.0880075	342	11 69 64	18.4932420	392	15 36 64	19.7989899
243	5 90 49	15.5884673	293	8 58 49	17.1172428	343	11 76 49	18.5202592	393	15 44 49	19.8242276
244	5 95 36	15.6204994	294	8 64 36	17.1464282	344	11 83 36	18.5472370	394	15 52 36	19.8494332
245	6 00 25	15.6524758	295	8 70 25	17.1756540	345	11 90 25	18.5741766	395	15 60 25	19.8746069
246	6 05 16	15.6943871	296	8 76 16	17.2046505	346	11 97 16	18.6010752	396	15 68 16	19.8997487
247	6 10 09	15.7162236	297	8 82 09	17.2338879	347	12 04 09	18.6279890	397	15 76 09	19.9243583
248	6 15 04	15.7480157	298	8 88 04	17.2626785	348	12 11 04	18.6547581	398	15 84 04	19.9494873
249	6 20 01	15.7797933	299	8 94 01	17.2916165	349	12 18 01	18.6815417	399	15 92 01	19.9749944
250	6 25 00	15.8113883	300	9 00 00	17.3205061	350	12 25 00	18.7082889	400	16 00 00	20.0000000



中國作物育種學

附表C——自乘與平方根(三)

No.	Square n^2	Sq. root \sqrt{n}												
401	16 08 01	20.0249844	451	20 34 01	21.2367606	501	25 10 01	22.3830293	551	30 36 01	23.4733892			
402	16 16 04	20.0499377	452	20 43 04	21.2602816	502	25 20 04	22.4053565	552	30 47 04	23.4946802			
403	16 24 09	20.0748509	453	20 52 09	21.2837967	503	25 30 09	22.4276615	553	30 58 09	23.5159520			
404	16 32 16	20.0997612	454	20 61 16	21.3072753	504	25 40 16	22.4499443	554	30 69 16	23.5372046			
405	16 40 25	20.1246118	455	20 70 25	21.3307290	505	25 50 25	22.4722051	555	30 80 25	23.5584380			
406	16 48 36	20.1494417	456	20 79 36	21.3541555	506	25 60 36	22.4944433	556	30 91 36	23.5796522			
407	16 56 49	20.1742410	457	20 88 49	21.3775633	507	25 70 49	22.5166905	557	31 02 49	23.6008474			
408	16 64 64	20.1990099	458	20 97 64	21.4009346	508	25 80 64	22.5388553	558	31 13 64	23.6220236			
409	16 72 81	20.2237464	459	21 06 81	21.4242853	509	25 90 81	22.5610283	559	31 24 81	23.6431806			
410	16 81 00	20.2484567	460	21 16 00	21.4476106	510	26 01 00	22.5831796	560	31 36 00	23.6643191			
411	16 89 21	20.2731349	461	21 25 21	21.4709109	511	26 11 21	22.6053091	561	31 47 21	23.6854386			
412	16 97 44	20.2977381	462	21 34 44	21.4941853	512	26 21 44	22.6274170	562	31 58 44	23.7065392			
413	17 05 69	20.3224014	463	21 43 69	21.5174348	513	26 31 69	22.6495033	563	31 69 69	23.7276210			
414	17 13 96	20.3469899	464	21 52 96	21.5406592	514	26 41 96	22.6715681	564	31 80 96	23.7486842			
415	17 22 25	20.3715488	465	21 62 25	21.5633587	515	26 52 25	22.6936114	565	31 92 25	23.7697286			
416	17 30 56	20.3960781	466	21 71 56	21.5870331	516	26 62 56	22.7166334	566	32 03 56	23.7907645			
417	17 39 29	20.4205779	467	21 80 29	21.6110183	517	26 72 29	22.7397049	567	32 14 29	23.8117918			
418	17 47 54	20.4450483	468	21 89 54	21.6353077	518	26 82 54	22.7628134	568	32 24 54	23.8327506			
419	17 56 61	20.4694895	469	21 99 61	21.6594078	519	26 93 61	22.7858715	569	32 37 61	23.8537209			
420	17 64 00	20.4939015	470	22 09 00	21.6794884	520	27 04 00	22.8035085	570	32 49 00	23.8746728			
421	17 72 41	20.5182845	471	22 18 41	21.7025344	521	27 14 41	22.8254244	571	32 60 41	23.8956063			
