

植物育種學

卷 下

汪呈因編著



商務印書館發行

432.9
710
4:2

植 物 育 種 學

卷 下

汪呈因編著



3 1773 4273 4

商 務 印 書 館 發 行



目次

卷下

第一編 總論	1
第一章 植物生殖方法與育種	1
第一節 生殖分類	1
第二節 生殖影響	2
第三節 生殖改造	4
第二章 品種性狀之鑑定	7
第一節 特性鑑定法	7
第二節 子粒形質鑑定法	15
第三章 交配上特種技術	19
第一節 開花期人工之調節	19
第二節 花粉之貯藏	30
第三節 交配人工之助成	33

第二編 自花受精作物	39
第四章 稻之育種通論	39
第一節 稻種改良之重要.....	
第二節 稻之分類.....	41
第三節 花之構造.....	47
第四節 開花習性.....	48
第五節 稻花粉之發芽.....	57
第五章 稻之育種方法	60
第六節 混合選種.....	60
第七節 檢定選種.....	63
第八節 純系育種.....	68
第九節 雜交育種.....	101
第十節 突變育種.....	127
第六章 稻之育種遺傳	133
第十一節 相關性狀.....	133
第十二節 色澤遺傳.....	138
第十三節 形質遺傳.....	142
第十四節 生理性質遺傳.....	147

第十五節 稻染色體數之變化·····	152
第七章 小麥育種通論·····	156
第一節 中國小麥改良之重要·····	156
第二節 中國小麥區域與品種·····	158
第三節 小麥之品質與氣候·····	161
第四節 小麥之分類與染色體·····	166
第五節 花之構造·····	169
第六節 開花習性·····	172
第八章 小麥育種方法·····	181
第七節 純系育種·····	181
第八節 雜交育種·····	184
第九章 小麥育種遺傳·····	209
第九節 相關性狀·····	209
第十節 遺傳性狀·····	212
第十章 大麥育種·····	214
第一節 概說·····	214
第二節 花及開花·····	215
第三節 選擇育種法·····	217

第四節 雜交育種法·····	218
第五節 相關性狀·····	220
第六節 遺傳性狀·····	221
第七節 良質標準·····	221
第十一章 燕麥育種·····	225
第一節 概說·····	225
第二節 花及開花·····	226
第三節 育種方法·····	229
第四節 遺傳性狀·····	232
第十二章 大豆育種·····	233
第一節 大豆改良之重要·····	233
第二節 花及開花·····	235
第三節 選擇育種法·····	235
第四節 雜交育種法·····	238
第五節 相關性狀與遺傳性狀·····	240
第十三章 豌豆育種·····	242
第十四章 花生育種·····	247
第十五章 粟類育種·····	251

第三編 常異花受精作物	257
第十六章 棉花育種通論	257
第一節 中國棉花改良之重要	257
第二節 中國棉花之分類	259
第三節 中國棉作區域與品種	262
第四節 中國棉種改良之過去	265
第五節 花及開花	266
第六節 天然雜交	268
第七節 人工自交	270
第十七章 棉花育種方法	276
第八節 純系育種	276
第九節 雜交育種	286
第十節 馴化育種	290
第十八章 棉花育種遺傳	294
第十一節 相關性狀	294
第十二節 遺傳性狀	296
第十九章 高粱育種	299

第一節 概說.....	299
第二節 花及開花.....	300
第三節 選擇育種法.....	302
第四節 雜交育種法.....	306
第五節 相關性狀及遺傳性狀.....	308
第二十章 菸草育種.....	310
第一節 概說.....	310
第二節 花及開花.....	311
第三節 選擇育種法.....	313
第四節 雜交育種法.....	314
第二十一章 蠶豆育種.....	316
第四編 常異花受精作物及無性繁殖作物	319
第二十二章 玉米育種.....	319
第一節 玉米改良之必要.....	319
第二節 花及開花.....	319
第三節 優良母本之標準.....	321
第四節 選擇育種法.....	322
第五節 雜交育種法.....	224

第六節 相關性狀與遺傳性狀.....	326
第二十三章 十字花科作物之育種.....	329
第二十四章 馬鈴薯育種.....	335
第一節 概說.....	335
第二節 花及繁殖.....	336
第三節 選擇育種法.....	338
第四節 雜交育種法.....	343
第五節 相關性狀及遺傳性狀.....	346
第二十五章 甘藷育種.....	349
第一節 概說.....	349
第二節 花及開花.....	350
第三節 選擇育種法.....	352
第四節 雜交育種法.....	353
第二十六章 甘蔗育種.....	355
第一節 概說.....	355
第二節 花及開花.....	356
第三節 選擇育種法.....	356
第四節 雜交育種法.....	357

第二十七章 果樹育種.....	359
第一節 概說.....	359
第二節 花及開花.....	360
第三節 選擇育種.....	362
第四節 雜交育種.....	363
第二十八章 複瓣花育種.....	366
第一節 概說.....	366
第二節 複瓣花成因.....	366
第三節 複雜花遺傳現象.....	368
第四節 複瓣花育成法.....	370
附本卷參考書目.....	373

植物育種學

卷下 各論

第一編 總論

第一章 作物生殖方法與育種

第一節 生殖分類

通常主要作物概屬高等顯花植物，其生殖器官爲花，其生殖方法則因受精時花粉來源之不同而有異。普通作物在育種上常依據生殖方法，別爲四大類：

(一) 自花受精作物 如水稻、小麥、大麥、燕麥、大豆、豌豆、花生等皆爲天然自花受精作物，其每個花中之雌雄蕊，同時成熟，當花開放時，多已受粉完竣，故天然雜交之機會甚少。水稻之天然雜交率最少 0.044%，最多 4%，平均 0.7%，⁽¹⁾而大豆、豌豆等雌雄蕊成熟甚早，在

註 (1) 明峯正夫，稻に於ける自然交配の程度及其原因，札幌農林學會報。16. 1924.

開花前，已多授粉，所謂閉蕊受精。

(二) 常異花受精作物 如棉花、高粱、蕃茄、亞麻、蠶豆等作物，雖其雌雄蕊之構造，適宜自花受精，但因受風蟲之不斷滋擾及其他因子影響，以致天然異花受精率頗高，常在 5% 至 10% 之間。例如南通中棉天然雜交率為 1.0%，徐州美棉為 7.8%，⁽¹⁾高粱天然雜交率，平均為 5% 至 10%。

(三) 異花受精作物 此類作物或雌雄異株，必須異花授粉，如大麻、油桐、菠菜、石刁柏等是，或雌雄同株而異花，亦須異花受精，如玉米、苧麻、南瓜、西瓜等是，或雌雄同花，但成熟期先後不同，或自交生育不良，以致異花授粉，如油菜、蘿蔔、甜菜等是。最後有雌雄同花，自交雖和合，而花器構造，不適自花授粉，如向日葵，紫雲英等是。上述四項作物各引起異花授粉之原因不一，而天然雜交之程度亦異。

(四) 無性繁殖作物 如甘藷、馬鈴薯、蓮藕、慈姑、甘蔗、百合、草莓等均屬無性繁殖作物，此類作物或因結實日期難待，或因種子繁殖生長力之遞弱，乃選用營養器官代替生殖器而繁殖也。美味之果樹，鮮豔之花卉，多因其優良形質不能由種子繁殖而遺傳，吾人自古利用嫁接、壓條等無性繁殖法以繁殖之。

第二節 生殖影響

所謂生殖之不同，在高等植物之作物係指受精之花粉來源性質有異，因之，各後代所受之影響，不特情形繁複，而且在育種上，最為重要。

註 (2) 洛夫，棉花改良法，南京 1933。

自花受精作物因天然雜交率甚低，各品種內個體之遺傳形質，概甚固定，換言之，其遺傳概為同性子或同性接合體，而無他種形質因子混入其內，雖有時受環境影響所引起之徬徨變異，或場所變異，但不能遺傳，若繼續選擇，其原有形質無增亦無減。

自花受精作物在純系育種場合，只須廣續其由花結實之種子，防止他種種子之混雜即可，純系之保持，殊較簡單。在雜交育種場合，只須根據蒙德爾遺傳法則，選求理想中之新品種，不斷工作，至獲得兼有父母本之優良特性新品種，不再分離為止。在種個體一經分離，成為純系，推廣至於農民，亦無須精細選別，即不加選別，若無人為混雜，則優者繼續為優，劣者繼續為劣。

常異花受精作物因天然雜交率較高，其遺傳形質因之常不固定，故育種工作之進行較為繁瑣，因無論在純系育種或雜交育種過程中，均須舉行人工自交，不可多有疏忽。此類作物，如棉花，高粱等經人工自交後，其後代生育力及生產力概無減退之現象。

異花受精作物因花粉常來自異花，其遺傳因子更形混雜，遺傳形質，鮮有固定，所謂異性子，一名異性接合體，故進行純系育種或雜交育種之初期，必須先行人工自交，多至七八代，少則三四代，較常異花受精作物之工作，尤須嚴格。惟此種作物如能繼續善行單本選擇，可改變其形質，例如取二種以上優良形質不同之植株或品種，種植於一地，逐年選擇其具有期求之形質個體，經過若干年後，可能獲得優良新品種。達爾文氏所謂：『在自然界中，因雜交而起分離，因分離而有新品種，斯項新品種，適合環境則生存，否則滅亡，』意即在茲。

異花受精作物因往往自交不育，或自交後其子孫生育衰弱，故育種之方法，可側重於惡劣系統之淘汰，用混合選擇法，育成優良之固定品種。然亦有自交後生育不即衰失者，或衰退一二代後，而生育力不復衰退者，即可繼續舉行人工自交，選出最優良之純系或自交系，然後再進行各式雜交，如雙交，回交等，或利用其雜種優勢以推廣之，或近親交配分離純系。

異花受精作物因歷年皆為他花授粉，由異性因子混合而成現象型，除用人工強其自交外，其後代永無純系，即後代形質永少與親本完全相同者。在同一種上，例如玉米，各粒之遺傳因子亦多差異，有高型，矮型及中型。如高遇高雜交，則有更高型產生，低遇低雜交，則有更低型產生，中型遇高型或低型遇中型，則有不高不矮或較高較矮者產生，故繼續選擇可得優良個體之機會，不若自花受精之繼續選擇，無增亦無減也。

然另一方面，異花受精之作物推廣於農民，時有優劣形質互相交雜之機會，若不繼續選擇，則高矮混雜，大小互異，故異花受精作物之種子，須隨時隨地注意選擇。

總之，純系選擇法甚適用於自花受精作物，例如水稻、小麥、大麥、大豆、豌豆等，可用於常異花受精作物，例如棉花，高粱等，不適用於異花受精作物，例如玉米，大麻等。混合選擇法與雜交育種法，可行於自花受精，常異花受精及異花受精之作物。

又輸入異地良種法適用於各種作物，本書各章概不贅述。

第三節 生殖改造

作物育種之科學進步，一日千里，最近關於人工改造作物之生殖，足資贊揚者，有（一）野生種之改造，（二）胚胎之培育，（三）不孕雄蕊之製造。

（一）野生種之改造 在天然界栽培種之二元體，大都由野生種互相雜交，經若干千萬年漸次進化而成，例如普通小麥可能由一粒小麥與二粒小麥雜交而成⁽¹⁾，栽培種小米可能由狗尾草雜交而來，優良之美棉可能由非洲野生棉與亞洲野生棉雜交生成，因現今之栽培種染色體數皆為野生種之倍數也。據最近研究，用人工雜交方法可將野生種具有特殊優良之遺傳因子輸入栽培種中，例如美人 Sears 氏曾用野生小麥 *Oegilops Squarosa* 與二粒小麥雜交，該雜交種本為三元體，具有 ABC 三組染色體，而經秋水仙精處理後，則忽變為六元體，具有 ABC ABC 六組染色體，與普通小麥完全相同。又如美國棉花為四元體，具有 26 對染色體，亦經學者證明，可由非洲野生棉與亞洲野生棉兩個二元體雜交育成。

（二）胚胎之培育 近代育種科學之最大進步，則在利用人工方法促成細胞染色體之倍數增加，⁽²⁾ 因染色體數倍加後，通常其植株及子實花朵，均較強大。人工促進染色體數倍加之方法有二：其一利用化理性之特種處理，如高溫，X 光線，秋水仙精等，已經應用有效者。其二利用染色體數不同之品種相雜交，以引起其染色體數之突變。通常作物之血統愈遠，其染色體數差異愈大，彼此雜交，愈易引起染色體之紛擾

註 (1) 參看第七章小麥育種，第四節。

(2) Hayes and Immer, Methods of plant breeding, New-York, 1942.

與突變，但另一面，血統愈遠，如不同種或不同屬之植物互相雜交，則胚胎不能產生，或發育不全，經若干時日後，逐漸退化而死亡。若將此胚胎培養於培養基（洋菜及鹽類）內，加少許可乳質或酵母精汁，並處以適當溫度，則胚胎不特不死滅，且可次第發育，而幼苗得以生成。例如 Brink 與 Cooper 二氏曾將燕麥與一種野生燕麥雜交，利用人工培育胚胎法，得育成一雜交種。(1)

（三）不孕雄蕊之製造 水稻、大麥、高粱等作物，因雌雄同花，外殼緊抱，大量去雄，殊屬困難，最近可利用人工引變大量產生不孕之雄蕊，換言之，同花雄蕊之花粉不能受精，其雌蕊必須他花花粉授粉，故在育種上舉行人工交配時，只需授粉，無須去雄，甚易得多量雜交種。美國 Martin 氏曾用此法獲着大量高粱雜交種，Jones 氏亦用此法（於鐵絲內藉紅頭蒼蠅授粉）育成大量洋葱雜交種。此種洋葱特別大而整齊，近在美國各洲推廣甚速，數年之後，可將該國洋葱產量增高百分之三十至四十。(2)

（四）其他如嫁接壓條，分根，分莖等無性繁殖，本為育種家改造植物之生殖最古方法，吾人近已普遍應用，而不自覺矣。

註 (1) 李光聞美國作物育種之新途，農報，第 11 卷，南京，1946，3。

(2) 念東，美國農業技術的革命，進步，第 6-7 合期，南京，1947，5。

第二章 品種性狀之鑑定

第一節 特性鑑定法

作物生理上性質最重要者，有倒伏性、分蘖性、抗病性、抗旱性、抗寒性等，各種性力之強弱，與品種優良關係密切，且均隨種系對於環境因子反應機能及遺傳本性而異，從事育種者，豈可不設法辨別之耶？

(一) 倒伏性 影響倒伏抗力之大小，有內外二種因素，外部因子有播種深淺，植栽疏密，肥料配合，肥料施量，肥料施期，耕鋤深淺，中耕程度，光度強弱，風力大小，雨量多寡，排水良否，地下水高度，土壤深淺輕重，保水力大小，以及其他物理性化學性，災害情形等，概與倒伏力有關。故鑑別某品種倒伏力強弱，須於同一環境下比較之。

內部主要因子可分下四種：

1. 莖稈外形構造 穀類作物之倒伏，一由頂穗之重量，二由風雨之動壓，植物之莖稈宛若起重機之鐵柱，力點在上端，支點在下端，故所受穗與風之力，愈在下部愈大。原稻麥之莖稈，最下端節點密集，分蘖之根羣密布，是天然較上部強硬也。若以節間言，下方節間之稈壁亦較上方

厚，若以每節言，除最上一節外，中央部概較厚，上下兩部比，又以下部為最薄，蓋下部近節處有葉鞘包裹保護。又各節葉鞘強度亦不同，當稈初生長時，下端組織嫩弱，抵抗力小，須有葉鞘保障，惟斯時莖稈矮小，似無須強大抵抗力，至稈高伸後則必須強韌不可。

2. 莖之內部構造 莖稈除支持子穗作用外，尚有輸送養液及同化作用，支持固須厚膜細胞之強固組織，而同化輸液則需薄膜細胞之柔膜組織，二者不能配合適當，適成相反之趨勢。蓋欲莖稈抗力愈大，則其內部構造必須堅固，組織愈堅固，則支持組織之細胞膜愈強厚，即薄膜細胞愈形肥厚方可。

肥厚之厚膜細胞內室狹小，形狀伸長，兩端尖狹若絲麻，稈壁如多此種組織，其彈性乃大，雖稈之皮層，日光照射，需要同化作用發達，但其基部，光線不足，甚利於強固組織之生長，以增加其支持力。然則各種植物莖稈之抵抗力大小，可藉用解剖學，製一薄片，於顯微鏡下鑑定之矣。

3. 莖稈土中狀況 稈之下端在土中固着狀況有二，一為稈之本體固着於土壤。二為根羣盤結於土中，分蘖節點數多則固着程度強大，因分蘖節點多，根數隨之多而盤結力自大，其抗拔抗倒力當愈強也。

4. 分蘖角度 通常主稈與分蘖角度小，抗倒伏力亦小，分蘖角度大，抗倒伏力亦大，因後者分蘖支稈與主稈雜交錯綜，相互支持，則倒伏較難。

上述四種因素，雖各有其價值，但彼此有密切關係，不能憑某一性質即下判斷，例如厚膜細胞強度不同，而稈之粗細，稈壁厚度以及其他

強固組織雖同，稈之抗力仍有差異。又如稈之長度同一，長稈雖易倒伏，但須加入穗葉重量，容積，根羣生長狀況，根之固着強度，莖稈厚膜組織以及蘗稈與主稈之角度平均統計，方可判定其倒伏抗力，否則難免失之精確。

內部構造固關重要，但外部因子亦大可改變內部之組織：例如灌水過深，可使稻之分蘗力減少，稈之中空增大，稈之柔膜組織細胞增大，細胞間隙增大，細胞膜減薄，且維管束鞘發達不良，位於稈之表皮下之厚膜組織細胞所成之機械組織，細胞大而薄，細胞數復少。

又例，氮肥施量過多，則稻稈長，中空，穗之重量，長度以及葉鞘氣孔柔膜細胞概增大，且機械組織不充分發達，各種組織生理上多較軟弱。

鑑別各種抗力之大小，固可利用多肥栽培以爲比較，然如欲其結果精確可靠，則須加用各種儀器，現今調查莖稈之粗細可用 Liebscher 氏之測儀⁽¹⁾或用 Kiessling 氏測莖器，⁽²⁾檢定莖稈之彈性，可用 Holdfleiss 氏莖稈彈性測驗器，⁽³⁾此種測驗器構造頗精緻，其主要者爲有刻度之金屬稈上附二小稈，莖稈即懸於稈下端之孔中，下掛容器內置彈丸法碼，其重量直表示稈之彈力。⁽⁴⁾

然此種精密測定手續，殊爲麻煩，若單以稈長爲標準，而稈長又與

註 (1) Halm-dicke-mess-gabel

(2) Halm-dicke-messer

(3) apparat zur beatmung der tragfähigkeit des halmes

(4) 關於此項儀器之詳情，可參看宗正雜育種學彭先澤稻作學

生長力有關，換言之稈長之品種，產量常多。通常粗約評定方法，稈強 30 分，稈短 30 分，節間短 10 分，其他目測者 30 分，合共 100。惟倒伏諸因素之標準，甚難規定，品種之去留大都須憑經驗，所以用多肥栽培法，直接比較各品種抗力之大小，結果亦有價值。

(二) 分蘗力 分蘗力之大小，有內外諸要因，內部要因主為遺傳性，即品種之特性，外部要因主為栽植疏密，肥料多寡，光熱強弱，播種遲早等。作者前在昆明觀察在同一環境與處理之下，各品種分蘗平均數如下：

海排谷	2.6 本
措子谷	3.2
大白谷	3.8
小白谷	4.1
荔枝紅	4.8

可見海排谷，措子谷分蘗力弱，小白谷荔枝紅分蘗力較強。關於外部之要因，試舉三例以為表證。

A. 距離愈小分蘗愈少

品 種	處 理	每兜本數	1	2	3	5	7	10	15	20	25	30
			60方尺本數	36	72	108	180	250	360	540	720	900
早 稻	35	22	7.0	10.0	10.2	10.5	8.5	7.5	5.2	1.9	1.7	0.6
中 稻	109	22	1.60	20.9	22.0	21.9	21.9	20.3	19.5	15.9	13.7	10.4
晚 稻	88	22	13.1	15.5	17.5	15.5	14.6	13.8	12.5	6.9	2.7	2.9

B. 肥料愈多分蘖愈多

種別	類別	標準斜區	$\frac{1}{3}$ 標準肥料區	$\frac{1}{3}$ 標準區對標準區莖數%
早稻	35號	16.5	12.3	74.5
中稻	109號	20.7	19.1	92.9

C. 分蘖與日光之關係

種別	類別	標準區	草蓆遮斷日光區	遮斷區對標準區莖數%
早稻	35號	30	6	20.8
中稻	109號	35	20	57.1

由上三試驗觀之，距離大小肥料多寡及光線強弱，對水稻之分蘖力影響甚大。

分蘖力強則穗多，穗多則產量高，然分蘖多者穗常小，惟分蘖中等者穗較大，分蘖多者穗雖小，其產量常不低，故分蘖力之強弱，通常仍與產量多寡為正比例。且分蘖強之品種，在數多場合，均有利益，例如遇種子發芽力不良，或遇烏蟲為害劇烈，或因天氣水利播種遲晚，概較分蘖力弱之品種產量高也。

分蘖力檢定應以同一處理與環境，每本一兜為標準，在作物生長期中，至少調查五次，例如麥作分冬至，立春、春分、立夏及收穫期是。

(三) 抗病力 抗病力之鑑定有二，其一為栽培鑑定法，或種植過早或種植過遲，或多施肥料，均可使作物對病菌易於感染，而後比較其病徵之程度。其二為接種鑑定法，先取病菌用人工培養得多量孢子，次混水液藉噴霧器噴接植物苗體上，而後檢查其感染程度。

日本新瀉農事試驗場之稻熱病鑑定法，乃於稻盆中播植種子。至秧苗長四、五寸時，用洋鐵板遮蓋日光，經過數日，秧漸黃化，其達黃化日數，隨品種而異，少者一二日，多者達十餘日，黃化日短者，對於稻熱病抵抗力弱，長者反之。

抗病育種之工作，殊為重要，例如小麥之銹病，水稻之稻熱病，尙無有效防治之方，惟一方法，在選擇或創造抗力大之品種。

(四) 抗旱力 天然降雨或為量稀少，或分配不勻，致作物生長不良，收量減少，俄美兩國科學家雖有人造雨之發明，但在經濟上究少價值，故欲作物產量之不受旱魃威脅，仍以求得抗旱強之品種為可靠。

水稻抗旱性鑑定法，通常有解剖鑑定法及化學鑑定法二種，前者係將稻葉製成切片，用顯微鏡觀察其機械組織之發達程度，機械組織愈不發達，則需水量愈少，耐旱性愈強。後者係用氯酸鉀 ($KClO_3$) 鑑定生理特性，將幼植物加氯酸鉀水耕或將種子浸於 $KClO_3$ 溶液中，培養於玻璃皿，而後觀察各種品對於 $KClO_3$ 毒性感覺如何，凡稻抗氯酸鉀毒性強者抗旱性亦強⁽¹⁾。 $KClO_3$ 之為害植物體，大概由還元作用，次亞氯酸鉀所致。

。1934年，著者與防模君於浙江蕭山舉行水稻抗旱試驗，用24個品種，分種等試驗幼苗試驗及自然抗旱性試驗，總觀其結果與關係。

(1) 種芽試驗法 先將選取之種子用發芽器發芽，俟芽發生後移置鉛盤，盤大二方呎，置吸水紙一張於盤底，即在紙上劃格編號，每格置稻一種，各以發芽整齊之穀10粒填充之，重複二次，每盤每日灌入

註 (1) 小麥，大麥，油菜及紫雲英等作物抗氯酸鉀毒性強者，則抗寒力弱。

200c.c. 含有 0.1% 氯酸鉀水液，每次試驗六日，每日記載一次，視其生長狀況與死亡率之大小，以評其抗旱性之強弱(1)。

(2) 幼苗試驗法 從秧田選拔高五六寸健旺之秧苗，妥善洗去附着於根上之土，後用吸水紙吸乾附着根上之水，插入 100c.c. 容量之種子瓶中，每瓶插入幼苗三本或每株留葉三片，每瓶注入 50cc 之含有 0.1% 氯酸鉀溶液，重複二次，每隔 12 時記錄一次，視其枯萎葉數以測定其強弱程度。

(3) 自然抗旱試驗法 將選取之種子先由發芽器發芽，直播於鉢內，鉢由鉛皮製，深 7 寸，直徑相等，內填以充分乾燥用篩篩過全部混合之砂質壤土三公斤半，第一次灌入清水 2,000cc，分別播種，每鉢播 10 粒，重複二次，每日灌水 200cc，天雨與夜間移置室內，俟種苗發生第三葉時，將盆鉢放置室外，行人工斷水，每隔 12 時，記載其凋萎葉數以評定其抗旱性之強弱。

茲將其種芽，幼苗抗氯酸鉀毒性，抗旱性之強弱及其關係，試驗結果表列如下：

第一表 水稻抗氯酸鉀毒性與抗旱性關係試驗結果表：

試號	品 種	種 別	外 形	抗 $KClO_3$ 程 度		自然抗旱性
				幼 苗	種 芽	
1	細 稈 羅 尖	粳	黃色無芒	S	S	S
2	唯 亨 和	粳	同	S	s	S
3	稻 興 廣 節	粳	同	s	s	s
4	東 莞 白	粳	同		s	s

註 (1) 浙江省第五區農藝年刊 P.89-97 民 24 年 1 月杭州

(續)

試 號	品 種	種 別	外 形	抗 KClO ₃ 程 度		自然抗旱性
				幼 苗	種 芽	
5	黃 稻	籼	黃色有芒		S	S
6	中 20 號	籼	同		S	S
7	湘 潭 粘	粳	黃色無芒		M	M
8	淮 白 三 號	籼	同		S	s
9	湖南紅昂殼	籼	黃褐色無芒		M	M
10	鐵 犁 頭	粳	紅色無芒	s	r	r
11	周 家 稻	粳	黃色無芒	M	R	R
12	太 湖 青	粳	同	r	R	R
13	三 井 神 力	粳	同	S	M	r
14	黃 肥 稻	粳	同	M	R	R
15	日 A 12 號	粳	同	M	M	r
16	藍 花 白	粳	黃色有芒		R	R
17	白 殼 晚	粳	黃色無芒	r	r	r
18	矮 脚 晚	粳	同		R	R
19	老 來 白	粳	同		R	r
20	白 殼 糯	糯	同	M	R	R
21	赤 殼 糯	糯	紅色無芒	R	R	R
22	白 毛 糯	糯	黃色有芒	r	R	R
23	雞 爪 糯	糯	黃色無芒	M	R	R
24	黃 金 翠	糯	黃色有芒	S	r	M

B=強=0-1

r=稍強=2-3

M=中=4-5

s=稍弱=6-7

S=弱=8-10 (種芽死亡數或接曲菌數)

由此試驗可得結論如下：

1. 抗 $KClO_3$ 毒性強者抗旱性亦強。
2. 稻之抗旱性以糯稻最強，粳稻次之，秈稻最弱。
3. 葉色深綠者，抗旱性較強。

據秋濱戶川中川諸氏研究結果(1934)，陸稻抗旱性弱者，其幼苗抗寒力亦弱，渠等曾移生有 3—5 葉之陸稻幼苗於室外，最低溫度為 0° 三至四日，零下 4° 至 $5^{\circ}c$ ，一至二日，所有二十五品種中，抗寒性強者，則抗旱性抗毒性 ($KClO_3$) 概強，反之抗寒性弱者，則抗旱性抗毒性亦弱。例如旱不知，國一，陸羽 22 號，常陸錦 1 號等抗寒性強而抗旱性抗毒性亦強。長柄早生，戰捷，穗，金龍，四國糯等抗寒性中等，而抗旱性抗毒性亦中等。他如白亮早，東京支那糯，七星糯等抗寒性弱，則其抗旱性抗毒性亦弱。因此在寒冷地帶可選用抗毒性或抗旱性強之品種，在乾燥地方可選用抗寒或抗毒性之品種。(1)

又盧守耕氏 (1944) 最近報告，印度型不論水陸稻對於 0.2% 之氯酸鉀溶液抗毒性概較日本型水陸稻遙弱，而印度型稻抗旱性反較日本型為強，故渠結論，稻之抗毒性與抗旱性之強弱，非成正比，印度型或日本型之陸稻抗毒性，並不大於同型中之水稻。(2)

第二節 子粒形質鑑定法

需實作物之子粒鑑定在育種上殊關重要，茲略敘述關於稻麥子粒

註 (1) 秋濱戶川中川幼苗抵抗抗毒性與強稻品種抗旱性之檢定 農業及園藝 9, 1934 東京

(2) 盧守耕，印度型稻與日本型稻之比較研究中農會報 178 期，1944。

鑑定法如後 (1)

(一) 粒之形狀大小 調查粒之形狀大小，通常有篩及螺旋微粒子計二者，篩有圓孔篩及長孔篩二種，用白鐵製成圓筒形，長孔篩直徑分 2.2 2.0 1.8 1.6 等公厘，圓孔篩分 4.0 3.5 3.0 2.5 等公厘，用時篩孔大者在上，順序愈下愈小，置穀粒於最上於同一時間及同等動力鑑別其等級。

螺旋粒子計由鋼鐵製成兩種刻度，而後以指度，可測百分之一公厘之長，凡欲精測粒之長寬厚度，為不可少之器，現今多用 Woly 氏螺旋微粒子計。

(二) 粒之剛度 米之剛度與小麥之硬度，關係品質價值甚大，若憑目力測定，殊不精確，北尾氏剛性測定器，形似一架天平，其原則以鐵板壓力加諸一米粒上，至不能負載時，米粒破碎，發出爆聲，視器上指針所指之刻度，而後以指度與所載法碼，重量相乘，即得粒之剛度。例米之剛度約在 3 公斤至 6 公斤之間。

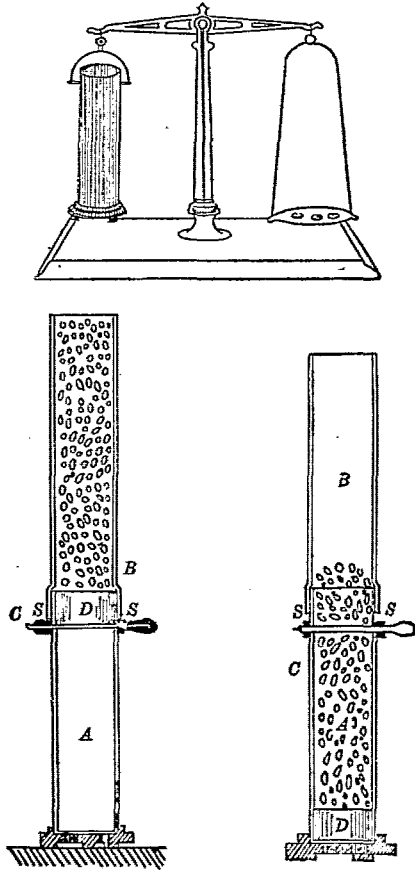
若欲觀測米麥粒之內部組織情形，可用穀粒橫斷器切成橫斷面，穀粒縱斷器切成縱截面。

(三) 粒之容重 容重雖可用升稱測定，但不甚精確，現今實驗室所用者，多為德國製之容重測定器，(2) 使用方法簡單，工作效力迅速，測得之數字即每公升之克數，頗算準確。

註 (1) 關於子粒鑑定器之圖樣，本書以於簡幅，請參看下列三書。(一) 宗正雄育種學
(二) 農業遺傳物及雜種之鑑定及檢查法 (三) 彭先譯稻作學。

(2) Corn balance

此器須妥為安置，牢固於桌子上，不宜移動，且不宜有彈性。當使用時，先裝置筒 A 於底盤上，次以手鏟 C 插入量筒 A 之 SS 槽內，置黃銅圓板 D 於其上，而後將注入小麥圓筒 B 於量筒 A 上，須緊密符合，始



第一圖 容重測定器

能開始裝置米麥。惟裝入子粒時，須附備一玻璃筒或黃銅筒，若用玻璃筒時，應以欲測定之子粒，裝滿至筒上刻度處，如用黃銅筒，可裝滿至筒口，平均倒入 *B* 筒內，其注入之時間，一公升子粒為 12 秒鐘，其離筒口之高度，應為四公分。

子粒裝入 *B* 筒後，須速抽出 *SS* 槽內之手鏟 *C*，並宜注意勿使測定器受振動，待圓筒板 *D* 與子粒落入 *A* 筒後，復將手鏟 *C* 重行插入 *SS* 槽中，次以手緊執 *A* 與 *B* 之接連處，用右手執手鏟之柄，傾出 *C* 鏟上殘留之子粒，而後取下 *B* 筒與手鏟，秤其重量，其重量係以公分為單位，若欲改合每市斤數，用五百除之，即得。

(四) 粒之容積 測量子粒之容積，以吉川氏穀粒容積計使用最簡便，此容積計為一細長玻璃滴管，惟上口成漏斗形，下部膨大，底端接以橡皮栓，可用金屬挾子封閉，使用時先裝入 20% 稀薄酒精，而後投入 100 顆子粒，其管內酒精上昇之度數，即為容積。若欲測定其比重用百粒重量與百粒容積一除即得，殊為便利。

第三章 交配上特種技術

近代育種學術日新月異而交配上之新奇特種技術甚多，茲擇其重要並習用者，分開花期調節法，花粉貯藏法及雜種助成法三節述之。

第一節 開花期人工之調節

在實行人工交配時，父母本之難得同時開花，實為普遍之事，故不得不用人工調節。其調節方法，可分光期律法，催青法，低溫刺激法，異期植法，切斷莖株法五者。

第一項 光期律法⁽¹⁾

(一)發明 1920 年 Garner 與 Allard 二氏在華盛頓發現，煙草在天然日照下，生長強旺，但不開花，反之，在縮短之 12 小時日照下而開花茂盛。小蕪菁則與煙草相反，在天然日照下開花良好，在縮短之 12 小時日照下，不能開花。後來 Dorosheuko Rasumou 等氏，不發現大麥在 9—12 小時日照下，生長最盛，抽穗不良，在 18 小時光照下，生長與抽穗均正常，而小米生長與抽穗情形適與大麥相反。

註 (1) Photoperiodism 一稱光週期律。

所謂光期律法云者，係指植物之生長與抽穗需要之時期，隨日照時間之長短而改變，其所受之影響則視植物種類而異。

(二) 分類 各種植物對光照之長短，所起之反應不同，自Schick氏後，分短日植物，長日植物及中間性植物三種。

1. 短日植物 即在長光照之下，生長期與開花期可以延長，在短光照之下，生長期與開花期可縮短。通常每日光照在 18 小時以上稱為長光照，每日光照在 14 小時以下者名曰短光照。所謂短日植物者，凡光照時間愈延長，生長期與開花期愈延長，反之，光照時間愈短縮，則生長期與開花期愈縮短，例如：

<i>Oryza Sativa</i> (水稻晚熟種)	<i>Panicum milliaceum</i> (黍)
<i>Brassica oleacea</i> (油菜屬)	<i>Phaseolus vulgaris</i> (菜豆)
<i>Brassica Copitata</i> (油菜屬)	<i>Soja hispida</i> (大豆)
<i>Cannabis sativa</i> (大麻)	<i>Solanum tuberosum</i>
<i>Gossypium herbaceum</i> (草棉)	<i>V. maryland</i> (馬鈴薯)
<i>Nicotiana tabacum</i> (煙草)	<i>Zea mays</i> (玉米)

2. 長日植物 即其每日所受光照時間愈延長，則生長期與開花期愈縮短，例如：

<i>Avena sativa</i> (燕麥)	<i>Hordeum vulgare</i> (大麥)
<i>Allium cepa</i> (洋蒜)	<i>pisum sotivum</i> (豌豆)
<i>Beta vulgaris</i> (甜菜)	<i>Rāphanus sotivus</i> (小蘿蔔)
<i>Bratsica napus</i> (蘿蔔)	<i>Secale cereale</i> (黑麥)
<i>Daucus carota</i> (葫蘿蔔)	<i>Triticum vulgare</i> (普通小麥)
<i>Fagopyrum vulgare</i>	<i>Vicia faba</i> (蠶豆)

3. 中性植物 即其受光照時間之長短所起之反映，不如前二者之嚴格，例如蕎麥置短光照下，開花期早，若放於長光照下，開花期不延遲，與天然日光下開花期相同，向日葵置於短光照下莖秆矮小，花期則與天然日光下同，若放置於長光照下，開花期乃延遲，例如：

Brassica aleacea f, sabanda Nicotiana tabacum

Brassica rapa f, esculenta Oryza sativa (早熟水稻)

Hordeum vulgare Solanum tuberosum

(三) 處理方法 短日法者即將天然光線縮短，每日光照時間在 14 小時下。遮斷日光之方法，通常用黑布覆蓋，或將植物放置黑暗室內，或製大木箱，外包鉛皮，罩蓋試驗之植物，暗室多設置於交配室內，交配室以高 7 尺，寬 6 尺，長 18 尺為標準，暗室稍小於交配室，木箱如用為稻麥試驗，以高 4.5 尺，長 4 尺，寬 3 尺為標準。

長日法即每日光照時間在 18 小時以上，通常用電光接續日光照明時間之不足，每燈光度 50 支光或 100—200 watt，每方丈面積具二燈泡，其高度以距地面 9 尺為標準，試驗植物須栽植瓦鉢中，早晨日出時，置於日光下，晚上日沒時，則移植於燈光下，每日光照時間之長短，可任意減少或增加。

(四) 短日法長日法與出穗影響 短日植物所受光照時間愈短，則開花期愈短，光照時間愈長，則開花期愈長，反之，長日植物所受光照時間愈短，則開花期愈長，光照時間愈長，則開花期愈短，此為一通則。福家豐氏曾用短日法促進水稻抽穗期，結果得有一定比例如下表：⁽¹⁾

註 (1) 福家豐 照明及短日法與育種試驗年數之縮短，農學及園藝 9. 1634 東京。

第二表 短日法開始日期標準表

(Y=需要提早出穗之日數, X=短日法開始在天然出穗前之日數)

Y	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
X	25	31	34	37	40	42	44	45	47	49
Y	23	25	27	29	31	33	35	39	41	45
X	51	52	53	55	57	59	60	65	67	76

例如:某種晚稻原可於九月二十一抽穗,今欲提早

$$Y=15$$

$$X=44$$

則短日法施行,應於八月七日開始。

Robertson 氏曾發表促進日數公式⁽¹⁾

$$\log \frac{Y}{A+Y} = K(a-ax)$$

$$A=48,$$

$$K=0.046$$

$$ax=61$$

又據近藤氏研究報告(1932-1934), 苗代照明時間與抽穗關係特殊, 若每日照明時間為 4 小時, 日數延長至 45 日, 移植後即枯死。但苗代短日法或長日法殊少, 縮短或延遲其抽穗期, 渠用早、中、晚稻三種分 4, 8, 12, 24 小時照明不同處理, 結果相同。茲舉其中稻關取為例:

第三表 稻苗短日處理與抽穗關係

照明時間 照明日數	4	8	12	24	標準
抽穗後 15 日	8月 15 日	8月 15 日	8月 15 日	8月 15 日	8月 15 日
抽穗後 30 日	8 14	8 16	8 17	8 11	8 15
抽穗後 45 日	枯死	8 18	前 7. 13 後 8. 20	8 11	8 15

註 (1) 長尾正人, 稻之選育與育種 P. 152-155

上表 12 時照明,其抽穗日期有前後兩種。

(五) 光期律與溫度緯度關係 溫度勢力在光照上之影響仍大, Hurd-Karrer 氏 1933 年將冬小麥 (Turkey) 及春小麥 (Federation) 種植於短日 (8 小時), 長日 (17 小時) 及天然日照 (9-15 小時) 下, 同時分高溫低溫二處理, 高溫 $21^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 低溫 $12^{\circ} \pm 1^{\circ}$, 結果, 短日雖可延長開花期, 但低溫為 26 日, 高溫為 38 日, 而日長雖可促進開花期但低溫縮短 65 日高溫縮短 74 日。

緯度高低與每日光照時間, 亦有大關係, 此種天然光照時間之長短, 對植物之影響相同, 若此種現象發現較早, 則光期律發明之初期, 殊易明瞭。Bricoli 氏 1931 年報告, 渠用各國小麥 8 種, 分極南之非洲突尼斯之 Ariana 試驗場與極北之挪威 Oslo 試驗場兩地種植, 其生長期與日照時間關係如下:

A = 生長期間日數

B = 每天日照平均時數

第四表 緯度日照與小麥生長期關係

品種之來源	Oslo		Ariana		在 Oslo 之縮短日數
	A	B	A	B	
西西里島 Timillia	49	18.7	80	12.5	31
意大利 Maryatico	31	18.6	82	12.5	31
德意志 Gelchsheimer	57	18.3	89	12.6	32
德意志 Tanetsls	51	18.0	86	12.5	35
南瑞典 Halland	51	18.7	85	12.5	31
中瑞典 Dala	49	18.7	85	12.1	36
挪威 Borsom	49	18.6	85	12.1	36
瑞士 Wagenhurg	51	18.7	86	12.6	35

第二項 催青法（溫濕促進法）

（一）催青法⁽¹⁾即促進生長法，由黎生科⁽²⁾氏定名，意可縮短植物生長期及提早開花期也。黎氏將植物之發育分三個時期，第一感溫期（thermo-stage of development）蓋此期感溫性極強，溫度之高低影響其發育特大，第二感光期（photo-stage）此期感光性特強，光照之有無與短長，對其發育影響極大，第三短日期，僅需要短日光線。

（二）目的 催青法在應用上有三種目的：

1. 期求一適當抽穗期，以避免惡劣之氣候，或劇烈之病蟲害。
2. 期求成熟期特別縮短，以便某一種作物在一年內，可增加收穫回數一次或二次。⁽³⁾
3. 期求提早開花期，即原父母本開花期不同，而使共同也。

（三）方法 處理方法，例如棉子，先浸濕至重量增加原乾重80%而溫度最初增至25—30°，後再降至20—25°，而時期以10—15日為標準。據馮肇傳氏報告，處理結果 Acala 棉可提早開花期二日，Pima 棉可提早開花期四日，埃及棉中有可提早開花期至十日者。

（四）種類 低溫刺激種籽或幼苗，以促進開花期，由董普森氏⁽⁴⁾研究發明（1923—1929）渠因有若干可寶貴之作物，幼苗時不能抵抗早春之低溫，乃用各種低溫處理種籽或幼苗，乃發現低溫處理之植物較

註 (1) Vernalization 或 Jarovization 一譯促進生長法。

(2) Lyssenko on the problem of jarovization of Corn millet, Sudan grass Sarghum and soybean. 1932.

(3) 俄國 Stets, Novihov 等研究甚多。

(4) Thompson

高溫者，開花期早。

Maximon 氏曾於燕麥試驗得一良好結果，若將燕麥置於低溫 0°—5° 下發芽，保持二十日，其抽穗可提前二十日。(1929 年)

對低溫處理起反應之作物有金時人參，甘藍、蕪菁、蘿蔔、普通小麥，水仙等，其感應之程度隨作物種類而異，例如野生小麥在低溫 3° 下處理，可提早 25 日，而普通小麥則可提早 30 日。

又據中富氏報告，煙草花粉對於低溫處理亦可促進發芽，渠曾將煙草花粉置於低溫下一分鐘，其結果如下：

類 別	花 粉 粒 數	發 芽 粒 數	發 芽 率
標 準 區	320	15	4.68%
0°c	256	161	62.89
-5°	227	216	95.15
-10°	395	385	97.46

由上表即可證明低溫處理大可促進煙草花粉之發芽也。

(五) 處理溫度與促進時日關係 處理溫度與促進時日，通常為反比例，即處理溫度愈低，促進日數愈多，據山本氏 1932 年就蘿蔔試驗用 5°.7 12°.6 27°.9 及標準四處理，經過 13 日結果如第五表。

第五表 處理溫度與植物生長期關係

處 理 溫 度	移 出 日	抽 穗 日	開 花 日	生 長 全 期 日 數
5°.7C	6 月 25 日	7 月 18 日	7 月 27 日	32
12°.6C	6 月 10 日	7 月 23 日	8 月 1 日	51
17°.5 (標準)	6 月 6 日	7 月 21 日	8 月 24 日	70
27°.9	6 月 8 日	7 月 25 日	8 月 30 日	83

(六) 處理日與促進時日關係 溫度之高低，植物所受影響既多差異，而處理之時間或日數之多寡，亦大有分別。山本氏用上項試驗材料，置於低溫 3° 下，其處理日數分5, 10, 15, 20四種不同，結果如第六表。

第六表 處理時日與促進時日關係

+ 3° C	發芽日	移出日	抽出日	開花日	生長全期日數
標準區	7月 13日	7月 13日	1月 1日	1月 1日	80 以上
5日低溫區	7 13	7 18	8 30	—	80 以上
10日低溫區	7 13	7 23	8 18	9 1	40
15日低溫區	7 13	7 28	8 19	9 5	39
20日低溫區	7 13	8 2	8 22	9 12	41

由上表可見低溫處理時間之長短，對植物開花與成熟期影響亦巨，如低溫處理在五日以下者，抽穗期為八月三十日，生長全期在八十日以上，而低溫處理在十日以上者，抽穗期為八月十八日，提早十二日，生長全期為四十日，減少一半。

又秋田與秋濱二氏以小麥為試驗材料，於1934年六月中旬採集新品種小麥農林四號，於七月中旬置於低溫 5° 下分3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, …… 28小時等處理，結果，低溫處理3小時者，發育達40%以上，6小時者達90%以上，21小時以上者達100%，至未經低溫處理者發芽甚少。蓋低溫固可促進開花時，並可減短胚之發育期，沈驪英氏曾在南京舉行若干試驗，結果亦同。此種低溫處理促進胚之發育，在家蠶方面應用此法已久矣。

(七) 低溫處理適時 低溫處理之效用以及處理低溫之高低與時

間之長短，對植物生長之影響，已如上述，究竟處理之時期，與適溫如何，頗值吾人探討。據山本氏就蘿蔔試驗，結果如第七表。

第七表 低溫處理與開花日數關係(在發芽後放置低溫 3°C 下)

3°C	發芽日至 開花日數	播種日至 開花日數	3°C	發芽日至播種日至 開花日數	播種日至 開花日數
20 日 低溫區 發芽後直行處理	49	52.7	15 日 低溫區 發芽後直行處理	48	51.10
同上 發芽後 3日處理	63	69.4	同上 發芽後 3日處理	53	64.6
同上 發芽 6——	63	74.4	同上 —— 6——	65	75.3
同上 發芽 9——	66	79.2	同上 —— 9——	64	79.8
同上 發芽 15——	75	88.1	同上 —— 15——	70	84.9
同上 發芽 20——	77	87.7	同上 —— 20——	72	88.4
10 日 低溫區 發芽後直行處理	47	53.6	5 日 低溫區 發芽後直行處理	51	57.8
同上 發芽後 3日處理	55	64.0	同上 發芽後 3日處理	55	72.3
同上 6	60	69.3	同上 6	66	75.2
同上 9	60	69.8	同上 9	53	80.1
同上 15	71	86.0	同上 15	65	87.3
同上 20	74	83.3	同上 20	72	89.7

未加低溫處理之標準區，自發芽至開花所需日數 90 日以上，自播種至開花所需日數平均 95 日。凡欲計算處理日數，可由上表推算，但須視作物種類而定。

第三項 異期種植法

調節父母本開花期第三個方法，為異期種植，此法殊較簡單，在同一環境下，同時種植成熟期不同之品種，則不能同時開花，故必須將成熟晚之品種，先行種植，成熟早之品種後若干日種植。

今設有水稻甲乙丙三品種，甲品種分蘖性特強，產量高，但易倒伏，145天成熟，乙品種莖稈強硬，不易倒伏，且抗病力強，120天成熟，丙品種產量不高，但質佳良，110天成熟，若欲用人工交配創製一新品種，即產量高，品質良，莖稈硬，抗病力強者，以乙品種為母本，以甲乙二品種為父本，或互相交配，則必須令其同時開花。開花時間雖不能完全同始同終，但至少甲品種開花時，乙丙兩品種開花期尚未完了，或丙品種開花盛期，甲乙兩品種已開始開花。如甲品種成熟期較乙品種遲25天，較丙品種成熟期遲35天，則須將甲品種提早播種，乙品種晚25天播種，丙品種晚35天播種，所以甲品種四月五日播種，乙品種須五月一日播種，丙品種五月十日播種。

又如小麥有春小麥秋小麥二種，春小麥於當年開花，秋小麥須於翌年開花，若欲以秋小麥為母本，春小麥為父本，則須觀察二者開花期孰先孰後，而後根據彼此早遲若干時日，以定其播種期。

各種作物在天然狀態下，各有開花季節，例如稻七八月開花，小麥大麥四五月開花，菊花十月開花，南瓜六月開花，然此僅就溫度而言，若在熱帶或寒帶地方，則開花期又有不同，蓋各季節不同之主因，第一為溫度之高低，第二為日照時間之長短，換言之，非節季可以左右各種作物開花時期，而溫度日光實為開花早晚之主因也。故同季節開花之各種作物固可用調節法，俾其同期開花，而異季開花之各種作物，亦有可能令其同時開花。

第四項 莖株切斷法

此法頗適用於稻麥，蓋利用再生機能，切傷後仍可復生，但其生長依

復原來之狀況，必須較長之時間，故切斷莖株，即可遲延其出穗期及開花期。稻莖之切斷通常在離地三、四寸處，令其發生新芽。據原氏 1931年於朝鮮試驗報告，早稻龜之尾原於8月初旬抽穗，晚稻穀良都原於8月下旬抽穗，二者均於5月1日播種，6月12日施行草本移植，然後從7月31日起至8月30日止，每隔5日切斷1區，其結果如第八表。

第八表 稻株切斷日期與抽穗關係

1. 龜之尾

切斷日期	出穗日期平均值	自切斷日至抽穗日數	與標準區相差日數
標準區	8月 7.50±0.167	—	0
7月 31日	8 18.75±0.647	18.75	11.25
8 5	8 28.00±0.289	23.00	25.00
8 10	9 4.00±0.533	25.00	27.50
8 15	9 11.50±0.533	27.50	35.00
8 20	9 16.00±1.193	27.00	39.50
8 30	—	—	—

2. 穀良都

切斷日數	出穗日期平均值	自切斷日至抽穗日數	與標準區相差日數
標準區	8月26.25±0.877		0
7月 31日	8 28.25±0.829	28.25	2.00
8 5	8 28.50±0.449	23.50	2.25
8 10	9 4.75±0.422	25.75	9.50
8 15	9 10.00±0.000	26.00	14.75
8 20	9 15.75±0.101	26.75	20.50
8 30	9 18.25±0.276	19.25	23.00

假設 x 爲切斷至抽穗平均日數 x' 爲切斷至抽穗日數

n 爲切斷處理次數

$$\text{則總之尾 } x = \frac{\sum x'}{n} = 24.05 \pm 1.33$$

$$\text{穀良者 } x = \frac{\sum x'}{n} = 24.92 \pm 0.77$$

由此可見早稻種與晚稻種因切斷所延遲之日數，幾無差別。

若設 E 爲預定抽穗日期， c 爲切莖日期， x 爲切莖至抽穗日數，

$$\text{則 } E = c + x$$

$$c = E - x$$

根據上表試驗結果，則可計算切莖日期如第九表，

第九表 預定抽穗日以計算切莖日期表

預定抽穗日	7月20日	7月22日	7月24日	7月26日	7月28日	7月30日
實行切莖日	6 26	6 28	6 30	7 2	7 4	7 6
預定抽穗日	8 2	8 4	8 6	8 8	8 10	8 12
實行切莖日	7 8	7 10	7 12	7 14	7 16	7 17
預定抽穗日	8 14	8 16	8 18	8 20	8 22	8 24
實行切莖日	7 19	7 21	7 23	7 25	7 27	7 29
預定抽穗日	8 26	8 28	8 30	9 1	9 3	9 5
實行切莖日	7 31	8 3	8 5	8 7	8 9	8 11

第二節 花粉之貯藏

在動物方面，馬之精蟲輸送早有應用。植物花粉之貯藏，以待母本開花。經 Litinghouse (1886) Tost (1905) Pfundt (1910) Shimon

(1911) Roemer (1914) 佐佐木 (1920) 諸氏研究後，亦稱完善。Liting-house 氏曾云普通花粉發芽力可保存 30 至 40 日，禾本科植物較短，惟花粉發芽力之保存與溫光線甚多關係，茲略述如次。

(一) 溫度關係 據 Pfundt 氏用 0, 30, 60, 90, 100% 等不同濕度保存各植物之花粉發芽力，結果如第十表，可見花粉在乾燥器皿中，較在濕潤處發芽力保存時間為長。

第十表 花粉發芽之保存與濕度關係

作物名	室內	乾燥器內	溼室內
Hordeum sativum (大麥)	1 日	15 小時	1 日
Zea Mays (玉米)	1	19	1
Allium festulosum	4	32 日以上	—
Cannalus sativa (大麻)	1	1 日	2
Brassica Campestris (油菜)	16	14 日	16
Raphanus sativus	14	18 日	8
Fragaria Chuloensis	10	30 日以上	—
Pisum arvense (豌豆)	20	20 日	—
Vicia faba (蠶豆)	20	31 日	4
Lycopersicum esculentum	3	4 日	—
Solanum melongena	2	5	—

佐佐木氏曾就大麥、玉米、豌豆三種花粉求得適宜濕度，結果如此：

大麥	40%	最適宜濕度
玉米	50%	
豌豆	20—40%	

可見保存花粉最適宜之濕度，隨作物種類而異。但須注意，如用純硫酸或氯化鈣吸收大麥水分時，時生不良之結果，蓋因此種藥品急激吸取水分，致花粉原形質失卻常態。

(二) 光線關係 佐佐木氏曾就多種植物花粉分置於明暗兩處，結果如次：

	乾燥器內		普通室內	
	明	暗	明	暗
大蔥	32 日以上	32 日以上	4日	4日
大麻	1	3	1	2
赤豌豆	20	27	20	9
蠶豆	31	39	20	18
茶	52	176	12	12

(三) 溫度關係 Roemer 氏曾於普通室溫 15—25° 及冷溫 5—10°C 下試驗保存四種植物花粉，並分乾濕兩種，副處理，後用 8—10% 砂糖液檢查結果如第十一表。

第十一表 花粉之貯藏與溫度關係

作物名稱	溫度	濕度	貯 藏 期 間			
			8月 26日	20日	40日	60日
Achimenes	15—25°	溼	死 亡	死 亡	死 亡	死 亡
		乾	良 好	30%	死 亡	同
	5—10°	溼	—	死 亡	死 亡	同
		乾	—	60%	甚少	同

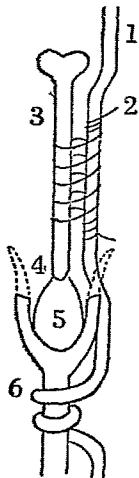
Strepts Carpus	15—25°	溼	甚少	死亡	死亡	死亡
		乾	良好	20%	甚少	同
	5—10°	溼	—	死亡	死亡	同
		乾	—	50%	25%	同
Antirrhinum	15—25°	溼	甚少	甚少	死亡	同
		乾	良好	良好	死亡	同
	5—10°	溼	—	尙良好	死亡	同
		乾	—	全發芽	尙好	同
	15—25°	溼	死亡	死亡	死亡	同
		乾	甚少	甚少	甚少	同
	5—10°	溼	—	甚少	死亡	同
		乾	—	尙好	20%	甚少

由此證明保存花粉，除濕度外，溫度影響亦大，即溫度低下之場所較溫度高者，發芽率高。

Dutt 氏 1928—1929 年曾於 CO_2 氣中，濕度 85% 溫度 5—13°，保存甘蔗花粉至 12 日。

第三節 交配人工之助成

(一) 花柱接換法 有若干植物自花不能受精或受精後結實率甚小，此可利用果樹嫁接法接換花柱，則此花之雄蕊配合異花之雌蕊，形爲一花，實爲兩花，可謂另一種交配方法，以移動花粉之方法乃移換花柱也。1931 年安田貞雄氏曾用花柱接換法應用於茄科植物上，結果良好，法於開花三日前用利刀於花柱基部橫斷切下，另以選定同樣切下之花柱接上。接時須仔細用擴大鏡觀察其接合部分，是否確實黏着，通常



第二圖 花柱接換法
 1. 金屬細針
 2. 金屬細絲
 3. 花柱
 4. 柱頭
 5. 子房
 6. 花梗

用少許純精膠(1)溶於蒸溜水中，置於較室溫高2—3度之保溫箱內，後用硬質玻璃桿尖端沾點溶液，塗於接合部分，愈少愈好，如第二圖。接合後，用金屬細針豎立其旁，繫以金屬細絲，以爲支持，避免折倒。而後用玻璃管罩住，放置玻璃鐘內，以免乾燥。至異日花柱伸長如常則可受粉，否則伸長甚少，花柱萎縮，則嫁接失敗。

(二)發芽促進法 前節已述及低溫可以促進植物之生長及提早開花期，本段專論低溫刺激可以促進花粉發芽，並可增加花粉發芽力，即自花不能受精者，經冷溫刺激後，亦多可受精，此在育種技術上，價值殊大。

據中富氏(1933)用冷溫刺激烟草不能自花受精之花粉，試驗結果如第十二表。

第十二表 零下5度溫度處理時間不同之影響

標準室溫度 25° 處理後經過二日之結果。

類 別	花粉粒數	發芽粒數	發芽率	比
標 準	1505	227	18.41%	100
1分—5°C	1276	403	31.58	171
3分—5°	916	346	37.77	205
5分—5°	953	371	38.93	211
15分—5°	1101	348	31.61	171
30分—5°	938	180	19.19	104
50分—5°	1193	201	16.85	91
120分—5°	337	31	9.20	49
360分—5°	298	11	3.69	29

註 (1) gelatin.

第十三表 零下 10 度溫度處理時間不同之影響
標準室溫 25 度，處理後經過一小時檢查之結果。

類 別	花粉粒數	發芽粒數	發芽率	比
標 準	562	78	13.88%	100
1分—10°C	902	258	28.60	206
3分—10°	930	346	37.20	268
5分—10°	904	387	42.81	308
15分—10°	1355	362	26.72	192
30分—10°	963	119	12.36	89
50分—10°	641	42	6.55	47
120分—10°	587	6	0.75	7
300分—10°	430	1	0.18	1

由上二表可見低溫處理時間之長短，對於花粉發芽之促進影響顯著，不特煙草花粉為然，他如花生，天竺葵等花粉亦同。至冷溫處理時間，以何為最適，則隨植物種類稍有參差，例如花生以一 10° 冷溫處理，則為 1—3 分鐘，煙草 0° 溫處理，則為五分左右，若冷溫處理之時間繼續延長下去，則與發芽有害。

(三) 不親和性植物交配法 真正多元體 (1) 之植物交配可產生各種奇異狀態，其中不親和性之雜種，亦嘗見之，例如櫻草 *Prinula Kewensis* 與 *P. verticulata* 雜交，全不結合，而煙草屬 *Nicotiana rustica* 與 *N. Paniculata* 雜交，必須前者為父本，始可得少數種子。

註 (1) Polyploid

據多數學者試驗之結果，凡以染色體數多者為母本少者為父本，則交配可望成功，否則無結實希望。例 1. *Datura* 植物， $4n \times 2n$ 有少數結實，而 $2n \times 4n$ 則無結實。2. *Primula sinensis* 一植物， $4n \times 2n$ 結實率高，而 $2n \times 4n$ 則全不成熟。3. 燕麥種間雜交，據木原與西山兩氏報告(1932)，同染色體雜交， 7×7 或 14×14 ，成熟不齊，發芽不等，若以染色體數少為母本， 7×14 或 7×21 初期子房發育雖然正常，但至成熟時，子實內容完全消失，均不能發芽。反之以染色體數多者為母本， 21×7 或 14×7 ，多數仍不能受精，而少數卻確能成熟，僅成熟期稍遲，發芽正常，故可得第一代雜交種子。

第十四表 燕麥屬互相交配之結實與發芽(木原與西山二氏)

交 配 組 合	交配花數	結實粒數	結實率%	發 芽 率
♀ 7×7 ♂	11	9	81.82	100.00
同 上 反 交	33	11	33.33	100.00
14×14	13	9	69.23	100.00
同 上 反 交	11	5	45.45	100.00
21×21	28	28	100.00	100.00
同 上 反 交	44	34	77.27	82.61
7×14	143	90	62.93	0.00
同 上 反 交	344	99	28.78	85.88
7×21	372	273	73.39	-0.00
同 上 反 交	222	39	17.59	71.88
14×21	166	59	35.54	90.20
同 上 反 交	66	16	24.24	81.25

由上各種試驗，凡遇雜交困難之植物，即須選染色體數多者為母本，少者為父本。一般學者認雜交種子發芽之不良，由於花粉管伸長所受限制之所致。在雙子葉植物，凡花柱染色體數多於花粉時，則無抑制現象，反之，花柱染色體數少於花粉時，花粉管之伸長多受抑制。

第二編 自花受精作物

第四章 稻之育種通論

第一節 稻種改良之重要

稻爲中國主要食糧，中華全國除西康 (1) 青海綏遠三省外，江蘇等25省均有大量生產，其產量如下表（單位千市担）

第十五表 中國各省稻之生產數量

黑龍江	170	江蘇	126,601
吉林	1,430	安徽	59,405
遼寧	1,510	河南	10,074

註 (1) 西康寧屬與雅屬如西昌會理等縣稻穀產量甚豐，年約一千餘萬市擔。

熱 河	120	湖 北	72,837
察哈爾	362	四 川	140,134
甯 夏	1,085 (1)	雲 南	37,122
新 疆	4,400	貴 州	26,358
陝 西	3,658	湖 南	122,014
山 西	86	江 西	91,050
河 北	2,246	浙 江	100,099
山 東	419	福 建	90,953
甘 肅	195	廣 東	151,308
廣 西	52,623		

上 26 省共 1052128 千市担，約數即為十萬萬市担，製成白米約合六萬萬市担，為數至巨，佔中國作物產量第一位，佔世界各國稻之產量亦屬第一位。

諺云「南人食米，北人食麥」，其實專食麥者固少，專食米者亦不甚多，大概中國人口食米者約佔三分之二，換言之，食米人數總在二萬萬以上，故米之生產量在中國最為重要。且國產稻米尚不能自給自足，抗戰前數年，洋米進口每年平均概在一千六百萬担以上，此種嚴重問題，尤不可不積極求解決之方。

稻之適應力甚小，非劃分區域，分別育種不可，例如浙江一省，浙東與浙西情形固有不同，而浙東又可分為沿海區，紹台區，金華區，衢處區。若以雲南一省言，因山嶺之起伏，影響海拔之高低，此一縣與彼一縣氣候土質相差太大，故昆明與宜良，潞江與晉寧，開遠與蒙自及昆明與富

註 (1) 陳仁，寧夏省之稻作，農報，第十卷第二十期，1945。

明，雖同爲隣縣，而彼此稻種，則多不能相互適應。(1) 因此，中國稻種不特急需改良，且宜普遍舉行，各省農業機關須依自然環境，分區設立，育種場地，再依各縣自然因素分別試驗。

福建省，稻作改良機關已劃全省爲六個稻作區，以利改進（一）單季晚熟秈稻區，包括浦城，建陽，邵武，泰甯等縣，大部山田，年種晚稻一熟。（二）單季中熟秈稻區，包括永安，三元，連城，清流等縣，以雨量氣候言，舉行早晚稻間作，尙爲適宜，惟一般農民習慣，多栽培雙季稻。（三）單季晚熟秈糯稻區，包括屏南古田等縣，通常夏作前熟春大豆，後熟晚稻。（四）雙季早熟秈稻間作區，包括羅沅，連江，長樂，閩侯，福清等縣，大多在早稻行間，間作晚稻。（五）雙季早晚熟秈稻連作區，包括晉江，惠安龍溪，莆田，仙遊，龍岩，山杭等縣，氣溫較高，早稻收穫後，再栽晚稻。（六）單季早熟秈稻區，例如閩西，長汀等縣，多於早稻收取後，種植大豆或甘薯。

世界水稻之分佈，原限北緯 40 度，美國則僅限北緯 36 度，近因育種技術之進步及品種改良之成效，意大利之波河流域已推廣至北緯 46 度，日本北海道已達 45 度，蘇俄沿海伯利一帶已達 47—8 度之間(2) 中國吉林黑龍江水稻之栽培，最近十年來由韓人引種日本寒地良種，由北緯 49 度之烏蘇里，50 度之大黑河，進至 54 度之濱河。

第二節 稻之分類

註 (1) 汪星因雲南省稻麥改進所兩年來工作總結 1941 年 3 月油印本

(2) 方正之中國水稻繁殖之初步研究，農報第九卷 1944 年二月。

乙. 特殊色粒

2. 玄米及白米形狀。

3. 腹白米

吉川氏分米爲細長粒，長粒，短粒，三種之標準如次：甲 細長粒 $\left. \begin{array}{l} \text{長} \\ \text{寬} \end{array} \right\} 3$

a. 大粒 長 7.5 公厘以上 寬 2.5 公厘以上，長 × 寬 > 18.75 公厘

b. 中粒 大粒與小粒之間

c. 小粒 長 7.0 公厘以下，寬 2.2 公厘以下 長 × 寬 < 15.40 公厘

乙 長粒 $3 \left\{ \begin{array}{l} \text{長} \\ \text{寬} \end{array} \right. 2$

a. 大粒 長 6.5 公厘以上 寬 3.0 公厘以上 長 × 寬 > 19.5 公厘

b. 中粒 大粒與小粒之間

c. 小粒 長 6.0 公厘以下 寬 2.5 公厘以下 長 × 寬 < 15.0 公厘

丙 短粒 $2 \left\{ \begin{array}{l} \text{長} \\ \text{寬} \end{array} \right.$

a. 大粒 長 6.0 公厘以上 寬 3.0 公厘以上，長 × 寬 > 18.0 公厘

b. 中粒 大粒與小粒之間。

c. 小粒 長 5.5 公厘以下 寬 3.0 公厘 長 × 寬 < 16.5 公厘

吉川氏分類中未列入秈稻，因日本栽培稻中無秈稻也。加藤氏(1930)分栽培稻爲兩大類，即日本型(Japonica)與印度型(Indica)其特徵有下數點。1. 葉之形狀與色澤不同 即印度型之品種，葉幅廣闊色澤淡綠，而日本型之幅較狹，色澤較濃。

2. 劍葉角度不同 即印度型之品種最上葉與穗軸所成之角度小，日本型之角度則較大。

3. 米之形狀不同 即印度型之品種米粒多小而細長，普通稍成扁平形，而日本型米粒幅與厚較大，其橫斷面頗近圓形。

4. 芒之有無 印度型之品種多為無芒，甚少有芒或甚短。

5. 雜交不能結實 據加藤氏試驗結果，日本型×印度型，結實率最低為0%，最高29.9%，平均4.7%印度型×日本型僅2.2%，例如：

日本型(日之出，日本產)×印度型(大壳紅稻，中國產)F，結實率0

日本型(日之出，日本產)×印度型(平陽白秈稻，中國產)F，結實率6.5

日本型(關山，日本產)×印度型(六十日秈稻，中國產)F，結實率24.7

日本型(神力，日本產)×印度型(短廣花螺，台灣產)F，結實率3.0

若同型間交配，例如日本型×日本型之結實率最低，如關山×常熟真米 60.1%，或布哇 158 號×早稻神力 64.3%，最高如日之出×甯都 89.1%或布哇 158 號×晴租 89.2%，平均結實率亦達81.2%。又如印度型×印度型，江南稻×八十子秈結實率86.2%，浦口三百粒×常熟秈結實率84.9%。

且日本型與印度型雜交之下，花粉粒多不完全，例如：

日本型 早稻神力×印度型 短廣花螺 不完全花粉粒65.8%

日本型 中秈稻力×印度型 湖南秈 不完全花粉粒75.7%

印度型 短廣花螺×日本型 香 稻 不完全花粉粒62.6%

Jones(1930) 在美國 California 地方用印度型 C. I. 7022, red

rice 等六品種與日本型 Caloro，愛國等四品種交配，所得結果，亦與加藤小坂，原三氏試驗報告相同。

盧守耕氏(1944)繼續研究日本型稻與印度型稻在農藝及生理上特性之差異結果如次：(1)

1. 異型雜種結實率低 異型間 13 種交配，結實率為 11.01 至 41.63%，平均 26.21%，而同型間 14 種交配，結實率為 56.04 至 93.16%，平均 80.03%。

2. 分蘗力有強弱 印度型稻無論在何地何期或單本栽植，其分蘗力總比日本型稻強。

3. 發芽有遲速 印度型稻在 15° 20° 26° 或 30° 之定溫箱內，其發芽速度概較日本型稻大。

4. 糙米有差異 印度型稻糙米百分率佔穀全重 73.1 至 79.5%，平均 76.15%，日本型稻糙米佔穀總重 77.2 至 82.8%，平均 79.94%，平均相差 3.79%。

5. 抗寒力有強弱 印度型稻抵抗溫力弱，日本型稻抵抗溫力強，若以百分計，兩者相差 44.45%。

6. 抗旱力有強弱 日本型稻不及印度型稻抗旱力強。

7. 抗毒性之不同 日本型幼苗對 0.2% 氯酸鉀液毒性之抗力概較印度型稻強，經 14 日處理，前者生存率 83.5%，而後者僅 40.75%。

8. 中國現栽培之稻，秈屬印度型，粳屬日本型，尚無例外，糯稻則有大糯小糯之別，大糯屬日本型，粒長而大，豐滿肥圓，小糯屬印度型，粒

註 (1) 盧守耕印度稻與日本型稻之比較研究 中農會報 178 期 1944 重慶

多細小。

繆進三氏(1944)近根據血清反應之原理,取南特號(秈)花秋穀(粳)大粒糯(大糯)及小粒糯(小糯)四種,各糙米15克,脫脂後以南特號蛋白質浸出液,注射於家兔體內,次取其沈澱血清分盛四試管,而以四種米粉食鹽水液分別倒入,藉視其混合時所生沈澱之快慢深淺,而定其類緣之親疏。結果,南特號沈澱最速,小粒糯次之,大糯粒又次之,花秋穀最遲,由此判斷南特號與小粒糯類緣較近,同為印度型,而花秋穀與大粒糯類緣較近,同屬日本型。(1)

寺尾博氏等(1939)曾由雜交間之親和性因子複雜,論定僅以第一代之稔實度來分日本型與印度型兩大類,殊不可靠。(2)然根據上項各種特性而分,則論證自較確實。

印度型稻即秈稻分佈於中國各省,長江珠江兩流域為其主產區,印度,安南,泰國,爪哇,哥倫布,菲律賓,台灣等地栽培亦廣。日本型稻即粳稻,分佈於中國北部,東三省,蒙古,滇,康,川,黔,桂五省高原地帶,中部太湖流域,以及日本,朝鮮,北美,夏威夷等地。

中國現有栽培之糯稻,以前誤認與粳稻類緣相近,今則已證明有大糯與小糯兩種,大糯屬日本型稻,小糯屬印度型稻,二者不特血清反應不同,而發芽時大糯之中莖長度,僅數公厘,曾未有達一公分者,小糯之

注 (1) 繆進三,血清反應測定永安兩粳稻類緣紀實,農學 Vol. 9, NO. 13-18 1944. 重慶。

(2) Terao (寺尾博) Some considerations on the classification of *Oryza sativa* L. into two subspecies, so called Japonica and Indica. Jap. Jour. Genetics 15:10-13. 1939. Tokio.

中莖概可延長至一公分以上。濱田氏 (1935) 曾根據暗室發芽之中莖長度，以區別日本型稻與印度型稻，凡中莖長度達一公分以上者為印度型，在一公分以下者為日本型。(1)

第三節 花之構造

稻穗由多數花組織而成通常每穗花數自 80 至 200 間有達 300 以上者，在植物學上名曰複總狀花序，穗之中央最粗之軸曰主軸，由主軸着生多數枝穗，枝穗着生方法，有對生互生，輪生三種，但以互生者為多，再由枝穗着生小枝穗，小枝穗上再生小穗，一名小穗花，每小穗具花一朵，名曰繭花。

稻花有內外穎各一，護穎二，副護穎二，內穎先端有大突起，內外穎之邊緣彼此密着成鈎狀，不易分離，但其先端不甚密接。內外穎內有鱗被二，雄蕊六，雌蕊一。

內穎外穎及護穎成熟前均為綠色，成熟後則呈黃色，但在成熟前，間有呈赤褐，黃褐等色，內穎及外穎俱為扁平船底形，外穎先端伸長為芒，內穎無芒，甚少內外穎均有長芒者，護穎扁平而小，先端尖銳，生於內外穎之外側，其長度約為外穎五分之一，但亦有特別長者，甚至與內外穎同長，日本之二皮稻，中國之飛來鳳，概因其護穎特長得名。

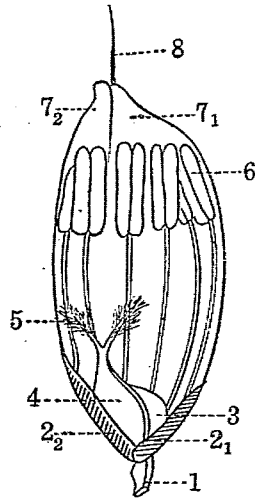
鱗被為扁平形之染軟小片，無色透明若玻璃，着生於內外穎之內側，包圍子房基部之一半，其中央稍厚為多肉狀，邊緣薄，當花開時吸收水分而膨脹，壓開外穎以成張開現象。

注 (1) 濱田秀男 稻芽生器官生に長かる品種差別の研究。農業及園藝 10, 1935, 東京

雄蕊六片生於子房基部，所謂子房上位花，每三根排成一列，間有四本八本十二本者概為偶數，花絲之頂端具上形花藥，由二個藥囊而成。花絲當開花時，吸收水分，急速伸長，致花藥伸出穎外，藥囊縱壁裂開，即噴出花粉。花粉粒呈黃色球形或卵形或不規則之形狀，表面平滑，外皮頗厚，直徑約自 36 至 35 μ ，每花藥含有花粉粒，個數平均 436 至 915。

雌蕊位於雄蕊之中，生於子房先端，花柱分歧為二，雖原有三本，其一退化，僅見一短桿狀之痕跡，故通常所見之二花柱，不成正相對向，因退化之花柱痕跡存在內穎中央線之部位，花柱與柱頭均呈羽毛狀發育最早，在抽穗前穗長僅 3 公厘時，已有發

現柱頭呈羽毛狀，通常開花後一星期左右變為黃色而枯死。子房若棍棒狀，下部膨大成長卵形，內僅一胚珠，受粉後發育而成穎果稻。



第三圖 稻花筒明圖

- | | |
|---------|--------|
| 1. 花梗 | 5. 柱頭 |
| 2. 下蕊穎 | 6. 粉囊 |
| 2.1 下蕊穎 | 7.1 外穎 |
| 2.2 上蕊穎 | 7.2 內穎 |
| 3. 鱗被 | 8. 芒 |
| 4. 子房 | |

第四節 開花習性

第一項 開花

(一) 抽穗速度 稻之開花必須先抽穗，抽穗之時間速度則與雜交關係頗重。通常以穗尖第一花由葉鞘頂端露出時，名曰抽穗，穗之基

節完全抽出葉鞘時，名曰穗齊，據 Kadam 與 Patil 二氏報告，抽穗至穗齊，需 4 至 5 日，見波氏謂需 3 日至 6 日，Rodrigo 氏謂需 1 日至 4 日，但以 2 日或 3 日為最多，梁光商氏報告（1936）早稻抽穗至穗齊，需要 4 至 5 日，以第三日伸長至速，晝夜均有伸長而以夜間者為速，晚稻抽穗至穗齊，需要 5 至 6 日而以第四日速度最大。

抽穗之速度與氣候有關，故各地學者觀察之結果，互有差異。然開花之速度與抽穗大約相同，一穗開花最盛之日，即抽穗最速之日，多數起始開花為抽穗後第二日，因此稻之交配適期，以抽穗第三日為佳。

（二）開花現象 稻之開花由鱗被吸收由子房輸送而來之水分，遂起膨脹，其膨大體積約當原來三倍，乃生出壓力，於內外穎之基部，同時雄蕊於穎花出穗之前，已伸至穎之中部，值開花時，由花絲伸長之結果，花藥復與穎之內頂抵觸，是花藥之壓力，施生穎之頂端，故內外穎頂端，不得不徐徐展開。

內外穎展開之角度，最大時為 30° 左右，據野口氏報告，稻花開穎之角度，在晴天時最大 34° ，最小 $10-14^{\circ}$ ，平均 $18-23^{\circ}$ ，在雨天時最大 30° ，最小 9° ，平均 $18-22^{\circ}$ ，遇暴風雨時，最大 23° ，最小 12° ，平均 17° 。

內外穎張開後，花絲伸長迅速，其長度約合原有之五倍，二聯花藥伸出穎外，致生裂口，吐出花粉，散落柱頭。然亦有在開花前；即有流出花粉者所謂閉穎受精。花粉出穎後，因風吹動而飛散，數分鐘後，花絲即下垂再後凋萎，據 Rodrigo 氏調查，穎開後，柱頭上大多已落有花粉粒，最多達 68 粒，間有無花粉粒者，然甚稀少。

雌蕊花柱當開花時，雖亦伸長，但較花絲則頗緩，柱頭羽毛同時更

伸長散開，以便接受花粉，迨花粉接觸後，鱗被立感刺激，其所含之水分返流他種組織，壓力漸消，穎遂閉合。

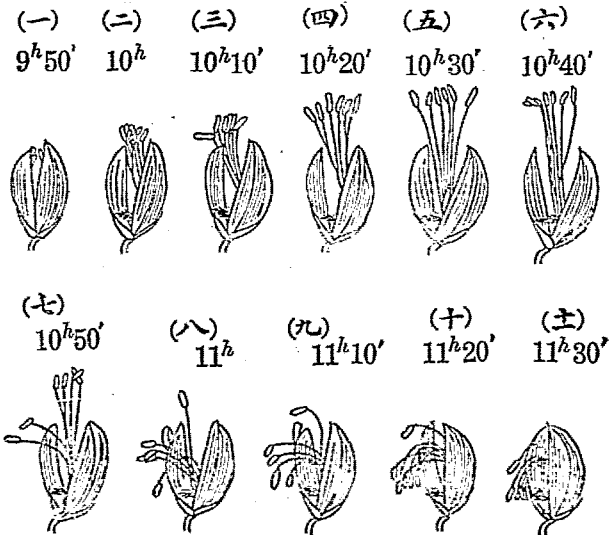
(三) 開花時間 關於稻之開花時間，前人已多有研究，惟觀察之結果，因人因地而異，大約由氣候，品種及栽培處理之不同而致，茲摘列一表如次。

第十六表 稻花開張之時間

觀 察 人	地 點 及 年 代	普 通 開 花 時 間	開 花 最 盛 時 間
Van der stak	爪 哇 1900	上午六時至下午三時半	上午十時至十二時
Knuth	— 1909	全 日	
Van Bredade Haon	Biutenyorg 1913	上午六時至上午三時	上午十時至十二時
Hector	印 度 1913	上午七時至十二時	
Thadani	Sind 1928	上午七時半至下午二時半	上午十時半至十二時
Thompson	上緬甸 1915	上午七時至十時	上午八時至九時
Clpostol	菲律賓 1919	上午九時四十五分至十一時二十分	
Torres	菲律賓 1923	上午九時至十一時三十分	
Rodrigo	菲律賓 1925	上午六時	上午九時至十一時半
Tones	California 1924	上午六時至下午四時	上午十二時至下午二時
Shorngapm	印 度 1924	早稻上午七時開始 晚稻下午九時開始	
Raco	印 度 1926	上午五時至下午一時半	上午九時半至十時半
Bhide	印 度 1925	上午九時半至下午五時半	上午十時至十一時
Ramish	印 度 1927	上午五時至午後一時	上午十時
Laude 及 Stansel	Texal 1927	午八時至下午三時	上午十一時至十二時
Kadam 及 Patil	Karjat 1933	上午七時至下午二時	上午十時至十二時
明峯正夫	日本札幌 1909	上午 時至下午三時	上午十一時

磯永吉	台灣 1917	早稻上午九時至十二時 晚稻上午十時至下午二時	上午十時至十二時
丁穎	廣州石牌 1928	早稻上午八時至下午二時 晚稻上午九時至下午三時	上午十時左右 正午左右
蔣蔭荪	河北 1935	上午八時至十二時	
陳蘭田	北平 1937	上午九時至下午四時	上午十一時至下午一時
林成耀等	福建邵武 1941		早稻上午九時中稻上午十時 晚稻上午九時半至十時半
朱壽林	貴州湄潭 1941	上午八時至下午五時	上午十時至下午一時
黃肇曾	四川萬縣 1941	上午八時至下午三時	上午十時至十一時(1)

稻之開花經過時間，亦隨地及品種而異，林成耀等在福建邵武觀察結果，稻穎自開始張開至完全閉合之時間，約需 29 至 60 分鐘，中稻花



第四圖 稻花開張經過之現象自 9 時 50 分開始至 11 時 30 分

註 (1) 觀察再生稻之結果

穎開閉時間最短 30 分鐘，其餘早稻晚稻之平均時間，均為 43 分鐘。梁光商氏在廣州，石牌用早晚稻各五品種觀察結果，內外穎開後 0 至 3 分芽即裂開，開穎所需時間 10.0 至 13.6 分，閉穎所需之時間 24.9 至 34.8 分，始開至全閉所需之總時間，53.2 至 59.6 分，即約一小時，晚熟稻開花經過之時間概較早熟稻多。(1)

明峯氏曾有詳細觀察，第一稻穎起始張開至完全閉合之時間為一時四十分，其經過如第四圖：

第二開花之時間與溫度攸關，溫度高則開花集中，溫度低則每日開花時間延長，其表列如下。

第十七表 稻之開花時間與溫度關係

開花時間	開花數	氣 溫	開花數	氣 溫	開花數	氣 溫	開花數	氣 溫
上午 7							161	13.3
8	0	25°.40	0	21.4	47	19.0	21	15.6
9	83	26°.5	4	22.6	72	20.6	16	17.5
10	257	27°.5	29	23.5	65	21.6	90	18.6
11	2755	28°.1	519	24.3	150	22.4	124	19.0
12	2457	28°.6	781	24.8	915	22.7	385	19.1
下午 1	391	28°.6	1910	25.0	1029	22.8	494	19.6
2	75	28°.6	744	24.9	975	22.5	922	19.0
3	17	28°.1	374	24.4	863	24.9	306	18.6
4	3	27°.3	120	23.5	548	21.2	415	18.1
5	0	26°.2	44	22.6	501	20.6	325	16.9
6	0	24°.6	0	21.5	65	19.0	232	15.2

註 (1) 梁光商 水稻人工授配法之研究 農學 民 25 年，5 月，

7						103	14.4
8						70	13.3
9						25	13.0
10						3	12.8
觀察時間	7月30日—8月12日	8月5日—8月21日	8月21日—9月18日	9月1日—10月2日			

上項試驗係在北海舉行，然磯氏之在台北，Jones氏之在California，丁穎氏之在廣州所得，結果各不相同。

黃肇曾氏(1941)在四川萬縣觀察再生稻二南粘，成都水白條等五品種，結果，每日開花時間，以上午十時至十一時最多。開穎角度為 20° 至 31° ，全穗開畢日數為五日至八日。(1)

(四)授粉時間 稻之受精作用究在開花前，或開花後，或同時，殊與天然雜交率之多少攸關，如受精作用在開花後，則天然雜交率自高也。據池野成一郎(1914)，明峯正夫(1914)在日本，Farneti(1915)在意大利，Hector(1915)在印度，Thompstone(1918)在緬甸，Krauss(1907)在檀香山，Rodrigo(1925)在菲律賓，Jones(1928)在美國加州等地觀察結果，授粉時間均在開花之前或同時。惟Fruwith在德國，Bhide(1925)與Porthasarathy(1927)在印度觀察報告，稻之授粉時間在開花後，與前數人相反。據著者多次之觀察，稻之授粉通常確在開花之第一剎那間，因該時花藥正開裂，花粉正飛散，故易授粉，至閉穎受精，或開花之後授粉，間或有之，總甚稀少。

Poggendorff氏(1933)報告，稻之授粉時間與溫度有關，例如

註 (1) 黃肇曾氏再生稻之研究西農學第四卷第四期 1941

溫度高至 35°，濕度低至 35% 時，開花前授粉者極稀，若溫度在 23°至 32° 之間，濕度高至 60% 時，則開花後授粉者甚少。由此推論，溫濕適宜，授粉正常，否則授粉有反常之現象。

(五) 開花順序 關於稻之開花順序先後有山口見波礮永吉岩榭聖治 Laude 與 Stausel, Kadam 與 Patil, 梁光商 諸氏所得結果，大致無異，一穗中頂端枝梗先開，次及於下部，據作者在西昌之觀察，結果與岩榭聖治氏相同。

一枝梗中，頂端第一朵先開，次為第六粒，再次第五，第四，第三，第二最後，由下而上，次第開花，第七第八小枝梗頂端之花同時開張，惟最下部之小枝梗第二朵花最後開。就全穗言，開花之順序，大致由上而下，據梁光商氏報告，各枝梗由上而下，開花之先後，平均各相差一日。小枝梗着花 2 至 5 朵，通常 3 朵，第一朵先開第二朵最後。

(六) 開花日數 全穗開花經過之日數，亦隨各地氣候及品種而異，明峯，鈴田戶村等氏 (1913 日本) 需 4 至 7 日，至多九日，岩榭聖氏 (日本愛知縣 1935) 7 至 10 日礮永吉氏 (台灣 1928) 第一期稻 5 日，第二期稻 7 日，Adair 氏 (美 1930—1933) 平均 7.12 日，Rodrigo 氏 (菲律賓 1926) 5 至 10 日，Tones (California 1927) 6 至 7 日，抽穗後第二或第三日開花最盛。丁穎梁光商二氏 (廣州 1925 及 1936) 5 至 7 日，開花最盛期，在起始開花後第二，三日，林成耀氏 (福建邵武 1941) 5 日至 10 日，開花最盛期在起始開花後第三日。

第二項 開花與外界關係

水稻生長對環境之影響甚大，開花情形尤與環境有關，茲就溫度、

濕度、日光及暴風雨四者述之。

(一) 溫度 溫度對於開花之影響最大，先後經明峯 (1914) 磯永吉 (1928), 丁穎 (1928), 野口 (1929), 瀧口 (1930) Sampietro (1933) Adair (1934), 梁光商 (1936) 在各地觀察，其研究方法，雖有在田中，室內，保溫箱內之不同，但結果均大致相同，稻之開花最高溫度 50° ，最低 10° ，適溫 $30^{\circ}-35^{\circ}$ 。

據野口氏 1922, 1924, 1928 三年試驗結果，開花最盛溫度為 $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$ ，如第十八表

第十八表 稻開花之適溫與常溫

年代 \ 溫度	25° 以下	25°—28°	28°—32°	32 以上
1922	0	4	24	0
1924	1	10	7	0
1928	0	5	10	0
合計	1	19	41	0

明峯氏謂稻之開花在 40° 下猶盛，而野口丁穎梁光商諸氏則謂在 40° 下開花頗少，若置稻花於 55° 或 60° 之高溫箱中，則即凋萎。

(二) 濕度 稻之開花適宜濕度，據野口氏與梁光商氏先後觀察之結果為 70—80%，濕度之高低對於開花數，花藥開裂及授粉作用等影響甚大，但對於開花狀態，則無變化。濕度低至 30° ，仍能開花如常，高至 80° 以上，則開花漸少至濕度急激變化，即急激減少。

乾燥與飽和濕度均有礙花粉之開裂與結實，已經野口氏觀察證明，例如在飽和濕度下，平均結實率 58%，而對照區達 83%，如下第十九表。

第十九表
飽和濕度下稻之開花結實率

種	全粒數	完熟粒	空殼
一	66	59	7
二	57	34	23
三	42	2	40
四	61	44	17
五	54	55	29
共	280		116

(三) 日光 日光與開花似無直接影響，夜間仍可見稻之開花，晝間若將日光遮斷，開花如恆，但據若干學者試驗結果，在遮斷日光之場合，開花盛期延遲及多不規則之開花狀態。

(四) 暴風雨 稻之開花與天氣亦多關係，Hector 氏 (1913) 謂若遇天氣潮濕或降雨時，開花略少不能全開，或全開而不復閉合，野口氏 (19.9) 熊本 22 日，五洲 24 日觀察結果如第二十表。

第二十表 稻開花與暴風雨

品 種	天 氣	開 花 數							
		上午 8-9	9-10	10-11	11-12	下午 12-1	1-2	2-3	3-4
熊 本	晴 天	447	748	1346	797	281	33	12	3
	雨 天	1	69	135	390	63	14	7	0
	暴風雨	26	63	67	59	274	39	20	64
五 洲	晴 天	20	645	2476	2702	1373	173	118	32
	雨 天	0	0	2	1	219	982	377	173

下雨或暴風雨可延遲開花時間，大約原因有三。

1. 氣溫低
2. 濕度高
3. 動搖基桿

在惡劣天氣下，稻之開花不特較少且多閉合開花⁽¹⁾

第五節 稻花粉之發芽

花粉粒一經落觸柱頭上，即吸收其上液汁發芽，伸長花粉管，直入胚珠，此名曰授粉作用。斯時花粉粒之發芽與花粉管之伸長速度，環境影響甚大，其最重要者，則為溫度及濕度二者。

花粉落於柱頭上，立即延長其花粉管，一小時後，始入柱頭內，延長迅速，三小時後達柱頭之基部，而後至子房壁間，九小時後乃達珠孔，第一雄精核與卵細胞併列暫存，第二雄精核則立刻與上下極核融合。至十八小時後，第一雄精核與卵球可全融合，開始分裂，此所謂重複授精作用。

成胚之核，二十四小時後可生存四至七個細胞，四日後開始分化，十日後完全分化。成胚乳之核發育較早，七日後澱粉已開始生成，十日後澱粉已充滿胚乳全部，而後澱粉粒，陸續增大。

花粉之發芽與溫度關係，先後經由 Buckholz 與 Blakeslee(1927)，佐佐木(1919)，後藤(1931)，野口(1931)諸氏研究後，最適溫度，隨植物種類而異。野口氏曾分 10° 20° 25° 35° 40° 50°C 六處理舉行授粉，一小時後，觀察結果，如第二十一表。

第二十一表 稻花粉發芽與溫度關係

溫 度	柱 花 數	柱頭上花粉數	發芽花粉數	花粒發育率
10°C	53	1123	43	3.8

註 (1) 拙著者 1942 年在西昌觀察，結果未發表。

(續)

溫 度	總 數 花	柱頭上花粉數	發芽花粉數	花粉發芽率
20°	53	1235	151	12.2
25°	60	1927	263	13.7
30°	47	1234	187	15.2
35°	56	1787	270	15.5
40°	55	1216	172	14.1
50°	56	1289	112	8.7

據此結論，稻花粉發芽最適溫 30° 至 32°，最高溫 60°，最低溫 10°。

花粉管之伸長亦以 30° 為最適宜，過低或過高均有礙其伸入柱頭之進行。

花粉之發芽與濕度關係亦大過濕過乾則發芽率減少如下表。

第二十二表 稻花粉發芽與濕度關係

溫 度	總 花 數	柱頭上花粉總數	發芽花粉數	花粉發芽率
過 溼	84	3559	310	19.93
常 態	108	2114	733	34.67
過 乾	48	1588	146	9.19

據野口氏報告及著者觀察，稻花粉之在水中，發育率甚低。

花粉用人工培養基部發芽，曾經佐佐木 (1919, 1929) 田畑，菊池，後藤 (1931) 中山 (1934) Reyes (1934) 諸氏研究，佐佐木氏等用 1% 洋菜+15% 蔗糖培養陸稻花粉發芽，發芽率達 64.5%，1% 洋菜蔗糖+30% 培養水稻花粉發芽，達 68.7%，後藤氏用 1% 洋菜+0.3mol 蔗糖，pH=5.8 培養液，發芽率曾達 84.7%。

中山氏對於稻花粉人工發芽之研究，結論有二：

1. 稻花粉發芽培養基以 1% 洋菜，12% 蔗糖之糖液為最良好，如第二十三表。

第二十三表 稻花粉在培養基中之發芽率

品 種	發 芽 率 %			破 裂 率 %
	最 低	最 高	平 均	
赤 毛 稻	42.8	90.4	74.9	14.4
粟 栖 糯	59.4	91.5	75.9	10.8
四 平 街 稻	40.6	95.9	69.5	19.6

2. 放置花粉於培養基上之方法，可分以下三種，但以第一種直接動落法為最善。

- a. 直接動搖開花之花藥落於培養基上，
- b. 用玻璃紙或兩面皿先行採集花藥，次用毛筆接種培養基上，
- c. 用玻璃紙收集花藥，而後用白金絲接種。

舉行人工發芽採集花粉之時期，亦與發芽率有關，通常分四期，即穎開始張開時為第一期，花藥現出一半時為第二期，花絲伸長至最長度時為第三期，粉囊破裂時為第四期。

第五章 稻之育種方法

第六節 混合選種

混合選種法一名集體選種法，即以表似型⁽¹⁾為標準，而於廣大田中選取多量穗或粒，混合種植之謂⁽²⁾

混合選種法須分雜種混合選種與純種混合選種二種，前者目的不在選取表面形體同一，並須優良，即淘汰劣者，後者目的僅在除雜除劣而已，蓋其原為純種之故。

雜種混合選種法，第一年於合意之稻田中，選取優良並形狀同一之單穗，混合脫粒，惟選採時宜注意者：

1. 須於田之中央及不過肥與不過瘠之地區選採。
2. 須採選健全之稻穗而無病蟲害者。
3. 須於黃熟期採選，
4. 須採取每穗中上部之穀粒，
5. 須採選不倒伏而穗形優良者。

每斤稻種約需1千8百單穗，若1畝需3斤種量，則每畝需採5千4百單穗。採選後，脫粒，風乾，風選妥為儲藏。通常選種以十單穗，二十

單穗，五十單穗為標準。

第二年春播種前先舉行篩選，剔去較小穀粒，繼以鹽水選，以剔去輕浮之種粒及稗草，播種後勤加管理。至本田栽秧，宜每穴一本，管理尤宜注意出穗齊整，生長同一，凡抽穗不齊，分蘗太晚，成熟過遲及過早，以及特性有異者一律淘汰之。本年成熟時，照上年方法精選若干穗，穗數較上年增加一倍為標準。

第三年照樣播種移植，成熟時再行精選，穗數之多寡，隨該品種純潔度及產量高低而定，換言之，純潔度高及產量高可多採選，以為第四年普通田種植，否則選擇宜嚴，以備第四年再選。

假若混合選種，目的在增加其優美性狀，如穗之長度，穗之密度，稈之韌度，分蘗力等可依照下面方法進行。例如今有一土種混有 ABCD 四個純系，其分蘗性各不相同，A 分蘗常數為 5 本，徬徨變異 3 至 7 本，B 6 本，變異 4 至 8 本，C 7 本變異 5 至 9 本，D 8 本變異 6 至 10 本，其混合變異價則為 3 本至 10 本，而其變負數以 6 本與 7 本二者為最多，如第二十四表（一）。

若選擇目標在 8 本以上，第一年選擇可採 A 品種完全淘汰，而 B

第二十四表 分蘗變異之分布

A 品種	分蘗數	3	4	5	6	7	
	變負數	1	10	30	10	1	
B 品種	分蘗數		4	5	6	7	8
	變負數		1	10	30	10	1

註 (1) Phenotype 日譯現象型與英譯型 Genotype 相對，即表面形態相同之一羣個體。

(2) 參看上卷混合選種法章。

(一)	C 品種	分藥數	5	6	7	8	9			
		變負數	1	10	30	10	1			
	D 品種	分藥數		6	7	8	9	10		
		變負數		1	10	30	10	1		
		變異價	3	4	5	6	7	8	9	10
		變負數	1	11	41	51	51	41	11	1
		平均價	6.5							

品種僅選留一本, C 品種選取 11 本, D 品種選取 41 本, 如表二。本年選擇後, 平均價進為 7.6 本較未選擇 6.5 多 1.1 本。

第二年選擇標準為 9 本以上, 則 9 本以下者, 概被淘汰, 故 B 品種不能留存, 選擇結果如表三, 平均分藥力 7.98 本增進 0.38 本。

	B 品種	分藥數	4	5	6	7	8			
		變負數	1	10	30	10	1			
(二)	C 品種	分藥數	5	6	7	8	9			
		變負數	11	110	330	110	11			
	D 品種	分藥數		6	7	8	9	10		
		變負數		41	410	1230	410	41		
		變異價	4	5	6	7	8	9	10	
		變負數	1	21	181	750	1341	421	41	
		平均價	7.6							
(三)	C 品種	分藥數	5	6	7	8	9			
		變負數	11	110	330	110	11			
	D 品種	分藥數		6	7	8	9	10		
		變負數		451	4510	13530	4510	451		
		變異價	5	6	7	8	9	10		
		變負數	11	561	4840	13640	4521	451		
		平均價	7.98							

若再進一步選擇, 以分藥 10 本為標準, 以下概淘汰, 則平均價可增為 8 本, 換言之, 繼續選種仍可增進 0.02 本。

照此項選擇單一之美性，固可達到目的，但為時既久，手續亦煩，殊不若純系選種之簡速。因此，遇土種混雜太甚，或選者稍有科學知識，則宜採用混合形選法（詳上卷混合選種章混合選種法節）。

純種混合選擇法，更較簡單，於穗之成熟時採選田中央優良及同形之單穗，以後每年繼續除雜除劣則可。（參看混合選種章，混合選種法）。

第七節 檢定選種

檢定選種即先行品種檢定，調查各地土種之形質，特徵及其適應性，而後比較其優劣，選其優良者繁殖推廣之，其目的可分下數點。

1. 純系選種至少 8 載，雜交育種至少 10 年，經過悠久歲月，方有希望獲得一較優良品系，此後尚須舉行區域適應試驗，始能繁殖，示範，推廣，故欲減短時間，以應急需，惟有實行品種檢定方法，五六年後即可達推廣優良稻種之目的。

2. 各地氣候不同，土質差異，水源地勢亦各有別，以致水稻品種繁多混雜，殊宜選取適應留優淘劣，化繁為簡而利管理栽培。

3. 稻雖為自花受粉，而天然雜交機會仍有，故稻種表似型者頗多，真正裏似型者則少，以致品種龐雜，米質低劣，故檢定品種，可使稻種純系化，簡單化，以提高米穀品質。

4. 中國稻之栽培區域廣大，地勢水利，耕作制度，千差萬別，若僅憑理想中之改進計劃，殊多枘圓鑿方之弊，而品種檢定不特調查各品種之特性，且可分析天然之環境與品種之適應性，以便擬定切合實際需要之改進方針。

5. 稻之品種駁雜，數目繁多，雖各有其價值，但其生理上形狀上與選傳上之性質既各有不同，優劣性兼備，產量互異，若驟而舉行純系育種及雜交育種，供試材料既衆多難分，復良莠混淆，即經過長久時月之試驗，仍難獲得顯著之成績。故須先舉辦稻種檢定，以明悉各土種之適應性及天然區域之劃分，而後就檢定採選之單穗同時進行純系育種試驗，所以檢定稻種爲改進稻作之一切基礎。

民 25 年，著者首先在浙江舉行水稻品種檢定，計吳興，諸暨，臨安，平陽，嘉興，永康等二十九縣，雖爲時倉促，調查區域不廣，然浙江之稻作概況已明瞭無遺。同年趙連芳氏亦在中央作更有力之提倡，數年來以川滇贛浙湘粵諸省稻之改良工作中得有長足進步，多爲品種檢定之功效。

檢定選種之方法(1)可分檢定人員之選派(2)檢定表格之擬印(3)檢定區域之劃分(4)檢定工作之實施，第一步詢問調查，第二步田間調查，第三步性狀檢定，(5)檢定材料之整理，(6)檢定品種之試驗，(7)繁殖推廣。

(一) 檢定人員之選派 品種檢定工作人員須具有作物科學之知識，農藝調查之經驗，並能負責任耐勞苦方可。近年來各省農事機關舉行檢定工作時，概利用原有技術人員，通常以技士技佐爲指導員，技佐，助理員或推廣員爲檢定員，著者 25 年在浙江省辦理品種檢定工作，以各區稻麥推廣區推廣員爲檢定員，以幹事爲推廣員，28 年在滇省舉辦時以稻麥改進所技術員爲檢定員技士爲指導員。

人員之多寡須隨檢定區域之廣狹而定，通常每縣二人，若爲兼任人

員，則每縣需四人。

(二) 檢定表格之擬印 調查表分詢問調查及田間調查二種，詢問調查表內分品種名稱，種類，播種期，移植期，收穫期，每畝子實收量，每畝稻草收量，品種優點，品種劣點，一石穀能出白米幾斗幾升，本品種米在市上等級，本品種宜於高田抑低田，本品種宜於乾年抑濕年，本品種宜於肥田抑瘠田，本村稻田面積，本品種栽培面積，假定不用本品種本地有何品種代替及備考等欄，但遇必要時，可斟酌增減之。

田間調查表內分品種名稱，種類，本田情勢，本田移植期植科強弱，分蘖強弱，出穗期，出穗整齊率，葉片色，植科高度，高度整齊率，芒之有無長短，稃尖或芒色，成熟期，成熟整齊率，形態整齊率，穀壳色澤，穗之姿勢，倒伏程度，脫粒情形，螟害情形，病害情形，不實率混雜百分率及備考等欄。

性狀檢查表分穗之長度，穗之密度，每穗粒數，穀粒色澤，穀粒大小，穀粒形狀，脫粒難易，每升子實量，糙米成數，糙米千粒重，糙米硬度，糙米容重，糙米色澤，腹白大小，紅米百分率，白米成數，白米色澤，碎米百分率，脹性，飯味香氣，白米等級及備考等欄。

(三) 檢定區域之劃分。 稻品種之分布多由氣候地勢水源而異，故稻品種檢定區域，應根據天然環境而劃分，然著者前在浙滇康諸省實施檢定工作時，則以縣為單位。其一因技術人員下鄉調查時，尚需政府通令各區鄉保協助，在若干交通阻礙區域，尤需保護。其二因為縣境之劃分亦多有地理上之因素，如山脈河流之分界是。

(四) 檢定工作之實施。

1. 檢定人員出發前，須準備調查表，各區詳細地圖，布袋，紙袋，紙牌，剪子，市升，市秤，市尺，衛生藥品及其他必需用品。

2. 檢定人員到達目的地後，先赴縣政府或區署接洽，說明工作之目的，詢明各區各鄉各保各村名稱、地點、交通及其他特殊情形。

3. 調查如以一縣爲一區，則以鄉鎮爲一小分區，以村爲單位，每縣調查百村爲標準，調查單位務求普遍週到，不可偏於一隅，以便該區內所有之水稻品種調查明白無遺。

4. 檢定工作可分四步實行，第一步詢問調查，可於插秧時行之，第二步第一次田間調查於抽穗時行之，第三步第二次田間調查於成熟時行之，第四步室內性狀檢定，俟各區田間調查完畢後行之。

5. 詢問調查時應仔細校對各地度量衡，以便化爲市制，詢問方法可用談話形式遍訪有經驗學識之老農，每品種記載一表。

6. 田間調查時對於同種異名、或異種同名之品種，須細加鑑別，鑑別方法可比較其劍葉角度，稈之長短、粗細、色澤，穗之姿態、大小、密度，芒之有無、長短、色澤，穀粒之形狀、大小、色澤，護穎之形狀大小、色澤，米之形狀、大小、色澤等特性。

7. 每品種採選單穗 50 或 100 枚，購賣穀子一市斗，若同在一鄉有確實同名同種之品種，不必各村均採。單穗與稻種須註明品種名稱，採選地點與日期，其單穗之子實切實防止脫落，用小紙袋妥爲裝置。

8. 室內性狀檢定須由一人主持，分區編號，循序進行。

(五) 檢定材料之整理 各地品種之特性及適應性須將詢問調查，田間調查及性狀檢定三者，列爲一簡明表，方便觀察比較。

(六) 檢定品種之試驗 各區採購之種子經性狀檢定後，翌年即舉行縣品種比較試驗，省或區品種比較試驗，前者分在該縣及試驗場兩地進行，後者單在試驗場進行。著者 27 年在雲南第一期舉辦昆明宜良呈貢，晉甯激江等五縣水稻品種檢定後，28 年於各該縣適當之地，舉辦各該縣品種比較試驗，例如宜良縣境有宜良大白穀，玉溪大白穀等三十餘品種，乃在宜良縣城附近，租地四畝舉行，因宜良雖為昆明隣縣，而氣候水源則大不相同，復於昆明稻麥改進所進行五縣品種聯合比較試驗 以便觀察各縣品種之性狀，適應性及去雜去劣。

試驗方法概採用隨機排列，每小區三行，中行主為產量計算，兩邊行主為去雜留種，行長 12 尺，行距 1 尺，重複 5 次，行直接播法，此項試驗至少繼續 3 年，3 年後如發現優良品種，即行繁殖推廣。

另有所謂縣內品種比較試驗，即將各縣原有之稻種在各該縣試驗，如遇一縣有平原山鄉地勢差異太大者，須舉行縣區內品種比較試驗。縣際品種比較試驗，即將地勢相同區域接近之各縣品種，集中一適當之地舉行試驗。全省區品種比較試驗即將全省或全區之著名品種作一比較試驗之謂。

(七) 繁殖推廣 凡經縣場比較試驗三年以上之品種，產量確實高上，品質確實優良，第四年繼續進行試驗嚴行去雜去劣，同時舉行普通農田繁殖，以便示範推廣。

總之，檢定選種法為混合選種改良之科學方法，理論上既有根據，工作時間，復多簡縮，茲括其進度如次：

第一年 詢問調查，田間調查，採選單種及稻種，室內檢定。

第二年 復查，同時舉行縣品種比較試驗，區品種或省品種比較試驗，並須嚴行去雜。

第三年 繼續上年舉行品種比較並去雜。

第四年 繼續上年品種比較並去雜，同時舉行一二良種繁殖。

第五年 根據前三年試驗結果，淘汰原有品種總數三分之二繼續進行一個或兩個至多三個良種繁殖。

第六年 繼續良種繁殖，開始舉行示範推廣。

又第一年採選之單穗，除供給檢定材料外，概充純系育種之穗行試驗材料。(1)

第八節 純系育種

純系育種即分離純系之謂，稻雖稱自花受粉作物，但因天然與人爲之各種因素，品種駁雜異常，以致產量減低，品質惡劣，成熟不齊，管理不便，故急宜將各系分開而選其優良者繁殖推廣之。其他如小麥大麥大豆豌豆等，亦大致相同。茲分採單穗，穗行試驗，二行試驗，五行試驗，十行試驗，高級試驗，地方試驗，及其他八項摘要繼述如后。

第一項 採選單穗

採選單穗爲純系育種之基礎，即第一步工作，殊不可不謹慎將事，蓋選擇之單穗如不良或不全，則將來長年工作，終無結果，從事此項工作者，豈可不審慎耶。

註 (1) 四拾陸 (1939) 水稻品種檢定淺說，管相植 (1942) 地方稻印檢定之理論與實施，汪星因雲南省稻麥改進所三年來工作簡報。

採選單穗第一須明悉各地之氣候，與地理情勢，換言之水稻適應性甚狹，須與試驗場所、氣候、地理、相似或差異不大之區域採選，而在可能範圍內採選區域愈廣愈善。第二須明瞭各地稻作情形，如栽培制度，水利良窳，稻種優劣，市場需求……等，以便採選時，有所依據。第三須明瞭稻之相關性，因稻之各部性狀有正相關，有負相關，或顯著，或不顯著，故選單穗時若能記憶，裨益必多。第四須明瞭各地交通治安，遇必需時，須先赴縣政府或區署接洽保護協助，如以縣為採選單位，則以全縣東西南北四鄉為標準。

採選時期宜斟酌各地稻之成熟期，最好於早中晚稻成熟時，各採選一次，倘僅能採選一次，則在成熟品種最多時前往。

採選人員出發時，須攜帶紙袋、紙牌、地圖、筆墨、藥品、必需公文及其他必需用品等。

採選單穗之方法，一須於距田埂五尺以上之稻田中央選採，田邊者不取。二選穗之標準以穗不過小，莖稈堅硬，分蘗中強，子實不易脫落，全株無病斑，一穗上下部同時成熟者為合格。稻三每田可採選五穗，每叢稻株只採一穗。四採選之穗，須留穗柄二寸許，以便每品種或每塊田用細線紮成一束，每束掛一紙牌，註明地點，日期，品種名稱及採選人。如同在一地採得數種而不知其名稱時，可用某第幾號標記之例如東湖第一……號。五單穗紮束後，妥平放於籃筐內，注意勿使子實脫落，每日採選之穗可每二三把連紙牌放於紙袋內，袋口復束以細繩，袋外復註明採地及採期等，而後再平放於籬箱內。六採選時須注意多採新奇之穗形，穗樣愈多愈好，凡形態相同，及穗粒平庸者，不必多採。但遇最普通

或栽培最多之品種應多採入。

採選單穗之數目，當然愈多愈善，蓋多則獲得良種之機會亦愈多，洛夫氏曾主張多採，至少一萬穗以上⁽¹⁾切不可畏難，渠計算一萬單穗試驗面積，僅八畝之地，為數既不過大，而且獲得良種，即可從事繁殖，一勞永逸之舉。惟著者意見採選單穗不可過多，須視人力，物力，而定，遇必要時，可分年分區採選，並採選時宜仔細觀察，注意有特殊優良性狀者。

單穗至試驗場所後，主要之工作，有一須置於空氣流通之處，令其乾燥，以免霉爛，並於紙袋內放置樟腦粉以防蟲害之發生。二於農閑時，每種稻穗須取穗之上中下三部穀粒，剝殼檢視有無赤米或黑米及其他重要形質，凡不合育種目的者，即予淘汰之。三須藏於妥當之櫃內，避免鼠害。

第二項 穗行試驗

穗行試驗為純系育種第一年試驗工作，可分三步進行，第一步脫粒編號，第二步整地播種，第三步觀察收穫。

第一目 脫粒編號

脫粒之先，須將去年採選之單穗，依各區早中晚稻，粳稻，糯稻，紅米及有芒無芒等分組編號，而後用手搓揉，每穗裝一紙袋。每穗留裝粒數以 30 粒或 40 粒為標準，但留 30 粒者，概留 30 粒，留 40 粒者概留 40 粒，不可多一粒，亦不可少一粒，否則播種疏密難勻，易起生長競爭之弊。

註 (1) 作物育種學洛夫氏講，陳燕山譯。P 28。

如每穗留裝 40 粒，其餘之穀粒可用另一紙袋裝存，註明種類產地，以備萬一補種。脫粒時最宜注意，避免混雜，蓋純系育種旨在分離出某優良純系，每個單位即為一純系，若稍不小心，混雜一粒，則試驗之功用全失，所得之結果將等於零，為預防混雜之危險，從事者須注意下數點。

1. 每脫下之穀粒，須立即分裝於小袋內，凡落於地上或桌上之穀粒切不可拾取，以免有誤。

2. 脫粒之工作，以本人操作最善，否則須選用謹慎聽話之工人，彼此坐位之距離宜大，並須親自隨時巡視監督，不可稍有疏忽。

3. 種子裝入紙袋後，捲摺之袋口須用針夾好，禁止閒人取視，以後如需攤晒時，亦須有人看視。

4. 脫粒時所用盛放穀粒之器具，內面須光滑無凹穴，以免有隱藏雜穗之穀粒。

播種前須擬計劃書，書可用普通西文抄本，如用長 30 公分，闊 20 公分，較大之特裝布面簿尤善，書中分單穗號數及種植行號兩行，依照種子種類及成熟期之早晚，循序排列，凡由同一地採來之單穗，排列一起，必須第一地排完，再排第二地，第二地排完，再排第三地，如此排畢為止。又每一單穗須給一地名及號數，例如吳興採來 150 穗，德清 95 穗，先排吳興 1. 吳興 2……吳興 150，而後再排德清 1, 德清 95，每穗既有地名，復有號數，則將來錯誤，自可減少，其系統不必另給，待二三年後，再給以系統號數。

標準行一名對照行，種子宜選用當地最優良或栽培最多之品種，以便與試驗品種比較優劣，標準品種量須與試驗種子完全相同。惟盛標準

行種子袋之顏色，應與盛試驗種子袋不同，以便各步工作時易於辨別，例如試驗種子袋用黃色紙，標準種子袋則用紅色紙或綠色紙。編號時先將種子袋排列於桌上，每間九袋放一標準品種袋，而後用藍色鉛筆編寫號數，以便辨別，但用打號機打號，尤為準確不誤，並且迅速。編完之後，須詳細校對，一人讀計劃書所列之號碼，另一人看紙袋上之號數，而視有無錯誤。

另有保護行及特別標準行之種子，亦須用當地最優良，或栽培最多之品種，二者均不列行號。種子量特別標準行須與試驗種子量無異，保護行種子量可不必分袋秤量，但至播種時，每行所種之種子量宜與試驗單穗行無大差異。

第二目 整地播種

(一) 直播與移植。直播與移植產量之比較，已有多數試驗者之報告，大都差異不甚顯著，除在黏性土壤而外，但就試驗之準確與實行之手續言，則直播法總較移植法優良，故今日純系育種之分行試驗，多採用直播法也。

移植法秧田之整地與普通秧田同，惟工作更須周到，土面更須平坦，播種須不脫粒連粒播下，即將穗上支梗及小枝梗妥為展開，平壓於土面，使泥稍壓種子上則可，而後用小硬樹枝叉插每穗軸之上，令其不致被風水之力所動移，而免混雜。每穗或每五穗豎一竹牌或木牌，順序排號，並對照登記於計劃書中，俟秧苗長至四五寸高時，再行移植。

在若干低濕之區，田中水分，不易排乾，致開溝困難，或遇雨季，黏土難於整地（例如昆明地區），固可用移植法代替直播，然先須將數千

穗分植於秧田，待其苗長後，再一一移植於本田，手續既繁。錯誤殊易發生，實非上策，因此，在純系育種田間試驗，頭二三年仍宜採用直播法，至十行試驗後方可酌行移植法。

(二) 整地 試驗之土壤既須肥瘠平常，力須均勻，故試驗地之選擇，實為田間試驗之首要工作。田間之耕鋤與小麥相似，播種前須將土壤耕起，勤加耙碎，在砂質土，或壤土細耙後，稍用人工鋤細即可，如遇黏質土壤，費工頗多，因土塊不細勻，則劃行困難，即勉強劃行，行之深度，差異太大，播下之種子，發芽自不能一致，遂致試驗結果不能準確。

試驗地之方向、地勢；整地前尤須斟酌，行之方向，以朝南為上，行之排列，宜與地之傾斜度並行，除有特別情形外。

整地之方法可分濕整與乾整二種，濕整在播種前之耕耨後，放水田中耙平，再行劃行，工作雖較迅速，但不適用黏質土壤，因黏土遇水後，復凝結如故。乾整法，犁起後細耙細碎，平碎後即行劃行，惟在黏性土質，耙碎時須乘土塊尚未乾即尚未變白之時行之，否則一經變白，堅硬如鐵，殊難弄細，又不能過濕，濕則土塊難分，故在黏質土壤，試驗田之整地工作，殊多困苦。著者前在昆明主持稻麥田間試驗工作，常嘆整地困難，大不若在杭州與武昌時之易也。

試驗地面積之大小，須在整地前測定，由單穗之多少，行之長短與距離，可估計穗行總數，標準行當計算在內，如田地面積充足，行長五尺，否則可用四尺。但行之長度，須與種子粒數相配合，行長四尺須種子40粒，行長五尺須種子50粒。

若以行長四尺，行距一尺，另加畦與畦間之小路，一尺半計算，每行

實佔面積五方尺半，每畝六千方尺，可種一千一百餘行，在此數中須有保護行二百行，故試驗穗行僅能種七百餘行而已。

地面整理細平後，即用劃行器開行，劃行器通用木製，木齒五根或六根，每根距一尺，間有用一尺五寸（圖見上卷），因用劃行器劃行，距離始得均勻，深度方可一致。利用劃行器劃行時，在砂質土壤，一人在前施行即可，在黏質土一人在前，並須另一人在後壓推，同時牽插一繩於行間，劃行器須沿繩直行，方可免左右曲折，致不整齊。區之兩端尤須先用皮尺量定，插以木籤，牽以長繩，而免距離長遠，發生生長不等之弊。

行線劃好，另派熟練工人持鋤沿行開溝，溝之深淺須一致，深度在砂質土一寸黏土五分為標準。溝既開好，再用木牌插於溝之兩端，繫一麻繩，播種時即沿長繩進行，至行之兩端起訖點，則依區之兩端所繫之長繩為準，故播種之行線及長短均有一定尺度，甚鮮差異。

（三）播種 在播種之前，須於田之四週，留有隙地，以種保護行，俾免試驗穗行為路旁人畜所毀傷，保護行與穗行之間，通常距離為一尺半或逕為一尺。待行溝整理完畢，取出已寫好之木牌，先將保護行牌插於保護行端，次將標準行牌插於標準行端，依次插第一行號牌，而後逢十插一木牌。此牌用木製或竹製，竹製價廉，木製上半節用鉛粉和熟桐油漆之，以便書寫號碼，即寫逢十之號碼，例如 10, 20, 30……310, 320 等，牌長 12 寸至 16 寸，闊 1 寸半。牌之作用，在便於觀察記載，若發現牌號為 50，則其一邊必為 49, 48，另一邊當為 51, 52，故不難查其系統也。

各排之標準行最好在一直線上，觀察時較為便利，因各排逢十之數，即有標牌者，均在一條線上，悉能相對。各排之各端設保護行，數目

之多寡，依田地面積之大小及形狀而定。保護行之後，應設一特別標準行，不列行號，以便與試驗頭數行對照。特別標準行後，即種穗行第一行，種至該排尾端至逢十之標準行止，若尚有餘地，悉數種保護行。而後第二排第三排……之首端照樣設保護行及特別標準行，並根續前之號數，順序排列，則各排標準行悉在一直線上。惟須注意者。若第一排由左至右，第二排即由右至左，第三排復由左至右，其餘依此類推，排完為止，如遇各排之長度不等，可增保護行數以調節之，使各排標準行無參差不齊之弊。另若遇有障礙物時，例如墳墓，池塘等起訖之處，亦照樣設保護行，特別標準行，其末端亦排至逢十之標準行止。又如遇各組每行粒數有增減，可於計劃書上註明。

木牌插妥後，再取出種子袋一人，按照排定之行前，將紙袋一一放於行之首端，先放保護行，次放特別標準行或標準行，而後放單穗行，順行號次第放置，絲毫不可混亂。最宜注意逢十之紅色紙袋須與標牌相遇。另一人持計劃書隨後校對，行號之排列及行號與行號有無錯誤，俟全區校對完畢，始行播種。

播種之工人須選精細並經過訓練者方可使用，因試驗之播種極須均勻，切不可有或疏或密之弊。每行播竣，即壓紙袋於各該行之首端，俾免被風吹去，以備檢查，同時應注意行內有無遺留種子，如有即刻取出種下。撒種之方法，先將種子低持倒於手掌中，次用手指粒粒種下，每寸一粒，距離宜均一，切不可高持，而免穀粒拋散行外。播種之人須走於尚未下種之處，以防鞋腳踐踏種子，甚至混亂。如同時有數人播種，須每人分開各五十行或一百行，例如甲從第一行起乙從 51 行起丙從 101 行起。

種子播畢，即須檢查各行是否完全種完，然後立即蓋土，不可延緩，既可免鳥獸啄食，又可免溝土晒乾。蓋土時，人須立於已經覆土之處，蓋土厚薄應完全一致，並完全蓋住，不可稍有遺漏種子在外。蓋土後通常不須放水灌溉，如遇天氣乾燥，可略灌以水，但不可太多，以田土全部濕潤為度，此後永久保持濕潤狀態，至出苗後為止。在長江下流，天氣多潮濕，只須播種前田中水分充足，以後不須再行灌溉，在西南一帶，例如昆明西昌播種時尙值乾季，天氣特別乾燥，故下種後，尙須灌溉數次，方得出苗。

至種子播種之手續完畢，須就地繪一種植圖，上示明田地之形狀，種植方向，試驗行號以及保護行，特別標準行等，以備將來萬一標牌損失時有所查考。

第三目 觀察收穫

(一) 觀察 田間生育觀察為育種最重要工作，其一因觀察始知優劣性之存在，其二因其觀察後始能比較各優劣之程度，其三從事育種者，對於其所欲改良作物之重要性狀，不能不有充分認識與鑑別之能力，否則一旦發生突變，劣變及天然雜交等現象，則無法判斷。因此，在水稻生長期間，須常往田間觀察，注意並記載各系之特殊性狀，或有特殊情況。至將抽穗時，應常往田間觀察各系成熟期之遲早，抗病力之強弱，分蘖之多寡及莖之硬軟等要性，並記載其要點，以為將來選優去劣時之參考。

在稻麥諸作物一生中，抽穗期比較成熟期受環境左右之勢力較小，代表成熟性較真確，故學者多主張以抽穗期之早晚，代表成熟期之早

晚。

(二) 決選 至成熟時試驗者尤須常往田間觀察，宜注意各種系，成熟整齊度，穗之大小與疏密，粒之大小飽滿及色澤等。決選時，須先觀察標準行之性狀，次觀察九行單穗行與最近兩端之標準行比較。凡優於標準行者留之，否則棄之。去留決定後，即於計劃書上註以符號。惟比較時，宜以各行之中段為準，不能僅視其兩端。蓋各行兩端作物之生長狀況，多受生長競爭之影響而有差異。決選時，如有甲乙二人同往田間，則工作較易，甲立於穗行中間，比較優劣而定去留，乙持計劃書立於行端，參照過去記載而供甲之參考，二人會同決選後，用√作一記號於各行號內。

又選擇時，不可僅憑穗之大小及區域之廣狹，有時數十行中竟無一中選者，但另一處九行中則有一半當選，如遇九行均優於兩標準行，則宜選留其中之尤優者。另有時因地方差異太大，標準行生長太強或太弱，則須以另一靠近標準行為準，決選者可斟酌實際情形而決定之，殊不必拘束執一也。通常選留之行數，以佔全數試驗全數百分之二十或三十為標準，然在品系多時，可從嚴取捨，因過多恐非人力及財力所能及，且非經濟之道。

(三) 收穗 全部穗行決選後，統計被選行若干，即預備若干紙牌，此牌係用堅固紙板製成，上有小孔，以便穿繫長二尺之細鉛絲或麻線（圖詳上卷）為捆束當選穗行之用，如無相當之紙牌亦可用輕便小木片或竹片上鑽一孔代替。

紙牌或木片與麻線穿繫完畢，將被選之行號——抄寫於紙牌上，一

牌一號，依照計劃書順次寫竣，乃攜往田間。每當運行末端掛一紙牌，而後再持計劃書一一校對，紙牌上號碼與計劃書上被選號碼完全相符，方可開始收割。待被選收畢，而後混合收割未被選者，除有一二可留為下年穗行外，餘悉棄之。

收割法用割刀從近地面處將稻株割下，每一行割畢，即須用有紙牌細麻繩，（普通用鞋底線）或細鉛絲紮束上部，近稻穗處，下部亦用細麻繩捆起，此種繩索均宜事前準備妥當，不可臨時周章。捆束時應注意者，第一此行與彼行不可絲毫混亂，第二所有之稻穗不可稍有遺漏，第三捆束後須檢視紙牌有無損失。

待某區或某地穗行捆束完畢後，再行搬移至儲藏地方，倒掛風乾，以便脫粒。儲藏室實為育種試驗最主要設備，宜多開窗牖，以便空氣流通，而利乾燥，並宜裝設紗窗以阻鳥蟲之潛入為害，室中或於天花板上添訂木板，板上再立洋釘，或於壁上釘置鋸齒形板條，其上再裝具小木釘之長板則可掛多數品系。若缺此種設備，穗行試驗數不多，可設竹籬或借空屋廟宇，以充臨時之需。

穗行脫粒，通常用手搓揉，放稻捆於籬箕上，或用特製有齒之木板打揉，每一行脫畢須將籬箕或木板反身打振，以避免混雜之機會。其餘應注意事項與單穗無異，每行脫竣，即用紙袋裝起，原紙牌上號碼妥抄種子袋上，並將原紙牌放入袋內，以備將來校對。

穗行為最初步試驗，佔地面積甚小，且無重複，故無稱量產量之必要。

第三項 二行試驗

第一目 播種前準備

(一) 行長行距之規定

二行試驗，一名二桿行試驗，桿爲英美度量衡單位名，長合十六英尺，美國試驗行長爲十六呎，故曰桿行，進來中國田間試驗之行長均採用十二市尺，行寬一市尺，蓋如此，每行克數卽等每畝斤數，無須換術等手續，例如甲行產量爲 452 克，乙行產量爲 395 克，丙行產量 498 克，卽甲品系每畝產量 452 斤，乙品系產量 395 市斤，丙品系每畝產量 498 市斤爲最高，甲次之，乙又次之。

原中國每市畝等 6,000 方尺，如行長 12 市尺，寬 1 市尺，則每行等於 12 方尺，每畝可種 $6,000 \div 12 = 5,000$ 行。又每市斤等於 500 克，若已得每行產量爲克數，而欲計算其每畝斤數，可將每行產量之克數乘每畝行數，再以每斤之克數除之卽得（卽每行產量之克數 $\times 500$ ） $\div 500$ ，等於每行產量之克數 $\times 1$ ，故每行產量之克數，卽爲每畝產量之斤數無須計算，人人稱便。

據多數學者試驗報告，水稻試驗之行長 12 市尺或 16 市尺，準確性相等，在理論上亦宜採用 12 市尺。惟行之寬度 1 市尺，在氣候溫暖，土質肥沃之區及生育強旺之稻種，似嫌太窄，是以行之寬度有時可增至 1.5 市尺，然行距加寬，則有計算之麻煩，因行長 12 市尺，行距 1.5 市尺，每行面積爲 18 方市尺，每畝僅可種 $333 \frac{1}{3}$ 行若欲以每行產量之克數求每畝產量之斤數則須 $333 \frac{1}{3}$ 乘每行產量之克數再以每斤之克數除之始得，其公式爲（每畝產量之克數 $\times 333 \frac{1}{3}$ ） $\div 500$ ，約等於 $\frac{2}{3} \times$ 每行產量

之克數，乃得每畝產量之斤數。

(二) 種子之整理

行長 12 市尺，通常用種子 12 克，在氣候溫熱區，晚稻可酌量減少，在氣候寒冷區，早稻可酌量增加，試驗者可斟酌實際情形爲之。

二行試驗爲純系育種第二年試驗工作，即被選之每品系種二行，但遇田地寬大，人力充足，亦改種三行，名曰三行試驗。如此問題決定後，乃開始秤種子，二行試驗每品系秤二袋，三行試驗每品系秤三袋，但在實際上，二行試驗仍秤三袋，三行試驗增秤四袋，換言之，每品系多秤一袋，以備萬一遺失或補種之用。種子分別秤好，一一盛於小紙袋內，普通用黃色或灰色製之，種子袋上須記好去年種行符號。

標準行種子仍須用去年所用者，不可更換，惟今年每五行中設一標準行，換言之，逢五逢十者爲標準行，故標準種子需要較多。標準行種子量每袋 12 克與試驗品系種子量須完全相同，如試驗系每行種子量有增減，則標準行亦照樣增減，標準行種子袋用紅色或白色，綠色亦可，總與試驗種子袋顏色不同爲妥。標準行數先須預計，例如試驗品系有 3,200 行。則標準行應秤種子 800 袋，共爲 4,000 行。

種子秤竣後，即擬定二行種植計劃書，本年計劃書應分 (1) 去年種植行號，(2) 品種或品系，(3) 今年種植行號，(4) 平均產量，(5) 理論標準，(6) 產量比較等，六次。各品系之分組，除原分早、中、晚、稻、粳、糯外，應再根據去年田間之觀察與記載，重新排列，例如早、中、晚三種中又有稍早者，稍遲者。又早稻中，植株有高、中、矮三種及有芒無芒者，概宜細分小組，分別排列，同形同性者種在一起，以便觀察時之比較，並可免生

長競爭之影響。

(三) 田間規劃

田間之整理，概與穗行同，惟行長 12 尺，依田之地勢，傾斜度及方向，作畦，分畦劃行，畦與畦之間，留一寬二尺之小路，以便觀察，記載及收割時之來往。畦行開好即安插標牌，每逢十之行端插一木牌，而後依此木牌之號碼散置種子袋。惟排列時最宜注意者，所謂二行試驗每品系種二行，非連種二行之謂，乃須將田劃為兩大區，第一區需將所有品系種完，然後再重複種第二區，例如試驗品系 1,600，連標準行 400 行共 2,000 行，先種第一、二千行，而後再種第二、二千行，合為 4,000 行。若每品系種在一起，第一第二兩行先種之土壤與隔區第 3981，第 3982 兩行後種之土壤，肥力差異太大，則不能互相比較，而失掉重覆之價值。第一區之排號自右至左，則第二區之排號，須自左至右。

且種植行號第一組與第二組中同品系之最後數字須相同，例如第一組品系甲為 1 號，品系乙為 2 號，品系甲為 2,001 號，品系乙為 2,002 號。又無論試驗田之長短與廣狹及試驗材料之多寡，所有品系之兩行，不能在一區或一排種完，須分成二排或四排種植，如試驗共有 4,000 行分成兩排種植，則第一排從 1 號起，第二排從 2001 號起，即每排種 2000 行，若分成四排種植則每排須種 1000 行，但第一排品系與第三排相同，第二排與第四排品系相同，使同品系不種在一直線或相近之處。

田之週圍須種保護行，保護行之多少，可視試驗之位置與形狀而定，每行之兩端各種保護行兩行，與區成平行，與試驗成直角，每畦頭端，保護行後種特別標準行一行，而後接種試驗品系，畦之末端須種至

逢十之標準行止。

第二目 播種後工作

(一) 檢種

種子袋依木牌號數放置行端，隨以校對，而後實行播種，播種時須注意均勻一致，既不可踐踏，復不可混雜播種後立即蓋土，餘同穗行試驗。

(二) 田間觀察

田間觀察記載簿，須將種植計劃書上之系號行號，依次抄列，以便攜帶記錄。田間記載之項目，學者意見多不一致，在可能範圍內愈詳愈善，但記錄須由一人辦理，如二行試驗品系多至數千，則記載項目不能不酌予增減，而免遺誤。

田間觀察可分三期行之，第一期調查即生育期調查，自播種至孕穗期分(1)出苗期(2)出苗整齊度(3)莖稈色澤如綠，淡紫，紫等(4)葉色，於分蘗後記其濃，中，淡，三種。第二期調查即出穗期調查，自出穗始至結實止，分(5)出穗始終期(6)出穗普通期，以60%以上時計之(7)花粉，色澤(8)柱頭色澤(9)劍葉角度(10)出穗整齊度。

第三期調查即成熟期調查，自結實日始至成熟期止，分(11)芒之有無長短，(12)芒之色澤，(13)護穎色澤，(14)稃尖色澤，(15)穗之姿勢視枝梗與穗軸所成角度之大小，而以集，中，散三種示之，(16)桿長，自土面量至頂端，(17)倒伏難易，以倒，半倒，稍倒，不倒四等記之，(18)成熟期，(19)病害有無程度，(20)蟲害有無程度。

但上述二十項可斟酌增減，著者最注重 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 12. 16.