422	17 80 84	20.5426386	472	22 27 84	21.7265510	522	27 24 84	22.8473193	572	32 71 84	23.9165215			
423	17 89 29	20.5669638	473	22 37 29	21.7485632	523	27 35 29	22.8691933	573	32 83 29	23.9374184			
424	17 97 76	20.5912850	474	22 46 76	21.7715411	524	27 45 76	22.8910469	574	32 94 76	23.9582971			
425	18 06 25	20.6155281	475	22 56 25	21.7944947	525	27 56 25	22.9128785	575	33 06 25	23.9791576			
426	18 14 76	20.6397674	476	22 65 76	21.8174242	526	27 66 76	22.9346899	576	33 17 76	24.0000000			
427	18 23 29	20.6639783	477	22 75 29	21.8403297	527	27 77 29	22.9564806	577	33 29 29	24.0208243			
428	18 31 84	20.6881609	478	22 84 84	21.8632111	528	27 87 84	22.9782506	578	33 40 84	24.0416306			
429	18 40 41	20.7123152	479	22 94 41	21.8860580	529	27 98 41	23.0000000	579	33 52 41	24.0624188			
430	18 49 00	20.7364414	480	23 04 00	21.9089023	530	28 09 00	23.0217289	580	33 64 00	24.0831892			
431	18 57 61	20.7605395	481	23 13 61	21.9317122	531	28 19 61	23.0434372	581	33 75 61	24.1039116			
432	18 66 24	20.7846097	482	23 23 24	21.9544984	532	28 30 24	23.0651252	582	33 87 24	24.1246762			
433	18 74 89	20.8086520	483	23 32 89	21.9772610	533	28 40 89	23.0867928	583	33 98 89	24.1453829			
434	18 83 56	20.8326697	484	23 42 56	22.0000000	534	28 51 56	23.1084400	584	34 10 56	24.1660919			
435	18 92 25	20.8566536	485	23 52 25	22.0227155	535	28 62 25	23.1300670	585	34 22 25	24.1867732			
436	18 90 96	20.8806130	486	23 61 96	22.0454077	536	28 72 96	23.1516738	586	34 33 96	24.2074369			
437	19 00 69	20.9045450	487	23 71 69	22.0680765	537	28 83 69	23.1732605	587	34 45 69	24.2280829			
438	19 10 44	20.9284495	488	23 81 44	22.0907220	538	28 94 44	23.1948270	588	34 57 44	24.2487113			
439	19 20 21	20.9523268	489	23 91 21	22.1133444	539	29 05 21	23.2163735	589	34 69 21	24.2693222			
440	19 30 00	20.9761770	490	24 01 00	22.1359438	540	29 15 00	23.2379001	590	34 81 00	24.2899156			
441	19 40 00	21.0000000	491	24 10 81	22.1585198	541	29 25 81	23.2594067	591	34 92 81	24.3104916			
442	19 50 34	21.0237360	492	24 20 64	22.1810730	542	29 37 64	23.2808945	592	35 04 64	24.3310501			
443	19 60 49	21.0476852	493	24 30 49	22.2036083	543	29 48 49	23.3023804	593	35 16 49	24.3515913			
444	19 71 36	21.0713075	494	24 40 36	22.2261108	544	29 59 36	23.3238076	594	35 28 36	24.3721152			
445	19 80 25	21.0950231	495	24 50 25	22.2485955	545	29 70 25	23.3452351	595	35 40 25	24.3926218			
446	19 89 16	21.1187121	496	24 60 16	22.2710576	546	29 81 16	23.3665433	596	35 52 16	24.4131112			
447	19 98 09	21.1423746	497	24 70 09	22.2934968	547	29 92 09	23.3879311	597	35 64 09	24.4335824			
448	20 07 04	21.1660165	498	24 80 04	22.3159135	548	30 03 04	23.4093996	598	35 76 04	24.4540385			
449	20 16 01	21.1896201	499	24 90 01	22.3383079	549	30 14 01	23.4307490	599	35 88 01	24.4744785			
450	20 25 00	21.2132034	500	25 00 00	22.3606798	550	30 25 00	23.4520783	600	36 00 00	24.4948974			

中華民國二十五年一月初版
中華民國二十五年一月三日

版 權 所 有

*D五九九六

大

3.9