17. 18. 19. 等項。

田間觀察除記載外，另於第二期調查時，須注意去雜，凡發現每行中有不同特性者，即宜拔去之，並於記載簿中記錄發現之日期及拔去本數。但此種工作，在同一品種中不必兩行皆行，擇一行去雜即可。

(三) 室內考種 室內考種應分特性檢查及產量秤算二步工作，特性檢查可分(1)穗之長度，(2)每穗粒數(3)穗之密度(4)脫粒難易，分甚難，難，易，甚易四級。將穗稍加震動，穗尖子實即脫落者為甚易，輕加打擊即落者為易，手指順拉子實始脫落者為難，手指猛拉連小柄落脫為甚難。(5)穀稈比重以稈重為一百，而求穀之比率，(6)穀千粒重，(7)穀粒容重，(8)糙米成數(9)糙米硬度，(10)糙米色澤，(11)糙米粒形(12)糙米大小，(13)白米成數，(14)白色色澤(15)腹白大小(16)白米容量(17)白米整齊度(18)脹性。上述十八項中，自第六項以下，可得多級試驗時施行，因二行試驗為初級試驗品系甚多，檢定太繁，只須注意其產量與產量有關之特性。

產量秤算，脫粒後即用優良之天平，秤量每行子實之重量，以克計載，二行平均可得每畝產量之約數。至欲比較各品系產量之高低，則須先求每品系二行產量之總數，平均後再求最近兩標準行之平均產量數，然後用等級法或其他法，而與別品系之平均產量相比較。(詳細算式參看上卷)。

(四) 收穫 稻至黃熟期，即須收割，不可多事延遲，而免穀粒脫落以致產量之不準確。收割宜多預備小紙牌，照播種計劃上所有之號碼，用打號機分別一一打錄，每牌一號，兩面打清，不可遺漏，或稍有遺

誤。如無打號機用鉛筆抄寫亦可，但須特別仔細。

行號打畢，用鉛絲或細麻繩由牌之一端小孔穿上，繫結，如穗行收割時同樣，全部繫畢，攜至田間，按照試驗行號，於每行端稻穗之下，掛一同號碼之紙牌，掛好後，乃可實行收割。特別標準行亦各應掛一紙牌，其上註明在某行號之前。

收割時可將保護行先行收取，但在鳥害劇烈之區，則須將保護行留下，待試驗各品系收完後，始可收割，蓋可減少鳥雀之爲害中區試驗品系也。

收割工人若在三人以上，則須分組，每三人爲一組，二人刈割，一人捆束。但各組須各從同一單號起，例如第一組從第一行起，第二組從 51 行，第三組從 101 行起，餘依此類推，既便工作復可減少錯誤之機會。每行收割下，宜置於原行，切不可與他行稍有混亂。

易脫粒之品系，如掉穀可就地脫粒，其餘可擔至貯藏室內或脫粒場，風乾後脫粒。擔運時不可使稻穗拖於地面致子實脫落地上，以致產量數字不確。在儲藏室內，應按照行號，依次懸掛，到脫粒時先須略使稻束搖動，除去已脫落之穀粒，以免混雜。

二行之稻穗較穗行多二三倍，故宜改用脫粒箱脫粒，工作便利迅速。中國各試驗場通用之脫粒箱，外形與普通稻桶相同，僅其底部裝以抽屜，上裝木板，斜度頗大，使脫下之種子，易於流滾下部之插屜內。抽屜須具備三四只，以便輪流更換，因每行脫粒完畢，即須抽出掃盡，由另一工人，選簸裝袋，而脫粒者仍繼續其工作，不可須臾停頓。箱之周圍，圍以鉛皮，僅開打穀者之一方，以防打穀時穀粒之拋出。

每行脫粒，每行裝一袋，所有處理手續，最須避免混雜。袋內放入樟腦丸或樟腦粉，以防蟲害，以後遇天氣和地方潮濕，可隨時取出攤晒。

脫粒完畢，開始舉行產量稱量及計算，以及一部之室內考種，待各項工作完竣，即比較決選，通常當選之品系以佔試驗品系總數三分之一左右為標準。

第四項 五行試驗

五行試驗即為純系育種第三年田間試驗，品系逐漸減少，重複次數應隨之增多，去年重複一次，每品系共種二行，名曰二行試驗，本年重複四次每品系共五行，故曰五行試驗。由去年二行試驗中被選之品系，每品系稱五小袋，每袋 12 克與去年同，其手續與注意之事項，大約與二行無異。

五行種植計劃書，仍分去年種植行號，品系號數，及今年種植行號三欄，其中品系仍暫用臨時號數，因二行或五行中品系尚多，品給以永久號碼殊感麻煩。惟本年收穫決選後，則須換用永久系號。此種永久系號通常含有兩個數字，第一個數代表採得之地名，第二個數代表品系號碼，例如杭州，吳興紹興，等地各採有多數單穗，現在被選者，杭州三系，吳興五系紹興二系若用 1 字代表杭州，2 字代表吳興，3 字代表紹興，則杭州三系為 1—1，1—2，1—3，吳興五系 1—1，……1—5，紹興二系為 1—1，1—2。但為便於叫喚起見，第一數字仍可應用地名，照上項系數記為杭州 1. 杭州 2. 杭州 3. 吳興 1. 吳興 5. 紹興 1. 紹興 2。

五行試驗之田間觀察，按照二行所述項目，擇要行之。但不可少於二行所觀察者，凡二行已觀察之項目，五行應繼續觀察之，餘可隨意增加。

產量計算法詳上卷。品系之決選不能完全根據產量，因產量比較既

有差誤，而產量之外，尚有更重要之品質，如米質之優劣，抗病能力之強弱，莖稈之硬度等均有賴於肉眼之觀察，及各種儀器之測定。(1) 五行決選之數目，至多佔試驗總品系三分之一，當選者則升為十行試驗。但在五行試驗中，發現產量特高及其有關優良性狀之具備，可提予提級，即一面將該品系列入十行試驗，另一面更與他種優良品種作比較試驗，如此可以縮短純系育種之年限，因如經過三年比較，產量特高，則可進行繁殖推廣。

第五項 十行試驗

十行試驗為純系育種第四年田間試驗，品系更減少，重複益增多，本年重複四次，今年則重複九次，換言之，每品系種十行故名。此次重複方法與二行同，設當選有 20 品系，田間排列時，第一排 20 品系各種一行，第二排 20 品系各種一行，以至種至第十排止，即每排有 20 品系，而每品系各排中均有。

五行品系決選後，每當選品系各稱十小袋，重量以及其他工作概與前同。惟在擬定計劃書前，宜將品系數加標準行數，每五行中設一標準行，而已為五行倍數，若比五多 1, 2 品系，則擯棄之，若比五多三，四品系，可再選升一，二品系，以成 5 之倍數。另斟酌當選之品系，及未被選之品系中，有無可淘汰或可升級者增減之亦可。

十行試驗之種子量，標準行，田間觀察，室內考種等，概與前同，惟各種處理，尤須謹慎，不可稍有差錯。十行試驗之決選仍應參着田間觀察，特性調查及產量計算而定，但升入高級試驗之品系不可過多，通常以十

註 (1) 參看第一編第二章第一節。

個品系爲標準，如初選之單穗數量不多，或材料欠完備，則宜盡量減少。

從本年起，所有品系各種十行，試驗比較外，另須各設立種子行，其目的在完全保持品系之純潔，不作優劣比較，以便可隨時去劣，而免異種混雜。二行與五行試驗原就試驗行中擇一行去雜留種，十行試驗之各行，則無須去雜。種子行之多寡，以能供給下年種子爲標準，普通每一品系，連種三行或四行，每隔三行或四行，空一行爲小路即人行道，行長十五尺或 20 尺。種子行內之品系行號與試驗行內之行號，須完全相同，其排列次序，亦須一致，例如甲品系在試驗行內爲第一行，在種子行內亦應爲第一，第二，……等三行或四行。

種子行或種子區播種前，須仔細考察各系種子有無混雜，法將種子散置於白紙上，細觀其色澤形狀芒之有無長短及其他重要特性，凡不同者立即檢棄之。但如遇有混雜程度太高，在五分之一以上時，可不必淘汰，僅記其記號行號於記載簿上，待出苗後，隨時調查其特性，如果有優點非他系所及，則於成熟時採選單穗，以爲退入翌年二行試驗，否則淘汰之。

第六項 高級試驗

高級試驗爲純系育種第五年田間試驗，由十行試驗升選來者，田間排列有洛夫氏順序排列法及韋適氏隨機排列法兩種，洛夫氏排列法，每品系連種三行爲一小區，重複九次，即每一品系共種十區，行長行距與二行試驗相同，每三區內設一標準區，即每種二品系後，種一標準區，區亦三行。如遇田地不夠，亦可減少重複，但至少重複五次。

在播種開始，即每排首端先種標準行三行，再種試驗品系，各標準行均

須依次排列行號，即每逢十之行，插一標牌，以便觀察。若排中遇有障礙物時，則須添設特別標準區，不記行號，惟須注明在某行之前或後。又每區之三行不能分種於兩排。

高級試驗時之整地，播種，田間調查，室內考種等手續，與十行試驗無大差別。但收割時，同一品系之十區三十行，須每行各捆一束，掛一號牌，其產量雖或僅計算中間一行，而各邊行仍須分別紮束脫粒，殊不可混亂，以便稽考。每品系三行之中行，適用於計算產量，蓋與其兩邊兩行，同為一品系，無生長競爭之影響，兩邊行與他品系接近，生長力不同，以致發生競爭而影響其產量。又高級試驗每品系種子量需用已多，而品系數又大減少，試驗者可酌改用移植法。

順次排列產量比較算法，與十行試驗大致相同，可參考植物育種學上卷。

隨機排列法亦每三行一小區，惟各品系排列先後無一定次序，依抽籤而定，其田間技術與計算方法，詳上卷及本章地方試驗項。

進行高級試驗，同時可舉行十行試驗及田間試驗，十行試驗之品系由去年十行試驗中有若干如升級又嫌不足。如淘汰，又覺可惜，故再行十行試驗，以決去留。田間試驗即去年種子行，一名種子區，不過本年可加以擴充，增大其面積，以便觀察精確，同時，又為初步種子繁殖。

田間試驗種植法與高級試驗同，但各小區間宜空一行，既便觀察去劣，又可減少生長競爭，每三行或五行為一小區，行長十五尺或二十尺，重複三次至五次。視田地面積廣狹而定。

高級試驗為純系育種最後之工作，為品系中有特別優良者，即可舉行地

方試驗，並進行種子繁殖，其餘須繼續二三年，作更精確比較，然後選其最優之一二品系，以預備推廣。高級試驗之決選，不可徒憑一年之結果，必須統觀過去各年之成績，方可評定。

總之，純系育種至少七年，第一年採選單穗，第二年穗行試驗，第三年二行試驗，第四年五行試驗，第五年十行試驗，第六年高級試驗，第七年繼續高級試驗，而後方可舉行地方試驗，同時進行種子繁殖推廣。但在二行試驗中，如發現有特殊優良品系，可越級升入十行試驗，五行試驗中如發現有特殊優良品系，可越級升入高級試驗，另如遇有優良之品系，在各級各年試驗中，質量出羣，曾未低於其他品系或品種，則經一年之高級試驗，即可繁殖推廣。如此，純系育種之過程，可減少一年或二年。然優良新品系之育成，因多艱難而繁雜，一經獲得之後，對農民與社會貢獻甚大，故主持試驗者，幸勿草率，語云欲速則不達，願共勉之。

第七項 地方試驗

水稻適應性甚狹，宜於甲地者，未必宜於乙地，宜於乙地者，又未必宜於丙地，因各地氣候風土不同，例如適於山田者，未必宜於平原，育種場所不能普設於各地，故由中央農場或省立農場所育成之稻種，如欲推廣於各省各縣，非在各省各縣先作試驗不可。

通常引進優良稻或推廣優良稻種，因水稻為短日植物，須注意下原則：

(1) 高緯度或高海拔區由低緯度低海拔地方引進優良品應選取早熟稻，否則成熟延遲或竟不能結實。

(2) 反之低緯度或低海拔區由高緯度或高海拔引進優良品種應選

取晚熟稻，以縮短其成熟期，並增加其產量。

地方試驗一名區域試驗，無論由純系育種或雜交育種或輸入之新品種，若欲栽培推廣，均須經過至少三年之比較試驗而後可。著者前在浙滇所行之試驗方法如次。

(一) 試驗材料 分早稻、中稻、晚稻之類，各類品系概分開試驗與當地最優良最普遍同類之土種，即與純系稻生長期相等者比較，凡產量或品質高出標準土種，並有顯著之差異，始可推廣，否則保留。純系中稻有五號，八號，十二號，三三號四品種，土種中稻以甲為標準品種。

(二) 種植方法 本試驗採用移植以便與農民一致，以區為單位，每一品系連栽十行為一小區，行長十五尺，行距一尺，株距六寸，每行插秧二十五次，重複五次，（連本身共植六區，即六組集），但此種重複，並非指每種品系接連栽種五小區而言，乃在全試驗區分散栽植者也。組集與組集之間，留走道寬二尺，以便田間考察，記載各區之生育狀況。又在田之四週，留有隙地，以種保護行三行至五行，俾試驗區不致為路旁人畜所毀壞，但此種保護行，不宜與試驗區太接近，中間亦須留有二尺之距離，各組集之兩極端，亦栽保護行三行至五行。

(三) 試驗地之處置

1. 試驗地之選擇

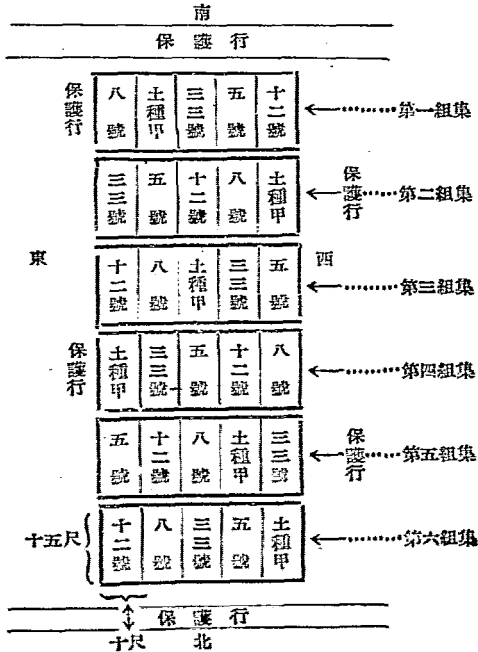
試驗地面積之大小，足夠種植試驗材料與否，必須在事前測定，以免臨時地積不敷之虞，試驗地應以地勢適當，面積平坦，土壤肥瘠均勻，灌溉排水便利者為佳。

2. 田間佈置

田間試驗區之佈置，則採用隨機排列法，惟同組集內不能發現同品種有兩區。

茲以中稻試驗區之排列法為例，其試驗品種共計五種（三三號，及土種甲等五品種），重複五次，其總區數則為三十（ 5×6 ），當規劃試驗區時，先將試驗地分為同大小之六組集，各組集之位置，最好緊密接近，如地積許可，組與各區之排列能成直角，比之組與組邊接連為佳，然後由每組集之中分做同大小之五區每區種植一品種，其位置完全取諸任意，以抽籤法定之，茲附隨機排列法於后：

第二十五表 隨機排列法



以上爲規定之排列法，萬一試驗地不敷用時，可將重複次數減少一次但至多二次，即每品系至少須種植四區，若如此仍不敷時，可變更行長爲12市尺，每區減少三行至五行。

(四) 栽培與管理

關於栽培與管理方面，當力求一致，以免發生機械錯誤，致試驗結果失於準確。

1. 浸種 種子量以十斤爲推算所須量之標準，如本試驗每小區之面積爲二厘五毫，每品種共種六小區，合計一分五厘，故每品種須浸種一斤半。各品種用相同種子量分裝於小布袋內，在同一時期，分開浸水、浸種時間三天至五天，所有手續概須一致。

2. 播種 在播種之前，秧田須妥爲整理，務使土塊細碎平均，作成畦寬四尺長適當之合式秧田，然後將各種種子分開，撒播於秧田中，每區播一品種，扞一木牌，上書該品種之名稱，蓋以草木灰。秧田面積則以播種量之多寡而推算之，本試驗每品種之播種量爲一斤半，每斤所需秧田之面積以二十方尺計共爲三十方尺，長約八尺，寬四尺。播種之後秧田以保持濕潤之狀態爲度，至秧田後半期，始常灌以五六分深之淺水，當幼苗長至二三寸高時除草一次，並施稀薄人糞尿一次，至其他管理手續，亦均須一致。

3. 插秧 各品種均在播種後三四天左右，即可插秧，每穴插秧七本，拔秧時須留心勿使各品種之秧苗混雜，每拔秧一束，應即扣上預先書就該品種之名稱之布條或紙牌，以免錯誤。插秧時，秧苗須揀配均勻強健而無病蟲者爲合格，試驗地須先期整理平均，將試驗區規劃妥當，

然後在每小區之兩邊，各置以釘有竹釘之竹片以定行距，兩竹片之間，再用做成標識之繩，繫於竹釘上，以定株距，於是每種完一行，移繩一次，每種完一小區，移兩邊竹片一次，按照計劃書上所定之品種插秧，依次進行。

4. 中耕除草及灌溉

插秧後半月或二十天，用秧耙盪耘一次，以後視田間雜草之多少，每隔一週或十日耘田一次，至不易復生雜草為止，同時注意水之灌排，必須供給生育期中所要之水分。

5. 收穫 收穫前，先割四週保護行，然後分區（最好分行）收穫，分別脫粒，各盛於布袋內或紙袋內，曬乾秤重，登記其產量。

（五）生育狀況之記載

水稻生長期中，應常往田間普遍觀察而記載之，以為考核試驗結果時參照比較，其項目與方法如下：

1. 幼苗期 記載幼苗整齊與強弱之程度，苗之色澤，生長速率等。

2. 分蘗數 記載各品種之有效分蘗數與無效分蘗數，其記載方法，每一品種調查各區中行五穴，而求其平均數，以有效與無效分蘗之總數除有效分蘗數乘 100，而得有效分蘗之百分率。

3. 抽穗期 記載各品種抽穗之遲早，整齊程度，抽穗之標準，凡一行之中見有十個以上穗頂透出葉鞘時，即為該品種之抽穗始期，至抽穗達 80% 以上時，即為該品種抽穗之齊期。

4. 植科高度 在成熟前一次記載之，記載方法，以植科高度適中而整齊者為優，同時每一品種量其各區最長、中等、最短之植科各一而平

均之。

5. 穗之長度及粒數 在成熟前一次記載之，記載方法，亦為每一品種調查其各區最長、中等及最短之穗各一，同時並數記各穗之粒數，而計算其平均數。

6. 蟲害與病害，注意當年特殊蟲害與病害之種類及狀況，於抽穗齊全後記載之，被害程度，分為「無」「輕」「中」「烈」四級，特別注意無。

7. 成熟期 注意其成熟整齊程度，分兩次記載之，第一次於少數黃熟時記其始期，第二次於黃熟至 90% 以上時，記其極期。

8. 倒伏程期 於成熟極期後，分「倒」「斜」「直」三級記載之，凡禾稈與地平線成 45 度以內為倒，在 45 度至 80 度之間者為斜，在 80 度以上者為直，於大風後須復記載之。

(六) 計算產量方法

本試驗係採用隨機排列法，故計算產量之方法，亦當應用變量分析法，以比較其產量之優劣，是否顯著，茲為便利其計算步驟起見，假設中稻地方試驗小區之產量如下表：

第二十六表 產量總和平方

處理 組集	土種甲	五號	八號	十二號	三三號	總合	總和平方	平均
組集一	24	29	30	29	28	140	19600	28
組集二	23	30	22	31	29	145	21025	29
組集三	27	31	34	34	29	155	24025	31

組集四	28	32	37	32	31	160	25600	32
組集五	26	34	35	35	30	160	25600	32
組集六	28	36	36	37	33	170	28900	34
總和	156	192	204	198	180	930	144750 六組集 平方和	
總和平方	24336	36864	61614	39204	32400		174420 五品種 平方和	
平均	26	32	34	33	30			全數31大 衆平均數

第二十七表 各區產量平方

組集	土種甲	五號	八號	十二號	三三號	總計
組集一	576	841	900	841	784	3942
組集二	529	900	1024	961	841	4255
組集三	721	961	1156	1156	841	4843
組集四	784	1024	1369	1026	961	5162
組集五	676	1156	1225	1225	900	5182
組集六	784	1296	1269	1369	1089	5834
總計	4078	6178	6970	6576	5416	29218

根據以上各表所載之數字，可求得各種平方和，變異平方和，及變異之分析，標準誤差等。

1. 各試驗區全和之平方

$$930^2 = 864900$$

2. 校正數

$$864900 \div 30 = 28830$$

3. 平均組集產量之平方和

$$144750 \div 5 \text{ (品種數目)} = 28950$$

4. 平均處理產量之平方和

$$174420 \div 6 \text{ (組集數目)} = 29070$$

5. 總變異平方和,以三十區產量之平方總計,減去校正數即:

$$29218 - 28830 = 388 \text{ 自由度 } 30 - 1 = 29$$

6. 組集變異平方和,以六組集量之平方和減去校正數即:

$$28950 - 28830 = 120 \text{ 自由度 } 6 - 1 = 5$$

7. 處理變異平方和,以至品種產量之平和減去校正數即:

$$29070 - 28830 = 240 \text{ 自由度 } 5 - 1 = 4$$

8. 試驗誤差變異平方和,以總變異平方和,減去組集與品種變異之平方和即:

$$388 - 120 - 240 = 28 \text{ 自由度 } 29 - 4 - 5 = 20$$

9. 自由度變異之分析,則以下表表示之:

第二十八表 變異分析

變異因子	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方 值
組 集 間	5	120	
處 理 間	4	240	60.0
試 驗 差 誤	20	28	1.4
總 和	29	388	

平均平方值為平方和除以自由數所得之商,今處理平方為 240, 自由度為 4, 則其平均平方值為 60, 同理可求得試驗差誤之平均平方值為 1.4, 由此可得之值為:

$$X = \frac{1}{2} \log_c \frac{60}{1.4} = \frac{1}{2} \log_c 42.8571 = 1.87886$$

(X 值可由自然對數表檢得之, 或查以十為底之計數, 各乘以因子 1.151 29, 亦可得同樣之結果。

再查費修氏 (Fisher's) 之 X 表:

$$N_1=4 \quad N_2=20 \quad X=0.5265 \text{---} 5\%$$

$$X=0.7443 \text{---} 1\%$$

$$\therefore 1.87886 > 0.7443 > 0.5265$$

若根據舒乃特氏 (Snedecor) 表求下值,則更為簡便,

$$F = \frac{60,0}{1,4} = 4286$$

$$n_1=4 \quad 5\% = 2.87$$

$$n_2=20 \quad 1\% = 4.43$$

$$42.86 > 2.87 > 4.43$$

差異亦極顯著。

10. 產量比較 比較產量可分平均數與百分數二種求法,

A. 根據平均數比較產量 此法即求標準差法,單項試驗因受試驗誤差之平均平方值為1.4則單項試驗因受試驗誤差之標準誤差為 $N1.4$,故六區平均產量之標準誤差為 $\sqrt{\frac{1.4}{6}} = 0.48304$,以20(推算為每畝產量之因子)乘之,則得9.6608平均產量之差之標準誤差為 $9.6608 \times \sqrt{2} = 9.6608 \times 1.414$; 則得13.66037,是以凡各品種間平均產量之差大於 13.66037×2 即27.3207者,始得認為有意義,觀下表:

第二十九表 各品種每畝平均產量(以每畝斤數計算)

品 種	推算每畝產量 (斤)	互 相 比 較 之 差			
		八 號	十二號	五 號	三三號
八 號	680				
十二號	660	20			
五 號	640	40	20		
三三號	600	80	60	40	
土稻甲	520	160	140	120	80

B. 根據百分率比較產量 平均數之標準差為 0.48304 則

$$\text{百分} = 0.48304/31 = 1.5582$$

$$\text{差數之標準差} = 1.5582 \times \sqrt{2} = 2.2$$

$$\text{兩倍之} = 2.2 \times 2 = 4.4 (\text{比較標準})$$

第三十表 各品種產量百分比

數 別	產 量 %	八 號	十二號	五 號	三 三 號
八 號	34 109.68	109.68	106.45	103.23	96.77
十二號	33 106.45				
五 號	32 103.23	6.45			
三三號	30 96.77	12.51	9.68	6.146	
土種甲	26 83.87	25.81	22.58	19.36	12.90
平均產量	31 100.00				

由上兩種，計算以產量計，及百分計均以八號為最多，土種甲最少，以八號產量與十二號產量比較，無最著之差異，但與五號及三號及土種甲之產量比較，差異可認為顯著，十二號與五號產量，亦無顯著之差異，至其餘各品種間，產量互相比較之差異，均甚為顯著也。

第八項 區制移植法

行播試驗自洛夫氏來華提倡後，近十年來已風行於全國，行者頗稱方便，惟其缺點有二，其一若遇土壤粘重播種前整地，費工費力，倘值雨季，尤多困難。其二分行試驗必須直播，與一般農人移植大異，產量與生育，是否在所有環境下，均無差異尚屬疑問。

且分行試驗之主要目的，在減少土壤間之差異，因每行面積狹小窄

長，彼此距離既近，則差異自可減少，此僅就旱地情形而言，若在水田；泥土既有機會移動，而水中溶液更易混和，土壤間差異大不若麥作或豆作顯著之甚也。據丁穎氏等空白試驗結果，水田中土壤之差異，至多2%左右，因此，水稻純系育種可採用小區制移植法作中間比較，整地較簡易，觀察較準確，產量計算亦無須如分行試驗之煩。

分區試驗法可自第二年起，即第一年穗行試驗，第二年區行試驗，每品系種一區，每區三行，每三區種一標準區，以本地優良品種為標準區種子，行長可仍用十二尺，行距株距概依當地情形而定，換言之，當地農民如行距為一尺株距為七寸，則試驗行距仍用一尺，株距亦用七寸，第一年名曰單穗試驗，第二年名曰單區試驗。

第三年三區試驗，即每系種三區，順序排列，先將所有品系排完，然後再重複二次，每三區種一標準區。第四年五區試驗，即每品系種五區，重複四次，排列法改用隨機排列，第五年繼續五區試驗，而後再決選一二品系繁殖推廣。計算方法，第一年單穗試驗，及第二年區行試驗不須計算，第三年三區試驗以標準區中行產量平均數與品系各區中行產量平均數相比較，其差異是否顯著，則以其相差或差求而判斷之。第四年五區試驗即利用變量分析法計算之。

本田整地法，可於普通耕耙之後，田中灌水二寸，用木製平土器拖之，如無此器可用普通木梯代替，橫放田面，置挑土用之竹籃四、五個，滿裝石土鎮壓其上，兩端繫繩，兩人執而拖壓三四次，田土即可平勻。翌日水清，排出積水後，再用圓輪劃行器先照行長劃成畦印，次依行距株距，縱橫分割而成行印株印，然後依次插之行號木牌，以便按行分發每

行應插之秧苗，待秧苗分蘖，校對無誤，乃依株印插植，各行插了，即須略灌薄水，

上項移植方法之工作效率，與直播法無大差異，自平土至插秧之一套工作，大概每人每日可移植二百行。據一般人意見純系育種第一二年用直播法，以後高級試驗可採用移植法。

第九項 繁殖推廣

在十行試驗時。如發現有特殊優良之品種，即可一方進行繼續高級試驗，同時設立繁殖區。第一年繁殖區，以二十行至五十行為標準，行長愈長愈佳，行距可依照當地氣候習慣而定，每三行設一入行道以便抽穗後嚴行去雜去劣。第二年繁殖區可擴大面積半畝或一畝，用當地普通種植法，無須設入行道以便普通比較。惟須另設種子區，方法與十行試驗時種子行大致相同，保持新品種之純潔。

新品種之推廣，須經過二三年區域試驗，證明確比當地原有品種優良後方可宣傳，已於前述，茲再略論推廣時應注意者。

1. 須明瞭當地風土地勢。風向及風之速度大小，均可影響稻之生長，與生產，土質之深淺，肥瘠與種類，更與稻作品質產量有關，而山田與圩田，狹谷田與湖沼田所需之稻種亦各不相同，指導稻作改良者殊不可混淆觀之。

2. 須明瞭當地市場情形 例如紹興之喜食圓粒粳米，杭州市則喜用長粒米之羅尖，各地喜好不同，推廣之新種是否適合當地需求，亦不可漠然視之。

3. 須明瞭當地栽培制度 各地需要稻種生長期之長短，因與氣候

有關，但與栽培制度關係亦大，例如在浙江金華區每年三作，不栽生長期長之晚稻，而在蕭山與紹興接連區域，則甚少栽培早稻者。

4. 須明瞭當地病蟲害情形 蟲害如螟蟲，若發生盛時，適值稻分蘗期，則為害殊烈，故欲防除螟害，必須稻之生長期超出螟之為害期方可。又如頸稻熱病常發生於稻抽穗適值多雨之際，倘新品種抗稻熱病力不甚健強，則其抽穗期必須超過雨期方可。

5. 須明瞭當地人情風俗 鄉村農民或多強悍，或尚狡猾，勤惰不同，技術欠精，尤其保守心深，有時難以理諭，所有推廣指導人員，切宜謙恭勤敏，苦口訓導，抑不可過事宣傳，徒失信用。

6. 須保持種子純潔 純系品種推廣後最重要工作，在保持純潔，因農民智識淺薄，收穫，儲藏，脫粒，播種等工作。多不知保持純系之法，推廣指導員人須隨時指導農民去雜去偽，並說明純系稻栽培之利益。

純系稻推廣工作應由各縣設立推廣機構，派選農業人員至各鄉村利用原有組織，例如保甲農會聯絡辦理。

第九節 雜交育種法

第一項 天然雜交

稻為自花受精作物，人所共知，然仍不免有天然雜交發生，其多寡隨品種處理及氣候不同。

最初研究稻之天然雜交為 Nrauss 氏(1907)渠信稻之自花受精，是為通則，但開花時若未受自家花粉，則異花亦能受精。次有 Farneter 氏在意大利報告(1913)，稻多閉花受精，無他花授粉之所能，同年 Hector

氏在印度研究報告，稻之天然雜交率約占4%，Pornell氏後在印度報告(1917)，至少0.1%至多2.9%，平均1.4%，下山氏在日本報告(1920)0.84%，鈴木，戶村在台灣報告(1922)，0.9至1.45%，明峯與中村二氏在北海道廣汎研究結果(1924—1926)最低0.17% 最高1.6% 平均0.70%。

明峯氏曾用19品種繼續試驗五年，其結果品種間差異固大，而各年差異亦甚顯著，例如仙北稻種，雜交率最高，平均1.655%，1919年達4.453%，而1922年僅0.251%，佐佐木稻種雜交率占第三位，平均2.319% 1919年僅0.795%，而1920年則達1.567%，又香早生為雜交率最低之品種，平均0.367%，最高1923年為0.495%，而1919，1921兩年則雜交全無，茲考其各年間品種雜交率變異及開花期氣候如下表

第三十一表 各年間品種雜交率之變異

類 別	1919	1920	1921	1922	1923	平 均
各年供試總個體數	11806	11664	8160	8046	60685	
全品種平均雜交率	0.906	0.798	0.466	0.266	1.057	0.703
天然雜 交品種數	0.00	2 } 7	1 } 6	9 } 16	7 } 15	0 } 6
	0—0.5%	5 } 7	5 } 6	7 } 16	8 } 15	6 } 6
	0.5—1.0%	6 } 12	9 } 13	0 } 3	4 } 4	5 } 13
1.0%以上	6 } 12	4 } 13	3 } 3	0 } 4	8 } 13	

第三十二表 各年開花期之氣候

年 次	平均氣溫	平均溫度	水 量	日照時數	時 期
1919	21.2	82.3	9.5	72.7	8月18日—28日
1920	22.7	87.0	40.0	37.3	8月7日—17日
1921	23.2	84.8	3.4	71.2	8月9日—19日
1922	22.0	86.2	50.4	54.4	8月11日—21日
1923	20.8	83.7	18.7	95.9	8月13日—23日

根據上二表之結論，濕度與溫度為天然雜交率變異之主要因子，1921 與 1922 兩年雜交率較低，0.5% 雜交率占全品種數達 84—89%，其他年份僅 26 至 32%，因該兩年濕度較低，故 1920 年濕度特高，天然雜交率亦高。至 1919 年濕度低，而雜交率反高之原因，或因該年溫度太低也。(1)

鈴田，戶村二氏曾就稻之天然雜交一對栽植距離及風向之關係，舉行試驗，(2) 試驗材料用白殼及白殼紫脚一品種混植，試驗方法，關於距離，第一處理直排畦間 8 寸 6 分，株間 8 寸 6 分，第二處理橫排畦間 8 寸 6 分，第三處理直排，畦間 8 寸 6 分，株間 4 寸 3 分，第四處理橫排畦間 8 寸 6 分，株間 8 寸 6 分，惟白殼四穴包圍於白殼紫脚中，其結果，栽植密者及混植甚者，雜交率高，第一處理雜交率 0.896% 與第二處理 0.895% 相同，第三處理多達 1.446%，第四處理，亦有 1.199% (3)。

關於風雨處理，分東西南北四區均植白殼，惟中區，植白殼紫脚，又四角 A. B. C. D 四區亦植白殼，其後調查結果，天然雜交率，風下南區，第一排 0.471%，在北區第一排僅 0.0861%，風下 A 區 0.0280%，C 區 0.0250%，而風上 B 區僅 0.0197%，D 區亦僅 0.0120%，可見風向影響之大，故稻通稱為風媒花。另據朝鮮農事試驗場報告(4) 凡二品種栽植愈密，天然雜交率愈高，反之，雜交率愈低，如不同品種相距數十排之

註 (1) 明學正夫，稻之天然雜交及其原因 1926，札幌農學院會報 16。

(2) 鈴田，戶村，水稻自然雜交，1922，台灣農事報 184。

(3) 長尾正人稻之遺傳之育種 P.24。

(4) 朝鮮農事試驗場要覽 1927。

遠，則天然雜交可免。

最近 Lord 氏 1932 年在錫蘭報告，天然雜交率普通為 0.34% 至 0.67%，Poygendorff 氏 1933 年在澳大利亞報告 0.044%，同年 Kadam 氏報告，0—4.3%，Haigh 氏 1936 年在錫蘭報告 2.43%，Beachell et al 1938 年在美國報告 0.45%，中國徐大錫等在柳州觀察結果，0.20—1.33%，1940 中農所湖南工作站，在芷江觀察結果 1.84%，同年中農所四川工作站，在成都觀察結果 0.27%。

總結各方報告，稻之天然雜交率為 0 至 4%，常因品種氣候及栽植距離而異，故學者觀察結果，隨時隨地隨品種不同。

又稻之異花授精與開花機構有何關係，頗值探討，據明峯，鈴田戶村諸氏及著者觀察，稻之所以有天然雜交，多由開花時即內外穎張開時，其自家粉囊尚未破裂，以致他花飛入而致，凡粉囊難於開裂之品種，則雜交率高。

在江浙粳稻區域，常有不結果之開花稻發生，農人呼名秧公子，米稻冬不老，或由秈稻與粳稻雜交所致。

第二項 交配小史

人工交配法應用於稻作品種之改良，迄今約有二十年之歷史，Mendiola 氏 (1919) 為最初剪除稻之雄蕊之第一人，Torres (1923) 繼於菲律賓及爪哇等地普行之，其法於第一日下午先用尖剪刀剪去穎之上半部，次用鉗子拔去所有花藥，再用透明紙袋封閉之，第二日晨採集新鮮成熟之花粉，用小鉗挑落於去雄蕊之柱頭上。

Sharngapani 氏 (1924, 1926—27) 於開花前一二小時，用手指將

兩穎輕輕開，用乾淨彎鉗除去其雄蕊，授粉後，穎即閉合，用細絲纏繞，以保護其自然位置，Bhide 氏 (1925) 則於花絲開始伸出時悉將除去，而後授粉，Chow 氏 (1926) 首創於除雄後，即用一片新鮮香蕉葉鞘，包裹成縱長形，以防止內穎切口之急速蒸發，而免花內部器官之乾燥。

中國丁穎氏於 1925 年在廣東發現犀牛尾野稻，異年即進行與栽培稻混植，使其天然雜交，結果甚佳，日本寺尾氏於 1926 年報告，稻之剪穎去雄授粉，須要於高溫多濕時行之。

1927 年 Ramiah 氏在 Coimbatore 所行之方法，係於開花前兩小時，持鑷子插入兩穎間頂端，令其連合處離開，當兩穎離開至 30° 角度時，由花絲取出花藥，而實行去雄，後用羅紗袋套之，待花粉預備妥善，再用鑷子挾開裂之花藥，輕剝於已去雄之柱頭上，此法行於大粒種，成熟特優，成功率達 80%，惟行於小粒種成功率降低至 10—20%。

Jones 氏 (1929) 舉行關於稻之交配試驗很多，其結果率達 50%，河野氏 (1934) 報告，去雄時內穎不可多截，否則有害雌蕊發育，去雄手術於前一日下午行之或於當日晨行之均可，據趙連芳氏試驗結果 (1928) 稻之人工授粉時間，以上午九時至十時結果率最高，64.28% 十時至十一時次之，48.45%，十一時至十二時又次之，42.85%，下午三時至四時最低，24.72% 二時至三時 37.26%，一時至二時 25.51%，平均結實率 38.61%。

又 Ramiah 氏用黑藍黃等色紙袋，封閉稻穗，則黑袋溫度最高，開花最早，但花藥雖出而不裂，因知支配花開之因子與藥裂之因子不同。於是在應用上可於株中選定，翌日始行開花之穗為母本，開花前 1 至

2. 雜種產量增加率

♀	收 量	♂	收 量	兩親平均	F. 平均	增 加 比 率	
						實 數	百 分
Caloro	11.0	Colusa	15.5	13.2	29.9	16.7	126.52
Butte	9.3	,,	,,	12.4	32.8	20.4	164.52
Evreak	29.4	Galoro	11.0	20.2	33.1	12.9	63.86
Colusa	15.5	,,	,,	13.2	24.5	11.3	85.61
平 均							110.13

稻之種間雜交，試驗者頗多，結果殊異，後藤一雄與大倉永治 (1935) 曾研究(1) *Oryza sativa* × *O. Cubensis* 體細胞染色體數 24×24 ，其花粉母細胞之第一期分裂成 12 個，二價染色體，受精結實率甚少(2) *O. sativa* × *O. Cubensis* 體細胞，染色體數為 24×48 ，其後代形態介乎二親本之間完全結實。盛永氏(1937)報告 *O. sativa* × *O. minuta* ($2n = 48$) 及 *O. sativa* × *O. latifolia* 之二雜交種，花粉母細胞減數分裂時，通常成 36 個，三價體間有少數成二價體。Ramanujam 氏(1937)報告，*O. sativa* × *O. officinalis* ($2n = 24$) 之雜交種染色體數仍為 $2n = 24$ ，但自花受粉全不結實，若以母本花粉行人工授粉則有少數結實，可產生三元體植物。又據 handi 氏(1938)報告，根據形態及細胞學之結論，*O. minuta* 係由 *O. officinalis* 及 *O. sativa* 二種之誘導而來異源多元體，因 *O. minuta* 具有二套 24 個染色體，其一套較他一套稍大之差異，恰合於二假定父母種染色體間之差異。

第四項 親本預措

第一目 親本選植

親本之選定須依照當地之需要及環境之情形，關於交配之組合可就下列六點選定。

1. 既成之優良品種互交，以增加其優越性。
2. 既成之優良品種與具有特優形質之品種交配，而增優良品種之特優形質。
3. 各有不同特優形質之品質互相交配，以求盡善盡美之新種。
4. 形質特異相差殊大或染色體數不同之品種互相交配，以求突變奇種。
5. 異地優良品種與本地優良品種或具有特優品種交配，以求適應。
6. 具有相同優良形質（如抗病性抗熱性等）之品種交配，以倍增其優良形質。

至關於個體之選定，則

1. 須選取純系品種中具有普通形質者。
2. 須選取可育成新種之優良性者。
3. 須選取具有吾人希望或社會需要之性狀者。
4. 須選取可適合當地風土氣候者。

選定後須妥為收穗貯藏。

親本種植法，通常一本植，株距五寸，行距一尺至二尺，中為人行道，交配工作時需用行長五尺至十尺，每品種一行至三行，但遇必需時可用盆植或用溫室種植。

在生長期內須調查其特性，其項目可分出穗始，出穗期，出穗終成熟期，結實日數，倒伏，病害，蟲害，稈長，穗長，稈數，穗數，有效分蘗數

一株重量，一株穗重，平均穗重，穗重百分，芒之有無，芒之長短，着粒密度，脫粒難易，稈之粗細，稈之剛柔，糙米形狀，糙米大小，心白多少，臉白多少等，二十七種。

第二目 花期調節

作物花期調節之方法前章已述及，在稻作方面，通常應用之方法，有異期種植，光期律及切斷莖株三法，異期種植法甚簡易，莖株切斷法已詳前，茲再簡略補述光期律法。（參看第三章）

稻之光期律，先後經吉井（1926）野口（1926—1930）丁（1930）原（1930）福家（1931）近藤，岡村，一色，笠原（1932—1934）田畑，尾形，白川（1932）田畑，手塚，細淵（1934）諸氏研究結果，大概爲短日植物，惟早稻，中稻及晚稻對照明光度之感應，各有差異，晚稻品種對短日照明，反應顯著，與其他短日植物同，而早稻品種對照明時間，似無感應，中稻品種雖有反應，但不甚顯著。

據近藤氏等試驗報告，最早稻品種如北海道，北見赤毛1號，對照光時間全無感應，反之，最晚稻品種如台灣新竹鵝卵一號對短日處理反應非常顯著，如下表。

第三十四表 最早與最晚稻種抽穗期與照明時間關係

品 種	處 理	出 穗 始 期	完 熟 期
北 見 赤	8小時	7月15.8日	9月中旬
毛 1 號	24小時	7月16.3日	同 上
	標準(自然)	7月14.5日	同 上
新 竹 鵝	8小時	8月10.3日	10月中旬
卵 7 號	24小時	不 出 穗	不 出 穗
	標 準	11月上旬孕穗	孕穗發生停止

然福家氏就早、晚、中稻在插秧後分週施行短日處理，即每隔一星期處理一次，而後觀察比較其出穗日數，其結果如下表，4月30日播種，六月一日插秧。

第三十五表 短日處理開始期與出穗日數關係

試驗區	處理開始期 插秧日數	出 穗 日 數 (自插秧至出穗日數)								
		二十日早	森田早	陸羽 42號	大場早	陸羽 20號	增穂早	新國取	神力	籾波
標 準		65	72	81	81	82	91	100	103	105
I	7	58	60	59	55	50	57	52	57	54
II	14	56	60	57	55	52	57	54	58	54
III	21	58	61	59	56	53	57	55	58	55
IV	28	60	61	61	58	57	61	59	60	58
V	35	61	64	64	61	59	64	62	64	62
VI	42	61	66	70	70	66	71	70	72	70
VII	49	62	70	76	75	72	77	77	77	76
VIII	56	64	69	77	78	77	82	83	84	83
IX	63		70	78	78	79	88	90	91	92
X	70		72	80	80	80	90	95	96	96
XI	77			81	80	79	92	98	99	100
XII	84						92	99	101	104
XIII	91							100	102	105

上項試驗第一期，即稻株發育期，自稻株開始發育至主稈葉數7—9枚，短日處理後，即見分蘗迅速之狀態，出穗促進日數，晚稻品種最多，早稻品種最少，中稻品種介乎二者之間。本期短日處理，對稻之出穗提

早，影響最大。第二期爲稻株分蘗期，自開始分蘗至出穗前三十日，短日處理影響較小，而早，中，晚各品種所起之反應，似無大差異。至第三期孕穗期，通常在出穗前三十日以後，據福家氏報告，出穗前三十日時，穗之原基，已現分化，二十五日至二十日時，穗之小枝梗發現。二十日至十八日時穗之小梗已分歧，十八日至十六日時，蠶花明顯出現。故此期短日處理對出穗日數，影響甚微。

上表爲短日處理促進稻之開花日數，因開始時期之不同，對稻之出穗影響發生差異，尤其是在抽穗前一星期左右時，短日處理幾無反應。至長日處理之目的，在延遲稻之開花期，例如某種交配組合，母本抽穗早，父本抽穗遲，則須用長日法延遲母本抽穗期，以令其與父本同時開花也。福家氏又用日夜照明方法，延遲早中晚稻出穗期，以停止期之不同。結果如 86 表。

第三十六表 長日處理停止期與出穗日數關係。

試驗區	電燈照明停止期 (插秧後日數)	出 穗 日 數 (自插秧至出穗日數)					
		二十日 早	森田早	魚之尾	陸羽20號	早穗增	新關取
標 準		65	72	78	82	91	100
I	14	66	—	—	—	—	—
II	21	65	—	—	—	—	—
III	28	67	71	76	83	—	—
IV	35	67	74	77	82	—	—
V	42	75	78	77	82	91	99
VI	49	76	80	81	85	91	100
VII	56	79	88	84	81	93	100

VIII	63	79	95	88	96	96	101
IX	70	—	101	86	100	101	105
X	77	—	104	90	106	106	110
XI	84	—	118	90	115	116	120
XII	91	—	104	—	130	132	145
永 久 照 明		80	∞	89	∞	∞	∞

比較各品種及各生育期所受長日處理發生之效力，六月八日播種，十月三十日停止日照明，其結果如第 36 表，倒 8 字示照明停止期，尚未抽穗。

由上表得知長日處理對早稻所起反應程度低。即永久照明之出穗日數亦僅 80 日與標準 65 日相差 15 日，而中晚稻品種延遲程度高，永久照明即永久不出穗。同一品種照明停止期早，延遲程度低，停止期遲，延遲程度高。近藤氏等用日本稻旭與吉備種二品種，於 1929 年 8 月 21 日開始長日處理，以 100 volt 200 watt 電燈午後 4 時起照至晨 8 時止。繼續日光，照明，如此連續毫不間斷，至 1921 年秋際，經過三年未見出穗。後來恢復其天然日光，乃始於當年 9 月 4 日出穗。

總之，在稻之生育期間，即自移植至抽穗三十日前，施行短日法。每日照明時間 8 至 12 時，均可縮短出穗日數，反之，施行長日法，每日照明 16 小時以上，則延遲出穗期，且長日法停止後，方可出穗。至在育種上實行短日法時，宜於何日開始，則須先知在天然界出穗日數及縮短日數。（參看第三章）

然短日法雖可促進出穗期，對於交配成功率之問題，殊待考究。河

野氏曾用無處理區×無處理區，無處理區×短日區，短日區×無處理區，短日區×短日區四處理，繼續六年試驗，其結果如下表。

第三十七表 短日處理與交配率成功關係

處理種別	交配組合表			交配粒數		
	交配數	成功數	成功百分	交配數	成功數	成功百分
無處理區×無處理區	294	151	61.7±2.43	4010	905	21.7±1.06
無處理區×短日區	26	22	71.0±3.50	395	160	41.0±2.33
短日區×無處理區	909	591	64.7±2.62	14,951	4148	26.7±1.57
短日區×短日區	293	207	55.0±2.89	4432	1426	21.7±1.44

由上表可見短日處理對於交配成功百分率無大變更，亦無阻害。惟受處理之花藥開裂有難易之分，換言之，經短日照明開花之花藥有易開裂者，有難開裂者，甚至不能開裂者，隨稻之品種而異。

短日照法提早開花除應用於雜交技術外，亦可應用於縮短育種試驗年數，法於溫室培植冬季開花，在溫帶區域一年可種二三期，福家氏試驗方法如次：

播種	10月下旬
電燈照明	11月下旬起共約70日。
電燈數量	60方面積50支光電燈一只距地面2尺。
短日處理	2月初起連續40日間午前8時至午後4時曝光，其前後時間概用木框遮覆。
溫室溫度	20°至28°
成熟期	3月下旬

第五項 交配技術

第一日 去雄

自見波，磯永吉，岩槻聖治，Kadam 與 Patil 諸氏觀察後，稻種開花，由上而下，逐日開放。一枝梗中第一粒先開，第六粒次開，而後逆序而行，由下至上，第二粒，最後開放。一小枝梗上，第一粒先開，第三粒次之，第二粒後開。且間有不結果者，故交配時宜擇枝梗上部之花，除去第二粒及下部小枝梗之花，小枝梗上第二粒尤須剪去。又交配時第一日擇第一與第二粒，第二日擇第三與第四粒。

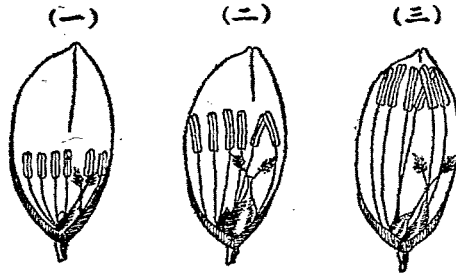
在除雄前，如欲提前開穎時間，花藥尚未開裂。可選時將當日開花最多之穗，於標準開花前 1—2 小時，用橙色紙套於穗上，並於袋之下方內放入濕水脫脂棉一小片，保持適當濕度，用回形針挾緊袋口，旁插一小竹竿以支持之。利用橙色或其他光線促進開穎之原理，蓋支配開穎之因子主在濕度，與支配開裂花藥之因子主在溫度，顯有不同，故穎雖開，而藥未裂，乃得妥善除雄，而無傷其生殖及保護器官。

迨天然狀態之穗，起始開花前，取下原套之紙袋，若見各花盛開，藥雖突出，而未開裂，此時可即用鉗子除去六本雄蕊。惟須注意者：

1. 不可有傷柱頭。粉囊尤不可破裂，否則作廢。
2. 未成熟之柱頭，缺乏花粉粒，發芽所需之液汁，即授粉亦難成功。
3. 成熟之柱頭，靈敏非常，如有外界花粉觸之，立即受精。除雄手續完畢，用透光紙袋套上，在袋內及穗之基部包一濕水棉片，以保持適宜濕度，而防乾燥。

上述為開穎除雄法，如處理適宜，殊較簡便。但數十年來，最普遍通

行者乃爲剪穎除雄法，法於上午 10 時前，選已出鞘長約一寸之稻穗，預計明晨可以開花，即雄蕊高度達穎殼全長一半高者如第五圖（二）擇留穗頂十數易於結實之花，餘花悉行剪去，然後從上而下，將每朵花穎，自頂端剪去四分之三，一再用彎鉗拔去雄蕊，套一紙袋或紗袋，標以紙牌。然此種剪穎法，缺點尙多，其主要者有三：



第五圖 稻之花藥開花前後發育經過

(一) 去雄尙早 (二) 去雄適時 (三) 去雄已晚

1. 同一穗上之蟲花，發育程度差異頗大，致去雄時，若欲專選宜於交配之花，殊不可得，故授粉之花數與結實之花數相差甚遠，通常結實百分率僅 20—30%。

2. 剪穎既爲除雄前必須之手術，致雜交後上端暴露，無穎殼掩護，雖自始至終可罩以紙袋，避免蟲雀之害，然因光度與溫度之感應，既非常態而又易染受病菌之害，子實至難健全。

3. 稻花既小，其組織如內外穎及柱頭等，又極軟弱，除雄時，稍一不慎，卽有損傷，且除雄工作不能同日舉行，概爲交配者所詬病，以致雜交之效率特低。

意人 Sampietro 氏⁽¹⁾報告，渠雜交結果通常結實率 30% 左右，有時可達 60%，然此種良好結果，非久有經驗者不可得。

最近美國 葉諾氏 (Tenov) 發明水稻溫水除雄法，已經各地學者試用，結果甚為良好。法於行將開花之穗傍，用三角玻璃瓶盛 44° C 溫水，懸掛於竹竿上。將稻穗倒置瓶內溫水中，並以長頸漏斗與溫度計二枚，插入瓶中，隨時注意水温之下降，一經發現，即自漏斗徐徐加入熱水以保持瓶水温之不變，浸入時間，以十分鐘為標準，過少恐花粉不能完全殺死，過多恐又傷及柱頭。斯法不特可完全殺滅雄蕊，且可提早開花，蓋雌蕊抗冷及抗熱力均較強，一經浸入溫水其鱗被即吸水膨脹，推開內外穎，故將成熟之稻花，經浸入 44°C 溫水中 10 分鐘，即見花開累累，因此除雄後，當時即可舉行授粉，其結實率概較剪穎除雄為高且可大批除雄矣。

據潘簡良氏等在湖南芷江試驗結果 (1938—39) 雜交成功百分率。

- 第三十八表 溫水除雄授粉後結實表(1939)

交配號數	授粉粒數	結實數	
		粒	百分
1	3	3	100.00
2	4	3	75.00
3	16	6	37.50
4	6	5	83.80
5	10	8	80.00
6	14	8	57.10
7	20	6	30.00
8	73	39	53.42

註 (1) Riz et Riziculture Vol. VII Fasc. z P 114.

第一年 81.0%，第二年 53.42%，平均 59.57%，整數說約合 60%；較之剪穎法成功百分率為 25%，則溫水處理可增加 35% 之成功率。(1) 蓋因溫水除雄既不傷花部，雜交後亦無須常罩紙袋，則子粒發育健全。且溫水處理後，剪去閉穎之花，專選開放之花而授粉，故受精結實率提高。

又美人 Jodan 氏報告(1938)，溫水去雄若於早晨舉行在各種溫度之溫水中，浸入十分鐘後，結果如次：在 40—44° 之溫水，花粉全部殺死，雌蕊無損傷，9—39° 之溫水，花粉無損傷，44° 以上之溫水花之各部受損傷。

總之，水稻除雄法有三，剪穎除雄法沿用已久，施行普遍，其缺點尚多，溫水除雄法最近發明，結實率較高，且可舉行大批交配，之利用單色光線促開花稻穎除雄法，雖尚未普遍推行，但較之剪穎法殊多便利，結實率亦較高。

第二目 授粉

花粉之預備對交配成功率影響亦大，通常於交配前，選出穎後約 2 至 3 日之健全稻穗，於穗之基部下 10 至 20 公分處切取之，同時可取數穗，或逕到交配之母本處，將穎之先端剪去，促其開花，或先至交配室，插於溫水之瓶中，放置陰處，剪去穎之先端，俟花絲伸長，花藥適開至時取一花藥直接輕輕振落花粉於已除雄之柱頭上。若用蠟紙或玻璃碟先搜集花粉，時間一經延長，則發芽力損失，雖野口氏報告花粉生命可達五十小時，然花粉粒由藥散落空氣中，殊易於短時間內死滅。

註 (1) 淺筒良麩 水稻溫水法之效率探討 農報第五卷 P162—681940

第六項 雜種處理

第一目 初期雜種之處理

交配後雜種之處置，通常分有記錄法，即雜交系統育種法，與無記錄法即雜交混合育種法，二種已於上卷述之。記錄交配號數之方法，用數目字或西文字母或中國字，重疊代替，例如 1944 早 25 號，1944 為交配之年，早為早稻組，25 乃代表交配父母本之組合，若欲記以株數，可於 25 後加一數字。1944 早 25—11，11 乃代表 F_1 或 F_2 中第 11 株，此種記錄符號，交配者可斟酌個別情形辦理，不必過於拘束，但各節之數字，須有同一意義，不可混亂。

雜交系統育種法，本有自交及回交兩種，前者雜交之後裔任其自交，後者則以第一代雜種與親本回交，其後或自交或再回交，本目所述者乃指通常之自交法而論。

(一) 第一代雜種 上年收穫雜交種子，普通用盆播（可用八寸口徑之花盆），置於溫室內，或特製育種用之鐵絲柵下，蓋為保護周到。每盆播 2—4 粒，以植株易分開，不致混亂為標準，盆內土壤以同一肥沃為上。因肥沃方可得多量種子，父母本須同時種植。以便比較。若雜交數多，可直接種植於育種園中或溫室內，無容盆鉢，迨成熟時須分別植株，各給一號數，而後收穫。倘欲於第一代雜種中鑑別雜交成功與否，則其父母本須有一特殊顯著之顯性始可。

日本第一代雜種養成，以一本植，畦幅 1 尺 4 寸，株間 8 寸為標準，兩親本各種 20 粒左右，本年在希求產生多數種粒，其調查項目如下表。

第三十九表 第一代調查格式

主要育種目的					雜種第一代合計……組……株
交配組合及交配號數	母本名稱	父本名稱	例 早 31		
圃 查 株 數					
出 穗 期					
成 熟 期					
稈 長 (厘米)					
穗 長 (厘米)					
穗 數					
每 穗 粒 數					
芒 之 長 短					
一 株 全 重(克)					
一 株 穗 全 重(克)					
平 均 穗 重(克)					
穗 重 比 例					
備 考					

(二) 第二代雜種 本年春季須將上年收穫之種子，分行種植，每穗一行，每三寸或五寸種一粒，行距一尺，日本一本植，畦幅一尺四寸，行距六寸或一尺；株距五寸，各組個體以 50000 至 100000 為標準，本年第二代植株須分別各給一號數，以便觀察及記載。

第二代個體選拔法，分圃場選拔與室內鑑別二步驟。

(甲) 圃場選拔 選拔時期以稻之成熟為標準，換言之，每於成熟前行之，通常分為五期選拔，第一期即最早稻成熟前，第二期即早稻成熟前，第三期即中稻成熟前，第四期即晚稻成熟前，第五期即最晚稻成

熟前。

選拔標準爲：

1. 實用上重要特性，如穗數，穗大（穗長及着粒密度）芒之有無，倒伏，病害等關係爲最重要。

2. 選出同一形態，特殊重要形態，最顯著特徵及具缺點之固體，注意分別選出。

3. 各種實用特性合理想型之同性個體⁽¹⁾須於下代合理想型之同性個體外，由更多並更顯著之異性個體⁽²⁾中分出，此種異性結合之個體，多介於合理想型及非合理想型之間，即中間型，就全部遺傳因子觀，同性個體比較稀少，故實際上合理想型之同性個體須於異性個體羣中選出。

4. 最重要實用特性如認出非理想之同性個體，其特性雖然優秀，但不宜選取，例如育種目的，在獲得無芒品種，凡有芒之同性個體概不必採選。

5. 選拔之個體，凡有不顯著或不易發現之特徵，可用適當符號標記之。

6. 圃場選拔之個體，應較最終決選多數倍，至少三倍。

（乙）室內鑑別 鑑別之次序，先就實用之形態而分類，例如程之高矮，成熟期早晚等，次就各類之個體再作比較，除肉眼鑑別外，如程之長度，穗之長度，一株穗重，平均穗重，芒之長短等概用尺稱測量，最後舉行粒質檢定，以比較其價值。

註 (1) Homozygote

(2) heterozygote

室內鑑定之標準，除圃場選拔標準外，應注意下列四點。

1. 環境變異之特性，例如穗數殊難有一定標準，且變異大之特性又有與環境變異小之特性成爲相關性狀，例如穗數多，則其稈細短，穗體短小，子粒較小等。

2. 通常如形質間各有相關關係，然有時此種關係變成反相關特徵例如穗數多，同時穗長大，早熟同時穗數多，在育種上價值甚大，故選拔時極宜注意。

3. 凡變異到最高點之個體及變異到達接近最高點之個體，可盡量多選。

4. 粒質檢查結果優良者，未必粒質優良，劣者未必盡劣，當決選時必須詳考其相關性狀及實用上相關特徵。

第二代調查項目，應列出穗始，出穗期，抽穗期，成熟期，蟲害，病害，稈長，穗長，穗數，一穗粒數，一株全重，一株穗重，平均穗重，穗重百分，穎或稃，芒之多少，芒之長短，着粒密度，脫粒難易，稈之粗細，稈之剛柔，糙米形狀，糙米大小，腹白多少，心白多少等。

本代以後如遇必須時，可舉行各種栽培試驗，如多肥栽培缺水栽培等。

(三) 第三代雜種 由上年選拔之植株，每株種三行，行長五尺至八尺仍用粒植法，日本採用畦播，畦幅一尺或一尺四寸，行間六寸，株距五寸，各系個體數，以 100 至 200，分植三至四畦，並配種兩親及標準品種，藉供觀察比較。成熟前決選之植株，仍須連根拔起，各給一號數。

第三代選拔之方法，仍可分圃場選拔及室內選拔二步驟：

(甲)圃場選拔 又分生育及特性調查,第一次系統選拔。第二次系統選拔,第二次系統選拔之個體選拔及選拔外之系統個體選拔五個步驟。

1. 生育及特性觀察之項目,應列出穗始,出穗期出穗終,出穗日數,成熟期,結實日數,倒伏性。病害,蟲害,稈長,穗長,莖數,穗數,有效分蘗數,一株全重,一株穗重,平均穗重,穗重百分,秈,粳,芒之多少,芒之長短,着粒密度,脫粒難易,稈之粗細,稈之剛柔,糙米形狀,糙米大小,心白多少腹白多少等。

2. 第一次系統選拔 分早、中、晚各型,或高、中、矮各型,或長芒、短芒、無芒、各型於成熟期間,大概依據肉眼觀察,選取系統,以爲第三選拔之候補。選取系統數,通常以總系統數4—6成爲標準,但須斟酌需要及供試材料而增減。

3. 第二次系統選拔 依照第一次選拔各型別,每型約選取30個體,若一型有二種小系統,則每型可選取20以內個體,而後再就田間調查,如穗數、稈長、穗長等考慮而決定取捨。第二次選拔系統數,通常以第一次選拔數4—6成爲標準。

4. 第二次選拔系統之個體選拔根據第二次選拔之系統,分類及外觀上優良之特性,每型選納10個體,以爲室內鑑定及下一代試驗材料。

5. 選拔系統外之個體選拔 即未被第一次系統選拔所遺漏之全部系統,可視作一團個體羣,照第二代同樣方法處理,但此種場合,不僅檢查單獨個體之特性,並須考察其所屬系統之特徵。選拔個體數通常爲50—100。

(乙) 室內鑑定 室內選擇，一名第三次系統選拔，乃就第二次系統選拔之選拔個體之各系統，根據下列各項調查結果，作最終選拔而供下一代母本。本年選取之個體，如屬同性接合體，即可視作新品種最初母本，與純系育種之第一年採選之單穗相同。調查項目如次：

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1. 稈長 | 2. 穗長 | 3. 穗數 |
| 4. 一株穗重 | 5. 每穗粒數 | 6. 平均穗重 |
| 7. 芒之多少 | 8. 芒之長短 | 9. 糙米形狀 |
| 10. 糙米大小 | 11. 心白多少 | 12. 腹白多少 |

第二目 後期雜種之處理

所謂後期雜種，係指第四代以後之雜種，處理方法大概可分系統選拔，生產力檢定，及特性檢定三種試驗。種植法將上年決選之材料每株分種一行，行長五尺，如採用畦播，可照第三代方法，每五行種一標準行。

(一) 系統選拔試驗，第四代以後雜種之選拔當然依照第三代選得之各系統，分別繼續進行，供試驗材料，大概有三，即：

1. 前代系統選拔之系統羣，
2. 前代系統選拔之個體選拔個體羣，
3. 前代選拔以外之個體選拔之個體羣。

本期調查及鑑別之項目，除增加有效分蘗率外，餘概與第三代同。

本期選拔工作之進行，可分：

1. 系統羣之選拔以各系統羣相互比較選取優秀之系統。
2. 統選拔系統羣以供下代系統之選拔。

3. 選拔以外之系統羣所屬系統及單獨系統之系統選拔。
4. 前二、三、兩項選拔之系統作供下代個體選拔。

固定系統羣之決選：

第一、檢查是否為純系，所謂同性接合體之個體羣是，如果屬純系則可任意採取健全之數個體，以為母本。

第二、各系統內須性狀齊一，絕無參差。

第三、各系統之性質須完全相同，不可稍有區別若有分離之現象即宜擯棄之。

第四代雜種試驗如父母本遺傳現象規則，而第三代決選又得宜，則本年工作一切可採取純系育種中之第二年穗行試驗方法進行。若遺傳因子不規則或複雜或第三代決選未得同性接合體，換言之試驗之個體仍有分離現象則本年試驗等於純系育種中第一年採選單穗。然後者為一般情形，因自然界遺傳現象，大不如吾人理想中之簡單與規律，所以新品種之母本固可能於第三代選得，而在實際上延至第四代，甚至第五代，亦嘗有之事。

(二) 生產力檢定試驗：生產量檢定試驗，即產量比較試驗與純系育種，二行試驗至高級試驗之方法無大差別，有若干學者主張，第四代雜種處理，與純系育種穗行試驗相同，第五代與二行試驗相同。第六代以後則可進行五行、十行或高級試驗。此種方法可行於第三代選得新品種母體，否則產量比較之試驗則須延遲。總之生產力檢定試驗行於第四代以後及新品種決定之前，採用二行試驗或三行試驗方法，殊為妥當。

新品種之決選質量固屬主要目標，適應環境之條件，亦同樣重要，

故須以本地良好品種爲對照品種，以便比較。

生產力檢定試驗：如採用行播法第一年三行或二行試驗，第二年五行試驗，第三年十行試驗，高級試驗用隨機排列法，第五年地方試驗繼續二、三年而後推廣，若在育種場附近推廣，則無須舉行地方試驗，僅須高級試驗繼續二、三年，即可推廣於民間。

日本等地尚採用單區種植法，每區面積以 300 方尺爲標準，繼續二年觀察比較。第三年繼續舉行新品種決定試驗，採用普通栽培，分區播種，每系二區，區之面積以 600 方尺爲標準，第四年再舉行特性試驗，而後即行繁殖推廣。

第四代以後之特性調查之項目，可分出穗始，出穗期，出穗終，出穗日數，成熟期結實日數，倒伏性，病害，蟲害，稈長，穗長莖數，穗數有效分蘗力，一株全重，一株穗重平均穗重，穗重百分，稈稈糯性，芒之多少，芒之長短，着粒密度，脫粒難易，稈之粗細稈，之長短，稈之剛柔，糙米形狀，糙米大小，心白多少，脫白多少。

如注重產量比較，生產力檢定試驗之調查項目，與上列項目亦大致相同，所不同者。

(1) 可刪除一株全重，一株穗重，平均穗重，穗重百分等四項。

(2) 應增加每畝全收量，每畝穀量，穀穀百分，稻穀一升重量，每畝糙米收量，糙米一升重量，每畝糙米容量及品質等八項。

特性檢定試驗，或其他試驗若遇必要時，可舉行特殊形質調查，其項目有葉身形狀，葉身廣狹，葉身長短，葉身色澤，株之姿勢，柱頭色澤，芒及稈尖色澤，稈色，糙米色澤，糙米千粒重等。

(三) 綜上所述,水稻雜交育種步驟如下:

- | | |
|------|----------------------|
| 第一年 | 交配 |
| 第二年 | 第一代雜種培育。 |
| 第三年 | 第二代雜種種植與個體選拔。 |
| 第四年 | 第三代雜種種植與單株選拔或個體選拔。 |
| 第五年 | 第四代雜種單株試驗與淘汰或單株選拔。 |
| 第六年 | 第五代雜種二行試驗或生產力檢定試驗。 |
| 第七年 | 第六代雜種五行試驗或逕行十行試驗。 |
| 第八年 | 第七代雜種十行試驗或逕行高級試驗。 |
| 第九年 | 第八代雜種高級試驗同時特性檢定。 |
| 第十年 | 第九代雜種高級試驗或同時繁殖及特性檢定。 |
| 第十一年 | 繁殖推廣。 |

上項就有記錄法而言,若採用無記錄法,則須延長三年至五年。

第十節 突變育種

(一) 天然突變 在自然界之品種甚多,固有由天然雜交而來,而由突然變異而生者為數亦不少,老農得之於偶然,而未知其究竟,所謂突然變異是能遺傳者,不能遺傳之變異,名曰獲得性變異,在農業上是無價值,因基突然變異與染色體變異。(1)

1. 始為突然變異。稻之形質。富有變異性或由有芒變為無芒或由無芒,變為有芒,或由單芒變為雙芒,在稻作上早傳為美談。至日本寺尾氏

註 (1) Factor mutatio 或 Ggene mutation, Chromosome mutation.

報告,大粒糯雖爲固定品種,下代仍有正常稻粒約 5.3% 產生,大粒稻因子又與正常稻因子 4 互相轉化,均有一定規律.在突變遺傳上殊多興趣。

關於稻之突然變異,近十餘年來研究報告者,已不在少,茲摘其重要者列表如次:

第四十表 稻之突然變異一覽表:

形質	原來形質	突變形質	發 現 人	對原形質顯隱之關係	備 考
植株高度	正常	矮性	parnelletal (1922) 杉本(1923),明榮(1925), 永井(1926),宮澤(1935), 足立(1935), kardam(1932),	隱性	有與不稔性伴隨(宮澤)
	正常	矮性	杉本(1923),	顯性	
粒度	正常	細粒	宮澤(1933),	隱性	
	正常	粗粒	宮澤(1935),	隱性	
分蘗素	少	多	永井(1916),	顯性	
	正常	珍葉	永井(1926),近藤一色(1933),	隱性	
	正常	短葉	永井(1926),	隱性	
	正常	細葉	宮澤(1935),	隱性	不稔性伴隨
	正常	狹葉	近藤一色(1933),	隱性	隱顯性伴隨
	正常	多葉	足立(1935),	隱性	
	正常	白色苗	盛永(1932),今井(1934), 宮澤(1935),	隱性	
	正常	淡黃苗	盛永(1932),近藤,笠原(1933),	隱性	
	正常	黃色葉	盛永(1932),宮澤(1935),	隱性	
	正常	棕色稻	近藤藤本,武田,(1925.1927)	隱性	有母性遺傳者
	正常		盛永(1932),		
出穗期	正常	綠斑葉	永井,原(1930),	隱性	
		病斑形	河野(1935),	隱性	
		無葉舌葉耳	Chrapelli, R, (1935),	隱性	
	早	晚	永井(1926),	隱性	
	早	晚	宮澤(1935),	?	

形質	原來形質	突變形質	發 現	人	對原形顯隱之關係	備 考
穗	正常	短(密穗)	永井(1926), 宮澤(1935),		隱性	
	正常	粗穗	竹崎(1932), 宮澤(1935),		隱性	
穎	正常	近穎	近藤一色(1933),		隱性	
	正常	發育不全	宮澤(1932),		?	
芒	有	無	永井(1926), 大原研究所(1927),		隱性	
	無	有	大原研究所(1927),		顯性	
胚乳	糯	稷	復本(1929),		顯性	
胚	正常	無胚	近藤一色(1934),		不遺傳	
胚	正常	多胚	近藤一色(1934),		不遺傳	
粒形	正常	大粒	寺尾(1922), 杉本(1923),		劣性	
	正常	細粒	永井(1926), 宮澤(1935),		劣性	半稔性伴隨(宮澤)
	正常	短粒	宮澤(1935),		劣性	半稔性伴隨(宮澤)
	正常	複粒	中森(1934), 山本(1935)		劣性	
	正常	曲玉	近藤, 藤本(1927),		劣性	
稔性	結實	完全不稔	永井(1926), 近藤, 一色(1933),		劣性	
		{ 穎化不稔 雄化不稔 雌蕊退化	宮澤(1925)			
			部份不稔及半稔	寺尾(1917), (1921), 近藤, 小野 (1923), (1927) 宮澤(1935),		劣性

此外據鈴田未松二氏報告(1926),無胚未發生原因,由其不能重複受精所致,而 Dewerec 氏報告(1923),無胚米種子對普通種子為隱性其分離現象為 63:1. 15:1. 9:7. 3:1 等

由上觀之,稻之突然變異發生甚多,例如永井氏數年親測品種東鄉之突然變異,殊為頻繁,如第四十一表

第四十一表 東鄉稻種之突然變異表：

變異形質	分蘖多	葉 (一部不稔)	短 出穗 期晚	褪斑葉	柳 條 葉 (一部不稔)	矮性	一部 不稔	又稔性
個體總數	102834	400	400	113	121	185	14	164
變異百分數	0.67.	0.25	1.00	0.86	0.82	0.60	6.57	1.04

然此種突然變異，須仔細觀察後始能決定是否為因子分離之現象，如永井氏 (1926)，考察石川區×大黑之雜種多年後方知密穗之發生是由異性接合個體含有密穗因基 (Kk)，分離而來，其分離比逐漸增至 1:1 而止，如第四十二表：

又如，近藤，藤本二氏研究結果，固定品種曲玉稻發生不稔性曲玉稻之突然變異，其比率最高 27.8%，最低 0.4%。平均 8.23%。

據校本氏 (1924)，報告，糯→粳之轉化本為 0.1 左右，遺傳因基 $A \rightleftharpoons a$ 如互相轉化，尋常有之，此種因基名曰易變因基，其分離比觀察數與理論數有顯著之偏差。

第四十二表 各年 K 因基之轉化數：

年次	$K:k$,	%	差(%)
1921,	200 : 0	100 : 0	16,
1922,	1.68 : 0.82	84 : 16	12,
1623,	1.24 : 0.76	62 : 38	7,
1924,	1.10 : 0.90	55 : 45	5,
—	1.00 : 1.00	50 : 50	

(二) 人為突變：在實用植物上，用人工誘發變異之方法，甚夥，稻作方面以重島氏試驗為最早，(1931—1934)，氏曾將稻種浸於水中，24 小時至 48 小時，同時用 X 光線，紫外線照射，或高溫刺激，以引起突

然變異，其結果如四十三表：

第四十三表 人工誘起之突然變異形質（市島氏）

	形 質	遺傳關係
矮生	30—35 公分，姿態全部矮小。	劣性
矮生	稈高 15—18 公分。	劣性
穗形	穗長短密穗	劣性
穗形	穗長短，粗粒，	劣性
葉形	斑葉	劣性
葉形	白苗	劣性
葉形	葉幅短，	劣性
	形 質	遺傳關係
葉形	稈葉下垂	劣性
葉穗	內外穎形成	劣性
葉穗	有芒	劣性
不稔性	費種種不同程度	大多數遺傳
早熟性	早11日	F ₂ 不分離

市島氏後於 1932 年發現九萬個體中約有三萬個體不稔，在形態特異十九個體經細肥字之研究，其染色體變異如次：

異性接元體 ⁽¹⁾	($2x + 1 = 25$)	2 個體	台灣品種
三元體	($3x = 36$)	5 個體	台灣品種
三元體	($3x = 36$)	1 個體	日本品種
四元體	($4x = 48$)	1 個體	日本品種

其後今井氏又用種種不同之 X 光線，光度照射 1935 所生不稔性個體，如第四十四表平均 6.39%，據氏另一報告，經 X 光線處理之稻種，所生

註 (1) Heterhploid 染色體倍加研求，有二元體 diploid 三元體 Triploid 四元體 tetraploid 五元體 pentaploid 六元體 hexaploid 等。

不稔性個體變異數最低爲 0. 最高爲 74.7%。

第四十四表 X 光線照射所生之不稔稻 (今井氏)

類 別	稔 稻	不稔稻	合 計	不稔稻百分
對照區	1215	0	1215	0.00
IA	1,227	50	1217	3.92
IB	1,540	78	1618	4.82
IIA	1,203	101	1304	7.75
IIB	1,330	133	1463	9.09
總 計	5,300	362	5662	6.39

自 Blakeslee 氏發見秋水仙素 (Colchicine, $C_{22}H_{26}NO + \frac{1}{2}H_2O$), 可引起染體色數變異後 (1937), 最近河源, 湯佩松等氏曾作多方研究, Tang 與 Loo 二氏 (1940) 以發芽第二日之稻芽浸 24 小時於 0.05—0.1% 秋水仙液中, 曾育成四元體之新品種云

(三) 突然變異育種法: 水稻之突然變異概多對原來形質爲隱性, 而且優良之突變形質, 大都軟弱對於不良環境抵抗力, 特別低小, 所以在有突然變異發生後即須加意培育與分離, 否則難免旋歸淘汰消滅。

利用突然變異, 須隨時田間觀察, 與室內鑑定。若一發見有變異時, 即分別記載採選, 翌年舉行觀察試驗, 主要測定其形質遺傳與否, 通常益播加意保護, 如能遺傳, 第二年舉行株行試驗, 一切與第四代雜種, 第三年以後舉行產量比較, 繼續三年, 同時進行品質鑑定, 優則保存繁殖, 劣則棄之。

第六章 稻之育種遺傳

第十一節 相關性狀

(一) 主要形質 稻之相關性狀自青田 (1908) Jacobson (1916) Vihar (1921), Capinpin (1923), 永井 (1926), 諸氏研究後已得有多數結果報告, 其後磯氏 (1928) 用就台灣品種研究結果, 一品種內如四十五表, 多數品種間如四十六表。

第四十五表 一純系品種內主要形質相關表:

基本形質	比較形質	相關係數	基本形質	比較形質	相關係數
總重量	穀重量	+0.558	穗長	穗重	+0.459
	分蘗	+0.757		一穗粒數	+0.451
穀重量	總重量	+0.558	一穗粒數	穀重量	+0.366
	分蘗	+0.609		穗長	+0.451
	穗重	+0.346		穗重	+0.876
	一穗粒數	+0.366		着粒粗密	+0.870
	着粒密度	+0.312	穗重	穀重量	+0.346

	穗 長	+0.322		穗 長	+0.459
分 藥	總 重 量	+0.757		一穗粒數	+0.876
	穀 重 量	+0.609		着粒粗密	+0.776
植科高度	穗 長	+0.370	着粒密度	穀 重 量	+0.312
着粒密度	穗 重	+0.776	米 幅	米 厚	+0.424
	一穗粒數	+0.870		粒 形	+0.737
米 長	米 幅	+0.446	米 厚	米 長	+0.363
	米 厚	+0.363		米 幅	+0.424
米 幅	米 長	+0.446	粒 形	米 幅	+0.737

凡相關係數 = +1 爲完全正相關。= -1 爲完全負相關。

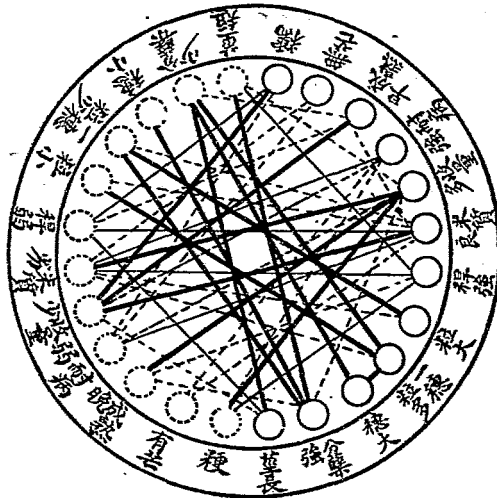
= ±0.5 以上爲顯著正相關。

= ±0.5 以下爲不顯著正相關。

第四十六表 70 品種間特性相關表

基本形質	比較形質	相關係數	基本形質	比較形質	相關係數
植科高度	分 藥	-0.078	植科高度	着粒粗密	+0.105
	穗 長	+0.599	分 藥	穗 長	-0.062
	穗 重	+0.474		穗 重	-0.426
	粒 數	+0.416		粒 數	-0.431
分 藥	着粒粗密	-0.379	穗 重	粒 數	+0.877
穗 長	穗 重	-0.037		着粒密度	+0.736
	粒 數	+0.240	一穗粒數	着粒粗密	+0.872
	着粒粗密	-0.240			

據岩槻聖治氏 研究記載(1) (1935) 稻之特性如圖：



第六圖 稻之特性相關

點線 比較多相關

細線 大多數相關

粗線 最密切相關

又據劉祥集氏 (1932). 報告 (1) 收量多少之支配因子以分蘖為最著，次為粒數，再次為穗長密度及稈長。(2) 分蘖強者穗數亦多，即有效分蘖多，故分蘖與收量為顯著之正相關。(3) 生長期中莖長與收穫後稈長為顯著相關，惟收穫後之穗數及稈長與收量之相關係數，穗數較稈長更為顯著。(2)

註 (1) 岩槻聖治，稻作精說；東京，1936。

(2) 劉祥集，水稻特性與收量相關現象之考察，農學 169 期。

1944—1945 年著者與徐克聰、吳美珍二小姐就西昌國立康專農場之小白穀，雲南三號，百日早，鄆縣大叶子及麻粘五品種研究稻之特性相關，其結果：

- (1) 穗重與全株重相關範圍
 $+0.7988 \pm 0.262$ 至 0.9552 ± 0.0093
- (2) 穗重與穗長相關範圍
 $+0.8660 \pm 0.320$ 至 0.9699 ± 0.0072
- (3) 穗重與每穗粒數相關範圍
 $+0.8299 \pm 0.382$ 至 0.9550 ± 0.0093
- (4) 穗重與着粒密度相關範圍
 $+0.1217 \pm .1213$ 至 0.9507 ± 0.0017
- (5) 全株重與穗長相關範圍
 $+0.7480 \pm 0.0539$ 至 0.9618 ± 0.0096
- (6) 全株重與每穗粒數相關範圍
 $+0.7180 \pm 0.0539$ 至 0.9707 ± 0.0072
- (7) 全株重與着粒密度相關範圍
 $+0.2005 \pm 0.1752$ 至 0.9492 ± 0.019
- (8) 穗長與每穗粒數相關範圍
 $+0.7630 \pm 0.052$ 至 0.9667 ± 0.0072
- (9) 每穗粒數與着粒密度相關範圍
 $+0.1990 \pm 0.1186$ 至 0.9534 ± 0.0093

以上九項，除第四項相關係數較低外，餘均為純高級正相關。故欲

得產量豐富之品系，必須顧及多數特性之相關。各性狀對產量多少之支配因子，以全株重為最著，次為每穗粒數，再次為穗長及密度。(1)

(二) 主稈節數與出穗期稈重與穗重。

據片山氏(1931).就99品種研究結果，主稈節數愈多則出穗期愈遲，每增加一節則出穗期延遲5日至6日，前舉數品種為例：

第四十七表 主稈節數與生穗期之關係

品 種	主稈總帶數	主稈分蘗帶數	出穗期 月 日
細 稈	12.6±3.8		8 23
陸羽 132 號	13.2±2.8	8.7	8 26
枋 桿 生	13.0±3.6	9.1	8 17
二 合 半	12.7±3.8	8.5	8 16
龜 之 尾	14.0±3.7		8 29
牛 若	14.3±3.5		8 27
辨 慶 2 號	15.3±3.0		9 4
白 玉	15.1±2.6		9 5
早生神力	15.4±3.9		9 5
改良愛國	15.6±3.1		9 8
房 吉	16.4±2.9	11.7	9 9
富 士	16.4±3.0	11.8	9 14

由上表可知主稈節數與出穗相關密切矣。又稈基重與穗重亦為正相關，所謂稈基重係指除去葉鞘葉片淨乾而言。大約稈堅厚者稈基重

註 (1) 徐克應、英萬珍、西昌水稻主要栽培品種重要特性間相關性之初步報告。

大,另由稈基重量亦可測定產量多寡,並可預測年歲之豐歉。

(三)抗病性與氣孔數:

據永井、今村(1930). 永井、鈴木(1932). 諸氏研究結果水稻抗病性與氣孔數爲負相關,換言之,氣孔數多,抗稻熱病弱,氣孔數少抗稻熱病力強,(以穗首或葉面氣孔計)。舉例如次:

第四十八表 抗稻熱病性與氣孔之關係

品 種	一方耗內氣孔數	指數	總數指數	抗病性
無芒愛國	130.57	100	100	強
愛 國	136.38	104	101	強
早 生 旭	147.14	113	113	強
日 之 出	185.03	142	154	弱
龜 之 尾	217.13	166	166	弱

第十二節 色澤遺傳

第一次 色澤遺傳

(一)米色 米之色澤遺傳 Van der stok (1910), Thompson (1915), Parnell et al (1917, 1922), 加藤、石川(1921) Hector (1922), mitia et al (1923), Jones (1930)等研究,有色與無色交配 F_1 爲有色, F_2 有色對無色爲 3:1; 然有例外加藤與石川二氏之黑曙 × 早生神力(白米), F_1 赤褐, F_2 赤褐, 黃褐白爲 9:3:4 之比。

赤米對白米爲顯性, F_2 因子分離, 如爲一性雜種, 則赤對白爲 3:1 如爲二性則有赤米 9 黃米 3 白米 4 之比, 黃米爲稈皮上呈黃褐色間有

赤褐色之斑點。赤米色素常存種皮細胞內，較白米種皮層特厚，在穀粒未成熟時，僅現色原體，乳熟時，赤米與白米無大差異，至愈成熟，則着色愈濃。

最特殊現象為日本之白秈 × 元氣糯，二親本均為白米 F_1 僅生赤米，據加藤、石川二氏推論，ABC 為赤米，AB 為黃米，AC 為白米 BC 為白米，B 亦為白米，白秈含有 AA CC 二對因子，元氣糯含有 BB 一對因子，故均為白米，交配後則有 AA BB CC 三對因子，故為赤米。

(二) 芒色 芒之色澤遺傳亦多複雜，茲摘各學者研究之結果如次表。

第四十九表 芒色之遺傳

親本芒色	F_1	F_2	研究者
赤 × 白	赤	3 赤 1 白	<u>加藤</u> 1927 <u>松浦</u> 1933 <u>Jones</u> 1930
赤 × 紫	紫	3 紫 1 赤	<u>永井</u> 1921
褐 × 白	赤	9 赤 3 褐 4 白	<u>永井</u> 1921
白 × 赤	赤	$\begin{cases} 9 \text{ 赤 } 7 \text{ 白} \\ 3 \text{ 赤 } 1 \text{ 白} \end{cases}$	<u>Jones</u> 1933
白 × 白	赤	9 赤 7 白	<u>加藤</u> 1927
紫 × 白	紫	9 赤 3 紫 4 白	<u>加藤</u> <u>Jones</u> 1930

稻芒之色澤多不一致，通常有色者分紅紫二種，無色者多於出穗後變成褐色及莖色，又紫色者先呈紅色，而後漸變為紫色，在普通交配紫色，對紅色為優性褐色對白色為優性，故紫 × 紅， F_1 通為紫色，褐 × 白， F_1 通為褐色，至 F_2 赤褐白有成 9:3:4 之比則因有補助因子之故。

Jones 氏以 Nirs vialyne 紫 × Caloro (白) 交配後之分離現象殊為

良例：

第五十表 芒色之分離

分 離 比	觀 察 數	期 待 數 9:3:4	偏 差
芒色			
紫	100	101.81	- 1.81
赤	25	33.94	- 8.94
白	56	45.25	+10.75

(三) 穎色 穀壳全部呈紫色；壳之表皮細胞，具有紫色紅素，而內部組織常帶父母一方之赤褐色素體，若穀壳僅一部份呈紫色，則不含此種色素體。

內外穎色澤之遺傳多為單性雜種，若為 2 個或 3 個遺傳因子，則現象殊極複雜。茲就學者先後研究結果列表如次：

第五十一表 穀色遺傳之現象

分離現象	親本類別	F_1	F_2	研究者
3:1	二枚皮(黃白) × 晚	淡褐	1 褐 2 淡褐	加藤
	千秋(褐)		1 黃白	
	道海(黃) × 大和	黃白	3 黃 1 白	加藤
	錦(白)			
	pankhiray (黑褐) × pookhi (黃褐)	黑褐	3 黑褐 1 黃褐	Hector 1922
	紫色 × 白色(綠)	紫色	3 紫 1 白	Mitract al 1928
9:3:3:1	神力(白) × 關取白	赤色	9 赤 7 白	加藤

或 9:3	暗灰×赤褐	紫色	9紫 3赤褐	加藤
			3暗灰 1白	
9:3:3:1	黑色×白色		9黑 7白	趙連芳 1928
或 9:7	紫色×白色	紫色	9紫 7白	Mitraetal 1928
9:6:1	Rajshaki (瓦赤) × Boga (黃)	黃色	9黃 6中間 1瓦赤	Hector 1922
	濃褐×黃色	黃色	9黃 6中間 1濃褐	Mitraetal 1928
	黑色×黃色	黑色	9黑 6中間 1黃	mitraetal 1928

據日本山口氏報告，穀壳與粳糯之間有相關現象，灰黃色，神力種與暗紫色烏糯種雜交，在第二代之雜種暗紫色穀壳，穀之尖端，帶暗紫色，赤褐色，穀壳，穀之尖端帶赤褐色，又糯性者多生暗紫色之穀壳。

(四) 其他 護穎色與內外穎色，據山口氏報告，有連繫性，茲舉護穎色分離比之研究，結果如次：

第五十二表 護穎色之分離比

親本形質	F_2 分離比	研究者
有色×無色	3:1 9:7	Hector 1922
無色×赤色	3:1 9:7	Jones 1933
紫色×無色	3:1 9:7	Mitraetal 1928

稃尖色與芒色同一因子，竹崎氏報告(1925)褐色山北坊主與白色神力雜交， F_1 稃尖與芒同為赤色， F_2 分離 9赤 3褐 4白。

芒呈紫色其柱頭雖有呈紫色，但亦多無色，芒呈紅色，其柱頭亦多無色，前人所謂芒呈紫色，其柱頭亦多紫色殊非定論。

據山口氏 (1931), 中山 (1932), 諸氏研究結果有二, 其一、葉身葉鞘呈紫色, 其柱頭或稃尖多無色。其二、葉舌, 葉耳, 呈紫色, 其葉身葉鞘亦多紫色。(1)

Hector 氏 (1922), 曾用印度水稻品種支配, 研究各營養器管之色澤遺傳, 如 53 表。

第五十三表 稻之營養器管各部色澤分離比

着色部位	分離比 (有色: 無色)
葉 鞘	3:1 9:7 15:1 27:37
葉 舌	9:7 27:37
葉節葉耳	9:7
節 間	3:1 9:7 27:37
穎及護穎	3:1 9:7
稃 尖	3:1 9:7 15:1 27:37
柱 頭	3:1 27:37 81:175

第十三節 形質遺傳

(一) 芒之有無及長短: 據星野 (1915), 山口 (1933), 諸氏報告, 通常有芒對無芒為顯性, 分離比為 3:1, 另加藤氏報告, 有芒對無芒為 15:1, 蓋前者一因子。後者二因子, 永井氏 (1926) 曾說明芒之遺傳有抑制因子存在。

註 (1) Yamaguti Étude de l'hérédité sur la couleur des glumes Chez le riz Bot Mag Tokyo 35.

又 Jones 氏報告 (1927), (1933), 芒之遺傳有 2 因子, F_1 顯性不完全, F_2 有 4 系統爲 9:6:1 之比, 卽

- | | |
|---------------------------------|----|
| 1. 有芒 芒長 1 公厘至 6 公分 | 9. |
| 2. 小穗半有芒, 芒長 1 公厘至 1 公分 } | 6. |
| 3. 大部份無芒, 芒長 1 公厘至 5 公分 } | |
| 4. 無芒 | 1. |

趙連芳氏試驗結果 (1928), F_2 分離系統亦分四羣:

1. 小穗均有芒。
2. 小穗大部份有芒。
3. 甚少有芒。
4. 完全無芒。

但其分離比爲 12:1:2:1 與前不同。

(二) 護穎長短 普通品種護穎之長度, 約等穎長 $1/5$ 至 $1/3$, 但有較長, 有長至與穎之長度相等。長護穎對短護穎爲劣性, F_2 分離比爲 3:1, 根據 Van der stok, parnell et al (1917), 加藤諸氏報告, 而趙連芳氏報告 (1928), 則有 15:1 者。(1)

(三) 胚乳性質: 米粒粳糯之區別, 通常粳稻胚乳富含澱粉, 糯稻胚乳富含糊精, 外觀上粳米粒半透明, 糯米粒蜡白色, 對碘之反應, 粳呈藍黑色, 而糯則呈褐色也, 二者花粉粒之反應亦同。

通常粳對糯爲顯性, 若將粳之花粉交配於糯之柱頭上, 其所結之子實由重複受精產生粳之性質, 所謂直感現象, 一名移轉現象。且粳糯雜

註 (1) Chao, Linkage studies in rice, Genetics 13 1928.

交之 F_1 花粉粒在理論上應半數為粳花粉，半數為糯花粉，可用直接方法判斷出來，茲舉趙連芳氏試驗實例如下表：

第五十四表 F_1 雜種之粳糯花粉比

調查個體數	調查花粉數	粳花粉數	糯花粉數
6	6330	3179	3151
期待數	1:1	3165	3165

故在實際上亦頗符合，3179:3151 與 1:1 相差甚微。

粳與糯無論粳為父本，或糯為父本， F_1 粳為顯性 F_2 3:1，由 Vandesteek 星野 (1902)，池野 (1914)，加藤，parnell (1921)，山口 (1918)，(1926)，高橋 (1923)，Chao (1928)，Ramiah et al (1931)，及著者 (1941)，初步觀察皆同。然山口氏 (1926)，試驗結果，粳之顯性獨佔不全， F_2 分離比為 1:2:1 則為例外。

粳與糯交配之後代其分離比，糯少於粳之原因，趙連芳氏謂與季節有關，Ramiah et al 氏謂糯稻花粉粒活力缺乏所致。

(四) 着粒密度 稻穗之着粒密度，隨品種而異，在稻作改良上，殊關重要，惟穗之長度與着粒密度，為負相關，着粒密者，穗多，而短，穗長者着粒不密。通常計算穗之密度，以穗長除粒數即得。

永井氏 (1926) 曾以石川返 × 大黑交雜，其 F_1 忽發生突然變異之密穗，後來交雜結果，密穗對普通種為隱性，第二代因子分離呈單性雜種現象。粗穗對普通種或為隱性，或為顯性，據 Ramiah et al (1931)，研究粗穗 × 普通種， F_1 為粗穗， F_2 3 粗穗 (實數 2708)，1 普通種 (實數 814)。

(五) 穗長：長穗與短穗交配， F_1 為中間性， F_2 分離不一，例

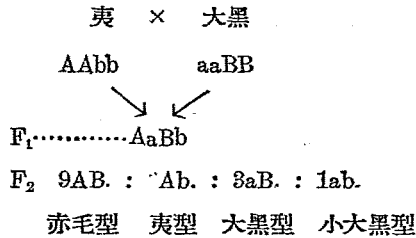
竹崎氏用品種高野坊主平均穗長 14.75 公分，與品種大場平均穗長 20.38 公分交配， F_1 為中間性，平均穗長 19.33 公分， F_2 平均 18.33 公分，其徬徨變異 12 公分至 28 公分，而 F_3 206 系之徬徨變異總為 11 公分至 28 公分之間。

又例 Ramiah et al 氏研究(1931)，結果亦大約相同， T . 289 平均穗長 24.9 公分與 *B. B.* 331 平均 17.0 公分交配， F_1 呈中間性， F_2 分離長度 15 公分至 28 公分之間，其比例不甚顯明，所謂連續變異或連續分離是也。

(六) 稈長： 稻稈之長性與矮性，宜分別研究，稈之長性自磯(1928) Jones (1928) Ramiah (1933)，諸氏研究後， F_2 亦多連續變異，例如日本大稻種稈長，平均 48.53 寸，徬徨變異為 40 至 58 寸，烏尖種稈長平均 37.59 寸，徬徨變異 30 至 44 寸，兩者交配後， F_1 稈長平均 50.8 寸。 F_2 平均 47.44 寸。

矮性遺傳據 Parnell et al (1922) 杉本 (1923)，明峰 (1925)，永井 (1926)，山口 (1931)，Jenes (1933) 等氏報告，矮性對正常型為隱性， F_2 為單性雜種分離現象。惟杉本氏研究得相反之結果，矮性對正常型為顯性， F_2 分離，3 矮性 1 正常型。

又明峰氏報告，由赤毛正常型品種突變生出夷，大黑，小大黑三個矮性品種，小大黑最矮，大黑次矮，夷則較高。若赤毛×大黑或反交大黑×赤毛 F_1 均為正常型， F_2 均為單性雜種分離，正常型為顯性，與向來學者報告相同。但夷×大黑或反交大黑×夷，其 F_1 為赤毛型， F_2 為雙性雜種 9:3:3:1 之比，因子分離現象可解釋如下：



另 Parnell et al 氏報告，稻稈之高度與葉之大小為正相關：

第五十五表 稈之高矮與葉形大小相關

類別	F ₂		兩親	
	正常	矮性	正常	矮性
葉長(公分)	46.1	34.6	45.7	38.4
葉幅(公分)	11.1	1.70	1.11	1.74
粒長(公厘)	9.77	6.50	9.28	6.36

(七) 分蘗數：分蘗力之強弱與產量之多少，常成正比，其遺傳現象，分蘗多時對分蘗少 F₁ 為中間性，F₂ 多成不顯明之比例，常為一種連續的無異。例如下表：

第五十六表 兩親及 F₂ F₃ 分離數比較 (Jones)

類別	個體數	分蘗數	標準偏差	變異係數
1924	F ₂	207	10.48 ± 0.167	33.992 ± 1.247
	Niro Vialore	32	6.19 ± 0.306	2.567 ± 0.216
	Caloro	34	14.44 ± 0.514	4.440 ± 0.363
1925	F ₂	470	7.23 ± 0.087	2.796 ± 0.062
	Niro Vialore	26	10.73 ± 0.539	4.072 ± 0.381
	Caloro	32	13.03 ± 0.593	4.972 ± 0.419

然據永井氏報告 1926 由品種東鄉所生之突然變異分蘗多品種與母本分蘗少之品種交配後， F_1 爲分蘗多顯性， F_2 爲單性雜種分離。

(八) 1. 穀之長短交配後，多爲中間性，分離比例，不甚明顯，例如品系 4957 號，穀長 3.5 至 4.9 公厘，平均 4.13 公厘，品系 4269 號，穀長 7.3 至 10.3 公厘，平均 8.81 公厘，二者交配 F_1 穀長 3.9 至 6.5 公厘，平均 5.33 公厘， F_2 穀長 4.7 至 6.7 公厘之間之個體共 538，7.2 至 9.7 公厘之個體共 180。

2. 米粒大小形狀據加藤，Parnell et al(1922), Bhide (1926) 等研究報告， F_1 多成中間性雜種， F_2 多成徬徨變異，因子分離比不甚明顯，例如池野氏以長粒品種二枚皮與圓粒品種晚於本雜交後， F_2 長粒數 79 合 18.85%，圓粒 95 合 22.97%，中間形 245 粒合 58.47%。

3. 米之香氣據 Ramiah 1937, Kadam 1938, 諸氏報告，香味對非香味， F_1 爲顯性， F_2 分離爲 9:7 在其他雜交種有 3:1, 27:37, 81:175 等分離現象，蓋因有複雜因子，隱藏其間，故遺傳現象不一。

4. 狹葉開穎稻—近藤一色氏於旭品種中發現開穎稻之突然變異，(1933)，葉幅數狹，故名狹葉開穎稻，若川葉種狹葉開穎稻與正常稻旭雜交， F_1 全部個體爲正常型， F_2 分離比，3 正常型 1 開穎型。

第十四節 生理性質遺傳

(一) 抗病性 稻之爲害最烈者爲稻熱病，通常溫度高及氮肥多之環境下，罹病程度高，但在同一環境下，感染之程度又隨品種而異，即各品種抗病性有強弱不同，抗病性強者難感染，抗病性弱者易感染。

據佐佐木氏報告(1922)抗病性對罹病性爲顯性, F_2 爲單性雜種, 3:1 之分離比, 中富氏報告(1926)抗病性弱之臨明川種與抗病性強之關山種交配, 分離比爲 9:3:4, 抗病弱之豐國種與抗病強之愛國種交配, 分離比爲 9:7。

關於胡麻葉枯病菌 (*Helminthosporium oryzae*), 褐紋病菌 (*Phaeosphaeria cattanei*) 等, 從永井, 原(1930) 加藤諸氏研究抗病性對罹病性爲顯性, F_1 概爲健全株, F_2 分離爲 3:1。

(二) 脫粒難易 脫粒難易隨品種而異, 普通粳稻脫粒難, 秈稻脫粒易, 在秈稻中晚熟品種比早熟品種脫粒難, 從加藤 Jones, 永井諸氏研究後, 脫粒難對脫粒易爲顯性, F_2 多爲單性雜種, 分離比 3:1。

(三) 出穗期 水稻出穗期之遺傳, 最初研究者爲日本星野氏, (1915) 氏曾以赤毛種自播種至出穗需 83.8 日。與黑坊主種自播種至出穗需 113.2 日交配, F_1 出穗日數 94 日, 所謂中間性, 但稍提早, F_2 分離比不明顯, 變異範圍擴大, 故用 ABC 三因子說明連續分離狀態。其後宮澤(1916), 野村(1925), 永井(1926), Jones(1928), 山口(1927.1929.1931), 諸氏研究結果亦大略相同。惟山崎氏解釋結果 F_2 仍爲 3:1 之比。

1. 保村 8 號, ($AAbbCC$) \times 關取 15 號, ($aabbCC$) F_1 $AabbCc$.

F_2	性型	株數比	出穗日數	株數比
	$aabC$	1	91	} 95.5 1.....早
	$Aabc$	2	95.5	
	$AAbc$	1	100	

<i>aabC</i>	3	114	} 120.0 3.....晚
<i>AabC</i>	6	120	
<i>AAbC</i>	3	126	

2. 關取15號, (*aabbCC*) × 無芒愛國1號, (*aaBBcc*) F_1*aaBbCc*.

F_2	性型	株數比	出穗日數	株數比
	<i>abC</i>	1	91	} 93.25 1.....早
	<i>aBc</i>	3	94	
	<i>abC</i>	3	114	} 116.25 3.....晚
	<i>aBC</i>	9	117	

由此可見出穗期 *ABC* 三因子參加組合隱性因子愈多則愈早, 反之顯性因子愈多則出穗期愈晚。Jones 氏最後以 *colusa* (早熟種) × 渡船 (晚熟種), F_1 晚為顯性, F_2 晚:早亦成 3:1。

據 Setbi 氏 (1938) 等報告, 極早熟品種與稍早熟品種交配, F_1 抽穗期為中性, F_2 抽穗期較 F_1 早者愈早, 晚者愈晚, F_3 抽穗期則近似 F_2 之親本。

通常出穗期之早晚為成熟期之標準, 蓋出穗期較成熟期易於鑑別故出穗期可代表成熟期之遲早。

(四) 不稔性 不稔性一名不孕性, 即不結實之謂, 其原因由受精作用不完全或不能, 而由系統相距殊遠之品種雜交所產生者, 亦不在少。不稔稻依其不稔程度可分下三種:

1. 完全不稔即全部不結實。
2. 局部不稔, 多者達 70—80%, 少者 20—30%。

3. 半數不稔即不結實子粒與結實子粒各佔一半。

在遺傳上突然變異之不稔性，常為單一隱性因子， F_2 稔對不稔為 3:1。至水稻不稔之原因可分接合子，致死因子，生殖器官退化或畸形，雌雄若變態或附屬器官畸形，及不稔性因子特化四者。

1. 接合子致死因子 致死因子所發生現象，有雄性不稔及雌性不稔兩種，據竹崎氏報告(1932)，花粉不能發芽，或形狀不整齊或內容物不充實，在神力雜種與荒木交配之 F_2 系統中，不稔個體佔 85%，通常一種中僅數粒結實，但稔性對不稔性為顯性，分離比 3:1。在同一稻花中自花不能授粉，若令其異花授精，則可結實如常。

關於雄性不稔之現象，從宮澤氏等研究(1925)結果亦大約相同。

雌性不稔之現象，據寺尾氏(1921)報告，由品種關山中發見二種半稔稻，其第二代，稔性對半稔性比為 3:1，稔性稻為同性子永為稔性，半稔性為異性子，每代分離為 1:1。

石川氏報告(1927)，半稔稻由花粉胚囊半數退化，半稔稻與全稔稻雜交， F_1 全為半稔稻， F_2 分離稔稻對半稔稻為 1:1 如下表。

第五十七表 稔稻與半稔稻雜交 F_2 分離比

兩 親	個 體 數	
	稔	半稔
半稔 × 半稔	52	37
半稔 × 半稔	62	53
半稔 × 稔	68	44
半稔 × 稔	60	47

稔 × 半稔	60	54
稔 × 半稔	52	60
稔 × 半稔	63	55
半稔 × 稔	55	60
半稔 × 半稔	45	53
計	517	473

上表 517:473 與理論數 495:495 差異不大。

2. 生殖器官退化或畸形 此種有雄化不稔稻與穎化不稔稻兩種，所謂雄化不稔稻，是因柱頭變為三不完全花藥之雄蕊，而不能受粉，並且葉身捲曲下垂中脈缺乏，為其特徵，永井氏名曰捲葉雄化不稔稻。雄化不稔與捲葉可稔交雜， F_1 有 80% 不稔粒， F_2 有稔稻，局部不稔稻，完全不稔性。分離 1:2:1。

所謂穎化不稔稻，是雄蕊與雄蕊退化，為綠色鱗片，宛若護穎，當然不能授粉結實，概由突變而來，不稔性對正常型為隱性， F_2 或 3:1 之分離比例，如宮澤氏 (1935) 關山 × 愛國第六代之穎化突變稻是。又據永井氏研究不稔稻因子變化有正常葉可稔，捲葉雄化不稔，正常葉穎化不稔，捲葉穎化不稔及正常葉有芒不稔等五種現象。

3. 雌雄蕊變態或附屬器官畸形 宮澤氏報告 (1932)，內外穎閉合不能完全有二，其一由鱗被特別發育成小花穎，其二由內穎發育不完全，故不能完全閉合，空氣流通，過於乾燥，致胚發育不良，結果不稔。近藤一色氏研究 (1933)，發見一種開穎稻，其開花時兩穎僅能張開如恆，但開後能不再閉合，開穎稻對正常能閉穎稻為隱性， F_2 分離為 3:1。

4. 不稔性因子轉化 據寺尾氏報告(1917), 不稔性因子 a 與相對因子 A 常互相轉化 $a \rightleftharpoons A$, a 轉化為 A , 外觀上無甚區別, 次代分離比率, 顯性稔實個體數理論多, 反之, A 轉化為 a , 次代隱性不稔個體較理論數多, 其因子轉化率約 4% 左右。在遺傳上稔實性對不稔性為單鈍顯性, 後代異性接合體不稔個體之下代分離, 有稔實純系, 稔實雜種, 不稔純系, 其比率為 1:2:1。

近藤氏等研究結果(1934), 由純系品種神力所發見之局部不稔稻其異性接合體之個體, 次代同性個體與異性個體分離比不成理論 1:2, 其五年平均為 0.66:2.34。

又據笠原氏報告(1934), 以不稔稻連續栽培於溫室內, 前後五年(1930)一(1933), 調查結果, 其轉化率 2.5 至 9.6%。宮澤氏研究結論(1935), 由突然變異而來之不稔稻, 不稔因子轉化率約在 10% 左右。

第十五節 稻染色體數之變化

(一) 稻之細胞學先後經桑田谷備(1920), 中富貞文(1923), Rou(1929), Selim(1930), 盛永與福島(1935), 酒井寬一(1935), Nandi(1937), Sethi(1937), Ramanujan(1938), Parthasarathy(1938), 諸氏研究後, 大放光明, 其結果一為無論何地所產之稻種體細胞內染色體數為 24, 生殖細胞內染色體數為 12。二為通常栽培之稻屬由合成之多元體, 其基本數為 5, 先由兩個 5 個染色體合成染色體組, 即 A_1 與 A_2 而後附加另外 2 個染色體, 乃成稻屬單元體 12 之數。若以 $a_1 b_1 c_1 d_1 e_1$ 代表 A_1 組 5 個染色體, 以 $a_2 b_2 c_2 d_2 e_2$ 代表 A_2 組 5 個染色體組, 另以

a, b 代表附加之 2 個染色體, 則稻之染色體式如下:

$$\begin{array}{l} A_1 \quad a_1 \quad b_1 \quad c_1 \quad d_1 \quad e_1 \\ A_2 \quad a_2 \quad b_2 \quad c_2 \quad d_2 \quad e_2 \\ a. \quad b \end{array}$$

然近年來學者已發現稻之突變體甚多, 如單元體, 三元體, 四元體, 奇元體均有, 茲略述如次:

(二). 單元體 (haploid) 之發現, 先由盛永與福島二氏(1931), 於出來山×矮性分蘗稻之 F_1 根端細胞中, 得有單元體 12 染色體, 次由中村氏(1933), 於 $bl-S \times$ 珍子坊主之 F_2 系統中, 得有同樣現象, 後由盧守耕(1936) Jones 與 Longley 諸氏(1941), 又得同一現象。在育種上須注意者, 凡在同一栽培切合, 二元體稻之外形較之單元體大 1.5 倍至 3 倍, 中村氏之比較表可為例證:

第五十八表 單元體稻與二元體稻之比較

形 質	單元體	二元體	相比
程 長(公分)	47.25	92.24	1:1.9
穗 長	10.55	18.65	1:1.8
葉 長	18.54	33.27	1:2.2
穎 長	4.66	6.72	1:1.5
一穗粒數	91.25	97.73	1:1.0
分蘗數	18.74	8.25	1:0.4
母細胞長(w)	18.65	25.79	1:1.3
母細胞闊	14.99	18.26	1:1.2

(三) 三元體 (triploid), 中森氏 (1930), 於新關取 × 辨慶之 F_3 , 早生神力 × 愛國之 F_6 , 選一 × 竹皮之 F_3 根端細胞, 均發現有 36 個染色體, 志賀氏 (1935), 於黑禾 × 田優一號及陸稻 4 號, 諸品種中亦發現三元體植株, 市島氏 (1934), 於人工引變種中, 亦發現 11 株之三元體稻。

據中森氏報告, 三元體比普通稻葉幅闊稈粗粒大, 生活力一部份較小, 惟可結實花結實率甚低, 僅有 1—4% 而已。(1)

(四) 四元體 (tetraploid), 之 $2n=48$, 中森氏 (1933), 首於神力 × 旭之後中發見, 母本神力無芒, 父本旭短芒, 四元體則有長芒, 小穗較大, 而稔實率僅 27%, 其後盛永與福島二氏 (1936—7), 於高度不稔之二元品系中發見四元體數株, 其外形與二元體相較, 稈短, 穗長, 葉及花粉粒大, 植株雄壯, 其稔實率僅 6—35%。

然 Jones 與 Longley 二氏 (1941), 由 Colorado 種中所得之四元體, 外形概較二元體及三元體小, 例如植株高度, 二元體 111.8 公分, 三元體 110.7 公分。

四元體 95.2 公分, 穗之長度二元體 22.8 公分三元體 23.6 公分, 四元體 17.0 公分, 有效分蘗數二元體 15.8, 三元體 4.8, 四元體 1.6, 由此可見該種四元體生產力較小, 生活力較弱, 故在應用上無價值。(2)

(五) 奇元體 (Aneuploid), 亦為多元體之一種, 惟其染色體數

註 (1) 中森榮一, 稻三元體植物之發生, 遺傳學雜誌, 8, 1933.

(2) Jones and Longley sterility and alternate Chromosome numbers in Colorado and other Varieties of rice

不成倍數，乃爲奇數，首由中森氏 (1933)，於三元植物之後代中發見 12 個體，外形異常，含有染色體數 25 至 29，其後市島 (1934) *Partbasarathy* (1938)，*Ramanujan* (1937)，先後繼續發見奇元體含有之稻株，*Jones* 與 *Longley* 二氏 (1941) 復於高度不稔實之 *Coloro* 種中獲得三株含有 $2n+2$ 之染色體數及二株含有 $2n+1$ 之染色體數。

奇元體之生成，大概由多元體突變而來，自然發生者少，由雜交或三元體發生者多，例如 *Ramanujan* 氏以二元體之花粉授粉於 41,000 三元個體上，完全發育之子實僅 150 粒，而生長成 50 株之植物則含有奇元體，染色體數自 24 至 30 不等。至今已發現之多元體，(polyploid) 概屬同源多元體 (Autopolyploid) 較之異源多元體 (Allopolyploid) 結實率爲低。

第七章 小麥育種通論

第一節 中國小麥改良之重要

小麥爲主要食糧，在世界佔第一位，在中國佔第二位約 21%，民二十至二十四年五年，中國平均產量 446,339,000 市擔，輸入量 22,588,907 市担，輸出量 611,128 市擔，相差 21,977,779 市擔，即每年需要購入約二千二百萬市擔，故經常消費量共爲 468,316,779 市擔。全世界小麥產額，約 1,154,239,000 公擔。

然小麥爲吾人之理想食料，蓋玄麥含有蛋白質 9.59%，澱粉 64.18%，二者爲 1 與 8.45 之比，精麥含有蛋白質 9.80% 澱粉 72.32% 成爲 1 與 7.3 之比，且其中灰分富有磷質，尤有益於人之身體。中國南方人向以食米爲主，近來多傾向食麥，北方人雖常食麥粉，惟限產量不足，乃以小米高粱等雜糧代替，故現代中國人之食糧大有麥食日漸增加之趨勢

中國小麥之產量，據中農所三十年調查抗戰後方二十五省每畝產量如次表：

第五十九表 三十年度後方各省小麥產量表

省別	種植面積	每畝產量
<u>甯夏</u>	560 (千畝)	132 (市斤)
<u>青海</u>	2,428	150
<u>甘肅</u>	8,380	101
<u>陝西</u>	17,084	99
<u>河南</u>	11,962	124
<u>湖北</u>	25,488	155
<u>四川</u>	18,981	194
<u>雲南</u>	4,932	120
<u>貴州</u>	3,491	129
<u>湖南</u>	4,543	151
<u>江西</u>	5,170	110
<u>浙江</u>	3,453	87
<u>福建</u>	6,480	82
<u>廣東</u>	3,534	108
<u>廣西</u>	4,853	122
總計或平均	125,069	132

中國小麥每畝產量 132 市斤，較之丹麥每畝 500 市斤，法蘭西 300 市斤，相差甚巨。中國小麥品質低劣，品種混雜。出粉率太低，抗病力又弱，無一不待改良，以求粉麥自給自足而杜絕大漏卮。

中國改良小麥已有推廣成績者，在長江流域，有金大 2905，中農

28, 浙場 9 號, 美國玉皮等, 在黃河流域有藍芒麥, 螞蚱麥, 紅芒白小麥等, 但栽培面積尚小, 其產量品質雖較土種爲優, 然尚未達頂點, 據民國三十年調查, 後方各省改良小麥推廣概況如下表:

第六十表 三十年度後方各省改良小麥推廣概況

省別	改良小麥每 畝平均產量	與農家種 產量比較	全省麥田 總面積	改良種佔麥田 總面積之百分
<u>四川</u>	249.21(斤)	+69.82(斤)	18.981(千畝)	1.61
<u>陝西</u>	352.73	69.73	17.034	1.07
<u>浙江</u>	184.62	601.48	6.136	0.44
<u>江西</u>	305.00	65.00	5.170	0.88
<u>湖南</u>	225.00	5.00	4.543	0.0003
<u>河南</u>	200.00	30.00	25.432	0.15
<u>貴州</u>	251.00	41.00	3.491	0.27
<u>雲南</u>	261.88	58.75	4.932	0.0023
平均	8.45	58.22		0.55

現今小麥育種之目的大約如次:

- | | | |
|----------|------------|----------|
| (1) 產量豐富 | (2) 成熟期早 | (3) 莖稈短硬 |
| (4) 製粉率高 | (5) 蛋白質含量多 | (6) 抗病性強 |
| (7) 抗寒性強 | (8) 抗肥性強 | |

第二節 中國小麥區域與品種

中國小麥, 在栽培上, 可分春麥與冬麥二種, 在商品上可分硬粒與

軟粒二種，在色澤上可分紅皮與白皮二種，其分佈區域，各有界限，主要因子則為雨量與溫度二者。春麥之分佈，以中國北部察哈爾、綏遠、甯夏、熱河、黑龍江、遼甯、吉林、青海、西康諸省為最多，河北、山西、陝西、甘肅諸省為次多。冬麥之分佈，則以中國中部，江蘇、安徽、浙江、江西、湖南、湖北、四川諸省為最多，廣東、廣西、福建、雲南諸省次之。他如山東北部，河北中部，陝西北部，甘肅東南部，四川西北部以及新疆等地，則為冬麥與春麥之混合區也。

硬粒小麥多分佈於黃河以北區域，如河北、山西、山東等省是。軟粒小麥分佈於長江流域，如江蘇、江西、湖北、湖南等省是。他如西南福建、廣東、廣西、貴州、雲南五省，雖多硬粒小麥之生長，但麥粒綳癟，色澤欠明，大非北方之麥粒肥大飽滿可比。同是硬粒小麥品種，而結果程度不同，品質有異，亦因其溫度太高，雨量較多之故。

中國小麥雖分有紅白二種，但以紅皮最多，約佔全部百分之76，分佈最廣，全國各省，無不具備。尤以浙江、江西、湖南、湖北、福建、廣東、廣西、貴州、雲南及安徽、江蘇南部最多，幾全部為紅皮。白皮小麥生長較少，大約與雨量成反比，在雨量1,000公厘以下之區域，紅皮與白皮二者兼有，在1,200公厘以上之區域，則白皮小麥逐漸絕跡。

金善寶氏曾將中國小麥分為三個區域⁽¹⁾，一為硬粒紅皮春小麥區，包括東三省，內蒙古，西康及青海。二為硬粒冬春小麥混合區，包括山東、河南北部，河北中部，山西中北部，察哈爾、熱河、甯夏南部，甘肅東南部及四川西北角。三為軟粒紅皮冬小麥區，包括江蘇、浙江、山東南

註 (1) 金善寶，吳重成中國小麥區域中華學會報第170期。

部，安徽中北部，河南全省，山西西南部，陝西中北部，湖北北部，四川中東部。

中農所沈宗瀚氏等根據數年之中國小麥之適應區域試驗及調查，分中國小麥為七個區域⁽¹⁾，第一長江流域，在本區域內小麥育種，須注意早熟，以便提早夏季作物種植期，麥稈堅硬，以免倒伏，抗病力強，以免感染褐銹，條紋銹，赤黴，散黑穗及線蟲諸病。

第二，淮河流域本區域內，小麥品質自半軟至硬，有少數品種為白皮，進行育種時，須注意早熟期，品質優良及能抵抗稈黑粉病，線蟲病褐銹暨條紋銹病。

第三，隴海鐵路東段，本區域包括河南中部，江蘇北部，山東西部，進行育種時須注意之點與淮河流域同，惟硬粒小麥需要較殷，故舍軟粒而謀硬粒。

第四，陝西中部 本區域地勢高低，差異頗巨，雨量稀少，且又無定，小麥品種多軟白皮軟質與紅皮硬質二種，進行育種時，須注意育成抗旱紅皮硬粒小麥，以供高地種植，選出不易脫粒之品種，以免脫落損失，並需要麥稈堅硬，抗稈黑穗，散黑穗，條紋銹及褐銹諸病強之品種。

第五，豫魯北部 本區域多白皮硬粒小麥，品質與色澤均佳，進行育種時，須注意獲得白皮硬粒及能抵抗稈黑穗，散黑穗，條紋銹，褐銹等病之品種。

第六，燕晉區 本區域內雖多栽植紅皮硬粒小麥，但一般人士均歡

(1) 沈宗瀚 a. 全國小麥改良之總圖計劃中農實驗所雜刊六號。

b. 中國各省小麥之適應區域農報第 109 期。

迎白皮硬質品種，進行育種時，須選取白皮硬粒小麥，抗寒力強，基稈堅韌及能抗條紋銹，褐銹，散黑穗及線蟲諸病者。

第七，西北春麥區，本區包括察哈爾、綏遠、甯夏、甘肅、青海等五省，腥黑穗病爲害最烈，進行育種時，須注意抗寒力強，抗腥黑穗病力強，成熟期早及產量高者。

除上七區外，尚有西南、廣東、新疆三區。西南區包括廣西、雲南、貴州、四川及西康南部，本區白皮與紅皮，硬粒與軟粒品種兼有，病害以腥黑穗病及黃銹病爲害最烈，進行育種時，須選擇白皮硬粒，莖稈堅韌及抗病強者。著者於民二十七年，搜集全國小麥品種二百餘種，在昆明城郊舉行區域試驗，三年結果(1)，以四川小麥適應性最強，其他各省品種除南宿州，金大 2905，浙場 319外，餘或因生長力弱，或因分蘗力小，產量概低。其中陝西小麥分蘗力雖強，而穗粒太小，法蘭西小麥，生長力雖強，而成熟期過遲。

廣東區，包括廣西東南部，福建東南部，雨量特多，溫度亦多，小麥種植，不甚重要。新疆區內因海拔高度不一，故爲春麥與冬麥之混合區，例如塔里木盆地及準噶爾盆地，海拔高度多在一千公尺以下，氣溫較高，故多栽冬小麥，其餘海拔在一千五百公尺以上之山地，氣溫既低故栽春小麥，改良品種，復須因地制宜。

第三節 小麥之品質與氣候

各種作物之生長，概與氣候攸關，所謂氣候者包括雨量，日光，溫

註 (1) 雲南省稻麥改進所兩年來工作摘要，油印本，昆明 1941。

度及溼度等因子，在作物學長期中，如雨量過多，溼度太高，日光不足，溫度太低，則作物生長不良，或品質惡劣，反之，如雨量過少，溼度太低，日光雖足，溫度雖高，縱或品質高上，但乾燥易兆旱災，作物發育不良，收成難免遜色。

小麥之品質通常分硬粒小麥，半硬粒小麥及軟粒小麥三種，硬粒小麥通常含麥膠質(一名麩質)或蛋白質最多，適用烤製麵包，因製成之麵包，不特鬆疏可口，且富滋養，半硬粒大麥次之，軟粒小麥既不適製麵包甚至不能用製麵條，例如昆明一帶圓錐小麥，農人僅可用製粗陋點心。然硬粒小麥僅應栽植於氣候溫和及乾燥之地，至少出穗期與成熟期，雨量稀少，否則雨量愈多，蛋白質含量愈少，換言之，麥粒內之蛋白質含量與雨量成反比例。美人 Thatcher 氏曾於 1905 至 1909 年四年間，調查華盛頓省各縣平均雨量及小麥之蛋白質平均含量，證明雨量多少與蛋白質成反比例。如下表：

第六十一表 小麥蛋白質含量與雨量相關

縣 名	小麥蛋白質含量	四年平均雨量(英寸)
Adams	12.82%	45
Okanagan	12.37	50
Douglas	12.25	58
Walla Walla	11.53	69
Lincoln	11.16	73
Garfold	10.96	82
N. E. Whitman	10.75	97

S. E. Whitman	10.63	103
Klickitat	9.03	116

法國麵包之優良，久爲世人所稱贊，其烤製技術，固屬精巧，而小麥品質亦確爲上乘，著者於民國二十七年向巴黎未洛某蘭種苗公司徵得 Vilmorin 23 號等十品種，在昆明試驗三年，結果銹病劇烈，產量低微，而品質亦日漸惡劣，與原地產者大不相同，究其原因，巴黎之氣候與昆明氣候，差異懸殊也。試查下表：

第六十二表 巴黎與昆明氣候之比較

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
(一) 氣 溫 (°C)													
巴黎	3.6	4.5	6.3	9.7	12.4	17.2	19.1	18.5	15.1	61.5	6.1	3.6	10.5
昆明	10.0	11.5	14.6	18.1	19.4	19.8	20.6	20.7	18.6	15.8	12.8	10.4	16.00
(二) 雨 量 (公厘)													
巴黎	39.1	35.1	43.3	43.0	39.1	60.1	41.6	47.6	53.5	53.5	35.8	44.5	536.2
昆明	9	13	20	22	114	169	231	221	138	80	48	11	1076

以溫度言，巴黎一二兩月溫度尚適小麥休眠期，三四五數月正適小麥伸長分蘗期，六七兩月正適小麥開花結實期，自一月至七月溫度逐漸增高，差異殊少，故小麥得逐漸生長，開花，結實，品質佳良。至昆明冬季溫度已高，三四月溫度過高，常達 25 度以上，強迫小麥過度生長，急速開花結實，以致品質低劣。

以雨量言，巴黎之雨水，分佈均勻，麥之幼苗期及分蘗期，均不甚乾燥，尤其成熟期七月之雨量，僅 41.6 公厘，無怪種粒充實，其中澱粉粒間之空隙，盡被麥膠質填滿，成爲硬粒小麥。昆明雨量適與巴黎相反，幼

苗期及分蘗期雨水太少，過於乾燥，至成熟期五月間，溫度既高，雨水不多，致澱粉粒間隙空虛，麥膠質甚少，光線不能透過，反而反射，而成爲白色粉狀，所謂粉狀麥粒是。

中國小麥之品質，南方較北方低劣，土質耕作等關係頗小，而溫度與雨量之關係則大，黃河流域及黃河以北區域多硬粒小麥，長江流域及長江以南區域多軟粒種小麥。然則在氣溫高，溼度高之地，小麥品質必低，反之，在溫度低，溼度低之處，小麥品質必佳，小麥如是，棉花尤然。

但是，小麥之品質固與雨量及氣溫成反比例，而用育種方法及施肥方法，亦可改進。其一，因小麥品種間對於高溫及高溼之抵抗力及適應性不等，且可利用雜交方法，增加其抵抗力或適應性。其二，因雨量多，小麥蛋白質含量減少之原因，每由土壤中缺乏有效氮素所致，蓋有效氮素易被雨水流失，故補土中有效氮肥，亦可增加麥粒中蛋白質之含量。小麥學者 Percival 氏曾云：『任何小麥，如施以多量氮肥，均能成爲燧石質。』

小麥對日光，溼度，溫度之反應，有特別敏捷者，有特別遲緩者，亦有介乎二者之間，吾人引入新種，必先舉行區域試驗，即測驗其感應如何之謂。

溫度與雨量，對小麥之品質影響固小，而對小麥產量影響亦不小，例如 Vilmorin 23 號小麥，在法國北部，氣候較冷之地，每公頃產量，達三十餘公石，至法國中部氣候較暖區域，其產量總在三十公石以下，著者移種昆明，其產量更低，每公頃不及二十公石。據樓荃氏報告，靈寶與嵩縣三十，三十一及三十二年三年小麥、大麥、豌豆等冬作物之收成與

雨量關係甚密⁽¹⁾ 如第六十三表：

第六十三表 雨量與小麥,大麥,豌豆產量之關係

類別	小麥收量	大麥收量	豌豆收量	三至五月雨量	
靈寶	1941年	4.0 (成)	4.1 (成)	3.3 (成)	37.04 (公厘)
	1942年	5.0	5.8	5.0	74.37
	1943年	6.0	5.8	5.0	106.71
嵩縣	1941年	5.6	5.0	5.0	26.90
	1942年	3.0	3.5	3.5	144.19
	1943年	7.0	7.5	6.5	30.30

由上表可見,靈寶 1943 年小麥收成最高,因其雨量最多,1941 年收成最低,因其雨量最少。嵩縣小麥收成 1943 年較 1941 年為高,固後者雨量太低,而 1942 年收成過少,乃因該年雨量過多。因此得一結論,雨量過少不足供作物之需求,產量必少。反之,雨量過多,有妨作物之生長,產量必低。有適當之雨量,然後始有豐富之收成。

金善寶氏有云:氣候之勢力,不特能增減麥粒之成分,而於麥粒之大小,肥瘠,軟硬,色澤,及穗之長短,形狀均有密切之關係。

世界最著名出產優良品質之小麥,除巴黎外,尚有美國加省(舊金山),其氣候乾燥溫和,每月氣溫,甚少變化,與巴黎相似,試查下表則知矣。

註 (1) 植麥,雨量分配與作物收成關係之研究 農報第九卷第十九至二十四合期,

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
氣溫(C)	9.4	11.1	10.9	11.9	12.4	13.8	13.5	14.4	14.8	14.5	12.3	10.0	10.5
雨量(公厘)	98.0	33.4	87.2	37.2	20.1	2.4	0.2	0.5	10.9	48.3	70.0	56.9	470.0

第四節 小麥之分類與染色體

自 1923 年，克拉克氏等⁽¹⁾分美國小麥為八種，(一)普通小麥 (*Triticum vulgare*)，(二)密穗小麥 (*T. compactum*)，(三)圓錐小麥 (*T. turgidum*)，(四)硬粒小麥 (*T. durum*)，(五)二粒小麥 (*T. dicocceum*)，(六)斯卑爾脫小麥 (*T. spelta*)，(七)波蘭小麥 (*T. polonicum*)，(八)一粒小麥 (*T. monococceum*)，各種之中，依芒之有無，壳之色澤，光毛及子粒色澤，而分品種，各品種之中，復依子粒硬軟，長短，穗之形狀，疏密，出穗期，稈之高矮及生長習性，而分品系後，一般學者莫不從之。

然 Schuly 氏根據染色體之數目，分小麥為三大類，日本坂村繼而證實，於是共認依小麥體細胞染色體數目分 14, 28 及 42 三大類為準確。

第一大類小麥， $2n=14$ ，如野生一粒小麥，(*T. aegiloides*) 栽培種一粒小麥等屬之。

第二大類小麥， $2n=28$ 如野生二粒小麥，(*T. dicoccoides*) 二粒小麥，硬粒小麥，波斯小麥 (*T. persicum*)，高拉山小麥 (*T. orientales*)，埃及小麥 (*T. pyramdales*)，波蘭小麥，圓錐小麥，提莫非維小麥，

註 (1) Clark Martin 等著有美國小麥之分類一書。

(*T. timophavi*) 等屬之。

第三大類小麥， $2n=42$ ，如普通小麥，密穗小麥，印度矮生小麥 (*T. sphaerococcum*)，斯卑爾脫小麥，麻卡小麥 (*T. macha*) 等屬之。

上三大類每類之染色體基本數為七，可分 *A. B. C.* 三組，第一集團小麥含單染色體組 *A*，其單元體數為七，第二集團小麥含雙染色體組 *A+B*，其單元體數為十四，第三集團小麥含三染色體組 *A+B+C*，其單元體數為二十一。各集團之小麥因染色體數目不同，而有差別，同一集團中之小麥後因染色體組織不同，而分品種，最近證明 *A. B. C.* 三組染色體，除 *A, C* 外。其餘組合均有一部分相對性。

小麥之種間及屬間雜交，染色體組合情形，殊為複雜，若以普通小麥與普通小麥雜交， F_1 現有雙方 *A* 染色體組之七雙價染色體與普通小麥之 *BC* 兩染色體組之十四單價染色體。以普通小麥與二粒小麥雜交， F_1 現有雙方 *AB* 二染色體組之十四雙價染色體與普通小麥之 *C* 染色體組之七單價染色體。以二粒小麥與一粒小麥雜交， F_1 在減數分裂時，現有七雙價及七單價染色體，七雙價為一粒小麥與二粒小麥所含之 *A* 染色體組，七單價則為二粒小麥之 *B* 染色體組。

小麥種間染色體相對性，木原均氏曾有試驗證明，渠用 α 光線照射一粒小麥之花粉，忽發見該單元體內有一雙價之染色體，大概由 *A* 組內之染色體組合而成。氏又於硬粒小麥單元體內，發現三雙價染色體，既較一粒小麥之雙價染色體數多，復較普通小麥之染色體數少。

且三類小麥因染色體不同，致形態亦有差異，茲略述如后：

(一) 第一類與第二類不同者，每小穗雖有兩朵花，但僅一朵結

實，可成熟時花之內穎縱裂，亦為第二類所無之現象。

(二) 第二類與第三類不同者，第二類幾均有芒，芒之長度亦較長，又兩類小麥之稈壁雖均有充實形態，但第二類之稈多在靠近節之部分為實心，而中段空虛，則與第三類小麥不同。第三類小麥之外穎至成熟時仍完整，護穎較外穎短。

三類小麥中之染色體數，以第三類最多，而品質與產量，亦以第三類中之普通小麥最佳最高，在栽培上最有價值。然此類小麥為何演進而來，學者論據不一，雖其認為雜交及染色體數倍加生成，而究由何類何種小麥雜交亦頗費推論。

迄今大多數學者贊成之說，則與野生小麥 (*aegilops*) 有關，蓋野生小麥 $n=7$ 與第二類小麥 $n=14$ 交配後，相加不減，則適如第三類小麥染色體 21 之數。Sorokina 氏 (1937) 曾用 *aegilops longissima* ($n=7$) 與下 *T. durum* ($n=14$) 雜交，得 F_1 分裂時不減數，形成含有 21 染色體之生殖細胞及 42 染色體之植株，故氏與印人 Pathak 氏 (1940) 等均主張 *Aegilops* 為第三類普通小麥祖先之一。

野生小麥種族頗多，但有一共同之 *C* 染色體組，此 *C* 組與普通小麥之 *C* 組有相對性，因此證明普通小麥之 *C* 組是來自野生小麥。惟普通小麥之祖先，究為 *Aegilops cylindrica*、抑為 *Aeg. Squarrosa*，現今尚難論定。(1)

且第三類普通小麥之性狀，亦多與野生小麥相似，如稈中空虛，穗

註 (1) Sax 氏 (1924) Wetkins 氏 Percival 氏等主張 *Aeg. cylindrica* 為普通小麥之祖先而 Pathak 氏 (1940) 則主張為 *Aeg. Squarrosa*。

軸堅韌，外穎圓背無脊，葉脊頂部毛長，穎芒較短或竟無、均與第二類小麥不同。

就一般推論，野生小麥進變而為一粒小麥，再進變而為野生二粒小麥，再由染色體之組織變化，進變為二粒小麥。第三類中最初生成者為普通小麥，其他密穗小麥，印度矮生小麥等，大概由普通小麥之染色體組織發生突變而來。

中國栽培之小麥，普通小麥為最普遍，全國各省均有，圓錐小麥分佈於雲南、四川、新疆、甘肅等省，密穗小麥產生於江蘇、浙江、雲南、山西、甘肅等省，硬粒小麥據金善寶氏報告，新疆之伊甯，湖北之漢陽有之⁽¹⁾，其他種類尚未發現。

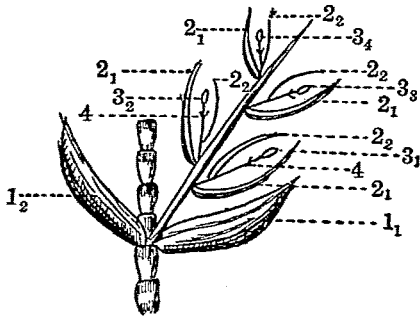
第五節 花之構造

普通小麥之穗由多數小穗組成，小穗互生穗軸左右，為數不一，每小穗具花3至9朵，但結實者，通常僅2至4朵，上端之花常不結實。小穗中第一朵花是位於下護穎之上，第二朵花是位於上護穎之上，又穗之頂端小穗花與穗之下部小穗花，常有若干不能結實，其數目之多寡，隨品種變更，然下部不結實小穗花數，約有2至5個，總較頂端不結實者多。

每小穗花有護穎二，一名外壳，可依其位置分上護穎與下護穎，其光毛色澤形狀大小，肩部與嘴之形狀等；各為品種之特徵，小麥肩部形狀可分無肩，傾斜，圓形，方形、上升為鈍狀、上升為銳狀六種，護穎之嘴

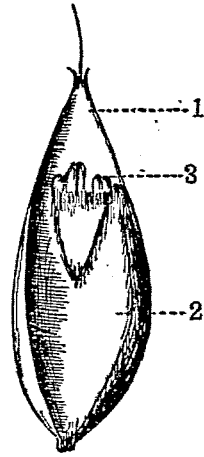
註 (1) 金善寶用小麥論，第78頁1920

乃其上端凸出部分。其形狀可分鈍，甚鈍，銳，甚銳四種。護穎之內復有外穎（即中壳）及內穎（內壳），外穎稍大，有時背負一芒，即為有芒小麥。（第七及第八圖）



第七圖 普通小麥小穗構造理圖

1₁ 下護穎 1₂ 上護穎 2₁ 2₂ 2₁ 第一，二，三，四
 稜外穎 2₂ 2₂ 2₂ 第一，二，三，四稜花內，穎
 3₁ 3₂ 3₃ 3₄ 第一，二，二，四稜花 4 稜枝一名鱗片。



第八圖 由小穗摘下之小麥花

1. 外穎 2. 內穎 3. 花藥

小麥真正之花生於內外穎之中，雄蕊三枚，各由花絲，粉囊及囊連三部組合而成，花絲為雄蕊之柄，與通常葉柄相似，粉囊與葉相同，成熟時形如 X，其壁膜有二層，一為表皮層，二為機械組織層，中有多數花粉粒，色黃或紅，扁圓形或卵圓形。花粉粒直徑之大小，隨各種小麥不同，據 Percival 氏報告：

野生小麥	37—45 microns	圓錐小麥	57—65
一粒小麥	37—45	密種小麥	52—61

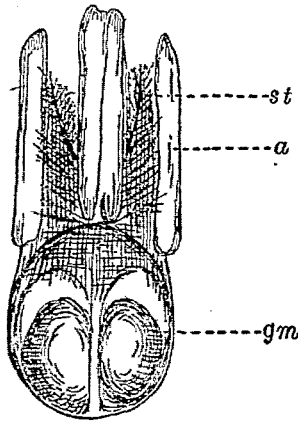
野生二粒小麥 44—64

普通小麥 61—65

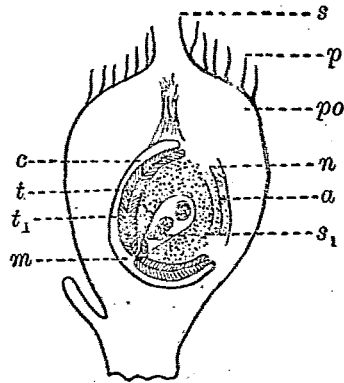
二粒小麥 48

斯卑脫小麥 65

花粉粒有二細胞膜，外層爲角質體，內層爲纖維質體，其中具有原形質及二細胞核。粉囊原由二長囊連合而成，二長囊則由狹細長之囊連連結，故囊連位於粉囊後面介於二長囊之間。(第九圖)



第九圖
普通小麥花器構造內部簡明圖
st 柱頭 a 粉囊 gm 胚珠



第十圖 小麥子房直剖面
s 花柱 p 毛 po 子房膜 n 珠心 (Nucellus)
a 反足細胞 s₁ 胚囊 c 子房穴 t 外珠被 (Primine) t₁ 內珠被 (secundine) m 珠孔 (micropyle)

雌蕊之子房上位一室，成倒圓錐形，上生甚短之花柱，柱頭分枝爲二，呈羽毛狀。子房下方有二鱗片，當花蕊成熟時，鱗片吸收水分膨脹，呈圓球水滴狀，以令外壳向外開展，而雌雄蕊得以曝露於外：(第九及第十圖)

第六節 開花習性

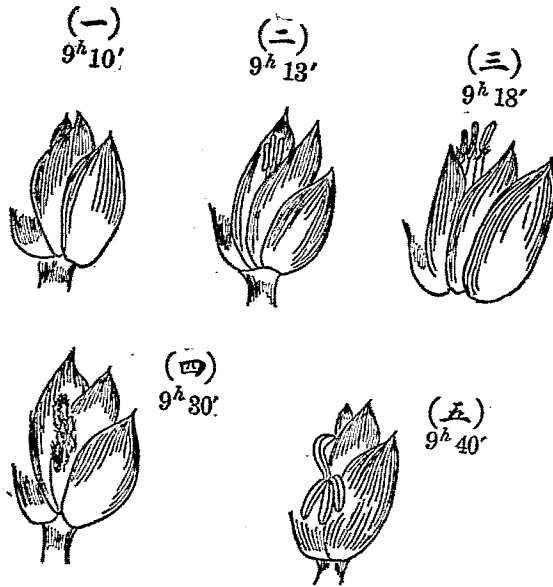
(一) 開花現象 小麥開花之時期，早在出穗後之第一日，遲至出穗後第八日，一般多在出穗後第四五兩日間。小麥花之開放與水稻同，先由鱗片膨脹，使護穎及內外穎展開，而花絲即互相分離，羽毛狀柱頭乃向左右散開，同時花絲突然伸長，由二、三公分增至七、八公分，花藥開裂，花粉噴出，以便自花受精。

花藥開裂由頂端先開，後及下部，花粉噴出後最小部分落諸自花之柱頭，最大部分則散失於空間。據著者與蔡國璋氏在西昌觀察，小麥亦有閉穎受精情形，惟為數甚少。

小麥開花時，先由鱗片膨脹致穎張開，待花粉散落，鱗片隨之收縮，而內外穎復行閉合，其現象與水稻相同，金善寶氏報告，小花開花，內外穎張開後，經 5 分鐘至 15 分鐘，即開始閉合，自開穎至閉穎所需之時間。至少 8 分鐘，至多 30 分鐘。平均 20 分鐘。蔡國璋氏等在西昌觀察報告，十個品種所需時間，平均 25 分 36 秒。最短 19 分，最長 36 分鐘。(1)

據康專 59 號小麥之開花狀態，九時十分花苞開始裂開，九時十三分，三雄蕊齊上伸至穎頂，九時十八分，花藥即露出穎外，雌蕊柱頭益作羽毛狀展開。穎殼張開角度為 20° ，至九時二十三分，花絲伸長達極點，粉囊破裂，花粉紛紛散落，穎開角度極大，達 30° ，九時三十分，粉囊下垂，穎殼開始閉合，至九時四十分即恢復完全閉合狀態。但開花角度之大小常隨氣溫及溼度而異，通常最小 20° 最大 40° 。(第十一圖)

註 (1) 蔡國璋時會西昌小麥開花之觀察康專論文，1945。



第十一圖 小麥開花現象

(二) 開花時刻 小麥每日開花時刻，學者頗多研究，日本宗正雄氏報告，通常氣溫在 14 度以上，早四時半即起始開花，以午前九時至十時開花最多，而後逐漸減少，至午後二時半到三時半，開花復盛，但較午前為少，此後漸漸減少，至七時止。(1)

莫定森氏 (1927) 在南京每日分午前五時，七時，九時，十一時，午後一時，三時，五時，七時，九時，十一時十次觀察，結果隨品種而異。如六十四表：

註 (1) 宗正雄，育種學講義，P. 577, 1936, 東京。

第六十四表 小麥各品種每日開花時間之分佈

來源及品種	開花最多時間	所佔百分	次多時間	所佔百分
福建寧化小麥	上午 7—9 時	30.9	下午 5—7 時	24.4%
浙江雲和小麥	上午 5—7 時	22.0	下午 3—5 時	18.5
福建松溪小麥	上午 5—7 時	27.7	下午 3—7 時	14.7
中大南宿州	下午 3—5 時	25.0	上午 9—11 時	22.7
玉 進 無 芒	下午 5—7 時	24.6	上午 9—11 時	13.8
姜 堰 黃 皮	下午 3—7 時	21.8	上午 11—1 時	14.0
南 京 赤 壳	下午 3—5 時	29.0	上午 5—7 時 下午 5—7 時	18.0
江西鄱昌小麥	上午 5—7 時	27.0	下午 7—9 時	18.0

由上表結論，以一品種言，每日開花最多者，有午前五至七，七至九，午後三至五，五至七四種，若以數品種總言，則以午前五至七時為最多，午後五至七時為次多，至上午五時以前，下午十一時以後，雖有開花，然為數甚微。

金善寶氏 (1927—8) 在南京及杭州觀察之結果，殊與莫氏不同，在南京大勝關所觀察之八種小麥，計 1349 朵，以上午十二時至下午六時開花最多，佔總數 36.5% 以上午七時至上午十二時為次多，佔總數 23.4% 以下午八時至上午四時夜間開花最少，佔總數 13.6% 但較上午四時至七時開花數，仍多 2%。在杭州笕橋所觀察之八種小麥，計 1090 朵，以上午十二時至下午四時為最多，佔總數 24.6% 以上，以上午四時至八時及上午八時至十二時為次多，均佔總數 22% 以上，而下午八時至上午四時之夜間，開花數亦達 11.8%。

蔡國璋氏在西昌觀察結果，以下午三時至五時為最多，佔總數

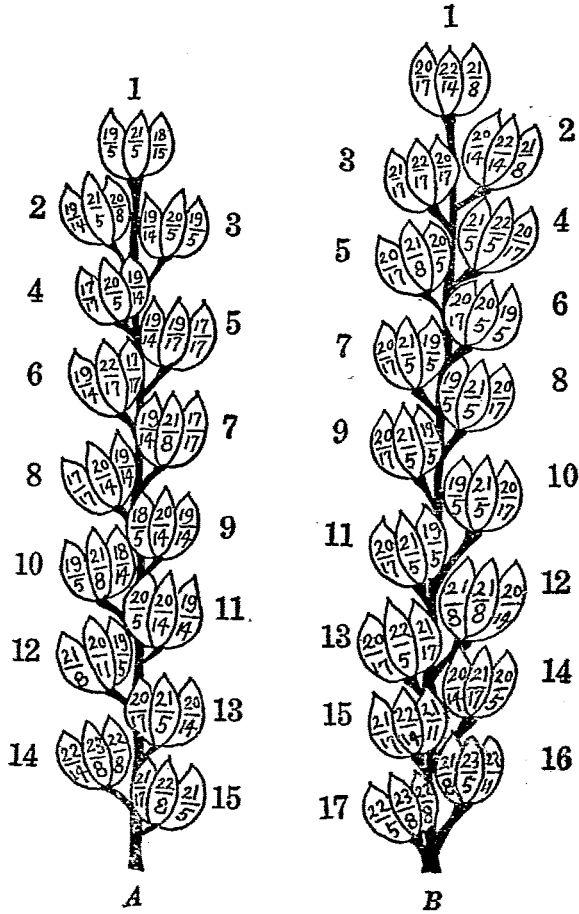
30.2%，以上午五時至8時為次多，佔總數23.6%。

總之，小麥每日開花時間之分佈，隨地隨品種而異，蓋各地氣候，日照及溫溼度不同，而各品種間對溫、溼、光所起之反應，亦大有差別。

(三) 開花順序 小麥開花之順序，以全穗而言，中部開花最早，漸及上部及下部，但上部開花較下部迅速，故下部開花最遲，同穗兩側大約同時開花，惟最下部之花多發育不全，數目多少，隨品種而異。據金善寶氏報告，同一穗中，自第一次開花之後，有繼續不斷開放者，如南京赤殼，亦有隔若干時或隔二三日而後再行開花者，如安陵小麥。至全穗開花所需之時間，環境之影響甚大，有多至十一日，少至三日，平均五日至七日。(西昌氣候)

以同一小穗而言，通常最下之第一朵花最先開，次為第二朵花，再次第三朵花，此種現象佔總數78.31%，第二朵花先開者較少，佔總數12.61% 第三朵花先開者最少，佔0.28%，至第一，與第二花及第二與第三朵花開放相距之時間，概為半日至三日，甚少有第一與第二花同時開張及第二朵花先開者。例如在西昌氣候下石龍白小麥，五月十七日開始開花第8, 9, 10, 11, 12, (自頂端向下計) 五小穗花最先開；頂小穗即第一小穗第一朵花十八日開，最下小穗第一朵花二十一日開至二十三日開畢，共八日，康專 59 號小麥，五月十九日開始開花，第7, 8, 9, 10, 11, 五小穗最先開，頂小穗開花為二十，二十一，二十二，三日，最下小穗開花為二十二，二十三，二日，前後開花共經五日。石龍白小麥與康專 59 號二種小麥，同一小穗之開花必需日數，通常為三日、二日與四日次之，五日甚少，其第一朵花與第二朵花及第二朵與第三朵花，開花相

隔之日數如第六十五表。(第十二圖)



第十二圖 小麥開花之順序

A. 石龍白小麥 B. 康惠 59 號 每花葉中數字在上者表開花日期在下者表開花時間例如 22/14 即 22 日下午二時開花

第六十五表 小麥同一小穗花開花相隔之日數

類 別	石 龍 白 小 麥		康 寧 5 9 號 小 麥	
小 麥 次 第 (自 上 而 下)	第一花與第二花 開花相隔日數	第二花與第三花 開花相隔日數	第一花與第二花 開花相隔日數	第二花與第三花 開花相隔日數
第一小穗花	1日	2日	1日	1日
第二小穗花	1	1	1—	1—
第三小穗花	半—	1—	1—	1—
第四小穗花	2—	1—	1—	1—
第五小穗花	2—	1—	半—	1—
第六小穗花	2—	3—	1—	半—
第七小穗花	2—	2—	1—	1—
第八小穗花	2—	1—	1—	1—
第九小穗花	1—	1—	1—	1—
第十小穗花	1—	2—	1—	1—
第十一小穗花	1—	半—	1—	1—
第十二小穗花	1—	1—	1—	半—
第十三小穗花	半—	1—	半—	1—
第十四小穗花	半—	1—	半—	1—
第十五小穗花	半—	1—	半—	1—
第十六小穗花			1—	2—
第十七小穗花			半—	1—
平 均	1.20	1.27	0.87	1.00

又同一麥株中各莖穗，母莖開花最先，次則依分蘗之先後，先分蘗者先開花，後分蘗者後開花。

(四) 開花盛期 小麥自播種至開花，大約需溫度 1.25° ，光度

5.800°。抽穗後通常二三日即開花，雌雄蕊之發達，具有同等速率，所以同時成熟，便於自花受粉。小麥之開花。每株經過數日，少者一星期，多者二十餘日，概因氣候及品種而異。然究何時開花最多，有無氣候趨勢，在作物改良上及雜交育種上，殊關重要。吾人於西昌氣候下 1944 1945 年，曾就康專農場觀察十品種，結果如六十六表。

第六十六表 小麥開花最盛之日期

品 種	日 期															合 計
	第 1 日 (5/15)	2 (16)	3 (17)	4 (18)	5 (19)	6 (20)	7 (21)	8 (22)	9 (23)	10 (24)	11 (25)	12 (26)	13 (27)	14 (28)	15 (29)	
59 號		21	58	15	58	68	53	23	5	2		1				304
63 號	1	3	18	9	77	93	96	58	10	2						362
石龍白小麥	4	13	30	14	84	78	79	56	24	1		1	2			385
會理紫麥		28	45	10	79	61	58	32	9	4			2			328
崑山燻麥	1	10	18	6	25	40	58	55	25	23	9	28	16	6	3	323
越嶲紅花麥	5	25	22	17	54	32	51	40	14	10	9	23	7			309
金大 2905	1	9	16	13	78	52	47	29	9	5	5					264
西昌紅芒	6	18	53	14	65	49	38	13	7	3		1	1			283
西昌油條子		6	31	11	48	85	55	45	12	3	1	1	3		1	302
西昌白芒	2	13	54	24	59	68	64	27	4	2		4		1		322
總 數	20	146	345	133	627	626	599	373	119	55	24	59	31	7	4	3168
百 分 率	0.6	4.7	10.8	4.2	19.8	19.8	19.0	11.8	3.8	1.5	0.8	1.9	1.0	0.2	0.1	100
順 序	12	5	4	6	1	1	2	3	7	9	11	8	10	13	14	

由上表結論，第五第六兩日平均最多，各佔總數 19.8%，次為第七日，平均佔 19%，而第五、六、七三天，平均佔 53.6%，即大半矣，十五日以後，則開花完畢。

若以各種開花之日次言，小麥開花第二日最盛，佔總數 20% 以上，第三日佔 19%，第四日佔 7%，第五日與第一日各佔 13%，至第九日最少，僅佔 0.13%。

(五) 授粉狀況 小麥開花最適溫為 15°，最高 28°，最低 10°，最適宜溼度為 70—80°，最高溼 92°，最低溼 30°，如超過最低與最高，則授粉百分率減少。蔡國璋、陸曾珏二氏觀察最高溫可達 33°，最低溼至 26° 仍能開花。(西昌)

小麥為自花受精作物，間有異花受精，其異花受精之程度，多隨區域及品種而異，例如在寒冷地方，異花受精機會較溫熱地方少，乾燥地方較溼潤地方多。Percival 氏報告，在 1500 品種中，每年僅五、六種有異花受精之事實，而 Leighty 氏報告，Fulcaster 品種天然雜交率，1917 年竟達 34%。

總觀各學者觀察結果，小麥天然雜交百分率，平均百分之一左右，故小麥尚便於保持純系或分離純系也。

Rimpau 氏曾將普通小麥之雄蕊悉行除去，自由放置後有 59% 結實，大概是由特殊氣候影響所致，因同氏後來用六十種小麥繼續觀察十五年，結果，異花受精僅七回。

小麥之花粉粒長約 0.054 至 0.07 公厘，寬 0.0486 至 0.063 公厘，當散落柱頭上叢毛時，毛立彎捲，同時花粉粒之纖維質細胞膜即由胞孔突出，衝開孔蓋，而生花粉管。其後生殖核分裂為二，在前者名曰第一雄核，在後者名曰第二雄核，待胚囊溶解後，此二雄核則與管內原形質同入囊內，第一雄核與卵球結合，而形成胚，第二雄核與胚囊核結合，而形

成胚乳，斯種現象通常名曰重複受精。

卵球與第一雄核結合後，即行細胞分裂，一端形成胚蒂，另一端則發達為幼莖幼芽及幼根，於是，胚乃形生，同時，胚乳發達，推胚至下部而種實以成。此種情形，在大麥，燕麥，水稻，玉米等種子植物概同。據 Percival 氏研究，小麥第一雄核與卵球結合，約在受粉後 30 小時至 40 小時之間。(1)

註 (1) John Percival, Wheat Plant, 1921, London.

第八章 小麥育種之方法

第七節 純系育種

小麥之混合選種法與水稻相似，茲不贅述，至小麥純系育種法與水稻亦無大差異，茲分述其不同者。

(一) 採選單穗 單穗選擇之標準：

1. 地中，距離田埂五尺以上之麥穗，健直而不倒伏者。
2. 穗之長度不太短，且其密度不太小者。
3. 莖稈堅硬，且分蘗數不太少者。
4. 子粒無自由脫落性者。
5. 全株未被害蟲所傷，並無病斑者。
6. 具有需要之優良形質者。

在可能範圍內採選之區域宜廣，採選之數目宜多，但除有特殊情形外，每塊田地，選取五個單穗已足。

單穗選擇完畢，須妥慎儲藏，以防霉爛及蟲蛀。此後為便於試驗觀察計，依據外表之形態，分類編號，例如由同一地方所採選之單穗，先

就有芒無芒分開，次就粒之色澤分紅棕白三種，再準備順序脫粒。脫粒前，如果需要，可依每穗粒數之多寡，分為數組，如 20 粒，30 粒，40 粒，50 粒各為一組，不足 20 粒之單穗棄之，如 20 粒，50 粒等之餘數，如另藏於一小袋內，以備將來損傷或損失時，補救之用。

分組後，脫粒完竣，即可按組分地排列，每間九袋，置一標準品種紙袋，而後用打號機編打號數，既準確，可較耐久，如無打號機，用藍色鉛筆編寫號數亦可。行號編畢，須校對一次，每十袋紮成一束後，再進行編製播種計劃書。

(二) 穗行試驗 小麥穗行計劃書，整地，播種，排列等及設置標準行等事，概與水稻同，茲略補述其差異之點如次：

1. 整地 水稻需用較低溼之田，而小麥則需較高燥之地，所以適用乾整法。且小麥試驗地，如在高燥之處，只求平坦而在地勢低下或地下水位特高之處，則應作闊畦，闊度 15 尺至 30 尺；使中央稍高，兩旁微低，兩畦之間可開寬二尺之水溝，以便排水。

小麥每穗粒數，通常較水稻少，故穗行試驗行長以二尺或四尺為最普通。

2. 田間觀察 小麥田間觀察，第一宜注意早熟性，因早熟小麥可以提早夏季作物之種植。觀察成熟期早晚之標準，多數學者主張，以抽穗期為標準，洛夫氏且主張，以穗之尖端初見時為準，蓋穗有長短，短者抽出較速，長者較遲，若俟其完全抽出，反難分辨其早晚，凡一行中有七八穗之尖端出現，即可代表其抽穗日期。第二宜注意抗銹病力之強弱，第三宜注意抽穗整齊度，第四宜注意麥粒是否易於脫落，凡易落者不

取，因不易脫落之麥穗，其外穎必強，外穎強則病菌難以侵襲。第五宜注意穗之長短，密度大小及分蘖多寡。

(三) 二行或三行試驗 小麥行長亦 12 市尺，種量 12 克，在播種前編製計劃書時，應將穗行選升預備二行試驗之種子，先分開熟，中熟，晚熟三種，每組再分有芒無芒，而後依穗之色澤分紅壳白壳二種，再於紅壳與白壳之中，各依穗之形狀分棍棒形，橢圓形，橢圓形，長方形四種，每種復依種粒色澤分紅皮白皮二種，播種時，照此分組分開直播，既可減少生長競爭，便於收穫，且記載比較時，便利更多。

田間觀察除注意特性外，同時須注意去劣去偽，以保持純粹，第一次須於抽穗時，分別形狀，而辨真偽，第二次須於成熟時，分別穗形及色澤，第三次須於收穫前，觀測全株形狀及粒之色澤，仔細分別拔除。

(四) 五行試驗 五行試驗之種子，由二行試驗中升級之品系而來，每品系重複四次即四行，換言之，每品系共種五行。本年收穫後，每品系可給以永久之系號，其方法多以數字代替，例如用 1 代表昆明，2 代表蒙自，如昆明被選者三系，可給 1—1，1—2，1—3，等號數，蒙自被選者二系，可給 2—1，2—2 等號數，前二年試驗因品系太多，概給以臨時號數，二行試驗時，以穗行田間號數為品種號數，五行試驗時，以二行田間號數為品系號數。

(五) 十行試驗 每品系重複九次即九行，共種十行，在作計劃書前，應將品種加標準行數，而配為五之倍數，如不足五之倍數，或超過五之倍數時，第一種辦法，將此多餘之數，或不足之數品種，退入五行，第二種辦法，再從五行試驗中之品系，選取較優之品系，以補充之，至配為

五之倍數爲止。

本年同時舉辦種子行，目的在保持純潔，嚴行去雜去劣，種子行之多寡，以能供給下年種子爲標準，每種連種三行或四行，行長十五至二十尺，每種兩旁各留空行，以防雜交及混雜而便去劣去僞。除雜之方法應於抽穗時成熟時，收穫前，至田間仔細查看，並於收穫後，取麥粒放於白紙上，觀其色澤形狀，凡有不同者，概擯棄之。

(六) 高級試驗 純系育種第五年之高級試驗，可採用隨機排列法，選取當地優良品種二，三個，加入爲標準品種，以資比較，高級試驗須繼續三年，至少二年，然後方可繁殖推廣。隨機排列通常重複四次至六次，每小區三行，惟中行用爲計算產量，兩邊邊行可同時用爲除雜，以作來年試驗種子或繁殖種子，換言之，種子行及繁殖區之面積可縮小，或可免除亦無大礙。

洛夫氏順序排列法，雖手續較簡，但試驗面積需要較大，而年限亦勢需較長，故著者主張，至高級試驗時，以採用隨機排列爲善。

第八節 雜交育種法

第一項 小麥雜交育種之成效

小麥雜交方法，最初研究者，爲英人 Knight 氏，尚在十八世紀末葉，至十九世紀中葉，則有英人 Raynbird，美人 Pringle，法人 Vilmorin，德人 Rimpau 等氏繼續研討，至二十世紀初葉，研究小麥雜交者更多，如 Biffen，Nilsson Ehle，Tschermak，Vilmorin，Zode，坂村 等各有建樹，而雜交方法在小麥改良上價值日增。

小麥雜交之目的，在聯合兩個或數個優良性狀，使成一新品種，時間固較純系育種爲長，成功機會固較純系育種爲少，然一旦成功，非特良種推廣，可一勞永逸，且所得之新種優點，常非自然界一般品種所能比也。例如在長江流域一帶，氣候溫暖雨水頻繁，以致一般小麥品質低下，銹病及赤黴病爲害嚴重，今有：

甲、品種抗銹病力強，抗赤黴病力弱，成熟期晚，產量豐富，品質不高。

乙、品種抗銹病力弱，抗赤黴病力強，成熟期早，產量不豐，品質高上，二品種特性，各有優劣，若能將乙品種優良性狀合併於甲品種內，換言之，甲乙兩品種雜交後，可選得一新品種具有抗銹病力強，抗赤黴病力強，成熟期較早，產量較豐、品質高上之優良性狀。此種品種可謂最適合長江流域之需要，自然界尙無如斯之理想品種。

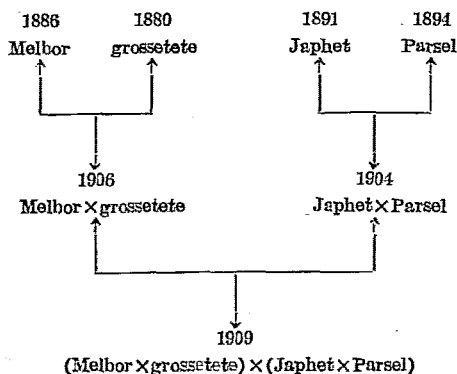
雜交育種法在小麥改良上，已獲成功者殊不在少：

例一，原瑞典南部有一種最普遍栽培之小麥，名曰 Extra square-head 抗寒抗銹力強，另一種 Grenadier 小麥產量豐富莖稈堅強，爲一般農民所歡迎，惟此二品種各有缺點，Svalot 試驗場曾於 1912 年舉行 Extra squarehead × Grenadier 交配，而後育成 Extra squarehead II，莖稈堅強，既能抗寒，又能抗銹病，而其平均產量，比母本多 18%，較父本多 8% 所謂兼有父母本四種優良特性也。

例二，美國春小麥中含蛋白質最多者名曰 Marquis，且莖幹強硬，產量豐富，抗銹病力強，成熟期早，考其來源，係由 1892 年 A. P. Saunders 氏在加拿大用印度早生種 Hard red calcutta 與 Red fife 交

配，後至 1903 年，由 Chas E. Saunder 氏在該雜交後代中選育而成。

例三，小麥雜交育種之成功實例，固多由先有計劃而育成者，換言之，依照孟德爾氏雜交遺傳法則而進行，但生物細胞內之遺傳演變現象，非常奧妙，故由混亂或無秩序之交配，而選育成功之新品種，亦不在少。在二十世紀初葉，巴黎一帶農民最希望有一種小麥，抗黑銹病力強，且莖稈強硬，甚不易倒伏，因欲產量高，則須多施肥料，即產量豐之品種，必須抗肥力大。至 1923 年，未洛某蘭 23 號乃應任而生，因其抗黑銹病及抗肥力均強，而每公頃產量高出一切品種，40 至 50 公擔，合中國每市畝收量 500 至 625 市斤。未洛某蘭 23 號育成之經過如次：



至 1923 年開始推廣一最優良品系，名曰未洛某蘭 23 號。總之，小麥交配方法，不特可配合二個以上優良性狀於一體，且可增多突變趨勢及增加雜種生長強勢。

第二項 小麥雜交與種風

小麥品種間交配，大概均能結實，通常雜交育種多利用之，因栽培

小麥，雖品種繁多，然多屬普通小麥 (*T. vulgare*) 之一種也。異種小麥間，或異屬小麥間，因形態及染色體數差異太大，彼此交配，固不易成功，或不能生育，但因異種屬間，各具有特殊優良性狀，例如硬粒小麥，二粒小麥抗黑銹病性總較普通小麥強，野生小麥抗旱性抗寒性總較普通小麥高，故有時不得不借用異種或異屬小麥交配，以改良其形質。

(一) 最近對於小麥與他屬植物雜交研究者，有：

Triticum × *secale* Kihara (1924), Thompson (1926) Longley and Sando (1930), Dorosey (1936).

Triticum × *Aegilops* Sax (1924), Percival (1926, 1930), Kagawa (1928—1929), Sorokina (1937—33).

Aegilops × *Triticum* Longley and Sando (1930), Sorokina (1938).

Aegilops × *Secale* Karpechenko and Sobokina (1929).

野生小麥之種族甚多，Eig 氏 (1929) 曾根據染色體數分爲六族，含有與普通小麥之 *G* 染色體組相等者，則有 *Aegilops bicornis*, *Ae. squarrosa*, *Ae. Cylindrica*, *Ae. Ovata*, *Ae. Ventricosa*, *Ae. truncialies* 等六種。一般人推測，野生小麥之 *G* 染色體組與普通小麥之 *G* 染色組，有相對性，並爲第二類小麥所無。故普通小麥之 *G* 組染色組，大概由野生小麥雜交而生。

Sorokina 氏 (1937) 曾用 *Ae longissima* ($n=7$) × *T. durum* ($n=14$) F_1 $n=21$ ，竟不減數分裂，而生成含有 21 個染色體之生殖細胞，以形成含有 42 個染色體之植株，故 Sorokina 氏主張野生小麥 *Ae*,

bicarnis 之二元種 ($2n=14$) 爲普通小麥之祖先。(1)

異屬植物之雜交，雖多花而不實，但一可利用回交法，即以屬間雜交之 F_1 復與小麥交配，例如黑麥與小麥雜交， F_1 之花不能結實，若用普通小麥之花粉，接種於此 F_1 之柱頭上，則可得種子。二可利用異質四元體，即屬間交配，利用染色體倍加法，可使 F_1 完全結實，並可使優良性狀合於一體。例如第六十七表。

第六十七表 小麥與異屬植物雜交之實例

1. 野生小麥與小麥交配		育 成 之 新 種	研 究 者
母 本	父 本		
<i>Ae. ovata</i> ($N=14$) × <i>I. dicoccoides</i> ($N=14$)		<i>Ae. formafertilis</i> $2N=56$	Tschermak 及 Bleier 1926
<i>Ae. ovata</i> ($N=14$) × <i>I. durum</i> ($N=14$)		同 上	同 上
<i>Ae. triuncialis</i> ($N=14$) × <i>I. dicoccum</i> ($N=14$)		<i>Ae. tri-dicoccum</i> $2N=56$	Oehler 1934
<i>Ae. Candata</i> ($N=7$) × <i>I. dicoccum</i> ($N=14$)		<i>Ae. Cand</i> <i>dicoccum</i> $2N=42$	Sorokina 1937
<i>Ae. Venfricosa</i> ($N=14$) × <i>I. durum</i> ($N=14$)		$2N=56$	Sorokina 1938
2. 黑麥 (<i>secale</i>) 與小麥交配			
<i>I. Vulgare</i> ($N=21$) × <i>S. cereale</i> ($N=7$)		$2N=56$	Meister 1928
<i>I. Vulgare</i> × <i>S. cereale</i>		$2N=56$	Leodeff 1934
<i>I. Vulgare</i> × <i>S. cereale</i>		$2N=56$	Dorcsy 1936
3. 鴉觀草與小麥交配			
<i>I. Vulgare</i> × <i>Ag. glauca</i> ($N=21$)		$2N=42$	

蓋普通小麥之抗病力，抗旱力及抗寒力概不及野生小麥，黑麥及鴉

註 (1) Sorokina, Contribution to the Synthesis of *Aegilops* species, 1937.

觀草之強，此三種生理特性，在小麥改良上價值甚大，故從事小麥育種者，莫不希求試驗之。

(二) 自 1918 年，坂村氏正式根據染色體數，將小麥分為三大類以來，學者莫不從之⁽¹⁾，後經木原氏(1933)繼續研究，小麥種間雜交之染色體變化益見明鮮⁽²⁾。第一類小麥 ($2n=14$, AA 染色體組) 例如一粒小麥與第二類小麥 ($2n=28$, $AA BB$ 染色體組) 例如二粒小麥交配，其第一代在減數分裂時，現有七雙價染色體及七單價染色體，例如：

研究者及年代	雜交種族	雙價染色體數
Sax 1922	<i>T. monococcum</i> × <i>T. turgidum</i>	7
Thompson 1926	全上	8—7
Percival 1932	<i>T. timopheevii</i> × <i>T. aegiloides</i>	7
Kostoff 1936	全上 × <i>T. monococcum</i>	7

第一類小麥例如一粒小麥與第三類小麥 ($2n=42$, $AA BB CC$) 例如普通小麥交配，其第一代常現有 A 組之七雙價染色體，例如：

Longley 與 Sando 1930	<i>T. vulgare</i> × <i>T. monococcum</i>	7
全上	<i>T. compactum</i> × <i>T. monococcum</i>	7
Chin 1942	<i>T. timopheevii</i> × <i>T. turgidum</i>	5—10

第二類小麥與第三類小麥交配，第一代常現有雙方 AB 二染色體組之十四雙價染色體。

例如：

註 (1) 參看第七章第三節。

(2) 木原均，長尾正人，禾穀類細胞遺傳學，東京，1936。

研究者及年代	雜交種族	雙價染色體數
Vakar 1932	<i>T. spelta</i> × <i>T. polonicum</i>	14
全上	全上 <i>T. persicum</i>	14
Hollings' ead 1932	<i>T. vulgare</i> × <i>T. dicocum</i>	14
Sax 1925	<i>T. compactum</i> × <i>T. durum</i>	14
Vakar 1932	<i>T. sphaerococcum</i> × <i>T. turgidum</i>	14

由此可見小麥異種間雜交，不特可以結實，並可促起染色體之變異。惟雜交結實率隨品種及地域而異，據 Therupson 與 Armstrong 二氏(1932)用花粉雜交法，即用雜種 F_1 花粉接種於正常柱頭上，以觀察其花粉發芽率，如六十八表：

第六十八表 小麥間雜種發芽率

柱頭	花粉	發芽 %	實驗花粉率
<i>T. vulgare</i> 1	Vulgare 1	75.7	236
<i>T. vulgare</i> 2	Vulgare 2	87.7	339
<i>T. dicocum</i>	dicocum	70.1	308
<i>T. persicum</i>	persicum	73.2	153
F_1	Vulgare 2	88.3	310
<i>T. dicocum</i>	F_1	22.8	424
F_1 (dicocum)	F_1 (dicocum)	11.3	327
F_1 (durum)	F_1 (durum)	11.2	916
F_1 (persicum)	F_1 (persicum)	12.6	658

上表中 F_1 花粉外觀上正常者，佔 71.5%，而 F_1 括弧內概為與 *T. Vulgare* 之雜種，由此亦可窺見小麥種間雜種結實率之程度。茲再

摘述關於小麥種間雜種之遺傳情形如后。

1. 普通小麥與一粒小麥雜交即第一類小麥與第三類小麥雜交 Vavilov 氏經多次交配失敗，1911 年始得一粒皺縮之種子，種植後分蘗有五，莖高 80 公分，穗扁平鬆脆，外壳背脊銳利，頗似一粒小麥，莖稈中空節上無毛，又似普通小麥，而雜種頗易感染褐銹病，可知銹病為顯性。

2. 普通小麥與第二類小麥雜交如硬粒小麥，二粒小麥，波蘭小麥等。Hayes 氏 (1920—1925) 在 Minnesota 試驗場，曾作 Marquis × Jumillo (硬粒小麥) 交配，於其後代，曾選得純系小麥一株，名曰 Marquillo，具有 21 對染色體，其製麵包品質與 Marquis 完全相同，而抗銹病性雖不及硬粒小麥，但較普通小麥為強。Thompson 氏 (1925) 亦謂硬粒小麥抗銹病性，可用交配方法傳遺於普通小麥。

McFadden 氏曾用 Marquis 與二粒小麥交配，1925 年得有抗病性強之普通小麥，Griffes 氏並證明該雜種普通小麥，含有 21 對染色體。

關於小麥雜交之目的，對增進抗銹病性能，甚為重要，據 Vavilov 氏報告，第一類小麥如一粒小麥對銹病可完全免疫，第二類小麥如二粒小麥，波蘭小麥，圓錐小麥抗銹病性強，第三類小麥如普通小麥，密穗小麥，斯卑脫小麥抗銹病性弱，即易感染，蓋凡含 AB 兩組 (14, 28 染色體) 之個體具有抗力，而含有 42 染色體即含 C 染色體組之個體，則無抗力，在第二類小麥與第三類小麥雜交後裔中，其情形亦同。

Rimpau 氏 (1875) 曾用普通小麥與圓錐小麥交配，第一代性狀似

普通小麥，第二代性狀，介於父母本之間，所謂中間性是。

3. 普通小麥與同類中小麥交配，如密穗小麥矮生小麥等 Rimpau 與 Nilson-ehle 二氏交配皆有成功，前者 F_1 為中性，即穗之密度介於父母本之間， F_2 則分離為 1:2:1 之比。後者雜種 F_2 有 5 最緊密穗，56 普通密穗，5 類似密穗，28 固定密穗，英人 Biffen，意人 Strampelli 諸氏，對於普通小麥與密穗小麥雜交之結果，亦與前二人報告相似。

第三項 親本預措

(一) 種植 親本或種植於試驗地，或育種園，或溫室，或育種之設備及各地情形而定，但一通常多雨之地，以種植於溫室為宜，否則可種植於育種園中，如無此項設備，則直種植於試驗地亦可，盆鉢種植亦稱便利。

親本播種期隨各地氣候及情形而定，若父母本成熟期不同，則須分期種植，每隔七日一次，繼續二三次，使二者同時開花，以利雜交工作之進行。

親本播種之距離，如在試驗地，行長五尺至十尺，行距一尺半至二尺，以便雜交時工作，每行端豎一標牌，書名父母本之名稱。至在溫室或育種園中播種，因面積之限制，育種者應斟酌實際情形辦理之。

(二) 調查 在交配之前，對於父母本之特性及適應性宜詳細調查，此種調查工作通常繼續三年，方能認為準確，其調查項目大綱如次：

發芽情形	發芽率	分蘗力	植株整齊度
抗寒力	病害種類及程度		蟲害種類及程度
出穗初	出穗期	出穗終	成熟期

結實日數	幼苗散直	倒伏性	稈長
穗數	穗長	穗形	脫粒難易
	每畝子實重量	每畝子實容量	
每畝總收量	子實百分重	每升重	
每畝子實重量對標準比	每畝子實容量對標準比		
千粒大	子粒大度	玻璃質率	粒色
粒形	粒之品質	出粉率	麵筋質含量

關於調查特性，其中最宜注意者有二，一為出產力之檢定時，須注意播種量，施肥量，播種期等耕種上條件。二為生理上特性之考查，須分別個體及區域，氣候等環境關係。

第四項 交配技術

第一目 整穗

小麥一穗之花甚多，少者三十，多者達一百一十餘，其中多有不能結實，即能受精結實，亦不能各成豐富肥大之粒，因之，在未行交配手術前，可先除去不留用之花及小穗，以便工作，所謂整穗是。據多數學者報告，因整穗除去之花或小穗，對於植物生長及營養液之流動，毫無妨礙，如果樹之整枝，可使果實肥大而整齊。茲略述方法如次：

1. 色里夫氏(1)法 自小麥穗抽出葉鞘 24 至 48 小時，剪去頂部，拔去下部小穗，僅留中部 4 至 6 小穗，每小穗留與護穎最接近即最下之花 1 朵或 2 朵。另父本之花亦如法泡製。惟此法行之於密穗小麥，殊有不便，因密穗小麥花多集中於中部，且有早熟之花，在未去勢之前，或已

註 (1) Patrick Schiriff.

受精。

2. 老蘭氏(1)法 主張母本穗上所有之花，不須除去，以保持植物天然生長之勢力，僅選下部小穗花，以爲交配，授粉前後，加以隔離而已。渠意若傷害其上下小穗花，則營養液流動緩慢，而植物發育即受限制。

3. 馬林氏(2)法 小花穗軸上之小穗可分前後兩面及左右兩側，因之，整穗方法有下二種：

(甲) 一種之花留爲兩列 *a* 穗之前面及後面小穗各留最下之一花，以保持穗軸平衡，已去花之護穎宜保留之，以爲保護防風防光之用。(第 13 圖) *b*. 前面小穗留右面第一花，後面小穗留左面第一花，俾兩面之花集在一側，而交配時可免旋轉之困難動作，雖不能如前法可令穗軸平衡，但亦無礙交配之結果。(第 14 圖)

(乙) 一種之花留爲四列 此法仍分 *a. b.* 兩種，(*a*) 穗之前面各花節各留其第一花，如前面第一小穗留右邊者，第二小穗則留左邊第一花，第三小穗復留右邊第一花，如此類推，直至穗頂爲止。後面復照前面方法實行，故所留之花，共成四列，如第 15 圖。(b) 穗之前面每隔一小穗留二花，其不留花之小穗，乃留二空護穎，至後面亦如法泡製，故所留之花，亦復仍爲四列。如第 16 圖。

4. 汪氏方法 著者整穗，每於早晨八九點鐘，步往試驗地，選擇已抽出葉鞘之穗，健全而尚未達開花時期，即穗之抽出高度，尚未達頂點，

註 (1) Laurent, *Lettre d'Angleterre*. 1906.

(2) M. Maylin, *Manuel pratique et technique de l'hybridation des cereales*, Paris, 1926.



第十三圖
示穗前後留存之花其
相對之葉面未抽出



第十四圖
示穗一面留存之花其
兩邊之花亦僅於一面



第十五圖
示穗一面留存之花
互消於左右兩邊



第十六圖
示穗前面各面或兩
面各留或有一葉花

雄蕊呈白綠色尙未變黃者爲母本，用利剪剪去頂端四分之一及下部三分之一小穗，僅留中部小穗五個至八個，每小穗留最下之花二朵，餘悉用鉗拔去，小穗花穎或拔去或保留，視其硬軟對於去雄授粉有無妨礙而定，最後再剪除內外穎頂端少許，以利將來施行人工交配手術。

此法利在迅速。如遇密穗可每兩小穗間隔留一小穗。

第二目 去雄

有若干學者主張在去雄前，先用擴大鏡檢視粉囊已否破裂，殊覺麻煩，其實凡粉囊尙未變爲黃色或紫色時，可保證其未破裂致有自花受精之慮，因粉囊呈綠色或綠黃色時，花粉卽未成熟，雖破裂亦不能受精結實。然若遇有粉囊已變金黃色，雖未破裂，亦恐有花粉飛散於柱頭，故爲避免自交之機會，必須將去雄之花或全穗犧牲，所用鉗子可侵入九十度酒精中或焚燒於酒精燈火焰上，以殺滅剩餘之花粉，而免傳落其他之花柱頭上。

去雄時，用左手大指與中指，無名指挾持麥穗，令其與吾人目光接近另用右手食指稍加壓力於花穎頂端，令其張開，但須注意不可力過甚，致傷麥蕊。右手執彎曲鉗子於大指與食指間，輕便引入於花中，將內部三雄蕊一一拔出，次第放置於大指之甲上，並計其數。若手術熟練之人，一次可拔去。而初學者切不可嘗試。

去雄手術切須仔細，不可粗暴，至雄蕊拔出後，卽須檢查四點：

1. 三雄蕊是否完全拔去。
2. 粉囊有無折斷或殘留於護穎中。
3. 粉囊已否成熟。

4. 柱頭有否受傷。

第三目 花粉之收藏

交配時需用之花粉，來源有二，一為事前收穫之花粉，二為臨時採取之花粉，收藏花粉則須知小麥花粉之生活力與搜集之方法，茲略分述於次：

(一) 花粉之壽命 據 Andronescu (1915) 氏多次試驗之結果，小麥花粉可用百分之十蔗糖與百分之七洋菜製成固體培養基培養發芽。小麥花粉生活力之長短與溼度關係殊大，氏先置花粉於乾燥之爐中，其溫度為 42°C ，越 30 秒鐘即死，若以同樣溫度，給以飽和溼度之空氣，經 30 分鐘後，仍有百分之三十二花粉粒，可以發芽。再如置入 60% 溼度中，花粉粒發芽力可延長六小時，置入百分之九十溫度中，可延長四十八小時。故氏結論，花粉發芽力之消失，乃由於水分之缺乏。

又 Roemer 氏報告 (1915)，用棉花筒或玻璃管內裝精膠，以保藏花粉，如溼度稍高，溫度 5° — 10° ，小麥花粉發芽力，亦可保持甚久。(1) Knowlton 與 Cluer 二氏試驗結果大致相同。(2) 由是結論，以 50% 以上之溼度及 10°C 以下之溫度保藏花粉，其發芽力確不易消失。

(二) 花粉之採搜 小麥花粉之收集法甚多，茲摘其著名者：

(1) 德國最舊之方法，選採多數之麥穗，集合而振搖之，使花粉落於平滑之黑紙上，而後搜集盛入紙盒中，以備交配時需用。法雖簡單，但

註 (1) Roemer Th Zur Pollensaufbewahrung Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Vol II Berlin 1915.

(2) Knowlton, Studies in Pollen with Special Reference to Longevity. Ithaca, New York, 1922

小麥之莖葉護穎，均有附帶外來花粉之可能，致結果難得可靠，即父本套袋亦難免有萬一混雜之虞。

(2) 比國拉士韋色氏為搜集大量之花粉，乃於一純種小麥中，選採多數起始開花之父本，自穗下五十公分處剪下，聚紮成束，將穗端斜置於圓形玻璃皿內，下放平滑之黑紙，穗下稈之另一端則插入水中，使花繼續開放，不致凋謝。待花粉散落若干時後，再用毛筆或羽毛搜集，貯入有蓋之紙盒中，塞以木栓。

(3) 意大利 Strampeli 氏為預防外來之花粉及病菌孢子起見，法先在田間選取預定之品種，其花粉已成熟之麥穗，集合動搖之，令所有植株上附着外來之花粉及病菌孢子落下除去。而後攜至試驗室內將麥稈浸於水中，穗部曝曬日光下，其下放置 $\frac{1}{2}$ 公厘直徑孔口之鐵絲網，網下復置一玻璃皿，粉囊一經破裂，其花粉即由網孔，漏下落入玻璃皿中，殊便搜集。同時，為預防黑穗病孢子傳染，立刻阻止花粉之吸收水分。

(4) 法國馬林氏法較上三法，更為完備；可分下五點述之：

第一，用作父本之麥株，須在早熟者抽穗前，套上鐵絲製或紗製之大袋，避免別株植物花粉之混入。

第二，用作父本之花葯應於起始開花時採集之。

第三，為小心從事計，採取之麥穗加以振動，使植株上附着之病菌孢子及外來花粉落下，次持麥穗迅捷通過火焰，或浸於 90° 酒精中，以殺滅最後附着之孢子及花粉，惟浸入酒精時，須注意倒持，麥穗向下，麥稈向上，以避免酒精之侵入護穎而傷麥蕊。

第四，上項工作完竣後，再將麥穗放置於消毒之玻璃皿內，麥稈插

入水中，以免凋萎，而令花粉繼續噴出。若期粉囊迅速開裂，可除去其穎撥開下穎。

第五，所有工作概須仔細安靜，而免空氣混亂。

(5) 另有加拿大 Saunder 氏先選將開花十穗，用鉗子取其花粉，放置圓盒，其內塗以黑色，放於陰暗處，俟母本準備完畢，即行交配。

Lecog 氏先用紙製之信封，收置雄蕊放於溫暖高燥之處，俟 24 小時後，花粉已完全成熟，再移於鉛紙或錫紙上，加蓋以紙，記明品種及日期。

(三) 郵寄花粉法若父母本相距遙遠，可用郵寄法，以達交配之目的，茲略述其要點。

(1) 選擇花粉將熟之麥穗，從穗下五十公分處剪下，分別品種，用羊皮紙包束，並標明品種及收採日期與時間，所有包裝手術宜在地下室或陰暗處行之，以免花粉乾燥而遭死滅。

(2) 通常可用木盒或木箱包裝，盒底先放一層溼潤鋸屑或水蘚 (sphagnum)，上放一層麥穗，再放一層水蘚，一層麥穗，如是陸續裝滿為止，密封付郵。

(3) 收件人開封時，解去紙包後，即宜分別號碼插麥穗於水瓶中，若遇稍高氣溫，乾溼空氣，其粉囊當即開裂，所以應將麥穗放於玻璃鐘內，以便收集花粉，而供交配。

第四目 授粉

關於事前收集花粉及儲藏花粉之方法，已如上述，惟其結實率通常總不及直接授粉之高，近來學者多採用直接採穗授粉法，茲略分述如

次。

(1) 色里夫氏法 採剪麥穗直帶至母本處，用鑷子取出成熟之粉囊，放入去雄之花內，復以手指輕加壓力於護穎，令其關閉。

(2) 末洛某蘭氏法 於前數小時或一日選定母本去雄，數小時後或翌日，剪選花粉將熟之麥穗，用鉗子取出成熟之粉囊，令花粉散落於母本柱頭上。

(3) 馬林氏法 剪取父本之麥穗，帶至已去雄之母本處，左手執穗，右手持剪，剪除麥穗中部小穗之第一花與第二花之頂端，令其直受日光照射，迅速成熟，待粉囊成熟，用鑷子挾持於子房之上，散布花粉粒於柱頭。萬一遇有柱頭之羽毛尚未發育充分，則待一日或半日交配。

(4) 汪氏方法 前一日或二日上午去雄，翌晨，如天氣晴朗，無風無霧，乃往田間選取預定父本之麥穗，凡其中部有一二花粉伸出穎外者，概可採之，若無該項合意之麥穗，則可用鉗子撥開前一日已抽穗完全之花穎，凡其中粉囊現金黃色或黃白色或黃紫色者，均可從穗頭抽取其穗再由穗下稈部二十公分處剪斷，選抽麥穗父本之多少，隨母本交配數而定，大概每一穗母本需用父本二穗。然後攜至預定交配地，用剪將父本花穎從頂端三分之一剪去，復用鉗稍稍撥開內穎，使其中花藥直接感觸日光與溫暖之空氣，則花絲可迅速延長，粉囊可迅速膨大，同時解下母本之紙袋，而後用鉗選挾已成熟之花粉，稍與內穎接觸，則花粉噴出飛散於帶黏汁之羽毛柱頭上。倘有較遲伸出之花蕊，可用雙手掌合抱麥穗，以升高其所受之溫度，則粉囊不難頃刻間膨脹成熟矣。

採取之麥穗，如花蕊太嫩，發育尚未充分當時，花絲雖亦延長，但畢

竟有限，而粉囊不久即現凋枯現象。若遇改換父本品種，須將鉗剪上端浸於 90° 酒精中，以殺滅殘留之花粉，而免混雜。

在理論上，每一粒花粉可授粉一朵花，而在實際上，欲保證各花得有受精作用，宜每花用一花葯，在異種或異屬小麥交配，必須授粉二次至三次，蓋花粉粒須得有適宜環境，方可發芽。宜注意者，當取去母本所套之袋時，須立刻舉行交配工作，切不可延緩，而免外界花粉之混入。同理，交配手術完畢後，復宜迅速套上紙袋，並掛上紙牌，記明交配號數或父母名稱及時間。

總之，小麥交配成功之要訣有二：

- a. 須用成熟之花粉，粉囊正將開裂者。
- b. 須用成熟之子房，並未受意外之花粉侵入者。

小麥雌蕊已成熟之象徵，為柱頭之二羽毛充分發育及展開，乳頭色淨鮮亮，上具濃厚黏汁。雄蕊則以花粉呈金黃色，花絲伸長，粉囊花大為成熟之表示。

第五目 授粉後管理

小麥授粉後之管理，其主要者有防風，防雜，及防害三種，先說防風在去勢後及授粉後，因穗上套有隔離袋，受風壓力更大。必須立柱桿支持，而免有折損之虞，尤其在多風之區，或植科高大或莖稈纖細之品種。用作支持柱桿之材料，鋤桿，木桿，竹桿及蘆桿均可，其高度隨小麥之品種而定，通常以高出麥穗 50—60 公分為標準，穩妥定插於土中，令紙袋或其他隔離物及支持之麥稈不致傾倒或歪斜。此種支柱以能在去勢時安置為最善。

次說防雜，防雜方法通常用管或用袋或用毛線隔離花朵，管用燈泡或試管，兩端塞以棉花，俾通透空氣，但其隔離之麥穗，所蒸散之水分，常凝結於管壁致防礙良好之受精作用。且玻璃物品易於損碎，必須用堅固支柱善為緊繫，方可免破壞，因此除有特殊情形外，普通概用袋包被。

用袋隔離最宜注意之條件，為日光與熱度可以通透，孔口密小，阻止花粉與昆蟲之鑽入。現今各國通用之紙袋，多由玻璃紙或羊皮紙所製，紙袋之大小，長可十公分至十二公分，闊可分四公分至六公分。細綢或紗布用為製袋，尤為適用，因空氣，熱度及日光更易通透，惟須避免被雨水之淋溼，致與花蕊及其他器官摩擦，故須用鉄線或銅絲在袋內裝製一空架，豎張袋形，使其原有形狀，不折不皺。但如育種場中有鉄絲或紗布之柵幕設備，交配工作，可於帳幕中行之，則無須再用袋隔離。製袋及柵帳所用紗布之密度，每方公分，有 80 根紗即可。

若用毛線隔離，亦不須製袋，交配後用四股毛線，圍繞所有人工授粉之花穎一周，不致散開即可。

小麥之受精，固頗迅速，但隨品種及環境而異，通常受粉後，四日至六日即可取去紙袋，吾人為慎重計，常延至兩三星期始行取下，並換以紗布製成較大之袋，以妨害鳥害蟲之侵蝕。在授粉時，如欲知花之能否媾精，用擴大鏡仔細觀察其形狀，即可知其梗概。在授粉後四、五日，若欲知已否授精，可解袋視之，凡柱頭枯萎，子房膨大者，乃為已結實之象徵。

第五項 雜種處理

小麥雜種之處理與稻相似，茲擇其異點或尚未敘述者再略言之。第

一代用盆播，每盆二、三粒，或播種於育種園中，採粒播法，每種一行，株距三寸，行長隨種子多寡而定。

發芽情形及生育狀況必須隨時調查，雜交是否成功，應同時注意，但尤須注意特殊形質之發現及異常景象之產生。如認為確實 F_1 雜種，則分別保護收採，給以系號，妥為貯藏。若於雜種後代，發現有非雜交之種子，可隨時拔去，如何辨認其真偽，多數學者主張雜交之父本，須具有一顯性，蓋雜交成功則 F_1 個體必具有其父本之顯性。

第二代種子，可留二千至一萬，每株子粒分種三行為一小區，行長五尺至八尺，行距一尺，株距三寸，仍須粒播，日本農事試驗場採用移植法，畦間二尺，株間四寸。

第二代個體選拔與水稻同，亦分圃場選拔與室內鑑別二步驟，圃場選拔前應注意麥株習性，寒害，病害，出穗期，成熟期等重要形質。先就形態上叢性，稈長，穗數，穗形，稈色，芒之多少，幼苗直散分類，次就個體比較，其主要考查項目為出穗期，成熟期，病蟲害，寒霜害，脫粒難易及一株粒重。

選拔次數通常分為三回，第一次選拔即圃場選擇，第二次選拔即室內鑑別，第三次選拔即決選是。

選拔時應注意之事項，大概與稻之雜交種同。

小麥雜種之處理期間，調查項目，可分生育調查，收量調查，特性調查及特種調查四種：

(一) 生育調查即小麥生長於田間時調查，其項目有：

1. 發芽始 即發芽初現之日，播種前後之溫度及天氣應同時記

錄。

2. 發芽終 即全部發芽之日，溫度及天氣應同時記錄。
3. 發芽日數 即播種翌日至發芽終之日數。
4. 發芽良否 分良，中，不良三級，發芽率達 80% 以上日良，6% 以下日不良。
5. 發芽率 即發芽粒數佔播種粒數之百分。
6. 發芽數 條播擇發芽中等四個 50 公分，長度間發芽數之平均數，點播擇發芽中等四個連續五株發芽數之平均數。
7. 植株整齊度 分整齊，中整齊，不整齊三等。
8. 出穗始 即初出穗之日，出穗以穗之先端抽出葉鞘者為標準。
9. 出穗期 以抽穗佔全部植株 40—60% 為標準日期。
10. 出穗終 以抽穗佔全部植株 80—90% 為標準日期。
11. 出穗日數 即自出穗始翌日至抽穗終之日數。
12. 成熟期 以子粒變硬及莖葉穗首已變黃色者為標準。
13. 結實日數 即自出穗期翌日至成熟期之日數。
14. 分蘗力 分最強，強，中，弱四級記載，取單粒播植者材料。
15. 有率分蘗率 以有效分蘗數乘 100，而以分蘗數除之即得。
16. 寒害 分甚多，中，少，無五級。
17. 雪害 同上
18. 病害 同上 並分別種類記錄。
19. 蟲害 同上 全上
20. 稈長 條播者擇生育中平四區約五十公分面積每隔十公分測

其最長者一株，由地面量至穗頂共量二十莖。點播者選 20 株，各株中以最高 20 莖測量平均之。

21. 穗之長度 自穗基部至穗頂之長度。
22. 穗數 條播以 50 公分間之穗數，點播以五株穗數為代表。
23. 倒伏性 分甚多，多，中，少，無五級。

(二) 收量調查 即關於單位面積及個體產量之調查。

24. 每畝總收量 凡地上部收穫總重量
25. 每畝子實收量 子實淨重，壳芒等物除外。
26. 子實一升重量 用測定器測定，方為準確。
27. 每畝子實容量 用精密容量器測定。
28. 製粉百分 即製粉重量佔供試子實百分。
29. 粒之品質 分最優，優，中，劣四級。
30. 一株粒重 一株脫粒後之子實全重。

(三) 特性調查 即關於小麥特種重要形質之調查。

31. 叢性 即幼苗習性分直立，散開，半散開三種。
32. 穗形 分錐形，紡錘形，棒形，棍棒形及橢圓形等。
33. 芒之多少 分多，中，少，無四級。
34. 芒之長短 分長，中，短三級。
35. 稈之粗細 分粗，中，細，最細四級。
36. 穗之密度 以穗之長度除小穗數，乘十，即得每十公分長度之小穗數。
37. 不孕小穗數 穗之基部及穗頂不孕小穗數分別記載，共計若

干。

38. 護穎色澤 分白, 褐等色。
 39. 護穎之毛有無 分有, 無, 有分全部有毛, 部分有毛, 或上部有毛, 邊緣有毛三種,
 40. 脫粒難易 分難, 中, 易, 最易。
 41. 子粒大度 分大, 中, 小三種, 千粒重量達 35 公分以上爲大, 28 公分以下爲小。
 42. 子粒形狀 分長, 中, 短, 凡粒長爲幅 2.2 以上曰長粒, 1.9 以下曰短粒。
 43. 子粒色澤 分紅(包括褐及淡紅)白(包括乳白淡黃)兩種。
 44. 子粒硬度 卽子實硬度凡玻璃質佔 70% 以上爲硬粒, 30% 以下爲軟粒, 介於二者之間爲中間質或半硬粒。
 45. 粒溝 有寬窄深淺等區別, 粒溝以窄淺爲良, 深寬爲劣。
 46. 麵筋含量 用簡易方法測定麵粉中含有麵筋之百分。
- (四) 特種調查 遇特殊需要時, 方舉行調查, 其項目有:
47. 葉色 分濃, 中, 淡三種。
 48. 蠟質多少 分多, 中, 少, 三級, 於出穗前觀察。
 49. 開花期 以數花開花發現之日爲標準。
 50. 一種小穗數 分別調查穗軸下半不稔小穗數及稔實小穗數, 上半不稔小穗數及稔實小穗數並各求百分數。
 51. 穗重 卽一種重量。
 52. 小穗分布 分別調查穗軸上半小穗數及下半小穗數, 各求百

分數。

53. 胚乳百分 胚乳重量佔供試子粒百分。
54. 胚之大小 分大(佔背部 $1/4$ 以上) 中(佔背部 $1/6—1/4$) 小(佔背部 $1/6$ 以下) 三種。
55. 護穎形狀 分卵圓形, 玻璃形, 橢圓形, 長圓形。(1)
56. 護穎寬度 中部直徑分窄(2—3 公厘) 中(3—5 公厘) 寬(5—6 公厘) 三等。
57. 護穎長度 分短(5—8 公厘) 中(8—12 公厘) 長(12—15 公厘) 三級。
58. 護穎印型 護穎內部印型高度分高(佔護穎 $2/3$) 中(護穎 $1/2$) 矮(護穎 $1/3$) 及甚少四種。
59. 護穎肩部形狀 分無肩傾斜, 圓形, 方形, 中凹鈍形, 中凹銳形等。
60. 護穎嘴之形狀 分寬(大於 1 公厘), 窄(小於 1 公厘), 鈍形, 銳形。

第六項 回交與複交

前項所述之雜交法爲系統雜交育種法, 卽通常所用之雜交育種法, 此外有回交育種法及複交育種法二種; 小麥, 大麥, 水稻以及其他作物, 均可應用。

(一) 回交法 回交方法之目的, 在求甲之優性, 補乙之缺點, 例如有甲乙二品種, 乙品質佳, 產量高, 不倒伏, 但抗黑銹病力弱, 而甲之

註 (1) DemaiFFE et Sirodot, Les blés Cultivés, Carignon. 1926.

產量，品質等特性，雖不甚高上，獨抗黑銹病力甚強，故以甲乙兩品種爲父母本交配後，所得之 F_1 再與乙品種回交，而後再四選擇，如仍不能滿意，可進行第二次或第三次回交。

回交之功用頗大，可使一品種之優良複性，漸遺傳於另一品種，例有甲乙兩親本，具不同因子四對，在普通雜交任其自交，第二代顯性同質子可得之機會，約 256 分之 1。然以 F_1 與其一親本回交，則顯性同質子可得之機會，增爲 16 分之 1。因此，若雜交之目的，在增加一二優良性狀於一個已具數個優良性狀之品種上，用回交法選取優良純系之機會，自較普通雜交之自交爲大。

Briggs 氏用一抗堅黑穗病性強之品種 Martin 與一半產之品種 Baart 雜交後舉行回交如下：

1922 Martin \times Baart

1923 $F_1 \times$ Baart

1926 抗病純系 \times Baart

1927 $F_1 \times$ Baart

其後，繼續選擇，曾得一產量高而抗病力強之新品種。

(二) 複交法 本法以選有優良性狀之親本，互相交配，而後以其雜種再與其他優良品種交配，不循遺傳之法則及學理，而任意交雜，使遺傳因子互相激動，彼此磨擦，而生突然變異，或意外新種。Farrer Jones, Vilmorin 諸氏曾用此法育成優良小麥新種，而 Burbank 氏用此法在園藝界建樹尤多。(參看本節第一項)

第九章 小麥育種遺傳

第九節 相關性狀

小麥之相關性狀，研究者甚多，茲摘其重要如次：

(一) 關於葉部者：

(1) 凡小麥之葉身為平伸形者，多能抗寒，但晚熟。又葉狹長而厚及葉色暗綠者均為耐寒性強之標徵。

(2) 凡小麥之葉身為直立者，抗寒力較弱，但早熟，不易倒伏。

(3) 凡小麥之葉身寬者示麥穗產量大，但個數小，因產量之多寡與穗之重量無相關。

(二) 關於分蘗者。

(1) 分蘗力與總收量，稈重，穗重及抗寒性為正相關。

(2) 分蘗力強之品種易生白條病。⁽¹⁾

(3) 分蘗力與根之生成，成熟期，稈單位長之重量，稈之重量，穗

註 (1) 白條病由皮菌寄生與地下根之感染失了平衡，致葉葉變黃綠色，白條病徵麥穗偏直，子粒變縮無粉質。

單位長之重量爲正相關，惟比較時常具以下性質即(1)稈重量大，(2)穗形長而粗，(3)結實小穗多，(4)粒數多，(5)穗收量多。至麥殼產量雖與分蘗力爲正相關，但爲負相關者亦有。

(三) 關於莖稈者

(1) 稈之大度與耐寒性，成熟期(生長日數)，穗形長而粗爲正相關，而與分蘗力爲負相關。在同品種間，稈之大度與最上節間長爲正相關，與地上節數爲負相關。

(2) 稈之長度在同品種間與稈之單位長，稈之重量及節間數爲正相關。

(3) 在同品種間，稈節數與總收量，爲正相關，與子粒百分，抗倒伏力爲負相關。又最上節間長與穗長，稈強與小穗密度爲正相關，穗長與小穗密度爲負相關。

(4) 在同品種間，穗長與穗重，一穗粒數及收量，穗重與生長日數，小穗數及粒數，爲正相關。

(5) 粗而短之稈不易倒伏，細而長之稈則易倒伏，但適用爲飼料。

(6) 同品種間最低節間之長度與倒伏性爲正相關，即易倒伏之品種其最低節間必長⁽¹⁾

(7) 倒伏小麥之最低 15 公分稈乾物重量恆較直立小麥者小。

(四) 關於穗部者

(1) 麥殼帶褐色者抵抗力常強。

(2) 直穗或密穗多不易倒伏，其子粒大度爲中等或小形。

註 (1) 原想賢，小麥倒伏之初步試驗，農藝，10卷1至9合期，1945。

(3) 疏穗或彎穗之小麥，多易倒伏但其子粒常大。

(4) 凡小麥之護穎，到成熟時呈半開狀者其子粒易脫。

(5) 在同品種間，穗之重量與生長日數，小穗數及粒數常為正相關。穗之密度與稈之剛度，子粒粉狀率為正相關，而與氮素含量，子粒絕對量，穗壳強度為負相關。

(五) 關於子粒者

(1) 凡子粒長形，現脈狀，橫斷面呈玻璃質者，多富有麵筋，反之，子粒短縮，肥胖，橫斷面呈粉狀質者，麵筋含量小。

(2) 粒色鮮明比暗淡者

(a) 生長日數多

(b) 生長力強

(c) 耐寒性強

(d) 稈大

(e) 穗大

(f) 粉狀百分率大

(g) 剛性低

(h) 氮素含量少

(3) 粒色淡紅或白色者為上，灰色或帶黑色斑點者為劣。

(4) 在同品種間粒大與收量穗重，粒重及莖重為正相關。

(5) 粒大，收量及澱粉含量三者，與氮素含量，抗霜暨抗銹病力為負相關。

(六) 其他相關者

(1) 粉囊呈紫色者抗寒力強。

(2) 子粒發莖稈生產與生長日期，為正相關，而與耐寒性為負相關。

第九節 遺傳性狀

關於小麥之遺傳性狀，研究者頗多，茲擇其重要而顯明者，列表如次：

第六十九表 小麥之遺傳性狀

顯 性	隱 性	F ₂ 分離比
葉 葉舌赤色	葉舌青色	
寬葉	狹葉	3:1
稈 有毛葉	無毛葉	
硬稈	弱稈	3:1
穗 普通穗形	分枝穗形	3:1
密穗	方頭穗	有密穗中穗疏穗三種
穎 有毛	無毛	1:2:1
有色	無色	3:1
鈍穎尖	銳穎尖	3:1
狹穎尖	寬穎尖	9:7
芒 無芒	有芒	3:1
有色	無色	3:1
子粒 赤或褐	白或黃	
玻璃質	粉狀質	3:1
不易壓	易壓	3:1
生理性質 黃銹病感受性	免疫性	3:1
生育遲	生育早	
又中間性者		F ₂ 分離比
幼苗 直立	匍匐	1:2:1

稈	細稈	粗稈	
	長稈	短稈	3:1 1:3:3
	實稈	空稈	3:1
穗	長穗	短穗	
	粗穗	密穗	
	狹穗	寬穗	
	狹長柔軟	短寬堅硬	
粒	硬粒	軟粒	1:2:1
成熟期	早熟	晚熟	3:1
耐寒性	耐寒性弱	耐寒性強	

但上項表內所列，係經過若干學者試驗之結果非普遍不易之現象，例如：(1) 麥粒色擇白皮×目皮， F_1 為白皮， F_2 亦為白皮，而游蘭小麥與圓錐小麥交配， F_2 常有紅皮。紅皮×紅皮通常概為紅皮，而有時有白皮發現，蓋有兩種不同之獨立紅色因子 ($R_1 R_2$) 存在。

(2) 有芒×有芒，在同種交配常為有芒，而在異種交配則間生無芒，又有芒×無芒，在同種交配無芒為顯性，有芒為隱性，而在異種交配，則遺傳現象不一。斯自重氏 (1944) 用美國密穗小麥與斯卑爾脫白小麥雜交，植株之芒與穗之密度， F_1 均呈中間性， F_2 則分離為 8 組。(1)

註 (1) 斯自重小麥種間雜交種數種數量性狀遺傳之研究，科學農業，1944。

第十章 大麥育種

第一節 概說

大麥在寒冷地帶為主要食糧，因其抗寒力較小麥為強，例如在德俄等國栽培甚廣。又大麥為釀酒之原料。西洋各國喜歡飲啤酒，對大麥之改良尤為重視，其他飼料用途亦頗重要。

大麥改良之目的，視用途而定，例如飼料用及食糧用之大麥，須注重產量，品質次之，惟其產量同一之大麥則以蛋白質脂肪含量多者為佳。至釀造用之大麥，則以品質為最重要，粒形既須豐滿整齊，發芽尤須同一，蛋白質含量不可多，澱粉含量切不可少，否則防害發酵及產品。此外抗銹病力，倒伏性亦為改良品種之重要條件。

大麥通常分三類，即

1. 六稜大麥 (*Hordeum hexastichum*) 穗軸每節兩面各有三個小穗花，各花均能結實，故全穗之麥粒列成六縱條。
2. 四稜大麥 (*Hordeum tetrastichum*) 穗軸每節兩面亦各有三個小穗花，各花亦均能結實，有謂其中有一花不能結實則誤矣，惟其中花

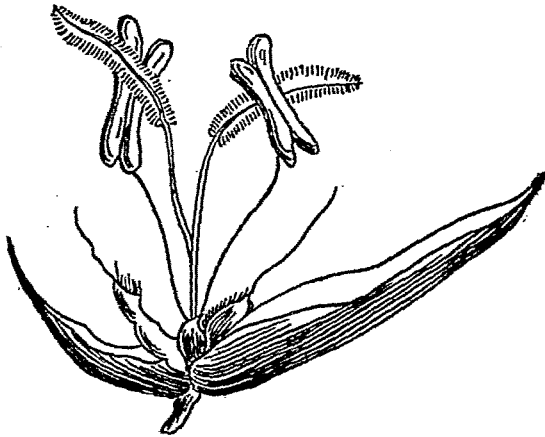
被兩旁之麥壓入，外視之僅有子粒兩行，兩面共成四行故名。

3. 二稜大麥 (*Hordeum distichum*) 穗軸兩面每節亦各有三個小穗花，但兩側之花雌蕊退化，僅有雄蕊不能結實，惟中央一朵花結實，故全穗麥粒扁平二稜形。

據 Griffes 氏報告，大麥之染色體數，亦有 7 對，14 對，21 對三組，其與小麥燕麥不同者，品種愈進化，其染色體數愈少。

第二節 花及開花

大麥穗軸直而堅強，各節着生三個帶有穗枝梗小穗花，但與小麥不同，三個小穗花排列一行，而每小穗花僅具花一朵，下部硬毛甚多，每小



第十七圖 大麥小穗花
(一大麥小穗僅具花一朵)

穗花有護穎二，細長堅硬並有利齒，穎之長度較花為短，不論結實花與不結實花，概有護穎一枚，故每面各節具有六個護穎，連成如半個花苞形，每朵花有內外穎各一，與小麥同，外穎一名下穎較護穎闊，可以完全包被花朵，穎上有細脈五條，中脈特巨肩有一芒，或直形、或斜形或彎曲其長度可達 20 公分。內穎一名上穎，與上穎聯合包被花朵。(第十七圖)

在內外穎內有鱗片二，雄蕊三，其一與鱗片相對，另二靠近上穎，一個子房上有二柱頭亦呈羽毛狀，花粉扁球形，短徑 0.0412 至 0.0486，長徑 0.0491 至 0.0534 公厘。

大麥開花順序亦自穗之中部起，漸及上部，最後下部，先開先成熟。

大麥開花時間，氣溫在 15° 以上時，每日午前五時半——六時開始，八時許最盛，九時後逐漸減少，午後最少，至午後三時——五時後多，六時後減少，七八時後各花穎完全關閉。最初開花至最終開花之日數，就二稜大麥之中列花言，每穗須三、四日，每穗植物約須七日至九日，每穗同時開花時約八朵至十朵，每日開花數約為十八朵左右。

據宗正雄氏報告，大麥開花狀況，二稜垂穗大麥 (*Hordeum distichum nutan*) 與二稜直穗大麥 (*Hordeum distichum erectum*) 不同，垂穗大麥兩側小穗花全能開花，中間小穗花能開者甚少，開花時穗之角度，中花 10—15 度，側花 35—50 度，當內外穎張開時，花絲延長，花葯即抽出穎外。直穗種兩側小穗花完全退化，雄蕊與鱗被均萎縮，子房僅存痕跡，中間小穗花具有正常雄蕊，鱗被雖退化甚小，但對穎之開閉，無大影響。

四稜大麥兩側小穗花可完全結實，開花之角度較二稜直穗大麥大，

12 度—18 度，間有達 20 度，中花角度較小，其餘狀況均與二稜六稜同

大麥爲自花受粉，較小麥天然雜交機會尤少，蓋大麥雄雌蕊成熟概早，在抽穗前多已受精。據弗里韋色氏(¹) 1929 年報告，四十不同之大麥品種，種植一塊，經過八年僅有八株可疑之天然雜交。又饒義生氏(¹) 等報告，大麥天然雜交之機會隨品種不同，普通品種僅 0.15%，最多者可達 20.7%。

又二稜直穗種全爲自花受粉，而垂穗種可能有極少數異花受精。

大麥子粒以穗之下部三分之一處爲最重，上下兩端最輕，並且多秕，穗之最下部一、二小穗花不結實，芒之長度與子粒重量，常並行不悖。

第三節 選擇育種法

可分混合選擇與結實選擇兩種，方法概與小麥同，無庸贅述，茲舉其最須注意者：

1. 採選單穗後，應按有壳無壳分二大類，而後再按其性質分類。
2. 穗行試驗每行種子 30 粒，行長 3 尺，行距 1 尺，每十行設一標準行。
3. 二行試驗以後，每行種子 12 克，行長 12 尺，行距一尺，每五行設一標準行，無壳種須用無壳種爲標準，有壳種須用有壳種爲標準，他如二稜，四稜，六稜，亦須各依其品種設置標準品種，因其產量各有差異也。
4. 選擇時及高級試驗時，須十分注意當地市場之需要，通常釀造

註 (1) Robertson Deming 1931.

用及飴糖用多選二稜大麥，而六稜四稜大麥則適用於飼料或食糧也。

第四節 雜交育種法

二稜直穗大麥與六稜大麥中間小穗花之開花，幾乎完全在穗尚未抽出之前，其內外穎當然無法展開。而雄蕊花粉直接觸於柱頭上，故異花受粉實不可能。四稜大麥之異花受粉機會隨氣候而異，在溫度乾燥之氣候，大部分受精在穗尚在葉鞘內，間有出葉鞘後始行受粉作用，但在溫涼溼潤之空氣，所有小穗花均待出鞘後，始行受精。

大麥之交配手術較小麥為難，因其受精作用太早，有時必須剪開葉鞘，且大麥內外穎緊包花蕊，薄而易碎，操作者須特別謹慎。

大麥交配之手術可分三步，即整穗，去雄，授粉三者。

1. 整穗 大麥之整穗與小麥不同，蓋因大麥每小穗僅生一朵花，不如小麥每小穗花有花二朵至六朵，故每小穗留 1 朵或 2 朵，餘須剪去。且大麥有二行(二稜)及六行(六稜)兩種整穗方法，亦各不同，茲分述之。

A. 二稜大麥 每行僅有一種花結實，兩側小穗花雖有雄蕊但雌蕊已退化，可去此雌蕊，保留其護穎用作保護。穗之下部二、三小穗花，通常在去雄時尙少發育，可先剪去。再次整理中間小穗，二稜大麥每穗約有 30 至 40 小穗花可結實，從上而下剪去不需要之小穗花，僅留中部發育健全之小穗花 14 至 20 朵。

B. 六稜大麥 可分六稜大麥與二稜大麥雜交，及六稜大麥與六稜大麥雜交二種。

六稜大麥具有可結實之六行小穗花，如交配時只留十餘朵花，則須拔去者甚多，對穗軸甚易損傷，為避免此種缺陷，可以用六稜為父本，二稜為母本，殊較便利。

假如必須以六稜交配六稜，先將兩側小穗花完全除去，一種六稜大麥約有 50 至 70 朵花，僅留中間小穗花 16 至 20 朵，如此與二稜之兩行結實花相等。

大麥之穗較小麥為脆，其小穗甚易拔去，只要用鑷子夾其上端，再由上而下扭轉一回即可脫離。但交配者更須較小麥小心，避免折傷穗軸。

2. 去雄 大麥內外穎包合既緊，且易折傷，故不易用鑷子將其展開，但於去雄前，用利剪從小穗上部三分之一處平行剪去，或斜面剪去，一邊四分之一，一邊三分之一，次用細巧彎鉗，由剪去穎之缺口引入，夾着雄蕊上端輕輕拔出。但宜注意彎鉗不可深入，以免傷害子房或拔傷羽毛之柱頭。並須注意拔出時，花藥不可破裂，若干學者主張，為避免花藥破裂之危險，須於早晨十時以前舉行去雄手術，因愈遲延，氣溫愈高，花藥則易破裂。

去雄後之母穗，須即用玻璃紙袋套上，大小及方法概與小麥同，同時掛一紙牌記明號數與日期。

3. 授粉 本晨去雄，翌晨去粉，為最普通，但如去雄過早或遇特殊天氣時亦可遲延，如觀察柱頭，以發光澤時，為最適授粉。授粉方法與小麥同，先於父本田間選擇剛出葉鞘之穗，則出穎壳之花，待至已去雄之母本，擦破粉囊使花粉落觸其柱頭上，則可受精。但大部分花粉，雖已成

熟，而高度僅抵穎之頂端，竟不露出，一候露出，則粉囊已破裂，花粉多已分散矣。因此，在以六稜大麥及二稜大麥為父本時，須於抽穗時，即行拔取父穗，提出成熟雄蕊，搜集花粉於紙盒或玻盃內，而後用毛筆沾花粉傳授於母本柱頭上，殊為妥善。且多數交配場中，此法亦頗適宜。

授粉完畢可將原袋套上，並記交配日期，及父母本號數。

據近來研究，大麥染色體僅有七對，其變異較其他作物為少，雖用各種引變方法，亦少希望，故欲獲得優異之品種，非採人工交配法不可。

第五節 相關性狀

大麥主要性狀，相關性如下表：

第七十表 大麥之相關性狀

主要性質	正 相 關	負 相 關
分蘗力	生長力，總收量，稈重，一株穗數。	小穗密度，粒之品質。
稈長	稈大，稈重，節間長度，穗長，穗重，粒重。	
	小穗數，小穗粒數，落粒率。	小穗密度，粒百分比，粒品質。
節數	稈長，稈大，稈重，各節間平均大。	
	穗重，粒重。	生長力，粒百分比。
小穗密度	稈之硬度，子實氮素含量，玻璃質度。	穗之重量，子實平均重量。
粒大及重	落粒含量。	蛋白質含量（除例外）
落粒	落粒百分比。	
粒數量		節數，子粒品質及容積量。
生長期長	粒數量。	
芒長	粒重。	

第六節 遺傳性狀

大麥遺傳性狀已研究者甚多，(1) 茲舉其重要者列表如下：

第七十一表 大麥之性狀遺傳

性 狀	第 一 代	第 二 代	研 究 者
1. 關於穗之性狀			
帶壳大麥與稈大麥	帶壳	帶壳 3 無壳 1	Robertson 1929
六稜大麥與二稜大麥	二稜	六稜 1 二稜 2 六稜 1	Biffen 1905 Saunders 1922
緊穗與鬆穗	鬆穗	鬆 3 緊 1	Biffen 1907
直芒與曲芒	曲芒	曲 3 直 1	Robertson 1929
光芒與刺芒	刺芒	刺 3 光 1	Greffee 1925
2. 關於穎之性狀			
黑內穎與無色內穎	黑	黑 3 無色 1	Biffen 1907
紫內穎與無色內穎	紫	紫 3 無色 1	Miyake 1922
寬穎與狹穎	狹	狹 3 寬 1	Biffen 1907
3. 關於子粒之性狀			
有色與無色	有色	有 3 無 1	Denne 1931
藍糊粉層與白糊粉層	藍	藍 3 白 1	Robertson 1932
4. 關於幼苗之性狀			
綠幼苗與黃幼苗	綠	綠 3 黃 1	Robertson 1932
群幼苗與白幼苗	綠	綠 3 白 1	同 上
5. 植株高與矮	矮 高	矮 3 高 1 高 3 矮 1	Miyagawa 1921 Harlan 1922
6. 早熟與晚熟	早	晚 1 早 2 晚 1	Griffiee 1925
7. 抗稈蟲力	抗	抗 3 染 1	Nilson-Ehle 1922

第七節 良質標準

(1) Robertson. Genetics of Barley, Jour. Amer. Soc. Agron, 1939.

食用及飼用之大麥，多偏重產量之選擇，惟釀造用大麥，甚須注意品質之選擇，其要點可分內容物，發芽力，外觀三項。

1. 內容物 大麥內容物與釀造關係最大者，則為澱粉質，因澱粉為糖化作用及酒精發酵之根源，故澱粉含量之多少，直接影響大麥之價值。澱粉含量之多寡通常以無氮浸出物百分表示之，蓋無氮浸出物中除少量糊精，蔗糖，脂肪外，最大部分為澱粉質，澱粉含量多，無氮浸出物當隨之多，大麥無氮浸出物通常 49 至 85%，釀造用大麥必須具有 70% 以上。

氮化物含量之多少正與澱粉相反，因氮化物中蛋白質佔最大部，約在 90% 以上，蛋白質不能糖化，亦不能行酒精發酵，且因其有凝固性，對於發酵作用有礙，故蛋白質含量太多，則品質低下。通常大麥氮化物之含量約為 6% 至 18%，釀造用大麥氮化物須在 10% 以下。

2. 發芽力 發芽力之大小關係釀造甚大，發芽率即發芽百分數，釀造大麥之發芽率在 98% 以上者為上等，90% 以上者為中等，85% 以下者為劣等，不適使用。發芽勢與發芽率意義不同，乃是一短時間內發芽百分數，大麥通常在 20—21° 溫度中，48 小時內須有 80% 以上發芽，經過 72 小時，即為計算發芽勢終了之期。

發芽勢之強弱有內外兩界關係，內界為種皮組織，子粒大小，內容物組織構造均有影響，外界如品種，成熟程度，貯藏方法及期間等亦為重要條件。

發芽試驗通常用亞鉛製成長方形方箱為發芽器，取種子 3400 粒分四組，分別放置於發芽試驗器內，其內溫度須保持一定，如 30 度溫以 9

小時爲限，如 20 度溫則須增爲 15 小時，而後取出檢查計算發芽率。發芽勢與溫度關係尤大，試驗期間溫度須隨時登載，每日分上午下午一定時間檢查發芽數，發芽狀態以種皮破裂，胚稍突出標準。

3. 外觀標徵 大麥子粒良好標徵第一須肥滿充實，因肥滿粒大者澱粉含量常多，發芽勢常大，且浸潤時養分之損失較少，至子粒瘠小者反之，蛋白質含量常較多。

第二 大麥子粒須容積大，粒大者容積常大，粒大者與千粒重亦爲正比，通常大麥千粒重有芒者 30 至 50 克，無芒者最重可達 58 克，而釀造用之大麥有芒者須在 43 克以上，無芒者須在 47 克以上，方算優良，又容重大者亦爲良好標徵，通常大麥容重每公石有芒者 50 至 70 公斤，無芒者 70 至 76 公斤，釀造用之大麥有芒者須在 65 公斤以上，無芒者須在 72 公斤以上。

第三 大麥子粒須富有粉狀質，蓋粉狀質多則胚乳組織鬆疎，吸水迅速，發芽勢大，發酵作用良好，反之，粉狀質少則組織堅硬，蛋白質多，吸水緩慢，發芽勢弱，糖化作用不佳。通常釀造用大麥須含粉狀質 80% 以上，如有 88% 以上則更善。

第四 大麥子粒須整齊，蓋子粒整齊，發芽始齊一，作業則方便，其不整齊之原因最重要是品種混雜不純，故釀造用大麥以純種爲宜。其次分蘗太多之穗，成熟緩遲，以致形狀不一。至一穗大麥雖因着粒位置之不同，發生子粒大小之差異，但通常關係尙小。

第五 大麥子粒色澤須良好，因色澤與穀皮厚薄及胚乳構造攸關，如富有光澤之藁黃色則表示皮薄，粉狀質多，發芽佳良。

第六 大麥子粒須皮薄而滑，此類形質與風土氣候肥料土質大有關係，但亦為品種特性，在品種改良上，殊為調查之要點。

至飼料大麥以選用光芒品種為上，所謂光芒麥，即芒上光滑無刺，(一)便利收穫與脫粒，(二)麥穗用為飼料時，不易損害牲畜。無芒大麥與帽芒大麥，或因易於脫粒，或因產量較低，均不足取，惟有芒大麥產量高上。美國曾由俄國輸入黑殼大麥品種，經過數度改良，結果良好，最近金陵大學由加拿大引進七個光芒大麥品種，其中以 Spartan 種產量最高，三年平均每市畝 342 市斤。⁽¹⁾

註 (1) 馬育華 大麥光芒品種之活量與品質 中華農學會報，第177期，1944，重慶。

第十一章 燕麥育種

第一節 概說

燕麥適植新墾及瘠薄土壤，在海拔高或緯度高較冷地帶亦可生長，故燕麥為一種最經濟栽培作物。燕麥含有蛋白質脂肪及灰分頗富，且具有燕麥精可與畜家畜神精，為最上等飼料。其栽培在歐洲歷史雖不久，但美、法、德、俄諸國莫不視為極有價值之作物也。

俄國年產燕麥1萬8千餘萬公擔，美國年產1萬9千萬公擔，全世界年產約7萬萬公擔，中國燕麥栽培目前雖不多，面積約1千5百萬畝，產量約1千8百萬擔，將來品種改良及畜牧業發展，如成效顯著，則燕麥栽培，自與日俱增。

麥燕之種類甚多，通常栽培主要品種可分有壳燕麥與無壳燕麥，有壳燕麥分周散花序如普通燕麥 (*Avena sativa*) 是，側散花序如韃靼燕麥 (*A. orientalis*) 等，無壳燕麥即裸粒燕麥 (*A. unda*)，蓋因其穎與子粒不緊抱，子粒裸出於外。此外有一種燕麥 (*A. fatua*) 外穎着毛甚多，芒特強大，為穀類作物害草，種子發芽力可保持長久，並易脫落，故不易

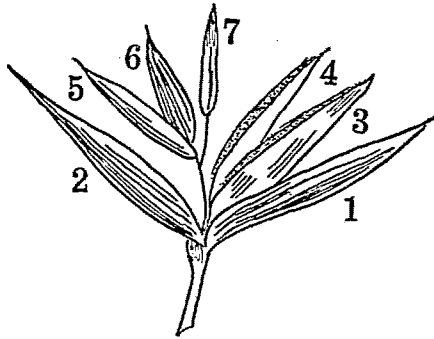
剷除。

燕麥之染色體數，據各方研究報告，可分 7 對者，例如圓燕麥 *A. brevis* 14 對者，例如有芒燕麥 *A. barbata* 及 24 對者，例如普通燕麥 *A. sativa*。

第二節 花及開花

燕麥為散穗形之總狀花序，與大小麥不同，莖之頂端延長而為總穗軸，直立或彎曲，着生 4—9 個不等大之穗枝梗，但以 5—6 為最普通，枝梗上着生小枝梗，其數在下者多，愈上愈少，每小枝梗着生 1—4 小穗花。每小穗花下具細長花柄，附生於小枝梗或直生於穗軸梢端之上。

(第 18 圖)



第十八圖 燕麥小穗 (Robbicus)

1. 第一護穎 2. 第二護穎 3. 第一朵花之外穎 4. 第一之花之內穎
5. 第二朵花之外穎 6. 第二之花之內穎 7. 第三朵花 (退化花)

每小穗花有二護穎可完全包被小穗，上護穎微大於下護穎。均為船底形，基部較闊，上生甚多長形脈紋。每小穗花 2—3 朵，間有 4—8 朵，

環生於小穗軸上，通常第一朵花位於下護穎上，第二朵花位於上護穎上，其餘互生第一與第二兩朵之上。

小穗花朵發育不等，第一朵大於第二朵，第二朵又大於第三朵，其發育之程度，通常隨位置向上遞減，例如第三朵僅有雄蕊，而無雌蕊，第四朵僅有內外穎，雌雄蕊完全退化，最後內外穎不見，僅剩稍許痕跡。因此，燕麥每小穗花能結實者，僅有一朵或兩朵，前者名曰一花燕麥，後者曰二花燕麥，小穗頂端花總為不孕花。

燕麥小穗上每朵花具有內外穎各一，較護穎小，外穎亦名下穎，較大較堅，包被內穎，具生多數中脈，但脈數總為單數，不若內穎脈數總為偶數，是其特點，並且外穎上端有一細芒，基部光滑或具毛，毛之顏色或白，或紫，或褐。有若干品種之外穎上中脈，由穎背中間形成轉縮狀長芒但，斯項特徵，在栽培燕麥僅見於下部之第一朵花之外穎，而在野生燕麥全部花外穎均有之。

內穎一名上穎較外穎小，脈紋亦多，但總為雙數，故兩端略成四方形，且脈紋數有一定，同一品種不變，誠為品種之特徵。

內外穎之內有二鱗片與小麥同，其正中則為雄雌蕊，雄蕊三枚着生子房之下，花絲甚長，故伸縮性大，位成三角，其一正對外穎，介於兩鱗片之間，餘二位於內穎兩側。子房上位一室，柱頭分二歧，酷似羽毛，胚珠一，受精後與子房連結，形成有被長形穎果。

燕麥開花頗早，與大麥相似，即穗尚未抽出葉鞘時，多已受精，其開花順序，自上而下，其第一抽出葉鞘之花，即第一先開花，而後逐漸及於下部，故穗之頂端開花最早，成熟隨之，且子粒更大更美並更重。但須知

每小穗上之花，以下部第一朵爲健全，因此行人工交配時，須選總穗軸頂端之小穗花，而每小穗又須選基部之花。

每穗花經過之時間，隨各地氣候而異，通常每穗花需 6—11 日，每株開花需 15 日，據馬雷氏⁽¹⁾在巴黎氣候下觀察結果如下：

第七十二表 燕麥每種之開花時間

品 種 名 稱	開 花 初 期		開 花 終 期	
Daubeney	6 月	16 日	6 月	22 日
Noire hative de Vilenorin	6	17	6	23
Mesday	6	18	6	26
Jourette	6	24	7	1
Trifolium	6	25	7	3
Ligowo×Brie hyb, 176,	6	25	7	4
Ligowo amélioré	6	25	7	5
Victoire	6	27	7	6
Fyrin	7	1	7	11

由上表觀之，早熟種開花亦快，蓋因

(1) 早熟品種須迅速完成其生長之循環。

(2) 早熟品種之穗頭較小，抽穗較快。

每日開花時間以下午二時至四時爲最多，每朵花開放經過之時間，約需 50 至 70 分鐘，如遇氣溫過冷或過熱，則時間延長或減少。

據御園生氏(1933)報告，燕麥開花一日中之分布，以午後 2 時至 4

註 (1) Maylin, Manuel pratique et technique de l'hybridation des céréales.
Paris 1915.

時最多，佔總數 71.1%，夜間及上午開花全無，如 73 表。(1)

第七十三表 燕

時 刻	午前 6—1 午後 1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—午前 6	合 計
開花數	0	21	54	67	24	4	0	170
百分數	0	12.3	31.7	39.4	14.1	2.3	0	100

第三節 育種方法

(一) 選擇育種 燕麥亦為自花受精作物，故選擇方法概與小麥同，其改良之目的不外：

1. 產量高。
2. 成熟早。
3. 殼之比率小，果仁須在 77.7% 以上，穎須在 23.3% 以下。
4. 抗力強，如抗寒力，抗旱力，抗病力，隨各地需要而定。

燕麥分穗及分行試驗之行距行長，種子量等，均可仿照小麥辦理。

(二) 雜交育種 1. 選植親本 親本之選擇與其他作物同，最重要者與原品種性質毫無差別，完全同一，種植於普通田中或試驗地邊行，如為便於管理，當可種植於育種園內，到可雜交時再選擇健全而無病蟲害者行之。

2. 整穗 燕麥花大都在抽穗前即已受粉，至抽出葉鞘後，甚少未授粉者，僅其下層枝梗，待抽出後始受粉。因此燕麥之整穗須將出鞘之穗剝開葉鞘，放出枝梗。惟其支穗花梗非常柔軟，且甚脆弱，工作者

註 (1) 御園生義一，燕麥の開花に關する可爲研究，札幌農林學會會報 68。

不可不十分小心，避免損傷莖葉，小穗及花朵。

通常每穗燕麥具有 60 至 100 個小穗，隨品種而異，而交配用之花僅需要 10 至 12 朵，由是燕麥之整穗較小麥困難多矣。各枝梗之花，因着生部位不同，開花時期，頗有差別，且每小穗上之花，開花亦不能一致。所以燕麥之整穗，去雄及受粉，概不能同時舉行，整穗之方法，又可分為下列二種：

(a) 先剝開葉鞘，除去穗之下層枝梗，而後觀察其上層，選其較大並健全之枝梗，保留小穗一打左右，每小穗僅留二護穎及基部花一，二朵，其餘之花以及不健全或短小枝梗與小穗概剪棄之。

(b) 第二種方法⁽¹⁾與前大不相同，當穗正抽出葉鞘時照樣於上層枝選擇十個優良小穗，僅保留其基部之花與護穎，但下層枝梗不除去，意在保持全穗之健康，蓋枝穗愈少損傷，植物痛震或愈可減少也。中部枝穗復完全剪去，以便間隔上下兩層之穗花及掛標記或標籤。

3. 去雄與授粉，燕麥之去雄與授粉方法大略與小麥大麥同，惟因燕麥穗枝脆弱，花梗柔軟，施行時應特別技巧，且須辨識護穎及內外穎，方得良好結果。

上護穎原與下護穎等長，但着生部位較高，故其高度超過下護穎。小穗基部花之外穎，包被於下護穎內，拔去外穎時須特別小心。

拔出雄蕊時，工作者須在上護穎前，面對下護穎，用左手挾持小穗，右手用鉗或剪先除去上部花朵，次用利鉗剝開基部花之內穎頂端，謹慎拔出三枚雄蕊，雄蕊清去後，再挾起內穎，令其閉合，套以紙袋，保護

註 (1) Gortens 與 Lathouwers 等常用此法。

雌蕊。

德來夫與錫老多二氏⁽¹⁾所用之方法，稍有不同。先選由抽出三分之一之健全穗頭，剝開葉鞘，除去下層所有枝穗，於上層枝穗中選留花藥，尚未成熟之小穗 10 至 15 枝，第一步拔出每小穗中第一朵花之雄蕊，第二步剪去第二葉花，以至於盡。而後套一紙袋，掛一紙牌，待雌蕊羽毛展開，即發育完全時，於清晨採選父本已成熟帶黃色尚未破裂之花藥，每朵母本花中放入一枚或二枚，當時須將其內外穎閉合妥善。稍頃，日光增強，溫度增高，放置之花藥，自然裂開，花粉噴出，即可受精無慮矣。

防止鳥雀之為害，學者多主張用紗袋為善，如紙袋專為防止異花受粉用者，在交配 15 日後，即可取去，任其生長於自然空氣中。

洛夫氏主張 (1) 去雄時，以雄蕊尚存綠色為妥，去雄後須閉合內外穎，俾雌蕊得充分發育一日或二日，(2) 去雄須行於清晨，授粉宜行於下午。(3) 交配不用之花，仍注意保存，但用中國墨或其他顏料標明去雄與未去雄，以免混亂。⁽²⁾ 此法雖有利益，然不適用於初學之人。

勃里母氏⁽³⁾主張燕麥之去雄與授粉須在早晨，所有花蕊尚未受強烈之太陽光，每小穗僅留最小一朵花，俟雌蕊有受精能力時，即採取父本花藥傳受於柱頭上，交配後用棉繩繞圍花穎，至子粒成熟時收穫。

註 (1) Denniffe et Sirodot. Pavois, P 35-37-a Carignan.

(2) Love, Methods of Breeding oats. Ithaca, New York.

(3) Pridham Oat and Barley Breeding, Commonwealth of Australia.

第四節 遺傳性狀

燕麥之遺傳性狀，極形複雜，茲舉其主要者略述於次：

1. 周散穗與側散穗之穗形，雜交後殊難測定其變化，納爾遜以利氏謂二者交配後，由二相異因子所變動，若因子為純結合，及雜結合，均生周散穗，反之，全為純結合，則可生周散穗，或垂散穗，又二因子缺時，則生側散穗，

2. 燕麥外穎之顏色，黑對白為顯性， F_2 常為 3:1，黃對白亦為顯性，但有時黃色因子為獨立遺傳。惟外穎與莖之色澤受環境影響甚大，例如在強日光下之色，總較陰暗下深濃。

3. 燕麥各品種間之芒，由黃色基因限制發生，洛夫氏曾用無芒之褐色品種相交配， F_1 穗之下部外穎常具芒，上部仍無芒。

4. 早熟對晚熟為顯性，但其分離不規則，或由含有堆積因子之故。

第十二章 大豆育種

第一節 大豆改良之重要

大豆爲我國特產，在國民經濟及營養上，關係甚巨。先就經濟言，中國大豆每年輸出數額頗巨，民 14 爲 20,661,986 擔，民 15 爲 26,054,926 擔，民 16 爲 24,349,350 擔，雖其後年有增減，但總佔中國出口物之大宗。

中國各省均有大豆之生產，以山東、江蘇、吉林、遼甯、黑龍江、河南諸省栽培面積最廣，產量最多，尤以山東爲最，全國總產額約佔三萬萬擔。

第七十三表 中國大豆主要出產省別

省 別	栽培面積	每年產量
黑龍江	15,602 千畝	23,710 千擔
吉 林	21,771	35,130
遼 甯	15,804	24,880
江 蘇	22,793	22,318

山 東	32,504	35,529
河 南	13,488	14,511

次就國民營養言，中國人之食料缺乏肉質，世人共認，而所以能保持其健康者，實因多食大豆及大豆製成品，茲將大豆及豆漿之主要營養分與各種畜肉及乳汁作一比較，則可明瞭。

第七十四表 大豆養分與肉類之比較⁽¹⁾

類 別	蛋 白 質	脂 肪	灰 分
大 豆	38.06%	17.80%	4.44%
牛 肉	16.10	17.50	0.90
羊 肉	15.20	15.10	0.80
小牛肉	15.40	11.00	0.80
素豬肉	18.90	13.00	1.00
豆 漿	5.76	2.46	0.84
牛 乳	3.50	4.00	0.75
山羊乳	4.00	4.50	0.50
綿羊乳	5.75	7.25	1.00
馬 乳	2.00	1.50	0.50

由上表觀之，大豆含有之蛋白質，脂肪，灰分三大營養分均高於獸肉，而豆漿含有之蛋白質，脂肪，灰分，亦與畜乳大致相等，故中國人可食大豆代肉質，可飲豆漿代牛牛奶也。

且大豆之製造品，近年來日新月異，如食品，裝飾品，戰利品，莫不

註 (1) 大豆既為自花受粉作物，其育種方法與稻麥相彷彿。

需要其爲原料。

第二節 花及開花

大豆花似蝴蝶，通常有白紫兩種色澤，或因品種不同，或因個體而異，有花瓣5片以旗瓣爲最大，在開花前包圍其餘4瓣，翼瓣2片，宛如蝶之兩翼，龍骨瓣二片合一，呈彎曲狀，有雄蕊10本成2束，1本單獨分離，餘9本聯合成管狀，在雌蕊之周圍，雌蕊1株挺立於雄蕊中央，柱頭球形；子房1室，內有胚珠1至四枚。（第19圖）

大豆花之雌蕊被雄蕊包圍於內，後被花瓣封圍於外，其受粉作用又常行於花未開之前，故雖被風吹散，昆蟲探訪，而異花受粉之機會仍甚小也。據各學者試驗之結果，大豆天然雜交率概在百分之一以下，如Piper與Monse二氏觀察報告，大豆天然雜交率總在千分之五以下，Woodhouse氏試驗結果爲千分之四，Garber與Odland二氏試驗結果1922年爲千分之1.4，1923年爲千分之3.6。

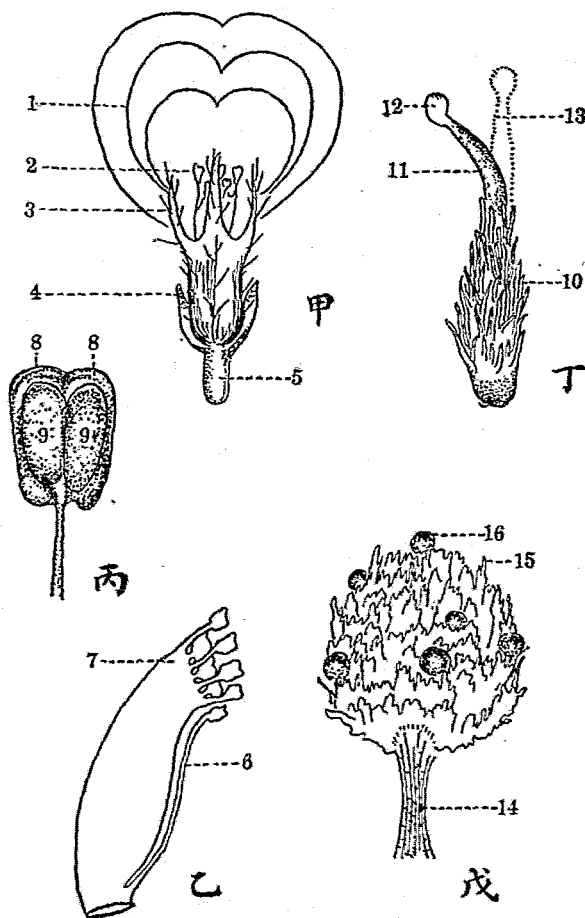
大豆既爲自花受粉作物，其育種方法與稻麥相彷彿。

第三節 選擇育種法

一 混合選擇法

普通混合選擇法概與稻麥同，僅適於農民保持純種之用，茲舉吳德握斯(¹)氏之混合選種法，略述如次，因此法頗有應用之價值，法擇本地最好之品種田地，擇取形狀相同之單株，分別脫殼，每株各留種子一定

註 (1) Woodhouse



第十九圖 大豆之花

甲、花之正面 1.花冠 2.雄蕊 3.花瓣 4.萼耳 5.花柄 乙、雄蕊 6.單體雄蕊
 7. filament 丙、粉囊 由四小房組成 8.前二小房 9.後二大分房
 丁、雌蕊 10.子房及子房毛 11.花柱 12.柱頭 13.理想中直立花柱
 戊、柱頭放大 14.花柱筒部 15.花粉管 16.花粉粒

數量，翌年分行播種，每株一行，所謂舉行株行試驗。此後詳細觀察其生長能力，抗病能力種粒形質，及產量情形等，就中選其優良者，混合種植於種子區，淘汰不良及特殊之植株。第三年分一部份留種種子區，以爲觀察選擇，其餘作爲普通農田種植。

上項選擇法雖不及純系選擇法價值之大，然手續簡便，人工與時間，均較經濟，尤適用於保持純系品種之純潔。

大豆之品種區域性甚大，舉行選擇育種時，應依其區域，成熟期種粒大小，色澤及生長習性等，審慎分類試驗，切不可籠統。(1)

二 純系選擇法

第一年採選單株 法於大豆成熟之期，收割之前，往各地大豆田中選擇，中選者即連根拔起，如因攜帶不便，可於每株上摘取數十莢，納於一紙袋中，註明品種，地點及日期，但須注意此株之莢與彼株混雜也。選取單株固不必過於仔細，因採得之個數愈多，良種之機會亦愈大，其應注意者：

1. 無病蟲害
2. 莖稈直強
3. 植株傍枝多
4. 植株豆莢多
5. 成熟期適宜
6. 性狀適合需要

第二年株行試驗 翌年舉行株行試驗，由每株種子選出 30 粒裝入小紙袋，記明號數，行長 5 尺，行距 2 尺，以本地優良品種爲標準行，播種時須均勻撒播，生長期內須注意觀察，選擇時應注意之事項與第一年略同。收穫時手續與稻麥相似，凡當選者先掛一紙牌，每行捆成一束，攜

註 (1) 王金發，中國大豆育種問題，農報，第十卷 19 期，1933。

至種子室妥爲掛起候乾燥後，再行脫粒。中國現行大豆脫粒法，多將全株豆類納入麻袋內，封束袋口，以木棍捶擊，而後倒入竹箕，篩檢去其雜物。

第三年二行試驗 二行試驗與稻麥不同者，行長 15 尺行距 2 尺，每行播種以 80 粒爲標準，脫粒後每行產量克數乘 0.4 卽變爲每畝斤數。

第四年五行試驗及以後十行試驗，高級試驗，種子區，繁殖區，概與稻麥同，無容贅述。惟大豆適宜性小於小麥，對環境之感應殊爲銳敏，推廣前須舉行地方試驗，十分審慎，以免引起農民反感或意外損失。

第四節 雜交育種法

大豆之雜交手術，殊爲不易，因其花頗嫩小，去雄時稍不謹慎，卽傷害其主要器管，且易致自花受粉，雜交者尤須注意。大豆雜交時，除細小剪子鉗子外並宜備頭戴擴大鏡，以便觀察準確，先用左手執花，右手執鉗，撥開萼片，另持剪剪斷萼片，後用鉗子撥開小花瓣，以令露出雄蕊十個，而去其粉囊，此時花頭與柱頭始顯暴露。

大豆之母本，宜選取葉腋間之花，雜交後旣便處理，而落果之弊，亦可減少。被選之花朵用作母本者，以花朵採出花萼爲標準，用作父本者，則以旗瓣微有裂縫時爲宜。

大豆之授粉不必等待翌日，上午除雄，當天下午卽可選取父本已成熟而尙未開裂之雄蕊，待至已除雄之柱頭上，輕輕摩擦，以令其花粉粒確實散落可達受精之狀況。惟須注意 (1) 柱頭上有無黏性分泌物，有時方可舉行交配。(2) 摘去粉囊時切不可稍有遺漏，須十枚完全取出。受粉

完畢後通常方法，取一豆葉裹之，掛一紙牌，記其父本之號數及日期。

大豆之開花以下午爲最盛，故吳德提斯氏主張雜交大豆以下午三時至七時爲最適宜，授粉亦以當日下午舉行爲佳。但據孫醒東氏以及其他學者報告，上午雜交同得良好結果。西北武功區，以上午五時至八時爲最佳，因當日光尙未出時，選擇母本花朵至紅日高升，七時左右，開始授粉，其成功率殊可增高，又雨後水份過多花粉易黏着成塊，不宜行交配工作。

大豆雜交後處理之方法，與其他自花受精植物，亦無大異，即無記錄法與有記錄法二種：有記錄法須依孟德爾雜交遺傳法則，一代一代選擇，第一代分粒試驗，第二代分株試驗，到達優良性狀固定後，再照純系選擇法，進行比較試驗。

無記錄法，由 Syalof 氏創作，一名自然淘汰法，將人工交配後所收之種子，混合種植收穫，經 6 至 10 年後，始行單株選擇，凡遺傳性狀適合吾人需要並有價值者，概行純化固定工作。下表爲自然淘汰之步驟：

第一年	舉行雜交	假設 $A \times B$
第二年	F_1 不選	混合種植
第三年	F_2 不選	混合種植
第四年	F_3 不選	混合種植
第五年	F_4 不選	混合種植
第六年	F_5 不選	混合種植
第七年	F_6 分株選擇，凡適合雜交之目的者，選取分別脫粒給號。	

第八年以後 依照純系育種法，選擇比較。

第五節 相關性狀與遺傳性狀

大豆由中國之主要作物，現漸成爲世界之主要作物，故各國對大豆遺傳性狀之研究，日益增多，現今所知者，大豆有 20 對染色體，其中有三個因子爲連鎖關。茲舉其主要性狀列述如下：⁽¹⁾

1. 花之色澤 據吳德握斯氏 1932 年報告， F_1 紫色爲顯性， F_2 紫與白成 3 與 1 之比，但其他學者，有紫 9，微紫 3，白 4 之比。

2. 種皮色澤 1921 年吳德握斯氏報告，大豆種皮有黑褐黃綠 4 種，通常是色對褐色爲顯性，綠色對黃色爲顯性， F_2 概呈 3 與 1 之比。

3. 種皮斑點 種皮斑點非全爲遺傳性狀，環境影響亦大，惟尙無確詳發現。

4. 豆臍色澤 豆臍顏色遺傳因子，較爲複雜，據吳德握斯氏及其他學者之研究，黑對棕爲顯性， F_2 黑與棕概爲 9 與 7 之比。

5. 豆類色澤 豆莢顏色有灰黃至黑褐， F_1 黑對黑爲顯性， F_2 黑與黃爲 3 與 1 之比。

6. 結莢習性 大豆結莢有有限結莢即基頂生總狀花序，結有數之莢，無限結莢，即自基部至頂端逐漸遞減，頂端僅生一莢二者，無限結莢習性爲顯性， F_2 爲 3 與 1 之比。

7. 子葉色澤 黃色子葉對綠色子葉爲顯性， F_2 黃色 15，綠色 1，據吳德握斯氏證明黃子葉由二重基因所定。

註 (1) 大豆遺傳性狀，吳德握斯氏研究甚多。

8. 葉之形狀 寬葉對狹葉爲中間性, F_2 爲 3 與 1 之比。
9. 莖之色澤 大豆幼莖色澤通常有紫綠二種, 紫色者將來開紫色花, 綠色者將來開白花。
10. 莖之高矮 高對矮爲顯性, F_2 爲 3 與 1 之比。
11. 成熟時期 大豆成熟期爲複雜遺傳性狀, 通常植株大小與成熟時期相關頗巨, 高植株成熟期常較矮植株遲兩星期以上, 因之晚熟對早熟爲顯性。

第十三章 豌豆育種

(一) 種 類

豌豆通常分蔬菜豌豆(*Pisum sativum*)與穀物豌豆(*Pisum arvense*)二種,蔬菜豌豆之花常為白色,故亦名曰白花種,子實球形,有黃白綠等色皆富含糖分,食味佳良,其青莢青豆莢可用作上等蔬菜,並可供製罐頭,另外亦宜於飼料之用。此種豌豆注重品質,如莢殼柔軟,肥厚,兼具香味為良。

穀物豌豆之花常呈紫色,故亦名紫花種,子實有灰黃,灰褐斑花等色,栽培目的全在種子,煮食或炒食,亦可供製醬油,味精粉絲及飼料等之用。改良目的則以增加產量為主要。

又豌豆可分硬莢種與軟莢種,硬莢種以子實為食料,軟莢種則以青莢為食品。

豌豆品種之鑑定,通常一以花之色澤及成熟期,二以豆莢之軟硬,三以子實形狀及有無皺縮,四以子實色澤,五以植株高矮及葉之形狀而

分。茲舉數種如下：

1. 普通蔬菜豌豆 (*P. sativum commune*) 花白色，子粒圓形或幾圓形，種皮光澤，間有皺縮，但與真正皺皮種者有異，子粒黃色或白色。

2. 青色蔬菜豌豆 (*P. sativum glaucospermum*) 子粒青色或綠色，其他形狀與普通蔬菜豌豆同。

3. 紫花穀物豌豆 (*P. arvense unicolor*) 花暗色，旗瓣鮮濃紅色，至暗紅色，翼瓣暗紅色，至暗褐色，或赤綠色，副葉及小葉概亦褐色。

4. 紫種穀物豌豆 (*P. arvense punctatum*) 花及副葉，小葉色澤與前(3)種同，但子粒鮮紫色，無青色斑點或小班點。

5. 赤種穀物豌豆 (*P. arvense maculatum*) 花及副葉，小葉概與前(3)種同，惟子粒赤色至赤褐，斑點或斑紋。

6. 紫赤穀物豌豆 (*P. arvense Punctato-maculatum*) 花葉同第三種，子粒紫色或青色或赤色或斑點。

7. 鮮花穀物豌豆 (*P. arvense innacultum*) 花鮮色，旗瓣白色，翼瓣薔薇色或鮮紫色，或鮮紅色，副葉子葉與第(3)種同，但較鮮豔，種子有斑點。

8. 亞多穀物豌豆 (*P. arvense atomarium*) 花葉與第(7)種同，但子粒鮮紫色或暗紫色，具小班點。

9. 紅斑穀物豌豆 (*P. arvense maculosum*) 花葉與第(7)種同，子粒具赤色斑點或斑紋。

(二) 花之構造

豌豆花之構造與大豆相同，有旗瓣一，翼瓣二，龍骨二，旗瓣特別闊大，初視若兩片狀，龍骨瓣甚小，二片聯合似一片，花藥呈黃色，發育不同，上端稍為棍棒狀或稍扁平狀。雄蕊成熟甚早，在開花前早已授粉，花形美大，蜜腺芬香，引誘昆蟲之力雖強，但實際上昆蟲來訪者頗少，因花瓣結合緊閉，昆蟲採取蜜汁及花粉，殊頗不易，故豌豆列為自花授粉作物。

豌豆開花之順序，下方先開，而後漸及上方，一花梗着生二花，下花亦先開，在通常氣溫下，全株花之開放，約需 14 日至 16 日。每日開花時間，自上午九時半至午後五時許，以午前十一時至午後三時間開花最盛，晚間旗瓣下垂，翌日再開。

(三) 選擇育種

豌豆為自花受粉作物，選擇育種方法自與大豆同，惟豌豆為蔓莖，生長期間須防其互相纏繞，通常用三根細竹桿，豎立為三角塔形支柱，將豌豆蔓莖攀緣其上，則花莢不致混雜。豌豆行距尚無精確試驗報告，通常可用三市尺，穴距五寸或六寸，行長 20 市尺或 24 市尺，為普通試驗。第一年株行試驗，行長五尺或六尺，每行 10 穴，每穴播種 2 粒，候出苗後再行間拔，每穴擇優留一株。豌豆子粒較大，而品種間子粒大小，差異甚大，故行之長度應視穴距長度而定。

(四) 雜交育種

豌豆之花較大豆為大，故進行人工交配手術較便易。最宜注意者，

豌豆除雄須在開花前一、二日，即花瓣尚未完全發育之時，及至花瓣伸張，其中雌雄蕊早已成熟矣。除雄與授粉之方法均與大豆同，除雄時應以左手之中指無名指挾花，食指與大指宣開旗瓣及翼瓣，右手執剪剪斷並使龍骨瓣向上，次用細鉗或尖針沿龍骨瓣脊背處輕輕撥開使雄蕊露出，後用細夾剪刀緩緩剪去，宜當心計數，十枚雄蕊須完全除去，不可稍有留存，然後套一紙袋，或從本株摘下一葉，包於除雄之花上亦可，並記以號數及時日。

豌豆授粉亦可行於除雄當日下午或翌日早晨，但宜擇晴暖天氣舉行。

(五) 相關性狀

1. 種實產量與莖葉，產量為正相關，但亦有例外。
2. 生長期長短與種實產量為正相關，即早熟品種產量減少。
3. 種實重量與產量為正相關，粒大與莖量亦多正相關。
4. 據瑞典飼用豌豆之試驗，種實呈黃色或褐赤色斑點，生長力大，開花遲，成熟遲，絕色種實之品種反之，開花早，成熟早，產量少。

(六) 遺傳性狀

豌豆之遺傳性狀，發現最早，蓋孟德爾氏雜交遺傳法則乃由豌豆雜交後所得之多代結論也。茲舉孟德爾氏以及其他學者之研究，主要遺傳性狀如次：

第七十五表 豌豆之遺傳性狀

性 狀	顯 性	隱 性
胚 乳 色 澤	黃 色	綠 色
重 皮 色 澤	灰 色 褐 色	白 色
種 質 形 狀	表 面 平 滑	表 面 皺 縮
種 質 內 澱 粉 粒	單 純 形	彙 合 形
嫩 莢 色 澤	綠 色	黃 色
	綠 紫 色	綠 色
成 熟 莢 形	平 坦	節 上 凹 陷
種 皮 色 澤	綠 色 斑 點	白 色
臍 部 色 澤	鮮 褐 色	白 色
	紫 色	白 色
花 部 色 澤	赤 色	白 色
	赤 色	蒼 藍 色
花 梗 形 狀	繚 狀	拳 狀
莖 之 高 度	高 性	矮 性

第十四章 花生育種

(一)概說 花生一名落花生，用途頗廣，直接用作飼料與食糧，間接花生油可用作燃料，機械油或製造甘油，肥皂及蛋白質製品。

中國年產花生五千萬擔，華北各省生產較多，以山東為最，年產一千萬擔以上，冀、豫、蘇、川諸省次之，每年產額亦各在五百萬擔左右。就世界說，第一印度，生產最多，中國居第二位。

花生之分類法有二，第一依莢果大小而分大粒種與小粒種，大粒種多晚生種，再分叢生蔓生二類，小粒種多中熟種，有鴛鴦種蜂腰種等，第二依植科形而分叢生種與匍匐種，再根據各種花，莖，中皮色澤及葉之形狀等而分品種。據 Badanic 氏研究花生之染色體結果，西班牙及日本小直立種為 10 對，而匍伏種則為 20 對。

(二)花及開花 花生於葉腋，一般黃色，形如豌豆花，據 Porteau 與 Hector 二氏報告，以前植物學家誤認花生之花有可孕與不可孕兩種，其實花無不同，僅生長之部位有異，蓋着生於枝之上端者，為雄花不結實，着生於枝之下端者為結實之雌花，花柱特較發達。花萼五片，下部連合，萼管細長，旗瓣闊大，翼瓣與龍骨瓣分離，雄蕊十枚連合，另一本

常不顯著，但通常僅八本有授粉能力，另二本不孕，且八本中有四本花藥延長，二室縱裂，餘四本花藥長圓，故花生之花常有閉花授粉之現象。

花生之花受精後，其子房與花托之部分隨即開始彎曲向下伸長，穿入土中約四五公分之深度，子房開始發育以形成莢果，此種子房柄向下生長之原因，大概由向地性之關係，而非由於背光性。據試驗報告，子房柄離地面達 14 英寸之遠，仍可伸入土中結實，若子房不能侵入則花凋謝甚速。因此花生之花雖無不可孕之花，但實際能結實者，不過百分之 70 至 80 而已。

花生之花開花時間極短，晨開至中午即凋萎，雄蕊開花前即已成熟，柱頭粘着花粉，在開花前已多受精矣。但若將異種並肩種植，數年後亦有天然雜種產生。

(三)選擇育種 花生選擇之標準，第一希望產量高，第二如製油用者則希望脂肪之質增加，第三如用作副食品者，則希望香味佳良，他與馬鈴薯選法相似。

據洛夫氏意見，花生有自花受精與異花受精二種，故選擇育種應分(1)單株選種法與豌豆等自花受精作物同。(2)隔離選種法，即先選單株用罩罩之，以防其雜交與常異受精作物同，惟第二法殊不經濟，仍以自花受粉為善。

花粉之純系育種可從二行試驗起，單株試驗可減省，即第一年二行試驗，第二年五行試驗，第三年五行試驗，第四年高級試驗，茲略述於后：

1. 二行試驗 以第一年選得之單株或單穴為單位，分種為二行，如

種子多及環境許可，可重複二次，即共種三行，行長 24 至 40 尺，行距 2 尺至 3 尺，株距 1 尺或 1 尺半，當斟酌品種大小及氣候而定。但蔓生種總較叢生種距離大。

宗正雄氏主張叢生種畦幅 2 尺，株距 1 尺 2 寸，蔓生種畦幅 3 尺，株距 2 尺，每穴種二三粒，出苗後間拔，每穴 1 株。

生長期內隨時觀察，如出苗，莖之習性，高度，色澤，葉之形狀，托葉長度，小葉長度，中軸長度，葉柄光毛，花之色澤，種皮色澤，形狀等，須一一記載，如發現變異亦須詳細記載，如為優良性狀，則保存之，視為一純系，否則淘汰之。

至收穫時選其產量高，且形狀整齊合乎需要者，留為翌年五行試驗。

2. 五行試驗 重複四次，共種五行，每三行或五行設一標準行。本年如有特別優良種子，則可選其一部，隔離繁殖，若該項優良種子試驗結果仍佳，明後年即可推廣於民間。

第三年除優良種子選取為翌年高級試驗外，其餘再繼續五行試驗一年，以免有優良品系失之交臂。

3. 高級試驗 第二年或第三年選得之優良品系舉行高級試驗，每品系種三行為一小區，重複五次至十次，每三區設一標準區。餘與稻麥同。

(四)雜交育種 花生之交配手術，概與豌豆同，又花生之花，每二十四小時生長一次，每日午後花腋之花芽，開始發育，到晚間花葯已成熟，翌晨，花已開放，當日凋萎。去雄之時間，以萼管長度僅及全長之半

之時爲宜。Umenie(1933)主張去雄時間，應在開花前一日，下午二時至八時之間，每一花序於其基部擇留一花交配，餘悉剪除。去雄前後可不套紙袋，授粉後，不宜用紙袋隔離或用木牌標記，因其子房須深入土中，方可結實。花生之花因昆蟲往訪者甚少，毋須套用紙袋，標記可用鋅製小牌一角穿孔，繫於植株上，或用鐵絲插於土裏，掛一紙牌與花連一細線。去雄翌晨，花將開放，卽宜授粉。

花生遺傳性狀已有結果之研究，尙不甚多，通常莢與種實比例莢中種粒多者，莢殼比率小，反之比率大，每株總重量與果實重量，莢殼重量及種粒重量概爲正相關。

花生之生產能力相關性狀頗形複雜，各種亦不一致，例如每莢中種粒數，少僅一粒，多有四粒，但普通短莢中至多二粒，長莢中則有三四粒者。

第十五章 粟類育種

(一)概論 粟及黍稷，在中國北部種植甚廣，粟以河北山東河南山西等省栽培面積最大，而河北山東各在二千二百萬畝以上，中國總面積約1萬54餘萬畝，總產量約2萬2千餘萬擔。黍稷以綏遠栽培最多，約一百六十餘萬畝，故粟類作物為北部人民最主要食糧之一，其地位甚重要。

粟類作物抗旱性最強，中國黃河流域水量較少，自古以來，即以粟類為主要作物。歐洲中南部，氣溫較高，氣候乾燥，在羅馬希臘時代，已多種植，並發見石器時代已有遺跡，而今歐洲日本印度埃及朝鮮等地尚多栽培。

粟一名小米，為梁粟之總稱，其穗大，毛長，粒粗者曰梁，穗小毛短粒粗者曰粟。粟之學名 *Setaria italica*，就其子粒與花托下硬毛色澤之特性可分下三變種：

1. 黃粒小米(硬毛有色) *Setaria italica* Var *Strammeofructa*
2. 紅粒小米(硬毛紫色) *Setaria italica* Var *rubrofructa*
3. 紫黑粒小米(硬毛深褐色) *Setaria italica* Var *nigrofructa*

黏者爲黍，不黏者爲稷，學名同爲 *Panicum Commun* 或 *P. miliaceum* 但因其穗形之不同，又分下三變種：

1. 散穗種 *P. miliaceum effusum*
2. 半散穗種 *P. miliaceum contractum*
3. 密散穗種 *P. miliaceum compactum*

粟及黍稷，黏者釀酒製糕餅，點心，不黏者多用爲炊飯煮粥。

(二)花及開花 1. 小米穗爲複總狀花序，穗軸生穗旁枝，旁枝再生小旁枝，小旁枝上簇生小穗花，每 1—3 個小穗花叢生一花梗上。各小穗花有二護穎，外護穎比內護穎大約三倍，外護穎有五脈，內護穎有三脈，二護穎間有花二朵，其一退化花，雄雌蕊全缺，僅存外穎，內穎或有或無，另一爲完全花，即可結實之花，位於外護穎內側，有內外穎各一，雄蕊三，雌蕊一，鱗片二，柱頭羽毛狀。又每小穗花下方具一至九本硬毛，即退化花之花梗。花葯黃色，成熟後縱裂。

小米開花狀況，遇天氣良好開花，角度最大時，可達 45 度，開花後，花粉噴出穎外，稍頃即萎縮，花開經過約 20 至 25 分鐘，內外穎復閉合。

粟之開花順序，除最上部一，二旁枝外，大都上部先開，漸次及於下部一穗中子粒重量以上部較重，最上部與中下部概較小。開花時間，在普通天氣，午前六時半開始，七時至九時間爲最盛期，其後逐漸減少。

李先聞氏在開封研究報告，小米開花自抽穗後第五日左右開始，每日以早晨四時至七時爲最多，晚間八時至十一時，復有開花，又郝欽銘氏報告，粟之出穗後約五日開花，平均一穗開花時間需十二日，以第四

日開花最多，每日開花數，以下午十一時至上午八時左右最多。(1)

2. 黍稷花之構造及開花情形，大概與小米同，各小穗具二護穎，但外護穎較內護穎大二倍，前者有一三脈後者有五至七脈，又外穎廣闊具七脈，內穎較窄僅三脈，花藥黃色或紫色，花粉鮮黃色。其餘概與小米同，無庸贅述。

據作者觀察，小米開花時，雌雄蕊同時成熟，花藥由柱頭上伸出開裂，自花落下花粉受精之機會，殊為普通，與馬立炎氏等觀察所得結果，小米異花受粉約千分之六相同。但如用二品種鄰近種植，距離甚近，則異花受精率，自然增高。

小米雖然為天然自花受粉作物，然掛袋隔離他花及令其自花受精，則較天然授粉者結實率少，殊為疑問，尙待研究。然綜合各方報告，小米之天然雜交率 0.038 至 5.6%。

玉黍之開花，雖雌雄蕊同時成熟，但因其花藥光直後曲，與柱頭接近，故初期異花受粉機會多，後期自花受粉機會多。據德國學者報告飼用黍 P. M. Var. cinereum 在同一情形下，自然開花 597 朵花中，結實者有 399 粒，結實率合 67%，若套袋令其自交，508 朵花中，結實者僅 249 粒，結實率減少至 49%。又密穗黍 P. M. Var. subsanguineum，任其自然開花 844 朵中，有 739 粒結實，合 88%，而套袋 814 花中，僅 602 粒結實，合 74%。由是推知黍之異花受粉，殊較小米為多。

(三) 選擇育種 據李先聞王綬諸氏意見，小米之育種，可參用天然自花受粉作物育種方法，蓋因其異花受粉既少，而人工自交對於後代生

註 (1) 郝欽銘，作物育種學第十章。1940。

長力，亦無影響。

小米純系育種試驗方法。暫定如下：

1. 第一年選種，以穗為單位，選擇之標準，當以穗大，粒大，產量高及品質適合需要者為主，其次抗病力強弱，籽殼比率之大小亦宜注意。至依形態分類，脫粒，儲藏，裝袋等概與種麥無異。

2. 第二年種行試驗，行長五尺，行距一尺，每行播種量普通一，二克，待苗生長二三寸高時，舉行間拔，每三寸選留一株，每十行設一標準行。至抽穗後選擇優良之行與植株，套袋令其自交，成熟時，凡自交穗從一節切斷收取，懸一紙牌，記明行號，脫粒貯藏。

3. 第三年二行試驗，行長十六尺，行距一尺五寸，播種量二至四克，苗高二，三寸時，舉行間拔，每三寸選留一株。抽穗後選擇優良品系，各行人工自交二，三穗，如此比較產量，只須秤其全穗之重量，蓋據常得仁氏研究結果，每穗重量可以代表單位面積之產量。此點與高粱相同。

二行產量計算法與決選法，可採用種麥之方法。改算因子，若行長16市尺，行距1.5尺則為0.5。

4. 第四年五行試驗如遇特別優良品系，可直升為高級試驗，無須舉行十行試驗，若只有比較優良之品系，可仍繼續試驗一年。

5. 第五年或第六年高級試驗，須繼續三年，選其最優一，二品系，舉行繁殖，若第二年高級試驗中，有特殊優良之品系，第三年可同時繁殖，第三年產量如仍超出其他品系則可一方面繼續繁殖，另一方面預備推廣，一切方法，概與他種作物同。

(四)雜交育種 小米與黍稷花形均小，除雄受粉，殊為困難，且其

內外穎堅硬，交配手術，不易進行。現今學者多主用粗放雜交，即將不同品種之父母本，種植於一處，距離甚近，待抽穗後將父母穗套於一袋中，時稍動搖，令其天然雜交，而後收藏其種子。翌年播種，舉行自交，凡有第一代雜交性形者，即選留為種子，此後李先聞氏曾研究小米溫水去雄法，結果以 46° 溫水浸十分鐘為最宜。(1)再照普通雜交育種法，繼續進行，至獲得新異之品系為止。

(五)遺傳性狀 小米子粒之色澤遺傳，甚為複雜，據亞阻格與拉瑞蘭(2)二氏研究，可分為二類，第一類為黑色，褐黃色及栗黃色，含有因子 K，第二類為褐黑色，赤色及赤黃色，不含因子 K，原粟黃色為第一類之基色，加合因子 I，則成褐黃色，此褐黃色與赤色，再合因子 B，則成褐黑色及黑色，但 B 因子須與 I 因子並存，始能顯其變黑作用。

小米粉囊色澤，通常有二種，其一初抽穗時為橙棕色，遇乾燥則變黑棕色，另一初為白色，至乾燥後為鈍黃色，若二者雜交，第一代橙對白為顯性，第二代橙 73，白 22，第三代以後，橙色系或分離為 3:1，或永為橙色，而白色系則可固定為白色。

註 (1) 李先聞粟作育種法之研究，河南大學叢刊，1924。

(2) Ayyangar and Narayanan, The Inheritance of Characters in *Pteris*
Italica, Indian, 1932.

第三編 常異花受精作物

第十六章 棉花育種通論

第一節 中國棉花改良之重要

棉爲衣料之主源，全世界皮棉生產總額，1935年57,500千公擔，1936年68,700千公擔，1937年82,800千公擔，1938年62,400千公擔。在各國中美佔第一位，每年生產概在二千萬公擔以上，而1937年竟達四千一百萬公擔，次爲印度，年產一千萬公擔以上，中國則爲第三位或第四位，年產七八百萬公擔，1936年7,781千公擔，1937年8,200千公擔，與蘇聯相若。

中國棉產北方，勝於南方，因北方氣候不如南方之過於濕燥，據中農所三十二年統計後方十五省皮花產量如次：

第七十六表 中國各省棉產之概況

省 別	面積 (單位千市畝)	產量 (單位千市擔)
甘 肅	195	40
陝 西	3,269	596
河 南	2,315	301
湖 北	4,557	1,112
四 川	3,687	956
雲 南	250	68
貴 州	452	103
湖 南	1,668	437
江 西	1,733	402
浙 江	1,355	388
福 建	67	15
廣 東	48	10
廣 西	692	104

又戰前統計，河北 3,675 (千市擔)，山東 2,413，江蘇 4,233，安徽 782，可見中國各省棉產，以河北，山東，河南，江蘇，湖北等為最多。

惟中國人口衆多，又多服棉織品，是以棉花之入超，民 20 年為 2,336,260 公擔，21 年為 1,834,224 公擔，數字驚人。幸賴農界先進或大聲急呼，或埋頭苦幹，致入超逐漸減少，而產額日益增多。觀七十六表即可知矣。

第七十七表 中國皮棉供需之概數

年 份	輸入外棉	入超棉花	需要總量(單位公擔)
1921	2,813,922	2,356,260	6,206,547
1922	2,245,498	1,834,224	6,763,513
1923	1,206,667	768,422	6,679,862
1924	1,168,223	953,814	7,728,783
1925	548,662	233,671	5,191,633

根據美國農部統計報告，中國棉產 1920 至 1924 之五年，平均每年產量，計二百四十萬六千包（每包 478 磅），1925 至 1929 之五年，平均每年二百五十五萬二千包，1930 至 1934 之五年，平均每年二百七十三萬包，1935 至 1939 之五年，平均每年二百八十六萬七千包，其中 1936 年產額達三百八十七萬包，開中國棉產空前未有之新紀錄。

上就量之方面而言；質之方面，中國各地土棉，纖維粗短，如浙江各種土棉平均長度 1,9.00 公厘，而改良百萬棉纖維長度 2,3.91 公厘，馴化脫字棉纖維長度為 2,4.75 公厘。

第二節 中國棉花之分類

自 Watt 氏衣棉之形態分類後，Zaitzev, Harland, Skovsted, Chevalier 諸氏研究補充之 (1)，其分類法益為普遍，然在育種上棉之分類則多採用 Denham 氏根據染色體數分為新世界或舊世界兩大類，

註 (1) Hutchinson, The Classification of the Cotton of Asia and Africa,

Indian Journal of Agricultural Science, Vol. part 2.

前者具有 26 對染色體，後者具有 13 對染色體。

第一類 新世界棉，染色體數為 26，包括下列各種：

(甲) 新大陸栽培棉

1. 高原棉 *G. hirsutum*.
2. 南美棉 *G. purpurascens*.
3. 海島棉 *G. barbadense*.

(乙) Polynesian. 野生棉

1. 毛 棉 *G. tomentosum*.
2. 泰登棉 *G. taitense*.

第二類 舊世界棉，染色體數為 13，包括下列各種：

(甲) 亞洲栽培棉

1. 木 棉 *G. arboreum*.
2. 草 棉 *G. herbaceum*.

(乙) 亞洲野生棉

1. *G. stocksii*.

(丙) 新大陸野生棉

1. *G. Davidsonii*.
2. 矛葉棉 *G. lanceoformis*.

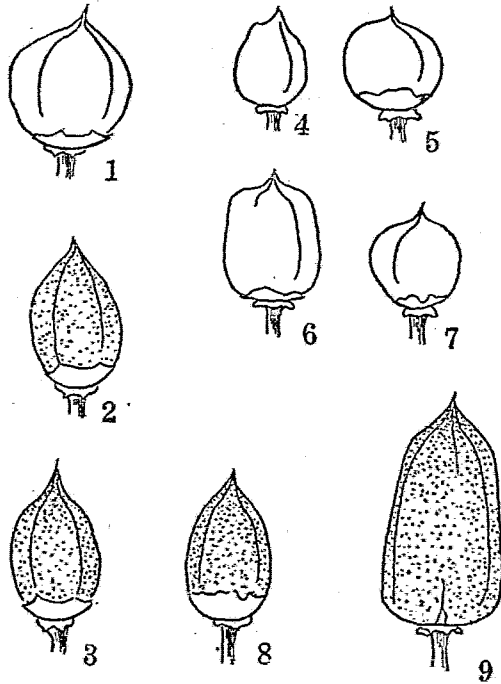
(丁) 澳洲野生棉

1. *G. sturtii*.

就上項分類中，同類間各種間雜交，殊易成功，異類間雜交，則難生育，Harlan 氏曾用海島棉與木棉交配，利用回交法，得有新品種。

Huchinson 氏曾依棉葉苞葉及鈴果之形態，而分高原棉、宗教棉、海島棉為新世界栽培棉，木棉典型品種及疏忽品種，木棉下垂品種，草棉典型品種，草棉叢生品種為舊世界栽培棉。(第 20 圖)

第二十圖 各種棉之鈴果圖形(×²/3自然大)



- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. 高原棉 <i>G. hirsutum</i> | 2. 宗教棉 <i>G. religiosum</i> |
| 3. 海島棉 <i>G. barbadense</i> | |
| 4. 5. 草棉典型品種 <i>G. herbaceum</i> l. var. <i>typicum</i> , | |
| 6. 7. 草棉叢生品種 <i>G. herbaceum</i> l. var. <i>frutescens</i> | |
| 8. 木棉典型品種 <i>G. arboreum</i> l. var. <i>typicum</i> | |
| 9. 木棉下垂品種 <i>G. arboreum</i> l. var. <i>caeruum</i> | |

中國現有之棉種，根據馮肇傳，馮澤芳，俞啓葆等氏之研究，可分下五種：

(一)中棉(*G. arboreum*)，普通中棉(*G. a.*, var, Nanking)栽培徧於全國，即其亞種，雲南開遠，西康會理，福建永安等地，並有此種之多年生型。

(二)草棉(*G. herbaceum*) 甘肅西部之金塔棉，新疆南部即其代表。

(三)美棉(*G. hirsutum*) 近年黃河及長江兩流域栽培最普遍之脫字棉，愛字棉，德字棉，斯字棉等即其代表。

(四)木棉(*G. barbadense*) 多年生灌木，分二亞種，一為離核木棉 (*G. peruvianum*) 分佈雲南開遠，思普，西康會理，鹽邊等縣；二為連核木棉 (*G. lapideum*) 亦分佈雲南西部南部，西康金沙江兩岸，及廣東瓊州島等地。

(五)短日性棉(*G. purpurascens*) 分佈廣東廣西，鬱林美棉可為其代表。

關於中棉之品種可分普通中棉與雞脚棉兩大類，各類以其花之色澤分為紅花中棉，黃花中棉，白花中棉，黃花雞脚棉，白花雞脚棉而後再視其有無紅心，分有紅心及無紅心，有紅心者常為紅基，無紅心者常為青基，最後再分光子與毛子，而定其品種。例如南通雞脚棉有光子毛子，有紅心，亦有無紅心，南通中棉為光子紅心。

第三節 中國棉作區域與品種

中國棉產區域，分佈甚廣，東界以海，西界甘肅新疆，北至熱河遼寧南達瓊州島，惟氣候與棉作關係甚大，即雨水一項，已影響棉之形質甚巨，據樓荃氏報告(1943)，河南靈寶區棉之生長期間七八兩月雨量1931年共為1268.7公厘，1932年則減為562.8公厘，以致32年棉株高度及棉子花重均較31年低也。(1)試觀七十七表：

第七十八表 雨水對棉之影響

類 別	棉株高度		棉鈴子花重	
	1931年	1932年	1931年	1932年
斯字棉 3號	61.95公分	31.90公分	5.30公分	4.38公分
斯字棉 4號	66.25	31.00	6.70	4.78
德字棉 531號	72.00	36.20	6.30	3.90
德字棉 719號	59.15	29.60	5.50	4.64

棉花產量既與水量相關，而棉花品質與氣候關係尤著，例如美國棉種甚少適應於中國，中國南方之棉花不盡可植於中國北部，因此同一棉種，異地栽培，其產量，則不能同一，此在育種上殊關重要。馮澤芳氏曾因此繼續試驗七年，將中國劃分為三個棉作區域：

(一)黃河流域棉區 北至長城，南以秦嶺伏牛山淮水為界，東至海濱，西以六盤山為界，包括陝、晉、冀、魯、豫五省棉區及蘇、皖二省淮水以北地帶。

(二)長江流域棉區 北至秦嶺伏牛山及淮水，南以五嶺為界，東至海濱，西達四川盆地之西面高山，包括鄂、湘、贛、皖、蘇、浙七省之區域。

(三)西南棉區 北自大渡河經黔省中部之分水嶺，南至海南島，西

註 (1) 樓荃，雨水與棉作之關係，農報，8卷，1—6合期，1943。

以雲南西邊國界爲界，東至閩海海邊，包括滇、桂、粵全省，西康之西昌，黔省及閩省之南部。

上三大棉區因氣候之不同，棉之品種各有其特性，例如黃河流域近幾被美棉佔領，若將該區斯字棉早熟品種移植長江流域，則產量銳減，反之，長江棉區之中棉，如移植黃河流域、更不及當地土種之產量。至西南區之棉種概有生長高大，全身多毛及抗畸形病（浮塵子害）力強之三特性，若移植上兩棉區，亦不適應。

據胡竟良氏報告⁽¹⁾，中棉之適應性不若美棉之大。中棉中叢形棉分佈山東西南，河南東部，安徽，江蘇之西北等地，大繭花卽其代表種。多毛形爲西南棉區棉種之特徵，普通形分佈長江及黃河兩流域，江陰白籽棉卽其代表種。

美棉之適應性，雖較中棉爲強，但大鈴品種多不適宜，以小鈴早熟品種最適中國，脫字棉適應性較大，中國栽培亦早，故遍植全國。惟黃河流域，如河北，山西，河南，陝西等省，斯字棉日益增多，大有取脫字棉權威之盛。且德字棉不僅宜於長江流域，黃河流域亦頗適應。金字棉則分佈於遼甯，河北，山東及江蘇鹽墾地帶。

總之，中國棉作三大區域，以第一棉區黃河流域希望最大，因其氣候最適棉之生長，原有之中棉品種幾全淘汰，美棉品種普遍種植。第二棉區之長江流域，氣候稍遜，美棉品種雖多適應，但因天然環境及農作制度等關係，中棉品種仍有其重要性。第三棉區之西南數省，氣候炎熱，夏季雨水特多，棉之生長，殊受障礙，雖有推廣埃及棉，海島棉及木棉

註 (1) 胡竟良 我國棉作改良研究概況 科學農業 1943, 2.

等長絨棉種之希望，然尚須盡最大努力，從事改良工作，方可達圓滿目的。

第四節 中國棉種改良之過去

(一)中國過去之棉花改良工作，多側重輸入美國棉種，但成就頗大，因美棉較中國之一般棉種，不特纖維優良，而產量亦高。

民國初年，政府即提倡輸入美棉，但成績未著，民七華商紗廠聯合會約美人來華，選寄美棉八種分於上海，南京，鄭州，漢口，保定等 26 處舉行區域試驗，結果，以脫字棉 (Trice) 最適宜中國，愛字棉 (Acala) 次之。22 年，中央農業實驗所總技師 Love 氏徵得中美棉種 31 種，分在江蘇，安徽，浙江，江西，湖北，湖南，河北，河南，山東，陝西等省舉行區域試驗，後由馮澤芳氏繼此工作至 26 年止，前後五年結果，在黃河流域以斯字棉四號 (Stoneville No. 4) 產量最高，而纖維之長，衣分之高，均超過以前種植之脫字棉。德字棉五三一號 (Delfos 531) 在黃河流域，產量僅稍遜於斯字棉，而在長江流域較其他品種均優，平均產量超過標準 14.87%，其纖維長度較斯字棉長 $\frac{1}{8}$ 英寸。金字棉 (King) 由朝鮮或直接由美輸入中國北方，散布殊廣，惟種植已久未經選種，其品種不免退化。

(二)過去利用純系育種所得之中棉，新品種有：

1. 改良江陰白籽棉 由馮探先，王善佐二氏先後育成，為紅莖黃花紅心之普通白籽中棉之代表。

2. 孝感光籽長絨棉 原產湖北孝感由孫恩厚，馮探先諸氏育種成，

其特徵與江陰白籽棉相似，但籽色黑，纖維長 $1\frac{1}{8}$ 英寸，故為中棉種中品種最佳者。

3. 改良小白花 由東南大學育成，花白甚小，為青莖白花，光籽中棉之代表。

4. 改良青莖雞腳棉 由南通農學院育成，青莖黃花黃心，成熟極早，株小，宜於密植。

5. 百萬華棉 原產上海寶山，郭仁風氏採選育成，鈴大豐產，成熟期遲，抗病力弱。

(三)過去利用雜交育種所得之中棉新品種，有下列各種，但均未曾推廣。

1. 長豐棉 由馮肇傳氏以百萬與孝感長絨棉雜交育成。

2. 過氏棉 由過探先氏以江陰白籽棉與北京長絨棉雜交育成。

3. 抗病長絨棉 由曹誠英氏以印度多毛雞腳棉與孝感長絨棉雜交育成。

4. 多瓢大蒨棉 由王桂五氏以江陰白籽棉與五寶雞腳棉雜交育成。

第五節 花及開花

棉之花芽常着生果枝之節上，每枝之花芽數，以 6 至 8 個為最普通，其初生出時，呈綠色之三角形，通常名曰花蕾。花蕾自生出三星期後，即行開花，其確定之日數，則隨氣候及品種而定。

花之構造可大別為苞葉，花萼，花冠，雄蕊及雌蕊五部：

1. 苞葉位花之最外部，呈細長齒刻三片，其邊緣有齒，齒數自 3 至 13，中美棉之特徵，多可依苞葉而分，美棉之葉片兩大一小，其齒大而長，基部各片分離，中棉之葉片一大兩小，其齒淺而尖，基部各片互相連接。

2. 花萼位於苞葉之內，為不甚明顯之綠色物體，由五萼片聯合而成，其上緣呈凸出之波紋，但中棉波形，不若美棉之齒顯著。

3. 花冠位於花萼之內，由富有美麗之色澤五片構成，其顏色種類多隨品種而異，美棉之花初開時，常呈黃白色，瓣之基部間有紅心，但花瓣亦有紅色者，海島棉之花常呈黃色，中棉之花或呈純白，或呈深黃，亦間紫紅色，紅心或有或無，惟有紅心之黃花，越日花瓣全部變紅，無紅心者，原色不變。

4. 雄蕊，數量甚多，自 60 至 90 餘枚，花絲下部連接形成一管狀，其花粉囊排成十個行列，花粉與花粉囊均呈黃色，圓球形，表面有刺。

5. 雌蕊位花之中心，柱頭分裂數，可代表果蒴之瓢數，通常美國陸地棉柱頭裂為四或五，海島棉為三，中棉三至五。

棉之花朵以下部接近主幹者開花最早，循此由下而上，漸及全株，花冠開放之時間，以每日上午九時最多，至日暮時，美棉花朵原為黃白色者，乃變為淡紅色或深紅色，棉花開放之前一日，花蕾即已相當膨大，至開放時，柱頭呈鮮潔飽滿，其細毛宛若白絨，此即表示可接受花粉之象徵。通常至第三日即已凋落。

花受精後，子房膨脹而成棉蒴，自開花至成熟吐絮，大約須 45 日至 60 日。棉蒴之大小隨品種而異，通常中棉較美棉小，大蒴種自 40 至 50

棉蒴可得一磅籽棉，小蒴種須有 80 至 100 棉蒴，方可得一磅籽棉。棉蒴之瓢數有三至五個，每瓢內種籽數有 6 至 12 粒，百粒種籽重量，大者在 13 克以上，小者不滿 10 克，

第六節 天然雜交

棉之花朵大而美麗，且有清香甜蜜，引誘蜂蝶，雜交頗易，故棉為常異花受精作物，因此，在育種上進行之方法及育種後純種之保持，均與自花受精之稻麥顯有不同。

關於棉之天然雜交，過去學者研究甚多，茲列舉如七十八表：

第七十九表 棉之天然雜交率

觀察人	地點及年代	種 類	天然雜交百分
Leake	印度 1911	印度棉	5%
Webber	美國東南部		5—10
Ballg	埃及	埃及棉	6—10
Kea.ney	1923	陸地棉及埃及棉	20%以下
Trought	1930	紅葉棉與綠葉棉	相距2公尺0.87 相距22公尺0.10
Brown	美國 1927	綠葉棉植於紅葉棉中 ⁽¹⁾	66
馮肇傳	南京 1929	混雜種植 ⁽¹⁾	50
Love	南京 98.2	美棉	27
	南通 1932	中棉	2.0
	徐州 1932	中棉	2.5
	徐州 1932	美棉	10.2
	金大 1933	美棉	39

(1) 即包圍式法

	浙大 1933	中棉	4.1
浙江省棉場	蕭山1932—1935	百萬棉	4.2
	餘姚1932—1935	百萬棉	6.3
	新浦1932—1935	脫字棉	5.5
	慈谿1932—1935	脫字棉	10.5

觀上表則知棉之天然雜交率，變化甚大，其主要原因，不外棉花之種類，種植之距離及昆蟲之多少三者，例如美棉雜交率較中棉高，同為中棉，蕭山雜交率 4.2 而餘姚則為 6.3，同為綠葉棉與紅葉棉混植，相距 2 公尺為 0.87，相距 22 公尺則為 0.10。

棉之天然雜交率大小，在育種工作進行中，對於品種純潔之保持，甚關重要，然如雜交率在百分之 2 以下，則影響甚小，換言之，即無須舉行人工自交，若雜交率在百分之 3，則必須舉行人工自交。人工自交之工作非特耗費人工與時間，且對於整個育種之進行，亦多妨礙，故各地時有測驗棉之雜交率之必要。

測驗棉花天然雜交之方法固多，但近年最通行者，則為閹割法，閹割法之步驟有三，第一閹割雄蕊而不授粉（百朵以上），如發現結果，即為天然雜交，第二閹割雄蕊後再授以花粉，以測驗人工閹割後花朵結鈴率，第三扣牌於花柄上，以測驗天然脫落率。

閹割之手術，常於先一日下午三時以後，找尋次日開花之花朵，實行閹割及扣牌，閹割者又分兩部，一半預備次日授粉，在所掛紙牌上，記以月日 - P 字⁽¹⁾，至次日上午進行人工授粉，另一半不授粉者，則在掛

註 (1) Pollination

之紙牌上，寫一E⁽¹⁾，字爲記號，至扣牌者祇需於花柄上扣一紙牌，證明月日，並寫一S⁽²⁾爲記號。

授粉後第六天，即可開始檢查，受精者概呈青綠色，鈴果增大一倍以上，至不受精者大多已脫落，其未脫落者，鈴果與苞葉，亦已乾縮枯黃，檢查結果概分別登記於表內，以備計算。

天然雜交率計算法 設A=花柄扣牌總數 B=花柄扣牌不結果數 C=閹割授粉總數 D=閹割授粉不結果數 E=閹割授粉結果數 F=閹割不授粉總數

所以天然落果率 = $B/A \times 100 = X$

閹割影響率 = $D/C \times 100 = Y$

天然雜交率 = $E/F - F(X + Y)$

第七節 人工自交

棉花之天然雜交率，大都在百分之三以上，在育種進行場合及在留種栽植區域內，非行人工自交不可，因此，吾人首先知自交以後對棉之生長及產量之影響若何，而後再討論人工自交之方法。

(一)自交影響 棉雖爲常異花受精作物，但自交者仍多，故人工自交對棉之生長及產量無顯著之影響，前人 Kearney, Harland, Winters, Child, Ware 諸氏均曾研究此問題，結果人工自交對棉花之生長強力均無甚影響。茲舉 Kearney 氏用 Pima 棉作材料，研究七年，結果爲八十表：

註 (1) Emasculation (2) Self-fertilization

第八十表 棉之自交影響

種 類	自 交	未 自 交	相 差
脫落百分	11.89±1.3	8.40±1.60	3.40±1.60
每鈴籽數	17.20±1.2	17.40±1.10	0.10±0.57
籽 指	13.69±0.04	13.40±0.03	0.20±0.05
發 芽 率	90.60±0.80	90.20±0.90	0.60±1.20
鈴 長	46.60±0.56	45.70±0.80	0.90±0.97
鈴之直徑	26.60±0.19	26.10±0.19	0.70±0.27
每鈴籽棉	3.22±0.21	3.04±0.06	0.18±0.22
衣 指	4.90±0.27	5.10±0.03	0.22±0.27

(二)自交方法 棉花雜交率既高，而人工自交對棉之生長又無妨礙，因此，在育種上利用人工自交之處甚多。人工自交之方法極夥，茲分全區自交法，棉株自交法及花蕾自交法三類略述於次：

(甲)全區自交法：

(1)隔離栽植，例如在孤島或在非棉區中試植一隔絕其他棉種之地帶。

(2)紗圍栽植，例如用銅紗鐵柱建築一紗室，半畝至二十畝面積，可完全防止昆蟲之穿入傳粉。

(乙)一株自交法 一株或數株施行人工自交時，可用綿紗、鐵紗或銅紗製成小籠，罩籠全株，以防止昆蟲飛進，傳授花粉。

(丙)一花自交法 以每個花蕾為單位，使其自花授粉，耗費較少，用者殊多，茲摘敘各種方法如下，並參看 第 21 圖。

(1)籠罩法 材料用牛皮紙玻璃紙或珠羅紗，罩籠全朵花蕾，當

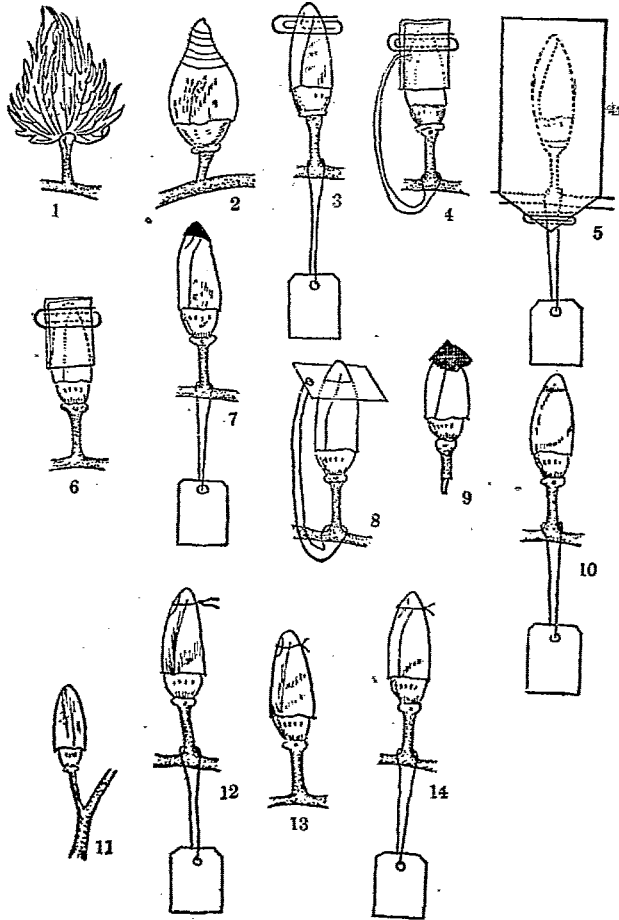
花蕾如 21 圖 1 時，花冠可照常發育，如 21 圖 5，結果優良，惟費時費錢。

(2) 圈套法 或用橡皮圈套花之頂端如圖 10，或用銅絲繞紮花蕾，並以一端扣於花柄或枝上以誌別，如圖 2，或用細鉛絲 3 寸，製成小圈，鈕扎蕾頂亦可，如圖 13。

(3) 箝夾法 此法又可分回形針夾交及紙牌縫夾交二法，用回形針夾花自交，有直夾法，即先將針分開，由蕾頂向下直夾，夾成八字形。如圖 11。橫夾法即用回形針橫花蕾頂端以令花冠不能張開，如圖 6。紙牌縫夾法選用國貨軟硬適中之重磅道林紙，製成小牌，中剪一短縫，套於花頂，緊夾牢固，不傷花冠，又可記載，法殊精美，如圖 8。另外牌針兼夾法，馮肇博式因回形針夾花花冠易被破傷，乃用紙牌一方，先套花柄，扣在枝上，再用紙牌對摺，包於蕾頂，以後再以針夾上，三五日後，花冠脫落，針夾隨紙牌懸掛枝下，牌作識別，而針可取回，如圖 4。

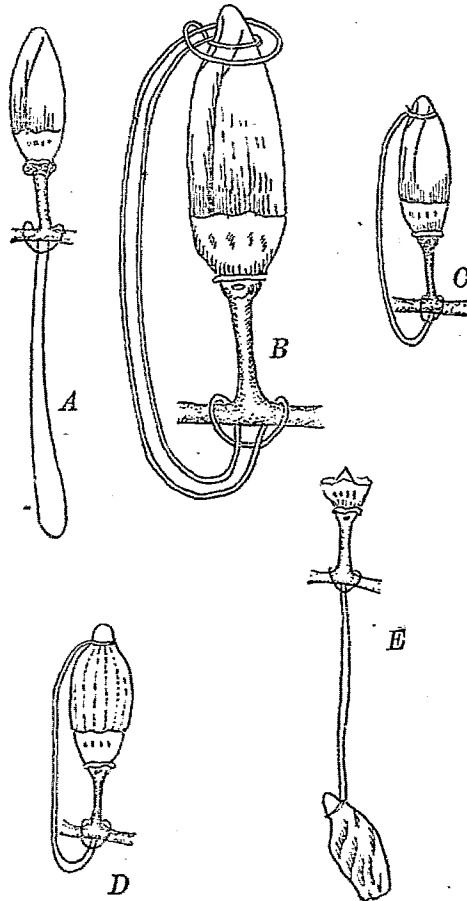
(4) 繫扣法 分線結法及線扣法二種，線結法係用 4 寸長細線打結於花冠上，另以一線示別，如圖 14。或用線繞花冠二周，並用手指將二線頭撚之，則花冠被束，可開而不放，如圖 12。線扣法先用粗綿線製成線襪（即雙線扣結而成），中棉用 8 寸製成 4 寸，美棉用 10 寸製成 5 寸，次擇翌晨將開之花如 21 圖 1，將線襪套扣於花柄枝上如 21 圖 15A 而後將其一端提上，扣成一圈，套於花頂，如圖 15B，後用左手將線抽緊如圖 15C，因線粗而毛，扣緊後則不致鬆弛，故花冠難得充分展開也。三、五日後，花冠凋謝，仍懸掛枝下，可藉作標牌之用，如圖 15DE。此法不特費用較廉，且工作效率亦速。(1)

註 (1) 馮肇博 棉花人工自交法 棉棉第一卷第三期 1936.



第二十一圖 棉花人工自交各種圖案

第二十一圖之 15



(5)膠結法 橡皮膠、加拿大樹膠、水膠、中國漆等均可用作黏封花冠，俾其瓣不開裂，自花受精如 1 圖 7.9。1936 年王金氏試用廢棄之軟膠片投爾入液(acetone)中，溶解後，加洋紅少許，裝入細口玻璃瓶

內，下午四時攜至田間，擇明晨將開之花蕾，妥傾於頂端，可立時凝固，花即不能開放。然用火棉膠(Collodium)較膠片為便且溶解迅速。

又據周惠氏報告(1)，中國藥房內之國藥紫草茸與松香加入酒精，亦為棉花人工自交最經濟迅速，且可靠之材料，因用綿線紙牌泥土等，遇大風雨時，花冠仍易張開，若用此配合液黏閉花蕾，則無被大風雨破壞之虞。上項松香液配合法，先將紫草茸與松香分別研細，加入酒精液中，振盪停留四小時即可應用。其配合量視棉之種類而定：

中棉 紫草茸 1克+松香 1克+酒精 60cc.

美棉 紫草茸 1克+松香 3克+酒精 25cc.

因美棉花大，黏力須較強方可。

(6)土黏 以黏土或將黏土略和粗纖維，塗粘花蕾頂端，俾不放开，並用土黏圍花柄，以為標記，在有陶土地方，此法殊為經濟。

(7)草扣 國立西康技藝專科學校農牧實驗場因抗戰期間，物資缺乏，乃利用當地(西昌)蘆草一端結扣花蕾尖端，另一端仍掛結於棉枝上，方法與線結法略同，惟蘆草較綿線更賤耳。

上列諸法，以線扣法最便，松香液法最妥，土黏草扣二法最廉，從事試驗工作者可斟酌當地當時情形為之。

註 (1) 周 惠 棉花人工自交新法 農報第七卷第 1,2,3 期 1942.

第十七章 棉花育種方法

第八節 純系育種

第一項 預備試驗

棉花純系育種之開始，有主張舉行預備試驗，其目的在求棉種之適應性及各特性間之相關程度⁽¹⁾，以爲選擇之材料及標準，其期間二年。

第一年工作分(1)採選試驗之品種，惟須先預定五種至十種中棉或美棉，供試驗之用，各品種須爲著名之優良品種，可以代表當地之棉種。(2)田間佈置須用隨機排列，(3)試驗區中，中棉行距 2 市尺，株距 1 市尺半，美棉行距 2 市尺半，株距 2 市尺，每穴播三，四粒種子，出苗一二週後，施行間苗，開花前須每區舉行人工自交樹株。(4)田間觀察注意早熟性，適應性，抵抗力，生長狀況及有無特殊病蟲害等。關於相關性狀須根據區內部 20 至 30 株觀測記載，如鈴長，鈴數，莖高，鈴重，鈴殼重，全株重等詳爲分別平均。(5)室內考種以如株之產量，絨長，衣分，衣指，籽指，撚曲度，細度，光澤，絨色，韌度等有關之性狀爲對象，俟有空餘之時間，再作特性相關之計算。(6)根據田間觀察及室內考種作變量及互變量分析而定決選，決選數以 5 至 8 品系爲標準。

註 (1) 魯維應 棉作育種之新方法，農學第 1 卷，第 6 期 1937. 北平。

第二年工作約與第一年同，依據田間觀察，室內考種及相關性之研究，選取最優單鈴 100—150 個，每一單鈴可為純系育種之一品系，翌年即可舉行株行試驗，無須再行鈴行試驗，可減短純系育種時間之一年。

中國各農場實行此法者尚少，大都採用洛夫氏棉花改良之方法，僅其中調查項目及標準行之配置，稍有改變耳。

第二項 選擇試驗

本項試驗方法為近年中國通行之方法：

第一目 鈴行試驗

(1) 選種 選採單鈴之數，愈多愈好，在各省縣公立農業改良場，至少二千單鈴。如第一年為株行試驗，至少選五百單株。選鈴之標準有七，即

甲、纖維細長。

乙、產量豐富。

丙、成熟期早。

丁、植株及花鈴健全。

戊、抵抗力強，如抗旱，抗風雨等力強大。

己、果枝多，結實多。

庚、棉絮成熟時不易脫落。

採選單鈴須於較早時期，往各地地田中，觀察棉株生長之狀態，如認合乎標準，則播一竹桿或繫一布條，以為標記，至將開花時，實行人工自交，而免天然雜交。據洛夫氏意見，在田間選擇單株，能使其自花受精，而後用單株之種子作育種之起始，較之用單鈴之種子，在時間上，可

節省一年。然在普通育種(除預備試驗者外)場合,一般仍採用鈴行試驗法。

另須注意者,選鈴之區域須與育種場所氣候土質相似,否則所採之種子既不宜試驗,而育種成之種子亦不宜推廣。在一田中採選棉鈴之數目,可不拘一。惟須盡量搜集足以代表該地最優良之品種及特異新奇之變種,以爲試驗之材料。

當採選種子時,所需之紙袋紙牌,必須充分預備,以便隨時可以裝置。採得單鈴後,須記明村名地名,與稻麥採選單種時大概相同。

(2)種子預備 採選之棉鈴,必須充分乾燥,並須隨時翻曬而免潮濕生霉,損害發芽力。種子攜至室內後,須檢查登記表,此表通常分採取號數,採集地,原來品種名稱,纖維長度,籽數,籽色,特別優點及備考等八欄。

預備播種之種子,先用手剝去花衣或浸入濃硫酸 15 分至 30 分鐘,時加攪拌,亦可將種子上絨毛完全除盡,浸後即用清水或石灰水或亞摩尼亞水洗滌。據洛夫氏報告,硫酸對於棉種,不特無妨害,並可促進發芽及可殺滅種籽上附着之病菌。

編號最簡單方法,將各地所採之材料,纖維除去之種子,即放入一小紙袋內,記明號碼,視其種類之不同,分成若干組,例如中棉或美棉中再依成熟早晚而分,或先以成熟期早晚分組,而後再冠以地名號碼,與稻麥同。

在播種之前,須擬具種植計劃書,以表明種子來源,各地採得之品系數目及種植方法等。

(3) 田間種植 試驗地宜擇平坦肥瘠均一，排水佳良，便於灌溉及管理之處所。鈴行畦之闊度，隨區域而異，第一平作不設畦，可行於乾燥氣候，水患不多之地，行間設一走道。第二設寬畦，宜於排水不良之地，畦之闊度，以種 2 鈴行為標準，中有一人行道。第三設狹畦，適用水位過高，或地面易於淹沒，故必須多開水溝，致每畦闊度，僅能種一鈴行之長度。

鈴行之長度，視種子之多寡而定，通常至少五穴，中棉株距 8 寸，5 穴之長度則為 40 寸，美棉株距 10 寸，5 穴之長度，則為 50 寸。行距亦隨棉之種類而異，通常中棉 1 尺 5 寸，美棉 2 尺 5 寸，試驗者須斟酌當地情形而定。如第一年即採用株行試驗，行長可用 20 尺至 40 尺，行距及株距與鈴行試驗同。

棉花之播種最宜多不宜少，先行密植，而後再行間苗，例如每穴先種二三粒，出苗後選健全之苗一株，以免發生缺株之弊。播種時，如每畦可種二鈴行者，第一排先種畦寬之半，樹一木牌於畦溝之邊側，俟至末端，即在同畦上回頭，繼續播種其餘一半，在畦之溝邊，亦樹一木牌，鈴行之間，留一間隔。以資識別。每五行或十行設一標準行。

(4) 田間工作 最重要者，可分記載，自交及收穫三種，記載項目通常分播種日期，出苗日期，出苗整齊度，缺苗情形，植科形狀，植科高度，果枝多少，鈴之大小。鈴之數目，纖維長度，棉絮脫落難易，開花期，吐絮始，吐絮終，標準行生長力比較等，常往田間，妥為記錄。田間觀察時，須嚴行去劣去偽。

棉為異花受精作物，若不利用人工自交，則品系難免混雜，須依據

田間考察，擇其最優良者，每行留一二健全植株，令其自交，留為翌年種子區之種子，以後繼續行之，同時以鈴行中之未行自交者為翌年試驗行內種子。至第二年自交工作可在種子行內行之，擇其最優良二三株繼續自交，而以種子行內未行自交者，充作明年比較試驗之種子。由是，每年試驗用之種子，概自種子行中得來，其前一年皆曾行人工自交，而未行自交者，為期亦僅一年，雖不能謂為純淨，然為節省人工多行自交，仍屬得策，況繼續多年之後，所能繼續存在之種子，莫不由最優良之品系產生，雖有天然雜交之機會，但對於試驗上產量之影響，實無甚重要。

在純系育種之初級試驗數年中，可斟酌當地情形，舉行人工自交，例如在昆蟲特少區域，天然雜交率在百分之二以下或左右者，則無須自交手術。又如在人工特缺區域，天然雜交率在百分之五以下者，頭一、二年內仍不舉行自交，至二、三年後，始另設種子區，舉行自交。又在初試二年內，不比較產量，祇舉行自交，注重田間觀察記載，第一年擇優自交留為第二年種子，當年再擇優自交，而作下年比較試驗之種子，此法殊為合理，在一二行之產量，處理數小，比較自難精確。

採收棉花之口袋，用布或用紙製成，但以布袋為佳，因以薄布製成口袋，曝曬棉花時，無須開口，連袋放置日光下，其中水分亦易蒸發，並可避免混雜之機會。

當棉吐絮時，當選之株鈴，如行全株自交者，每株裝一袋，如每鈴自交者，一鈴裝一袋，以保純粹。在收花前，各袋上須標以號碼，以便至田內收花時，先按各袋之號碼，放置各行之一端，而後依序收花，分別裝袋，攜至室內，宜即隨時曬乾。

(5) 室內考種 鈴行試驗之考種，應注重

a. 每株果枝數蒴果數。

b. 纖維長度 檢查纖維長度最簡單方法，全株各瓢中部採出十粒，以小梳向兩側梳理，而後用紙尺或公尺測量其平均長度，以 2 除之，中棉纖維長度須在 33 公分以上，方為合格。

c. 衣分 卽子棉所軋出纖維之百分，求法取一百公分棉子，軋出纖維，秤其重量即得。在鈴行試驗，須於全株各瓢中採取三十粒籽棉，秤其重，量軋去花分秤量之以推算之：

$$\text{籽棉重量} : 100 :: \text{纖維重量} : x$$

$$x = \text{纖維重量} \times 100 / \text{籽棉重量}$$

衣分高，則皮花之總量高，故在同一情形下，衣分宜高。

d. 衣指 卽一百粒籽棉所出纖維之重量，其求法通常將一百粒籽棉所軋出之纖維，用公分為單位秤之即得。

本試驗須用上項計算衣分之三十粒籽重與衣重推求之：

$$\text{種籽粒數} : 100 :: \text{花衣重量} : x$$

$$x = 100 \times \text{花衣重量} / \text{棉籽粒數}$$

e. 籽指 卽一百粒棉籽之重量，其求法通常將一百粒棉籽用公分為單位，秤其重量即得。

本試驗卽用上項考算衣分之三十粒籽重與衣重推算之：

$$\text{棉籽粒數} : 100 :: \text{棉籽重量} : x$$

$$x = \text{棉籽重量} \times 100 / \text{棉籽粒數}$$

室內考種完畢，卽根據此項結果，田間記載。而定取舍，換言之，保

留與淘汰須注重多數條件，不可拘執一端，被選之品系，以三分之一至五分之一為標準。決選事竣，即除去棉籽上之纖維，而後依其種之不同乃分組，各組之中如遇必需再分小組，必須將同樣或相似之品種，排在一處，以便觀察比較。

第二目 二行試驗

第二年之田間試驗，播種方法及標準行之設置，概與第一年同，惟行長須增加 中棉 20 尺，美棉 24 尺，若遇必要時，可臨時斟酌增減之。在雨多或潮濕之地，則宜作畦，畦之闊度須隨試驗行之長度開之，但如遇水位太高，排水不良之地，可改作狹畦，將畦之長度與試驗行之長度成平行。

標牌之設立與稻麥試驗同，每十行設一標牌，播種前先用開行器開行，然後定穴點播，或用鋤開溝，條播亦可，無論點播或條播，種子務須一律，不可有多寡差異，幼苗務使充足，以免有缺乏之虞。故播種宜密，並須預留種子稍許，以備將來補種。倘無餘種，遇有缺苗時，可補種黃豆等作物以減缺株之影響。(1)

在播種之前，根據各品系之性狀，分類再分組，以備擬定種植計劃書，此項計劃書通常去年行號，品種或品系，種植行號及備考等欄，本年不計算產量，可不另設種子碼。

播種後，須常往田間觀察記載，記載項目分播種期，出苗期，出苗整齊度，植株形狀，植株高度，莖之色澤，光毛，粗細，節數，節距，葉枝數，

註 (1) H. H. Love Directions for Cotton Improvement in China,

最多,最少,平均,果枝數,最多,最少,平均,葉之形狀,色澤,裂片之長寬,裂片數,裂缺度,花梗長短,粗細,苞葉,離合,色澤,大小,花萼形狀,色澤,蜜腺有無。花冠大小,邊緣及底心色澤,藥之色澤,花柱長短,鈴之大小,形狀,色澤,俯仰,皮之厚薄,平均蒴數,平均蒴重,纖維色澤,棉絮脫落難易,病害種類程度,蟲害種類程度,爛鈴數目,開花日期,開花習性,吐絮始,吐絮終,生長力強弱(與標準行比較)等欄。

觀察記載時,同時去偽去劣,並於優良行中精選五株,舉行人工自交,若設有種子區,則於種子區內擇優自交,以為次年五行試驗之用,其非自花受精之種子,則作次年五行試驗種子之用。

棉鈴吐絮後,自交之棉株,應分別收採,即各自交單鈴,分裝於一紙袋內,俟全株單鈴收畢,共裝入一大紙袋中,記明收花日期及全株產量。惟須注意,每次收採之棉花,即曝曬乾燥,切不可任意潮濕。

本年室內考種,除注意每株果實數,纖維長度,衣分,衣指,籽指,五項外,尚須檢查纖維整齊度,每鈴籽棉重,籽色等。考種材料概須取自自交之單鈴或單株,例如檢查纖維長度之整齊度,宜於各自交系中任取十籽或二十籽測量之,其整齊之標準分同籽差與異籽差二種,前者以同籽上尖部與腹部絨長相較之最大差,後者以異籽尖與任何籽腹部絨長相較之最大差。

(1)同籽上最長與最短相差超過 4.23 公厘者為不整齊,在 4.23 公厘之間者為中等,在 2 至 3 公厘之間者為整齊,在 2 公厘以下者為最整齊。

(2)異籽間最長與最短相差超過 6.35 公厘者為不整齊,在 4 至

6.35 公厘之間者為中等，在 2 至 4 公厘之間為整齊，在 2 公厘以下者為最整齊。

每鈴籽棉重之考查，通常以一百鈴之籽棉重量為代表，棉之色澤如遇有綠籽之美棉，則予淘汰，關於纖維長度等考種，自二行試驗以後，須於每系中任意選取二十瓢，於每瓢中部取籽棉一粒，分梳量其絨長，以中部平均長度代表之。

考種完畢後，根據田間記載與室內測驗而行決選，被選之數目，視試驗材料而定，通常選取三分之一至五分之一品系。

第三目 五行試驗

第三年田間試驗，如播種整地田間記載，人工自交等工作，與第二年大致相同，惟種植行數，增加為五行，每品系種子如能預備六袋最好，蓋播種時需五袋，另一袋以備缺苗時再行補植，中棉行長仍採用 20 市尺，行距 1 尺 5 寸，即每行面積為 30 方尺，佔每畝面積二百分之一，美棉行長仍用 24 市尺，行距 2 尺 5 寸，即每行面積為 60 方尺，佔每畝面積百分之一，此為求簡單因數，以便每行產量易化成每畝斤數也。本年每五行設一標準行，另設種子區。

室內考種項目，本年應增加末子一項。末子乃指未成熟之籽棉及未受精籽之棉二者而言，又名不孕籽，此種不孕籽，體積甚小，甚易於軋花時混入皮棉中，以致轉入已成之紗布上，出品品質減低，及廢花增多，而廠商受損不小，故末子愈少愈佳。末子之多寡雖與氣候有關，而品種間差異亦大，例如福字棉不孕籽為 17%，而遂甯土棉僅 10%。(1)

註 (1) 王培祺 棉之不孕籽研究，農報第 8 卷，1943。

末子檢定法，先將採回之吐絮鈴，用手剝開，按胚珠之自然位置逐一分開，置放於白紙上，而後仔細計數不孕籽。檢查時，中棉分三部位，美棉分四部位，計算時即以每品系各部位之不孕籽總數，除以該部位之胚株總數乘以 100，而後各部位相加平均之。

五行產量之計算與稻麥同，可參考上卷，惟改算因子不同，例如中棉每行面積為 30 方尺則每畝可植 200 行，求每畝產量之公式 = 每行產量克數 $\times 200/500 =$ 每行產量克數 $\times 0.4$ 。美棉每行面積為 60 方尺，則每畝可植 100 行，求每畝產量之公式 = 每行產量克數 $\times 100/500 =$ 每行產量克數 $\times 0.2$ 。

最後根據田間記載，室內考種及產量比較，決選五分之一至八分之一最優良者，升為高級試驗，次優者，則仍為翌年五行試驗，再定取捨，餘悉淘汰之。

第四目 高級試驗

第四年以後之高級試驗改用隨機排列法，每小區三行，中間一行計算產量，兩邊兩行可去雜去偽，留作翌年試驗種子之用，每品系重複三次至五次。

高級試驗須繼續三年，每年可淘汰劣者，至第三年僅留最優良之一二品系，在各地舉行地方試驗，而後決定推廣區域與品種。

田間記載注重，抗病，抗蟲，抗風，抗雨，抗旱等生理特性，爛鈴脫絮亦宜詳細計明，室內考種除注重纖維長度，纖維長度整齊度，末子，纖維色澤等品質外，並須檢查拉力，寬度，絨重，捻曲等特性，各種考種材料概須取自自花受精之鈴株，其中有罹病蟲害及黃花者均不採取。

纖維之強度與細胞膜之厚薄關係殊大，其精密測驗法，則須用棉絲強度測定器測定之，先將棉絲放於絨板上，取棉絲一根用強度測定器將棉絲兩端夾住，再使棉絲伸直，記錄其距離，然後漸漸旋轉器上之小輪，直至棉絲不能再抵抗，以致折斷，乃記其強度，每品系試驗四十根 而後計其平均數。

闊度之檢定，可用扯棉法，扯取棉絲數十根，以米藍 (1) 染之，分根縱列於載玻片上，黏以稀蛋白，而後置顯微鏡下以測微尺測量之，計算其闊度，每品系測量二十根，求其平均數。

捻曲度之檢定，亦用膠水或蛋白少許，牢貼於載玻片上，蓋以玻片放置顯微鏡下，鏡中具有測微尺，尺上刻分五十格而後依此五十格之長度，數其含有之捻曲數，每品系測驗四十根，求其平均數。

高級試驗時之產量計算，概用變量分析法，已敘述於稻之育種，茲不贅述。由高級試驗三年之結果，自可決選其最優良之品系分發各地區域試驗，同時大量繁殖其最優良者，而備推廣。

棉花之純系育種，自採選單鈴至繁殖推廣，至少經過七年之時間，其中最宜注意者，一為選取之品系最適合當地之氣候土質。二為棉花為常異花受精作物選取之品系，務須純粹。二行試驗後，最好另設種子行，以行人工自交，而免正式試驗材料因包花及踐踏，以致產量比較有失其準確性之慮。

第九節 雜交育種

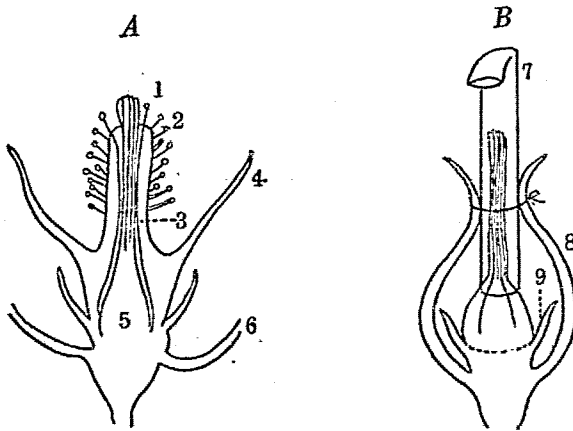
註 (1) Methylene blue.

(一)去雄 棉之花大，較易去雄，現行之方法，可別為下述四種：

(1)剪刀去雄 剪刀去雄法為實行棉花人工交配歷來最通行之方法，法先於前一日下午四時後，選擇花蕾已膨脹而苞葉已透出之花朵，於萼管基部之花冠兩旁，用小刀或利剪各剪一直縫，輕輕向左右分開，令雄蕊露出，以便剪除，然後再將花瓣回復原位，然後用一玻璃紙袋，以資保護及隔離。惟實行此種工作時務須謹慎，勿使花粉囊破裂，所有雄蕊，除之務盡。

剪縫去雄法較之完全剪除花冠者，殊屬有利，因花冠保存既可使柱頭多一層保護，而翌晨授粉前又可仔細觀察花瓣，是否已經開展，藉知柱頭是否已達成熟之時。

(2)指甲去雄 Doak 氏見剪刀去雄法之煩瑣，乃利用花冠基緣



第二十二圖 蘇打釋器法

A. 棉花直剖面 1. 柱頭 2. 花藥 3. 單體雄蕊 4. 花瓣 5. 子房 6. 花苞
B. 蘇打釋器被正面(去雄後) 7. 蘇打釋 8. 花苞 9. 蜜腺

與花柱基緣連合之薄部，以指甲沿萼管口將花冠連藥一並剝下。後用飲冰室所用之蘇打紙稭，剪成小段，封其一端，以罩護柱頭及花柱，使其隔離外界花粉，次復用苞葉護着紙稭，以線結之，或以針夾之，如是，既不怕大風吹打，而罩護亦較周密，且苞葉在外，無妨光化作用。第 22 圖

(3) 麥稭去雄 馮肇傳氏因用手指剝去花絲，內層甚薄，分離殊難，易傷花蕊，在亞洲小花棉尤較困難，乃提倡麥稭去雄。法擇次晨將開之花蕾，摘去苞葉，或僅披開苞葉亦可，次用手剝去花冠至花萼管口處，再選柱頭稍大之麥稭(美洲棉約需長度 50 公厘，直徑 3—5 公厘，亞洲棉約需長度 40 公厘，直徑 2—3 厘)其一端開口，另一端須有節封閉，或兩端均開口，而以棉絮白蠟充塞其一端亦可。用此麥稭先罩着柱頭，隨以稭口披撥花藥，漸漸壓折雄蕊花絲，徐徐向下捻轉，使花粉紛紛脫落，同時以右手食指輕彈花着之枝，致粉外散，一俟麥稭到底，花藥脫落淨盡，而花柱即被麥稭罩住矣。麥稭之口因花藥充填，銜抱緊結，無須紮束，亦無昆蟲可侵入之縫口。

此法最適用於中棉，因花藥少而疏，稭到絲斷，勢無軋破之慮。

(4) 紙斗隔離 此法適用於美棉互相交配之試驗。法先擇次晨開花之花蕾，拉開花瓣，向四周披下，使柱頭與花藥露出，次取 70 方公厘之玻璃紙對摺，沿摺痕剪一直縫至紙長度一半，再將該紙之縫平夾於柱頭，下端緊靠花瓣，而後以左右手向左右旋轉使成一圓錐形，次將四對角每二對角合併，後將另兩對角摺下，使形成一小方斗，俾柱頭在斗之上中央，而雌蕊則隔離於紙斗之下。最後翻下花瓣，恢復原狀，僅柱頭完全隔離於紙斗中。

(二)授粉 通常父本之花與母本同，須於前一日用紙袋罩圍，避免他花花粉混入，至授粉日可於清晨十時左右，摺取花粉散於母本柱頭上，或摘下父本粉囊持與母本柱頭輕輕擦摩而後復罩上紙袋。若係麥稈或蘇打紙稈去雄，次晨先將其揭去，檢查柱頭有無花粉存在，再按普通法授粉，授粉後再罩上原用麥稈或紙稈。至用紙斗隔離者，授粉前可將紙斗放開，如紙斗口大，亦可直將粉囊敲散於柱頭上，而後仍將紙斗照舊摺嵌。

棉花去雄及授粉後，除套一紙袋，掛一標籤，並須插一標桿，支持花莖，而免風折。

人工交配之時間，通常以上午九時至十二時間為宜，然陸衛國氏試驗報告，則以十二時左右為最適宜，其成功百分率如次：

時 間	上午 6 時	8 時	12 時	下午 2 時	4 時	6 時
百分率	33%	34%	36%	32%	27%	14.5%

當交配時，最宜注意者，以成熟之花葯，如花葯呈黃色，粉囊腫裂，即為成熟之表徵，摩擦於已成熟之柱頭，既不可稍傷雌蕊，並須見有黃色花粉黏着柱頭時為止。

又棉之落花機會特多，交配之數目，須較需要數加多。

(三)交配後之處理 交配後數日，棉鈴發育，即可將紙袋取去，但紙牌務須保留，以便棉花成熟時，分別採收，各鈴之籽棉，分別裝於各紙袋內。

雜交種子之記號，最簡便之方法，可用 1a, 1b, 1c……各記一種，即每同一株父本與同一株母本為一種，至第二代可用 1a₁, 1a₂, 1a₃……

等爲各株之記號，至同品種而不同株之雜交所生之各株，則以 $1b_1$ ……或 $1c_1$ ……等表記之。

第一代雜種之播種必須分別疏植，每穴先種二粒，後留一株，每株上之花必須人工自交，收花時，每株裝一袋，給以上述之號碼。

第二代播種與第一代同，各株種籽分別播種，例如 $1a_1$ 之種籽種完後，再種 $1b_1$ ，收花時，各株復給以記號，例如 $1a_1$ 雜種中所選之棉株，可以 $1a_1-1$ ， $1a_1-2$ ……等記之

第三代之田間播種與前代大概相同，惟田間觀察與室內考種，較第二代更須詳細精密。在第三代棉株中，如發現有適合吾人育種目的者，如纖維長度，每畝產量，病蟲害抵抗力，風雨抵抗力等，即選爲翌年株行試驗或鈴行試驗，照普通純系育種方法進行之。

第十節 馴化育種

棉之性狀遺傳複雜，退化又速，雜交育種較爲繁難，且美洲棉種中有少數品種引入中國，尙能適應，故棉之引種工作在中國棉作改良上，至今日止，殊佔重要之位置。

考中國引美國棉種之歷史，約有五十年，第一次由湖廣總督張之洞氏以銀二千兩向美國購買陸地棉種，分發湖北農民，時值清光緒二十四年，即西歷1898年也。後六年復向美國輸進大量棉種，分給於江蘇，浙江，湖北，湖南，四川，山東，河北，河南，陝西等省，獎勵人民栽培美棉，雖當時不知選擇品種及栽培方法，但在中國棉業上影響甚大，此時代可謂中國棉業發軔期。

民國七年，農商部輸入大量美國脫字棉，及金字棉種子，交由河北，山東，河南，江蘇，浙江，湖北等省棉業試驗場，分給農民，翌年，周學熙氏復自美國，朝鮮及國內產棉區域，購買各種優良美棉棉種，十餘萬斤，指定在河北省之天津，邢台，平鄉，衡水，寧晉，豐潤，灤河，冀縣，山東省之即墨，膠縣，河南省之鄭縣，濬縣，汲縣，延津及新鄉等地為試驗區。同年，上海華商紗廠聯合會由美國農部購入金字棉，愛字棉，脫字棉，埃及棉（Egyptian），海島棉（Sea Island），杜蘭哥棉（Durango），哥倫比亞棉（Columbia）及隆字棉（Lone star）等八種棉種，分於江蘇，浙江，江西，安徽，湖北，湖南，河南，河北等省26處，舉行棉花品種試驗。同年八月美國農部顧克氏（Cook）來華調查，結論謂脫字棉及愛字棉適應中國之氣候，應即開始純系育種。民國九年，華商紗廠聯合會復自美國買入脫字棉隆字棉種十噸，運河南陝西兩省分種。至十八年，江蘇省政府撥款五萬元，榮宗敬氏個人捐款1萬5千元，向美國購脫字棉種百噸，運陝西，河南等省分發種植。在此十年中，東南大學農科，金陵大學農林科多從事脫字棉及愛字棉之馴化工作，繼以地方純種制度而推廣，以脫字棉推廣於黃河流域河北，河南，山東等省，愛字棉推廣於長江流域江蘇，安徽等省，雖馴化品種推廣後不能保持純潔，但馴化工作確有相當成績，此時代可謂中國美棉馴化開始期。

民國二十二年，美國康乃耳大學教授Love氏來華，擔任中央農業實驗所總技師，覺過去中國棉花品種試驗，品種八種，材料既少，而試驗一年，成績殊不可靠，乃向中美各地，再行徵集各種棉種共四十六種，分於蘇，浙，冀，魯，鄂，湘，皖，贛，陝等省舉行區域試驗。至二十三年，此種

美棉馴化工作由馮澤芳氏主持，繼續在各省舉行品種比較試驗，數年後發現斯字棉宜於黃河流域，德字棉宜於長江流域，試驗方法既有科學根據，而推廣方法，亦實行棉種管理制度，所有良種易於集中，且避免混雜，故此時代謂美棉馴化盛行期。

區域試驗或品種比較試驗，在 Love 氏來華時，田間規劃概用順序排列，中棉與美棉合併試驗，中棉為四行區，行距 1.5 尺，美棉用三行區，行距二尺，二者區闊，均為六尺，重複四次。二十三年以後，試驗方法，先採用十行試驗之方法，中棉美棉分開各成一組，各用一標準品種，次用隨機排列，或用拉丁方排列法，以變量分析法計算產量。

中國馴化之美棉最有經濟價值者，有德字棉 531 號及斯字棉 4 號，胡竟良氏謂為中國棉業界兩大寶貝⁽¹⁾，均為美國近代所育成之品種，抗戰期中後方生產，德字棉 531 號尤為重要。德字棉 531 號初於民國二十二年在徐州，齊東，定縣等試驗，產量稍遜於脫字棉，而在南京，南通，杭州，則勝於愛字棉及其他標準品種。二十四年平均每畝籽棉產量，在安陽 179 斤，定縣 322 斤，保定 182 斤，濟南 192 斤，徐州 284 斤，南京 230 斤，武昌 137 斤，故在黃河流域產量亦高，僅稍遜於斯字棉。

總之，美棉品種在中國馴化者，先有脫字棉及愛字棉，脫字棉之適應性殊大，幾遍佈於全國，愛字棉曾在長江流域推廣，地位亦頗重要，自二十六年後，黃河流域以斯字棉 4 號栽培價值最大，長江流域則以德字棉 531 號為第一，此二品種種植之區域，近年來日益擴大。據二十三年

註 (1) 胡竟良 德字棉之試驗結果及其推廣成績 農學，第九卷，第七至十二合期，

及二十四年兩年考種結果，德字棉 531 號在長江流域不特產量豐富，其品質亦較斯字棉愛字棉脫字棉為優，如下表。

第八十一表 中國四主要馴化美棉品質之比較

類 別	23 年	24 年	平 均
脫字棉 纖維長度 衣分 %	25.50 28.60	26.51 30.15	26.05 m.m. 29.37
斯字棉 4 號 纖維長度 衣分 %	29.21 31.60	29.22 31.83	29.21 mm. 31.76
愛字棉 纖維長度 衣分 %	30.20 30.40	28.82 33.11	29.51 mm 31.75
德字棉 231 號 纖維長度 衣分 %	32.60 29.40	32.44 31.23	32.52 mm 30.51

最近俞啓葆氏等 1945 報告，雞腳葉形德字棉在捲葉蟲為害嚴重之長江流域，其產量無論分年計算，或合併計算，均較非雞腳葉棉者為高，將來通海墾區，以推廣雞腳德字棉為宜。(1)

註 (1) 俞啓葆，朱紹亮，張德遜美棉葉形之研究與應用，農報 10 卷 1—9 期 1945。
重慶。

第十八章 棉花育種遺傳

第十一節 相關性狀

棉作之相關性狀，殊關重要，雖隨品種氣候及其他環境而有改變，然在同一情狀下，其差異則甚微。Dunlavy 氏在美國 Texas 州用 167 單株作相關之研究，其結果如下表：

第八十二表 Dunlavy 氏棉形狀相關表

纖維長度與衣分	-0.445 ± 0.32
籽實與衣分	-0.529 ± 0.036
衣指與籽重	0.704 ± 0.02
棉蒴大小與籽重	0.664 ± 0.08
棉蒴大小與衣分	-0.394 ± 0.05
棉蒴大小與衣指	0.460 ± 0.46
棉蒴大小與五鈴鈴之百分	0.533 ± 0.057
籽實與纖維長度	0.43 ± 0.42
棉蒴大小與纖維長度	0.214 ± 0.055

上表纖維長度與衣分成負相關，籽重與纖維長度成正相關，籽重與

衣分成負相關，衣指與籽重成正相關，棉蒴大小與纖維長度成正相關，棉蒴大小與衣分成負相關等，在經濟價值上，殊關重要。(1)

Grifsee 氏等 1926—1927 曾研究籽花產量與棉株特性之相關，二年結果如第八十二表：

第八十三表 棉株性狀與產量相關表

籽花產量	相 關 係 數
纖維百分率	0.522±0.113
纖維產量	0.864±0.039
葉枝數	-0.453±0.122
節之長度	-0.573±0.104
最大葉之面積	-0.379±0.153
	-0.746±0.698
	-0.849±0.441
成熟期	
植株之高度	-0.586±0.108
第一花開期	-0.548±0.111
第一花開後 18 日內花苞數	0.667±0.887
第一花開後 18 日內之花數	0.879±0.367

上表中前六性狀多元相關為 0.9421 係 1926 年研究者，後五性狀及最大葉之面積之多元相關為 0.766 係 1927 年研究者，故結論棉株性狀與籽花產量關係甚密。

龔幾道氏報告 (1935)，纖維闊度，幹指數，(幹粗/幹高 × 100) 葉

註 (1) 馮至義 棉作學 黎明書局 1937.

因數(葉長減葉裂缺刻長 / 中裂片闊 $\times 100$), 果柄指數(果柄長 / 果長 $\times 100$), 苞葉數(苞葉長減苞葉缺刻長 / 苞葉中裂片闊), 雌蕊指數(柱頭長度 / 花柱長度 $\times 100$), 棉果指數(果徑 / 果長 $\times 100$) 等與纖維長度不相關, 惟節間距離, 幹毛長度及葉裂指數與纖維長度為正相關。(1)

棉之相關性, 研究者甚多, 茲列舉有重要經濟價值者如次:

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. 植株色澤與成熟期長短 | 紅色植株較綠色植株為晚成熟。 |
| 2. 花瓣色澤與花瓣長短 | 花瓣長者花瓣色澤較深。 |
| 3. 花瓣色澤與纖維長度 | 纖維長者花瓣色澤較深。 |
| 4. 成熟期早晚與棉鈴大度 | 棉鈴大者成熟期必晚。 |
| 5. 棉鈴大與棉籽大 | 棉鈴大者棉籽亦大。 |
| 6. 棉鈴大與棉籽重 | 棉鈴大者棉籽亦重。 |
| 7. 纖維重與棉籽重 | 纖維重者棉籽亦重。 |
| 8. 纖維長度與衣指 | 纖維長者衣指常小。 |
| 9. 纖維長度與籽重 | 纖維長者棉籽常重。 |
| 10. 衣分多寡與籽重 | 衣分多者棉籽常輕。 |

最近華與甬氏報告, 中美棉性狀與產量相關最顯著者, 為每株分枝數, 開花數, 成鈴百分數, 七月底前開花數。

第十二節 遺傳性狀

棉之性狀遺傳, 已研究者甚多, 茲舉其較重要者, 列表如后:

註 (1) 甄鐵道 棉植營養器官與棉絨主要品質之相關研究, 浙江建設第九卷第五期

第八十四表 棉之性狀遺傳

性 狀	第 一 代	第 二 代	研 究 者
(一)關於植株者			
紅葉與綠葉	炎 紅	1:2:1	Brown, Ware等 1927.
葉基有斑與無斑	中間性	1:2:1	Balls 1901
狹葉與闊葉	闊 葉	複雜因子	Fyson 1908
普通苗與花苗	普通式	比例不一	Stromant
葉之蜜腺有無	有蜜腺	3:1	馮巖傳, 俞啓葆
(二)關於花朵者			
黃花瓣與紅花瓣	紅 花	3:1	Leake 1911 Prasad 1914
黃花與白花	黃 花	3:1	馮巖傳 俞啓葆 1933
有色花與無色花	中間性	1:2:1	Harland 1932 Burd 1926
黃心花冠與白心花冠	紅 心	1:2:1	俞啓葆 奚元齡 1938
紅斑與無斑	中間性	1:2:1	Balls 1912
長花絲與短花絲	長 絲	3:1	Balls 1912
花粉淡黃與深黃	中間性	1:2:1	Balls 1912
長花柱與短花柱	長花柱	3:1	Balls 1912
短鈴與長鈴	長鈴(不完全)	3:1(不完整)	Melendon 1912
(三)關於果實者			
有色纖維與無色纖維	中間性	1:2:1	Brown 1927 Balls 1907
長纖維與短纖維	長纖維	不 一	Fletcher 1907 Balls 1912
光籽與毛籽	光 籽	不 一	Fletcher, Kearney
光籽與毛籽	護 毛	不 一	Harland 1932

關於連鎖遺傳之性狀，亞洲棉與美洲棉殊有不同，亞洲棉之花冠色澤與紅色植株為連鎖遺傳。美洲棉之連鎖遺傳性狀有，(1)光籽與稀絨

及毛籽與多絨(2)紅色植株與叢生(3)紅色植株與瓣爪紅心(4)花冠色澤與瓣爪紅心(5)花冠色澤與斑點。

中棉捲葉種由馮肇傳氏在浙江發現，其幼苗時代子葉即有捲縮性，長大時真葉均向上捲縮。後據俞啓葆氏報告，此種捲縮性之遺傳為簡單之一對因基。縮葉為隱性，捲葉與葉形為連鎖遺傳。

第十九章 高粱育種

第一節 概說

高粱異名有蜀黍，蘆粟，蘆稗等稱，學名 *Andropogon sorghum*，中國年產二萬餘萬擔，以山東、河北、河南諸省產量最豐，為主要食糧之一，其地位僅次於水稻大麥玉米三者，並為良好飼料及製酒原料，故品種改良，殊甚需切。

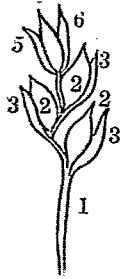
高粱種類頗多，有以性質而分 (1) 實用高粱，即以粒用為主者，(2) 糖用高粱，即莖中含有多量糖分者，(3) 飼用高粱，即青刈為飼料者 (4) 帚用高粱，即其穗可用編製掃帚者，有以穗之形狀而分，(1) 散穗高粱即穗疏而分散者，此類又可分穗頂齊集與穗頂尖出二種，(2) 密穗高粱 即穗短而子粒密集者，此類又可分穗軸直立，穗軸彎曲及穗軸下垂三種。

普通高粱之染色體數自桑田氏研究後，減數分裂為十個，據 Longley 氏報告，野生種染色體為 20 體，較栽培種多一倍，適與玉米之野生種與栽培種差異相同。

第二節 花及開花

高粱改良之目的須視其用途如何，概言之亦不外改進品質與增加產量二者。

高粱為複總狀序，由粗大穗軸輪生枝梗，由枝梗分生小枝梗，由小枝梗再生小分枝梗，小穗花常着生小分枝梗上，通常每小穗花，有花 2 對生一有柄，一無柄，(第 23 圖)惟梢端小穗花具花 3 朵，一無柄，二有



第二十三圖 高粱小穗花
1. 小穗梗 2. 2, 2. 結實穗
小花 3. 3, 3. 退化小穗花
4. 頂端結實小花穗常閉帶
二個小穗花 5. 與 6.

色，開時縱裂，柱頭二分支多毛。(第 24 圖)

柄，無柄小穗花可結實，一曰結實花，有護穎二多堅硬，其中二花，在上者為結實花，具內外穎各一，外穎背生一芒，內有雌蕊一枝，下有二鱗被 雄蕊三枝，在下者為退化花，外穎變為一膜質，其餘概退化不現，有柄小穗花一曰退化花，同樣具有護穎，花二朵，外穎及雄蕊但無雌蕊與內穎，花葯黃



第二十四圖 高粱結實小穗花剖面
1. 第一護穎 2. 第二護穎 3.
退化花外穎 4. 結實花外穎 5. 結
實花外穎之芒 7. 雄蕊三枝 8. 花
柱

高粱開花之習性，據前人研究，在德國以午前 8 時至 9 時之間，開花最多，在印度以午夜至上午 4 時之間，開花最多，白天開花殊少。最近

周克寬氏(1944)曾用散種高粱、密穗高粱及甜高粱作開花習性之研究，結果，每日開花之時間，各時均有開花，多少不一，但大部集中於清晨，以5時左右為最盛，甜高粱以4時至6時最多，佔全日總數62.2%，密穗高粱以3時至4時最多，佔全日總數40.4%，惟散種高粱較遲，開花最盛時，為午後8時至10時，佔全日總數44%。(1)

由上所述，高粱之開花最適於黑暗或日光微弱之際，若以下午6時至翌晨6時為夜間，餘為白晝，則夜間開花佔絕對大多數，散種高粱佔總額93%，甜高粱佔總額83%，密穗高粱佔98%。

高粱每花開放時間之長短，隨種類不同，密穗通常為43—50分鐘，間有達4時20分鐘，甚或自清晨張開至下午始行閉合。散種種開花之時間較長，通常為65—110分鐘，甚或有自上午7時44分開始張開，9時30分達最大角度，9時55分花蔞外散，至下午4時15分始行閉合。

高粱開花之時日，自露穗至開花約需3日至7日，隨氣候及品種而異，每穗花數約有2,000至4,000朵，每穗開花完畢，約需8—14日，因此，高粱施行人工自交或雜交時，套袋宜在露穗後二、三日，去袋宜在開花後或交配後20日左右。套袋期中，因袋內濕熱，甚易生霉，以致影響種子發育，不須俟種子成熟時，方行取去。

每穗開花最盛期，通常為開花後第五日：舉行人工交配宜擇斯時。

高粱之開花，因穎開至穎閉，需時甚久，已如上言，且柱頭在花粉囊破裂前業已伸出穎外，至穎閉合後仍未縮進，故天然雜交之機會增多。

註 (1) 周克寬，高粱開花習性與集團去勢之研究，農報，第九卷第25至30合期，

密穗高粱花穎張閉經過之時間較短，天然雜交率約為 0.6%，散穗高粱花穎開閉經過之時間較長，雜交率增為 6% 據各學者研究之報告，高粱天然雜交率至低為 0.6 至最高可達 69%，平均 5 至 10%，因之，高粱可列入常異花受精之作物。

開花順序除最上一、二枝梗外，上部先開，漸及下部。惟穗之頂端及最下部花多不結實，而小穗花至少，又有一半不結實，故高粱子實之稃秕特多。高粱花之開展原因，當花蕊成熟時，鱗被即吸收水分，加以壓力所致，亦與稻麥同。

高粱開花時，雖雌雄蕊同時成熟，但因其柱頭很迅速伸出穎外，花葯復在後伸出，故天然異花受粉之機會頗多，根據多數學者之報告高粱異交百分率，至少 0.6% 至多 69% 平均 5—10% 左右，因此海斯與格卜二氏將高粱類多物列入常自花受粉中。

第三節 選擇育種法

高粱既為常異交受粉，在純系育種及雜交育種之先，自應舉行人工自交，而人工自交對於生長力之影響究竟如何，實為育種上之重要問題。據沈宗瀚氏在南京試驗結果，以三十八種高粱自交五代之後所有子實產量，植株高度，每株穗數，每穗子粒量以及成熟期，概無顯著減退，其中雖有數處子實產量稍低，但非受自交之影響，實由套紙袋少得日光與空氣所致。

高粱自交後裔生長力既不減低，則可用單本選種法，茲略述其育種程序如次：

第一年 選種 高粱優良性狀之標準，須視其使用之目的而定，通常以：

1. 基桿堅強而不易倒垂，
2. 子粒充實飽滿而成熟期較早，
3. 抗病害，蟲害及早害力強。

三者為標準。在成熟期時往各區域選擇。凡合標準及有特殊性狀者，概選取一、二單穗，攜回懸掛通風處所，乾燥脫粒，先依成熟期早晚，穗形，穗色及粒色分類，而後依次脫粒，每袋裝一種種子。惟高粱穗大，在農民田內採選時，若一一全穗割取，既易招農民反對，又難運輸，而實際上亦無需全穗種子，除非有另作標本外，選取穗之一部分即可。

在理論上選採種數愈多愈佳，選採區域愈廣愈善，但在實際上，實斟酌當地情形及人力經濟力而定。

第二年 穗行試驗 先秤種子，每袋裝 15 克，即每行播種量 15 克，但在多蟲害之區，種子量可斟酌實際情形而增加，每逢 5 逢 10 加入本地優良品種為標準行，編排號數，製訂種植計劃書，概與稻麥育種同。

行長 30 尺，行距 2 尺或 2.4 尺，株距 1 尺，條播後苗長二、三寸時舉行間拔一次或二次，在可能範圍內力使株距均勻，每行株數務使相同。通常每行以 30 株左右為標準，植株大之品種可減少，植株小之品種可增加。如遇缺株即行補植，高粱移植成活百分數甚高。在長江流域每行種子量 5—7 克，在黃河流域，可增加種子量，以防缺株。

在生長期內，須隨時至試驗地細心觀察，比較各行抗旱力，抗病力，成熟期，稈之強挺及穗之形狀與大小等，妥為記載於計劃書內。至開花

前，選定優良之行，每行再選二種舉行人工自交，即用牛皮紙袋套上束紮，預計不致被風吹脫，名曰包花，如遇大風或雨，須檢查一次，並須防袋內發霉，大概七日至十日後，方可取去，成熟前後須精細考核，凡確優於標準行及有特殊優良性狀者，方可圈選，記明於記載簿內。收穫時，根據田間前後觀察，凡被選之行內自交之穗用刀割下，每種一袋，記明行號，攜至室內，於一行二種中選擇一種，妥慎保藏，以為第三年二行試驗之用。

第三年二行試驗 先將上年決選自交之單穗脫粒，每穗秤三袋，每袋 15 克，每袋種一行，行長與行距仍與上年同，重複一次，即共種二行，用二袋種子，其餘一袋妥為保存，以為將來補植及其他之用。編排計劃時，復須依據上年觀察結果，以其成熟期，植株高度，穗之形狀及穗粒色澤，分別次第排列，以利觀察與記載。其餘間苗，補植，生長記載與穗行試驗同。

本年每系須舉行自交四種，至收穫前，用打號機將號數打印於大紙袋上，收穫時，一人先攜該紙袋按號置於行端，如恐被風吹動，可以土塊壓之，另一人照計劃書上號數對一次，而後一人用刀從穗之第一節，割下包花之穗，另一人將穗裝入預備之袋內，仍置行端，俟收割完畢，再行搬運每行未包花之穗，亦應同時收穫收割，以便秤量全行產量。

二行產量之秤記載，俟各行分別脫粒後，秤量其子粒之重量，或於收穫後，直秤其穗之重量，登記於計劃書上，除自交穗之種子須留為翌年試驗用外，其餘各種之種子，即可拋棄，因高粱穗之重量與子實重量總成正相關，故知各種重量之大小，即可代表其子實之重量。產量計算

法，用等級法計算，與稻麥同，每行所得之平均產量克數，如行距 2 尺，乘以 2，為行距 2.5 乘以 2.5，即得每畝斤數。

二行之決選，一半須根據田間之觀察，一半須依據每行之產量，凡生長及子實性狀優良，而其產量高於標準行者，即可留為翌年試驗之用，如標準行之品種產量確高，則等於標準行產量者，亦可被選。

第四年四行試驗 先將上年選留之自交四種，分別脫粒，每種裝一袋，即每袋種一行，重複三次，即每系共種四行，行長行距及種量概與前年同。本年觀察須注意每系之四行性狀是否一致，若不相同，則須於該系中，再選相同之四種自交，明年仍作四行試驗，若四行性狀無異，則可選優良四種自交，以為來年十行試驗之用。產量計算法與稻麥同。

第五年十行試驗 上年試驗之各品系，如果性狀無異，則自交之四種種子可混合稱為十行試驗，每行一袋，行長行距及其他等工作仍與前同。惟重複九次，即每系共種十行，並另具種子區，每區連種一系種子三行，即每系種一區，有若干系即有若干區也。種子區內須嚴行去劣，以免混雜，至開花前，每系選擇優良之植株舉行人工自交八種或十種，以為明年試驗之種子，而試驗區內則無須自交。

產量計算法，與稻麥十行試驗同。田間觀察時仍須注意每系各行有無不同之性狀，如有不同者，明年再繼續十行試驗一年。

第六年 高級試驗 若上年十行試驗之各品系，頗為純淨，則種子內自交種之種子可混合稱為高級試驗，三行一區，每隔二區設一標準區，重複九次，即共種十區，合三十行，另種種子區，法與十行試驗同，至開花前，在種子區內，舉行人工自交，多少斟酌實際情形而定。

本試驗最好繼續三年，惟第二年高級試驗，同時設立繁殖區，舉行人工自交繁殖較多之種子，以便在附近各地舉行地方試驗，並準備將來推廣之種子，此種繁殖區須與育種試驗地及普通栽培高粱田隔離，而天然雜交。地方試驗之種子仍在繁殖區用人工自交。

在高粱育種試驗進行中，缺株問題，甚關重要，指沈宗瀚氏報告，高粱補植以直播為佳，直播與移植二者產量差異殊為顯著

北平移植每株產量	18.75±0.45
直播每株產量	54.05±1.04
相差產量	35.30±1.13

因南方雨量多，高粱之根較短，北方雨量少，而土壤又鬆疏故根特長，在北平直播之高粱，五寸高時，根長 1.5 尺至 3 尺，五尺高時，根長 4 尺至 6 尺，故移植補株不及直播者佳。

第四節 雜交育種法

高粱為常異花受粉植物，在舉行雜交前，先須令其自交，品種固定方可，故欲利用雜交方法改良高粱之品種，須明瞭下三個問題。

第一 自交之影響，據開波爾與康利爾二氏 (1) 1924 年報告，高粱自交六七代後，子實產量與植株生長力，毫無減低，並可固定其性狀，分離純系，後來中國沈宗瀚氏試驗結果亦同。高粱之育種方法與玉米不同之要點，亦在此。

第二 雜交之優勢，據 Karper 及 Conner 二氏 1927 年之報告，

註 (1) Karper, Conner

高粱不同品種雜交後，第一代優勢頗強，以後次第減少，例如 milo 與 Teterita 二種交配， F_1 植株高度比親本增加 60%， F_2 植株高度比親本增加 40%。現今由雜交育成之高粱品種，例如 Wheatland 品種即由 Kaffir 與 milo 交配而成，其產量高，倒伏性小，且便於收割。

第三 雜交之技術，高粱自交既無劣化影響於其後裔，而雜交優勢復強，對於雜交育種可謂便矣，惟其花過小，穎殼又硬，交配手術之施行，殊多困難。Stephens 等試用，高溫去雄法，未得圓滿結果，過去高粱之雜交育種頗受天然限制。粗放雜交方法，將兩雜交之親本，並行種植，令其天然雜交，而後選取雜種而繁殖之，而選擇之，雖可成功，但難準確。最近發明溫水去雄法，高粱雜交技術之困難，已冰消雲散矣。

現今雜交手術，可分隔離，除雄及受粉三步，略述如下：

1. 隔離 因高粱天然異花受粉率頗高，父母本在開花之前，抽穗之後概須用玻璃紙袋包花，預防異花之飛雜。高粱雌雄蕊同花，隔離手續亦較自交為便。

2. 去雄 值花已成熟而未開放之時，取去前套之紙袋，於穗之中部選擇二、三枝梗，剪去弱小不易結實之小枝梗，退化小穗花及退化花，再用細小鉗子分開花穎，去其花藥三枚，切不可遺漏。其餘不要之枝梗一律剪斷而免混雜。去雄完畢，即將原紙袋套上，掛以紙牌，記明去雄日期時間號數，已去雄之枝梗須用細軟之繩繫於主幹或旁插一竹桿，以支持之，而免狂風吹折。

溫水去雄法，前有 Stealer 氏 (1933) 用高 10 吋，直徑 2.5 吋之管，套於咖啡罐之內，罐底穿一孔，以便高粱納入管中，罐內注入 44° 溫水，

經 10 分鐘後，水溫降至 42° ，去雄成功達 90%。最近周克寬氏(1944)用一銹鍍鐵製之雙層圓筒，內管高 10 寸，直徑 2.5 寸，外管高 10.5 寸，直徑 8.5 寸，外管注入溫水，高粱穗由內外管連接之空洞納入內管，與溫水不直接接觸，僅感觸其溫熱，水溫分 41° 至 52° 十二級，處理時間，概為 10 分鐘。試驗結果，以 41° 溫水最佳，其結實率為 67%，以次溫度漸高，結實率漸低，至 50° 以上，結實率甚少。(1)

3 授粉 去雄後第二日或第一日晨，即可授粉，授粉之方法有二，其一選擇父本已成熟之花葯，用細小鉗子挾持於去雄之母本上，輕加磨觸，令花粉散落於柱頭。其二先在高粱地內，採取前套袋已成熟之雄本穗，輕敲於寬六寸長八寸之玻板上，令花粉脫落，次搜集振落之花粉，置於紙盒或玻璃杯內，而後用毛筆或羽毛，粘取花粉觸散柱頭，授粉完畢後套以原紙袋，則可。

第五節 相關性狀及遺傳性狀

1. 穗重 據沈宗瀚氏報告，高粱穗之重量可代表子實重量，因其相關係數甚大；其在南京北平試驗結果如下：

南京 20 年相關係數 = 0.987 ± 0.001

21 年相關係數 = 0.984 ± 0.001

北平 21 年相關係數 = 0.95 ± 0.005

開封 21 年相關係數 = 0.968 ± 0.003

如脫粒不便，秤其全穗即可得各品系產量之比較。

註 (1) 周克寬，高粱開花習性與集團去勢之研究，農報，第 9 卷，1924. 重慶

2. 穗狀 Kanass 試驗場用散穗高粱與緊穗高粱交配結果，散穗對緊穗為顯性。

3. 粒色 1916年 Graham 氏試驗結果，高粱種皮色澤之遺傳為單一因子，紅對黃或對白皆為顯性。F₂ 成 3 與 1 之比。

4. 護穎性狀 1916年 Graham 氏報告，高粱護穎長對短為顯性，F₂ 3:1，1921年 Vinall 氏報告，護穎寬對狹為顯性，F₂ 3:1。又穎上之毛有對無為顯性。

5. 芒之有無 1921年 Vinall 氏報告，高粱穎上之芒，無對有為顯性，F₂ 為 3:1。

6. 莖幹性狀 1931年 Hilson 氏報告，高粱稈內之糖分，無對有為顯性，F₂ 為 3:1，又多髓之莖與葉之中脈清白相關，甜汁之莖與葉之中脈暗度相關，白色中脈對暗灰色中脈為顯性。

1932年 Sieglinger 氏報告，高粱莖之長度，高對矮為顯性，F₂ 為 3:1，

7. 抗病力 1932年 Swanson 氏報告，曾用 Feterita 與 Redamber 二品種交配，試驗黑穗病抗性，結果，選得無病品系 300 株，而抗病育種以成。高粱之病害以黑穗病為最烈，最近學者對抗黑穗病育種已有成就，故雜交育種法在高粱品種改良方面，獲有更大之價值。

8. 高粱染色體數 據 Haskins 與 Smith 二氏研究根尖報告，野生高粱與子實高粱概為二十個。

第二十章 煙草育種

第一節 概說

煙草一名菸草爲重要經濟作物之一，歐美人稱爲現金作物，蓋脫貨既便，獲利復厚。在國家尤爲財政上重要收入，例如法國菸稅佔國家財政總收入百分之 25，波蘭百分之 30，土耳其，南斯拉夫百分之 40，中國亦然，即以四川一省而言，每年菸稅已達數萬萬元之多。

中國產菸數量亦大，據民國 26 年中農所統計，每年約爲一千二百七十餘萬擔，惟其中土菸佔百分之 75，烤煙僅百分之 20，其他百分之 5，烤菸產量與消費量相差既遠，而品質又低，故每年輸入之菸草與捲菸，總在萬萬元以上，然則中國菸草之改良，豈非當務之急！

通常分菸草爲下五種：

1. 普通煙草 *Nicotiana tabacum* 葉尖長形，下垂，花瓣尖而呈紅色，花管頸部膨脹，果實二裂，品質多佳 歐美菸草多屬此類。
2. 大葉煙草 *Nicotiana macrophylla* 葉闊柄短，花冠淡紅色，果實二裂，此類又可分長葉，闊葉，短葉三種，長葉種抗銹病力強，闊葉最易

退化，短葉類宜於溫暖氣候及砂質土地。

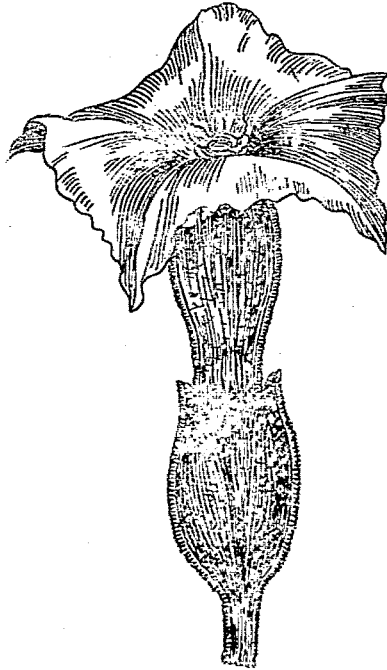
3. 中國煙草 *Nicotiana chinensis* 葉有葉柄，花冠淡紅色，果實二裂，品質頗佳，抗銹病力弱，中國土耳其均產之。

4. 圓葉煙草 *Nicotiana rustica* 葉卵形，花冠茶褐色或淡綠色，花冠呈圓筒狀，果實二裂，菸葉甚大，抗力甚強，但專適於煙斗之用，巴西原產。

5. 四裂煙草 *Nicotiana quadricalvis* 花冠基部膨大，淡白色或淡黃色，果實四裂，栽培者少。

第二節 花及開花

1. 花之構造。花梗自莖頂抽生，複總狀花序，5 萼 5 瓣，花呈漏斗或圓筒狀(第 25 圖)，色澤有紅，淡紅，白，淡白，淡黃等色，雄蕊 5 枚，其中 4 枚在開花前與雌蕊同高，開花後絲延長則較高，餘一枚花絲較短，其高度始終與柱頭相等，粉囊兩側縱裂，花粉粒白色，橢圓形，表面粒狀，有三襞摺及三發芽孔，大者短徑 0.0189—0.0216 公厘，長徑 0.0351—0.0378 公厘。



第二十五圖 煙草之花

花之基部蜜腺發達，雌蕊當開花時已成熟，故多自花受粉，異花受粉者較少。

2. 開花狀況 本日下午如花瓣膨大，花瓣現淡紅色，翌晨七時即可開花，一二時間，可完全開放。雌蕊在開花前既已成熟，通常開花前二三日已有受粉能力，但雄蕊四枚，到與柱頭等高時，花粉始行飛散，故菸草名曰雌蕊先熟花。(1)

開花之花葯，本日傍晚雖呈凋萎現象，但花粉仍保存其內至翌日，通常花冠可保存二日，即本日晨開花，翌日花瓣始脫落，夜間及雨天花呈閉合狀態，花瓣多內向，以保護花粉。

3. 開花順序及時間，以全部言，最上部第一朵花先開，次為側枝花順次開放，各側枝上之花，最下花先開漸及上部花，每日開花時間，上午七時始至下午三時止，開花最盛時期，約在上午八時至十時之間。

4. 授粉狀況 開花時花冠略有伸長，雄蕊亦同時延長，所謂四長雄蕊伸出柱頭上，如是花粉得有附着柱頭之機會，且開花前雌蕊既已成熟，故自花授粉多。然菸草花之基部蜜腺發達，分泌豐富，昆蟲訪問甚多，他花受粉亦不甚少。且菸草異花受精性較自花受精性強，自花授粉前數小時內，他花仍能授粉。基於上兩原因，菸草為常異花受精作物。據 Howard 夫人報告，菸草之天然雜交率，常在 2—3% 之間。

菸草種間之自花受粉所生之植物，生長力減退，而他花受粉之異種間雜交之第一代，生長力特別強盛。

註 (1) 宗正雄，育種學講義，1936，東京。

第三節 選擇育種法

菸草選擇之標準，最宜注意品質，下列數點，尤為重要：

1. 燃燒力宜強，須經五分鐘不熄。

2. 香味宜濃 香味雖與風土，肥料栽培方法，收刈，乾燥及發酵攸關，然改良品種亦可增加香味，因斯種性狀亦可遺傳。

3. 葉肉宜厚宜軟 厚則脈筋比例小，軟則細胞間隙大，乾燥之菸葉含空氣較多，則燃燒易，上等菸葉每方公尺重量須在 150 克以下，蓋葉軟則重量輕，故欲知菸葉之硬軟，可先測定其面積與重量。

4. 葉脈宜細 蓋細易製細絲並易燃燒。(1)

5. 抗病力強

若欲檢定燃燒良否，可用 Nessler 氏方法，法先用阿拉比樹膠 80 克，加水 120cc.，溶解 48 小時，次加入硫酸鉀 10 克，木炭粉 350 克，混合成粥狀，而後將菸葉捲成棒狀，直徑約 14 公厘厚，再用適宜熱度令其乾燥後點火，如全部燃燒不熄，自始至終火燃不滅，則為最佳，否則時燃時熄，或木炭先燃，或燃時出烟，是為不良之品質。

菸草既為常異花受粉作物，其選種法可參照棉花及高粱育種，純系育種須先舉行人工自交，純化後再行比較其品質與產量。田間技術尚少精確試驗報告，大概第一年蒞行試驗其原則與棉花鈴行試驗相同，此後每年分行試驗。

第一年蒞行試驗 菸草種子太小，須先育苗，而後移植，株距 8 寸

註 (1) Chaner'n, Larousse Agricole II P.635—637. 巴黎

到 5 寸，行距以 25 寸至 30 寸爲標準，行長則視株距而定，每行株數以 5 至 10 穴爲標準，例如每行 5 株，株距 8 寸則行長爲 $5 \times 8 = 40$ 寸。又株距大小宜視菸草種類而定，卽植株大者，距離宜大，反之距離宜小。

第二年二行試驗 株距行距與蒞行試驗同，行長 24 至 30 尺，田間記載應注意植株高度，葉之長度，形狀，色澤，肉之厚度硬軟，脈之粗細，花之顏色，形狀，蒴果之顏色形狀，病害程度等。

第三年五行試驗，第四年繼續五行試驗，第五年舉行高級試驗。

菸草種子之收採固須人工自交套袋等手續，此外採種之植株不可摘心，因摘心卽延遲開花。但不摘心留種植株之煙葉不能同普通菸葉比較，留種之植株並須注意除蘗摘芽，不可稍有懈怠，其成熟之葉可順次妥爲收穫。

菸草花序中之花，開花時期各有早晚，通常中期開花之種子最優，晚間開者次之，早期開者最劣。又以種子成熟程度言，將熟種子最優，其菸葉收量多，適熟種子次之，過熟種子最劣。如在種子形成期間過寒冷，須用紗布罩護蒴果，而免凍傷。

通常菸草果蒴變黑時，卽宜由花梗基部割取，懸掛乾燥，俟農閑時剝去種子，再行風乾貯藏。菸草種子甚小，每蒴可得種子 4—8 千粒，每株菸草可得種子一百萬粒。

第四節 雜交育種法

先行人工自交令其純化，而後舉行人工交配，一般方法可仿照棉花之育種。

去雄可巡視田間，凡花冠具現薔薇色者，即可施行手術。法用左手中指與無名指挾持花萼，繼以大指與食指押開花瓣，右手持利鉗拔去五本雄蕊，切須注意其中有一較短之雄蕊，不可疏忽遺棄。若將花冠完全切去，對於交配受精亦無妨礙。

菸草花粉頗豐，於去雄當時或當日，採集擇定父本之花粉，持毛筆沾取，輕輕擦觸於柱頭上。去雄或交配手術完畢，套以紙牌，登記年月日及父母本系號。後代雜種仍須人工自交，至選得固定純系止。

菸草之染色體數，各種不同，少者 8 對，10 對，多者至 48 對，普通菸草及圓葉菸草之染色體概為 24 對，各種間交配之親和力差異殊大。

菸草之抗病育種，最為重要，通常利用回交法，使此一品種抗病性轉移至彼一品種，以增強其某一種抗病性，或加多某數種抗病性。

第二十一章 蠶豆育種

(一)概說 蠶豆亦名胡豆，在中國栽培頗廣，亦為重要雜糧之一，西南各省，例如雲南一帶種植尤為普遍。

蠶豆通常分二種，一曰小粒蠶豆 (*Vicia faba minor*) 二曰大粒蠶豆 (*Vicia faba major*)，各種又可依種皮色澤分青皮蠶豆，紫皮蠶豆，白皮蠶豆等。小粒蠶豆多作飼料，青刈或收穫種子，大粒蠶豆可用作食料，煮食或炒食，製醬油，豆醬，罐頭食品，並可磨粉製餅，饅，麵，粉絲等。

蠶豆改良之主要目的，不外增加產量，增大子粒，及減少種皮之厚度，蓋種皮薄之品種，有益營養之成分概較高也。

(二)花及開花 蠶豆為豆科作物。

花有花萼五，花瓣五，分旗瓣翼瓣龍骨瓣三種若豌豆然，但其花瓣概較豌豆為長，旗瓣有赤褐色細條紋，翼瓣白色，中鑲大黑點，特別顯著，龍骨瓣稍帶紫色，不甚明鮮，翼瓣基部頗摺皺，後部袋狀，上面凹陷處龍骨瓣即實現其間。花柱彎曲，亦與豌豆同，上具有粗毛，花粉粒殊易粘落其上。花粉粒頗大，長徑 0.027—0.056 公厘，短徑 0.0162—0.0324

公厘。

蠶豆開花之順序，下方枝先開，漸次及上方，一枝花中下方花亦先開。一枝花開花之經過，大約須 14 日至 16 日，若側枝多出，則開花時隨之延長。一日中開花之情形，約自午前 8 時起至午後 5 時止，但以午前 10 時至午後 2 時間開花最盛。

蠶豆爲常異花受精之作物，據宗正雄氏記載，天然雜交率總在 10% 以上。最近華興鼎氏於四川遂寧用川湘蠶豆全白花等十品種試驗三年，其結果，以年間言，蠶豆天然雜交率，以 28—29 年爲最高，平均 29.23%，29—30 年爲最低，平均 20.59%，30—31 年介於二年之間，平均 33.89%，三年總平均則爲 32.90%。以品種言，黃高株雜交率最高，30—31 年竟達 85.71%，白綠葉次之，30—31 年 56.64%，全黑花最低，28—29 年 29.23%，29—30 年 11.31%，30—31 年 23.85%，三年平均 21.46%。由上結論，蠶豆天然雜交率最高者爲 85.71%，最低者爲 11.31%。(1)

蠶豆花雜交率特高之原因，一由花香色豔，蜜蜂採蜜，來往頻繁，當天氣晴朗，花瓣盛開之日，蜜蜂飛訪一株蠶豆之次數，每半小時內，平均爲 9.26%，亦可見其多矣。二由蠶豆開花時期較長，每花之粉囊破裂迨花冠萎縮復須七八日以上，故異花授粉之機會增加。又蠶豆之雜交種優勢殊爲顯著，例如雜交種之結莢數較自交種增達 50%。

(三) 選擇育種法 蠶豆選擇之標準有四：1. 子實產量高，2. 不熟子實比例小，3. 子粒大而豐滿，4. 種皮薄，其中尤以子粒大爲一般人

註 (1) 華興鼎，蠶豆之自然雜交，科學農業，第一期，1948, 9, 成都。

所歡迎。

蠶豆爲常異花受粉作物，故選擇育種方法與花棉同，純系育種必先進行自交，第一年選莢，第二年舉行莢行試驗，行距 2 尺，株距 1 尺，行長 24 尺，每穴播種 3 粒。

(四)雜交育種法 蠶豆花生於葉腋，每腋生二朵至九朵，但普通僅有一、二朵花結實，甚少有三四朵花結實，據弗里韋脫色氏(1)觀察，蠶豆花之結實者佔全部 15% 而已。蠶豆花，花形花色及香味，頗有引誘昆蟲之力，昆蟲之體頗易附帶花粉與柱頭接觸，若用鉛絲網或玻璃筐，隔絕昆蟲進入，則結實百分率則減少 12%。

蠶豆除雄須於花蕾達半分大時行之，普通在開花前若干時間舉行，因雄蕊成熟甚早，常於開花前即早受粉。龍骨瓣可無用鉗撥開，稍加壓力於龍骨瓣上，雄蕊即露出。除雄之花須選近總狀花序基部一二花，否則有不結實之虞，隔日受粉，除雄前後及受粉前後概須套袋隔離，以免天然雜交。在若干土質如莖葉生長太盛，可用摘心方法抑制，以增加結實率。

蠶豆主要相關性，總重量與莢數，粒數，一粒平均重量，皆成正比例，莢粒密度與子粒收量亦爲正相關，而一莢子粒數與子粒大度則爲負相關。

註 (1) Frowirth

第四編 異花受精作物及無性繁殖作物

第二十二章 玉米育種

第一節 玉米改良之重要

玉米用途甚大，子實磨粉可煮粥製巴爲主要雜糧之一，和麥粉可製麪及菓餅，又可製糖，製油，製酒精及澱粉。此外可作家禽家畜之上等飼料。至葉稈，穗軸，苞皮亦各有重要用途。

世界各國均有玉米之栽培，以美國爲最多，栽培面積約 1 萬餘萬英畝，產量約 25 萬萬英斛，我國各省莫不有玉米之生產，尤以河北，四川，湖北，遼寧四省爲最多，栽培總面積約九千萬畝，產量約 1 萬 5 千萬擔。

第二節 花及開花

玉米雌雄異花，故謂爲必須異花受精作物，雄花生長於植株之頂端，呈總狀花序，雌花生於植株之葉腋，總稱曰果穗，雌花由主軸分出枝梗，每枝梗生兩行小穗花，每小穗花具花兩朵，上部爲有柄花，下部爲無柄花，每花有二護穎，雄蕊 3，花絲甚短，藏於內外穎內，至成熟時，花絲伸長，現出穎外粉囊破裂，花粉散出。每株雄穗約有四千萬花粉粒，通常上部有柄之花先開，先成熟，其內穎比外穎大，反之下部無柄之花後開，內穎比外穎小，雄花內尚有 2 鱗片及一退化雌蕊。

果穗之中部名曰主軸，其上環生無數雌花，每雌性小穗花有花二朵，1 爲正常花，有內外穎各一，中間一雌蕊，花柱甚短，後延長如毛髮，受精後始停止延長，柱頭呈鞭形，旁生 3 枝不孕雌蕊，另 1 爲退化花即不孕花，着生於下部，無雌蕊，僅有內外穎各一。

玉米之開花通常雄花午前 7 時半開始，9 時花絲伸長，花藥呈懸垂狀，先端開裂，花粉開始飛散，普通二日經風飛散盡淨。開花順序由上及下，頂端枝梗先開，次第下開，1 枝梗中則以中下部之花先開，雌花成熟時柱頭抽出包皮外，卽爲開花現象，其開花之順序，亦先自上部漸及下部。據研究報告，玉米花柱伸出包皮外，6 日後花粉仍有發芽能力，如以適當環境保存，其發芽力可保有兩三週之久。

玉米雄蕊先熟，故名雄蕊先熟花，⁽¹⁾ 大約雄蕊成熟兩三日後花粉飛散已盡，柱頭始顯出。就上述玉米花之構造觀，必須他花受粉可知矣。且忌自花受粉，因若自花受粉，則次代子實發育不良，據達爾文氏試驗，如他花粉之玉米植株高度爲 100%，自花受粉僅 80 至 93%，Beal 氏

註 (1) *Protondrous dichogamy*

試驗曾證明他花受精之子實較自花受精之子實重 Meclners 氏試驗，玉米自花受粉至 3 代後，即不能結實。

又據 Chamel 氏試驗，證明自花受粉妨害生長力如下表：

第八十四表 玉米自花授粉與異花授粉之比較

處 理 類 別	每肉穗花粒數	每粒平均重量
1. 隔離使其自花受粉	110	0.127
2. 隔離後人為自花受粉	142	0.133
3. 隔離後人為同品種異花受粉	170	0.259
4. 草本栽植天然受粉	68	0.167
5. 圃場栽植天然受粉	282	0.297

由上結果，自然開花受粉之子粒多且重，較同品種異花受粉尤佳，至自花受粉無論人為或天然生產力均較低也。然在圃場種植自花受粉仍不在少，據 Knuth 氏報告，玉米自花受粉上僅 8%，下種僅 4%，Waller 及 Hayes 氏報告，玉米自花受粉僅 50% 而異花受粉則達 90% 以上。

第三節 優良之母本標準

玉米母本之選擇，就一般言，須注意莖桿堅強，種子含有之油粉或蛋白質質量高，種子大小須整齊，其在果穗上須堅固不易墜落，抗病蟲害力強，成熟期適宜，苞皮長，產量高，品質良諸優性。分別言之，以多產為目的者，須選

1. 每種子實數量多
2. 每株子實收量多
3. 千粒收量大
5. 總收量高
6. 子實排列整齊大小一致
7. 果穗宜長

4. 穗軸不易碎

8. 苞皮不厚

又每株果穗數以多爲宜，但過多則生長不充實。果穗生長位置，低者多爲早熟種，高者多爲晚熟種，早熟種產量總較晚熟種產量低，因其生長期間短也。果穗不稔性爲品種之遺傳性，應宜設法淘汰。

如以良質爲目的，食用者宜選香味佳美，蛋白質及脂肪質量多爲主要。通常胚大之子實，含脂肪及蛋白質較多。故在食料上營養價值高，惟脂肪多之玉米不適爲豬之飼料，因其生產之脂油品質不良。胚乳呈玻璃質者，氮素含量多，澱粉含量少，比重高，粉狀者反之。子粒長者營養價值常高，因粒短者脂肪與蛋白質含量常少也。

種粒用品種之標徵與飼料用品種之標徵，亦大差異，因種粒用之品種宜求子實多產與品質優良，而飼料用之品種則求莖葉發育迅速，收量多，營養價高。

第四節 選擇育種法

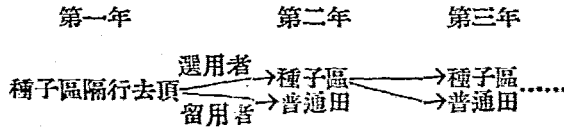
根據各學者試驗，玉米自花受粉妨害生長力頗大，且結實度減少，甚至不能結實，故玉米不能仿照稻麥純系育種之方法，分種選擇結系也。玉米之選擇育種可分單穗選擇與混合選擇二種，茲分述於次：

“單穗選擇法”先有 Hopkiss 法將當選之穗，分別種植，每穗一行，而後繼續選擇其產量高者。次由 Williams 改正，法將當選穗種子一半，舉行穗行試驗，餘一半另行貯藏。而後於穗行中選其優良單穗，種植於隔絕之小區，各行去頂令其穗雜交，再於去頂之行選穗，種於普通田內，後於普通田內選取單穗，以爲穗行試驗。後 Mouteouary 氏，創

行單穗選擇與混合選擇並用法，其目的乃在避免每年舉行穗行試驗，而可數年舉行一次，法於兩次單穗試驗，中間之數年，用混合種子選擇 第一年於普通玉米田內選一百至二百單穗為第二年穗行試驗，留最好25穗為第三年種子區，並由第二年穗行試驗內選取產量最高者 25 穗加入第三年種子區，而後於種子區內，選其優良單穗為種子區，其餘概作普通田種子，如此，繼續施行混合選擇，至第八年，復於普通田內選取優良單穗舉行穗行試驗。

據 Smith 氏 1925 年報告 10 年試驗結果，單穗試驗產量高於未曾選擇者，但最近經多數試驗，玉米為天然早花受精之作物，其單穗選擇，實無價值，與混合選擇，無大差異。

“混合選擇法”行之於自花受粉價值尚小，而行於玉米則價值甚巨。美國由混合選擇法，育成優良玉米品種，已不在少數。混合選擇法，較單穗選擇法簡而且速，通常第一年於普通田中選取優良之種子，混合分行種植於隔離種子區，以避免普通田中玉米雜交，至開花前穗絲尚未抽出時，須於種子區各行去頂，以避免自交，即令其與種子區內鄰行玉米雜交，待成熟後，於已去頂之行內選取優良單穗，以為明年種子區之種子。如下圖



田中選擇肉穗時，應注意莖幹強硬不易倒折，穗柄強硬不致下墜，每植株有肉穗兩個，生長強盛，包皮長度可掩子種，以防鳥類之啄食。

玉米之性狀記錄，可以發芽率，幼苗色澤，幼苗整齊度，植株性狀，成熟期，成熟整齊度，每株成熟穗數，子粒色澤，子粒形狀，子粒角質與粉質之多少及分布，子粒排列，穗之大小，子粒飽滿，病害，蟲害，其他澱等項。

第五節 雜交育種法

玉米雜交技術，亦頗簡單，當雄穗將成熟時，即用大紙袋套上隔離，紙袋長約5寸，寬約2寸，至穗絲長出寸許時，取下紙袋，用剪刀割去絲連之苞皮少許，後套原紙袋。另一方面，父本之雄花開放前，亦以大紙袋套上隔離，避免他花粉混入，並用綿繩或其他物將袋之下口夾緊，待一日後輕慎搖落花粉於紙袋，隨即解下攜至母本之雌穗上，再剪破其紙袋上端，隨即將父本雄穗之花粉由破口謹慎傾入，花粉愈多，授粉之結果愈可靠。最後易以原裝花粉之紙袋套上，書明交配之號數與日期。

但最近玉米之育種法，大有改變，在舉行單穗選擇或雜交之先，必須經若干年之觀察，而後施行人工自交。人工自交之方法，除用紙袋套花（先用玻璃紙套雌花，後用牛皮紙袋套雄花，收粉交配）外，另有水瓶授粉法，法將尚未抽絲之雜交或自交玉米雌穗旁繫一可盛二兩水之小玻璃瓶，而後將穗絲剪留半寸，復將雄穗置入瓶內，套一較大之透明紙袋，以令雄穗之花粉，不致噴出，可供母本雌穗之受精，二三日後，即可將水瓶取下。

玉米之育種，以利用自交系法，最為普遍，故自交系之培育，乃玉米育種最基本而必需謹慎實行之工作。蓋玉米之豐產雜交種，須由純良自

交系雜交而成，故求豐產之玉米品種，必須先培育純良自交系，而後利用自交系雜交以產生豐產雜交種而已。通常自交系培育之方法，先擇適合風土之優良品種，用混合選擇法或穗行種植法，每行種二十至三十株，於其中選用優良之五株自交，第二年再選五株，分種五行，如此繼續五年至七年，即可得相當固定之自交系。在此以天然優良之品種培育自交系外，另可先選產量高之品種雜交後，再自交選育自交系，並有利用回交等法而育成之。選育時，宜注意產量，品質，抗病，抗蟲，抗倒，抗寒及其他優良之條件。

然自交系既已育成，何系與何系交配，可得最優良之結果，尙不得知，若將全部自交系互相交雜，以測較優劣，則工作太繁。惟可用自交系與標準品種(天然授粉之品種)互相雜交，以測定其產量，名曰測交，蓋自交系與標準品種雜交後產量高者，其自交系之間，單交產量亦高。(1)

玉米雜交之方法，有單交法，雙交法，混合雜交法，隔代雜交法，三交法，多交法，回交法等，除單交雙交，隔代雜交，混合雜交已述於植物育種學上卷外，茲介紹其餘三法：

(1)回交法 先舉行自交純系之交配，次將其親本分別回交於其 F_1 ，並繼續選擇與親本性質相似者，舉行回交數代，而後將其回交系為各種交配。此法最適用於自交系之一二形質具有缺陷，尙須變換，而其他優良形質必須保留者。(2)

註 (1) 李先聞，玉米育種之理論與四川雜交玉米之培育，農報，第12卷，南京，1947年2月。

(2) 丁振麟，近代玉米育種法，中華農學會報，第184期，南京，1947年3月。

(2)雙回交法—名聚合改良法 每年以一個親本繼續回交，數代後，再與另一不同之回交系雜交，例如第一年有 $A \times B$ 之單交，第二年則行 $(A \times B)F_1 \times B$ 及 $[(A \times B)F_1 \times A]$ 之回交，第三年，再以同一自交系回交，即 $[(A \times B)F_1 \times A] F_1 \times A$ 及 $[(A \times B)F_1 \times B] F_1 \times A$ 二者，如此自交數代，則得兩回交系，而作雙回交矣。此法可使一親系之優越形質逐漸輸入原雜種內，其不斷之回交，又可增強雜種之優勢。

(3)三交法 先選取 ABC 三優良品種舉行自交，以為自交系，次取 A 自交系與 B 自交系交配，將所得之 F_1 復與 C 自交系雜交，並以 C 為父本。

總之，玉米之育種法甚多，各有其優點，育種者須考慮行之，在美國之普通品種多採用雙交法，惟甜玉米乃用單交法。玉米自交生長力之減弱，以第一代為最大，此後逐漸減少，育種家選擇自交純系，以繼續自交至五、六代為止，而後再舉行雜交。然最近 Jenkins 氏報告，玉米自交一代以後 其產量已多固定，即第二代與第五代之雜交，所得之結果相同。故近今學者提倡自交一代後，即可用作頂交，並可藉此淘汰百分九十左右之和合不強之自交系。

第六節 相關性狀與遺傳性狀

玉米之主要相關性狀，同種類中個體如下表：

第八十五表 玉米之相關性狀

主要性狀	正 相 關		負 相 關
作物總重量	粒之總重量	莖之總重量	粒之百分數
	粒數	苞皮百分量	
果穗長度	粒之總重量	每粒重量與苞皮百分數	果穗密度
粒之重量	總粒數	每粒重量	
節間數	總重量, 粒數, 粒總重量		每粒重量
早熟性	植物體各部發育迅速		粒及穗軸百分比

又子粒斷面呈玻璃狀者，蛋白質含量多，呈粉狀者蛋白質含量少，澱粉含量多。

玉米之性狀遺傳已發現者甚多，其主要者：

1. 莖稈之長度與果穗之大度，概為中間性，
2. 粒色 黃對白赤對白紫對白均為顯性，
3. 粒之形狀 圓形對皺粒，對馬齒形，馬齒形對皺粒形為顯性
4. 化學性質 水分多對水分少，蛋白質少對蛋白質多，脂肪少對脂肪多，灰分少對灰分多，纖維質少對纖維質多，百布東少對百布東多，蔗糖少對蔗糖多，葡萄糖少對葡萄糖多，澱粉質多對澱粉質少者，概為顯色。

關於玉米胚乳性狀遺傳 殊為複雜，茲摘錄其重要者如下表：

第八十六表 玉米遺傳性狀

兩 親 性 狀	F ₁	F ₂
黃胚乳對白胚乳	黃色顯性	3黃 1白
粉質種對粘質種	粉質顯性	3粉 1粘

軟質種對硬質種	中間性	
粉質種(硬質或有稃)對甜質種	粉質顯性	3粉質 1甜質
中國粘質種對甜質種	粉質顯性	9粉質 4甜質 3粘質
膠質層褐色或暗黃色對無色	顯性不全	3褐色 1無色

以上性狀可為直感性,換言之,雜交時父本性狀可直接表顯於母本子實上,所謂玉米胚乳之遺傳屬於直感之性狀。

玉米之染色體數,據 Fisk · 桑田 Randolph 等氏研究結果,普通 20 個,間有多於 20 個者,可由 21 至 28 個。

第二十三章 十字花科作物之育種

(一)概說 十字花科中如甘藍，白菜，油菜，芥菜等作物皆屬此類，在歐美各國以甘藍為最重要，因其富有磷酸，營養價值甚巨，栽培區域至廣。在中國以油菜為最重要，不特其莖葉油質可供食用及燃料，而菜油可代柴油，提煉汽油，尤為缺乏地下汽油之國家所需要。

中國各省莫不有油菜之種植，尤以四川江西湖北浙江諸省為最，川江西油菜栽培面積各在一千萬畝以上，湖北浙江各在四百萬畝以上，每年全國菜子產額約在四千至七千萬擔之間。

油菜一名芸薹，胡菜，種類甚形複雜，學者命名亦不一致，西南各省除具長江流域盛栽之幾種油菜外，尚有芥菜及蘿蔔子，後者最適種植高旱之處。

甘藍白菜油菜等作物雖各屬不同，但均能自交，又可雜交，故育種方法均大同小異，經過二三年之自花受精，即有獲得純種之機會。

(二)花及開花 油菜甘藍為總狀花序，花萼花瓣各四片，雄蕊六枚，其中四枚較高，故名四強雄蕊，雌蕊一枚甚長，上具柱頭二裂。甘藍花粉黃色，橢圓形，短徑 0.0162—0.0189 公厘，長徑 0.0351—0.0378 公

厘。因雌蕊高出花藥之上，昆蟲等如蜂須吸雄蕊基部密腺，其體不免與花藥及柱頭接觸，故異花受粉多，自花受粉少。又雄蕊常於開花後成熟，而粉囊向外開裂，花粉飛散時，其同花柱頭早有受粉能力，已粘着他花花粉矣。

十字花開花之順序，中軸花先開，一枝中下部花先開，次第漸及上部。

十字花開花之時間，通常早晨五時至六時，花瓣開始展放，迄九時至十時完全開放，七時花粉稍有飛散，至十時花粉飛散最多。本晚花蕾至膨大顯著狀態，花瓣僅先端沾結，色澤光明，即為翌晨開放之花朵。十字花開花經過之日數，隨種類氣候而異，通常甘藍之一主枝開花，須 35 日至 42 日始畢，全株植物之開花須 48 日至 50 日終了。

(三)選擇育種法 據戴松恩氏等研究⁽¹⁾ 油菜類作物育種法應分油菜與芥菜兩種，蓋油菜經人工自交後，上下部角果發育不良或不結實僅中部較佳；芥菜人工自交後，則無此現象。且油菜染色體數為十對，套袋自交能結實者甚少，蕪菁，青菜，白菜亦然，芥菜具有十八對染色體，套袋自交能結實者達 90% 以上。

1. 芥菜育種法與高粱相似，在舉行選擇育種或雜交育種前，須行人工自交令其純化，經過數代後，其生長勢力不減少，如發現有較其他品種優良者，則可選取繁殖推廣之。

種植行長 24 至 30 尺，行寬 15 至 18 寸，每 3 行或 5 行設一標準行，各年進行育種工作約如下：

註 (1) 戴松恩，姜秉機，芥子育種方法之說見，農報，第六卷，30 年 11 月 30 日出版。

第一年 選擇大量單株或農家品種各種一行，而後在生長良好之
行中，選擇最優一植株，套二花枝，如發現同行中有不同性狀之優良植
株，亦並套袋，以為下年試驗。

第二年 上年自交之每一品系成單株之種子，分種四行，繼續選擇
最優良之植株舉行人工自交。

第三年 繼續自交留種，並進行鑑定油分及計算產量。

第四年以後 舉行品種比較試驗，同時注意油分高，抗病力強，成
熟期早等優良性狀，繼續二三年後，選取優良之一二品系，繁殖推廣。

2. 油菜育種法 油菜之自交既多不親和性存在，而花之構造又不
便大規模雜交工作，故以採去自交育種產生優良品系為佳，或於油菜品
系隔離區域內採用混合選種法亦可。

總之，大油菜芥菜類自交種子甚易獲得，生長力亦不減退，可採用
一般之純系分離法。小油菜油菜類（白菜）自交多不孕，而生產力復易
銳減，可採用玉米育種法。然據陳紹齡氏報告⁽¹⁾ 通常自交不結實之
B. *Campestris* 可用各種不同之方法使其自交，例如用布袋罩圍花序使
每花序之各花交配，則結實之莢數，增至 14.6% 以上。

(四) 雜交育種法 十字花科植物如甘藍油菜既為異花受精，故交
配前須行人工自交。人工自交法亦與他種異花受精作物相似，即

1. 在開花前二日，用透明輕薄之臘紙套於一枝花之上，因此類作物
雄蕊低於雌蕊，自花受精頗形困難，所以必須舉行人工交配。

2. 人工受粉法先用紙盒搜集花粉，次用毛筆數枝輪流使用，蓋先持

註 (1) 三種油菜自交結實率之研究，中華農學會報，第 174 期，31 年 11 月。

一毛筆之筆頭沾盒中花粉少許，塗觸於雌蕊之柱頭上，如更換花粉或使用較久，則須換用另一枝筆，即將原用之毛筆浸於酒精中。

人工自交數代後，選定父母種純粹時，即舉行人工雜種，去雄宜行於花蕾膨大，色澤變黃之際，摘除頂心，壓開花瓣，拔去六個雄蕊後，即將原袋套上，翌日授粉。若遇天氣晴暖，雌蕊發育完全，亦可即時授粉，但結實率較少耳。

甘藍油菜之交配手術，因花瓣散開，頗易舉行，惟去雄後須注意蚜蟲之侵入紙袋內，帶進他花之粉。

另有利用昆蟲交配法，在每個布罩內種植父母本二株，至開花時，放入不帶花粉之昆蟲，該蟲來往其間，亦可得天然雜交。人工自交亦可利用此法。

十字花科之作物雜交後產生優良品系之機會甚多，歐美農人用人工雜交法得有優良品種頗不乏人，因此，十字花科植物之改良，雜交育種純系育種希望之機會大，而混合選種及自交選種亦可得良好之結果。

(五)染色體數與育種 據盛永氏(Morinaga 1929, 1933, 1934)，試驗結果，油菜屬之基本染色體數分兩類六羣，第一類三羣為 $n=8$, $n=9$, $n=10$ 第二類三羣為 $n=17$, $n=18$, $n=19$ (1)如下表：

第八十七表 油菜屬染色體數

羣 別	染色體數	染色體羣別及種名	備 註
I	$n=10$	aa <i>Brassica campestris</i>	初原種 1
		aa <i>Brassica rapa</i>	
		aa <i>Brassica chinensis</i>	

		aa	<i>Brassica pekinensis</i>	
		aa	<i>Brassica japonica</i>	
II	n=8	bb	<i>Brassica n'gra</i>	初原種 II
III	n=9	cc	<i>Brassica</i>	初原種 III
		cc	<i>Brassica oleacea</i>	
			<i>Brassica obovata</i>	
IV	n=18	aabb	<i>Brassica juncea</i>	由 I II 合成之 兩二元體
			<i>Brassica cernua</i>	
V	n=19	aacc	<i>Brassica napus</i>	由 I III 合成之 兩二元體
			<i>Brassica napella</i>	
VI	n=17	bbcc	<i>Brassica carinata</i>	由 II III 合成之 兩二元體

孫逢吉氏曾研究油菜花粉之大小與染色體有關 (2) 將油菜屬分大花粉與小花粉兩大類，例如 (1) *Brassica juncea* 屬之南豐芥菜，黃葉芥菜，雪裏紅芥菜，微紅芥菜等染色體數均為 18，花粉粒長短徑積總平均 1345u，(2) *B. napella* 屬之日本大油菜 *B. napobrassica* 屬之蕪菁 甘藍等染色體數為 19，花粉粒長短徑積總平均 1227u (3) *B. chinensis* 屬之嘉興矮脚白菜，芷江小油菜，白花瓜兒菜，桂林花菜與 *B. papa* 屬之洋雪球蕪菁等染色體數為 10，其花粉粒長短徑積總平均 995 u，(4) *B. obovata* 屬之羽衣甘藍等染色體數為 9，其花粉粒長短徑積總平均 969 u。由上觀之，花粉粒之大小可以代表染色體數之多寡，大概花粉粒愈大，染色體數愈多，花粉粒愈小，染色體數愈少。

又大油菜之芥菜 (n=18) 自交結實率甚高，小油菜之白菜 (n=10)

註 (1) 蕪菁屬花粉粒形態之研究，又蕪菁屬之雜交優勢，中華農學會報，第 175 期，

32 年 4 月， (2) Morinaga, *Interspecific Hybridization in Brassica*,

Jap. Jour. Bot. 4:277-289 又 6:467-75.

自交結實率甚低。同染色體數之種間雜交，甚易結實，如以不同染色體數之種間雜交，須以多染色體之種爲母本，方易結實。大油菜中如以兩品種形態差異較大者雜交，第一代之優勢，可超過親本百分之一百以上，假使此後發明有簡易雜交方法，可獲得大量雜交種子，則以推廣第一代雜交，以育成新品種。

然禹長春氏曾用大油菜 *B. napus* $n=10$ 與小油菜 *B. oleracea* $n=9$ 雜交，得染色體倍加之新品種，作者二十六年東遊時，目睹其生長特別強大，非普通油菜可比。

第二十四章 馬鈴薯育種

第一節 概說

馬鈴薯一名洋芋，學名 *Solanum tuberosum* 爲人類主要食糧，就世界說，僅次於水稻小麥，俄德法英波蘭及美國產額最多，中國栽培馬鈴薯歷史尙淺，北方較多，以山西爲第一。惟洋芋在作物中產量最豐，在中國西南各省，每畝產量常有達二千斤以上者，即以澱粉量比較，亦超出稻米甚多：

種類	每畝平均產量	澱粉量%	每畝澱粉產量
小麥	108斤	66	71.1斤
小米	88	65	57.0
稻米	244	72	175.1
洋芋	1800	21	378.0

馬鈴薯之用途頗大，(一)爲主要食料，可代米飯或麵粉，(二)爲日常蔬菜，(三)製作澱粉，釀造酒精，(四)可製味精及醬油，(五)爲家畜主要飼料。

馬鈴薯改良之目的，應視其用途而定，如用爲食料，則以增加蛋白質之含量與美味爲主，用製酒精，則以增加澱粉產量爲主，如專爲飼料，

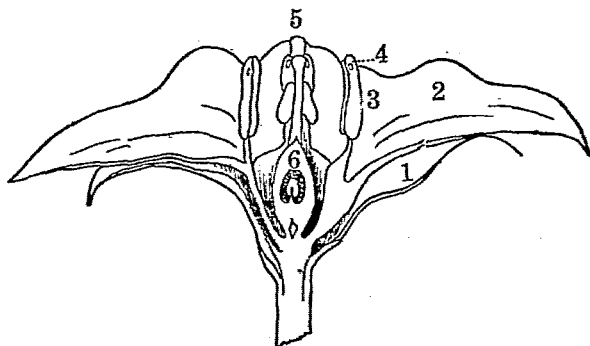
則須以增加產量爲主。又馬鈴薯疫病爲害甚烈，故抗病育種之工作，價值殊大。

馬鈴薯適應環境性小，喜生於海拔高或緯度高之區域，在寒冷地帶，成熟期長，產量特豐，平均溫度在 9.5° 以上，均可栽培，在氣候過暖地方，不但產量減低，並且易招病害，退化更快。因此，洛夫氏主張中國馬鈴薯最有改良之價值，其改良品種之區域宜在北方。

馬鈴薯種類，可按其染色體數倍數分爲五類，一爲二元體類 $2n=24$ ，例如 *Solanum ajanhuiri*，二爲三元體類， $n=36$ ，例如 *S. majlia*，三爲四元體類， $2n=48$ ，例如 *S. andigenum*，四爲五元體類， $2n=60$ ，例如 *S. tuberosum*，五爲六元體類， $2n=72$ ，例如 *S. demissum*。

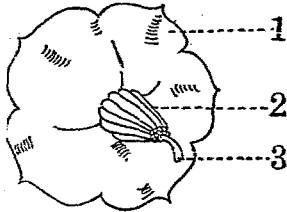
第二節 花及繁殖

馬鈴薯屬茄科，花生於側枝之頂端，花瓣五枚合成管狀，有白，黃，紫各色，雄蕊數不一（第 26 及 27 圖），普通五枚，雌蕊一枚，花藥與花



第二十六圖 馬鈴薯花之剖面

1.花萼 2.花瓣 3.粉囊 4.粉囊頂孔 5.柱頭 6.二細胞子房



第二十七圖 馬鈴薯花之頂面

1.花瓣 2.花莖 3.柱頭

絲梗直立，花藥呈淡黃色至深黃色，深黃品種較佳，花柱單一，子房二室，胚珠甚多。花粉粒有可孕與不可孕二種，可孕者大小整齊，形狀齊一，且圓而平滑，不可孕者，則多大小不均勻，形狀不規則，通常花粉粒呈橢圓形，幅

0.0162—0.0189mm。長 0.0324—0.03

51mm。

花瓣捲疊，至花成熟開放時始開展，開花時期，約每日午前五時至七時，午後六時至九時閉合，翌晨始開放，散佈花粉，晚間復閉合，普通如此經過三日，至第四日，花始凋萎。馬鈴薯正開花時，花瓣向上展開，柱頭伸長抽出花藥之上，故異花受粉頗多，但有數品種之花從不開放，常為自花受粉。花之蜜源與香味均盛，昆蟲常為傳授花粉之媒介物，同時花粉又可由風傳播，稱為風媒花。

開花之順序，每花序由上方先開，而後漸及下方，每枝開花經過，約需 20 至 23 日，每株開花經過，約需 28—33 日。

馬鈴薯之花受粉後，即結成球形果實，內有二室，具有 400—600 粒腎臟形種子，種子本可繁殖，惟所得之塊莖甚小，形狀亦不規則，若野生者然，雖繼續數代繁殖，可得較大塊莖之機會，較以塊莖繁殖者少。通常馬鈴薯之繁殖，所以不以種子而以塊莖也。在選擇育種方面，學者今日利用無性繁殖，而以穴選為單位，名曰穴選。

以營養器官繁殖 其遺傳性狀亦完全相同，馬鈴薯可以為營養器官

繁殖之作物之代表，其他如塊莖繁殖之菊芋，球莖繁殖之蒟蒻芋，鱗莖繁殖之百合，洋葱，慈姑，塊根繁殖之甘藷木薯等選擇育種方法，概大同小異。

第三節 選擇育種法

(甲)選擇前注意事項

在實行馬鈴薯育種之先，應注意之事項，有易於退化，種薯大小及催芽或催青三者，茲摘要言之：

(一)易於退化 馬鈴薯易退化之原因，大概為病害及變異較多，病害多則後作用影響其後代產量之減低，變異多則退化機會隨之多。通常在田間如發現葉色變黑，莖幹細小，子實特多，薯形細長或瘦小，薯片光滑發亮或色澤淡化，甚至顯生斑點者，均為退化之象徵。選種者宜注意淘汰之。

為減少馬鈴薯之退化，(1)儲藏於低溫之地窖中，溫度不能高於 $3-4^{\circ}$ 則病害減少。(2)擇於溫度低濕度高之地育種或選種，洛夫氏曾再三申述，中國馬鈴薯之育種，宜在西北溫度低之地方行之。馬鈴薯當在田間生長時，若土乾而熱，則易起退化現象，美國在乾而熱之地試驗馬鈴薯歷年產量有無變化，結果，其產量隨年代而遞減。若於退化之馬鈴薯種植後，而於地面蓋以草稈，以增加其濕度減低其溫度，則可使退化之馬鈴薯再恢復其原來產量。

(二)種薯大小 有若干地方農民常選用小形塊莖為種薯，以為經濟之道，其實所得不償所失，因播種時所減少之種薯量，殊不及將來收

穫時產量減少之多。據 Garola 與 Rimpau 等氏試驗結果如次：

類別	每公頃種薯	每公頃收量
大形	26 公擔	226 公擔
中形	16 公擔	215 公擔
小形	10 公擔	206 公擔

但據 Girard 試驗報告，大形種薯產量常與中形種薯相等，而小形種薯常較少也。

又切塊種薯產量常不及完整種薯之高，據 Berger 氏報告：

類別	收量
大形	96 公擔
中形	78
小形	76
切塊	64

每公頃產量大形種 96 公擔，切塊種僅 64 公擔，相差竟達 32 公擔之多，故非在特別情形下，育種試驗之材料，殊不必切塊。

(三)催青 馬鈴薯在黑暗處所生之芽不可種植，須在播種 10 至 20 天取出放於太陽光下，俟白芽萌發種皮變青，始行下種，此種綠化效用有五種：(1)經催芽後若不發芽者即行剔去，(2)種下後生長齊一，(3)芽迅發達，且在低溫之土壤亦不致有霉爛種薯發現，(4)經催青種薯成熟期早，且收量較多，(5)種薯量可減少。

(乙)選擇標準 馬鈴薯選擇標準，須視其用途，如蔬菜用者，則須注重氣味佳良，肉質鬆軟，如飼料用者，則須注重產量豐富，如工藝用者，則須注重澱粉比率之大小。澱粉含量之多寡與比重大小攸關，測定馬鈴薯澱粉之含量，可直用鹽水判別，法最簡便。先將海鹽放鍋中焙乾，

而後用以配合下四種鹽水，每公升水中加

1 號	140 克
2 號	150 克
3 號	160 克
4 號	170 克

塊莖洗清後，先放於 4 號鹽水中，若飄浮則移於 3 號鹽水中，如是類推選別，大約在 4 號鹽水沉下者，其澱粉含量在 19.4% 以上，乾物質在 25% 以上，在 3 號鹽水沉下者，其澱粉含量在 18.4% 以上，乾物質含量在 24% 以上，在 2 號鹽水沉下者，其澱粉含量在 17.3% 以上，乾物質含量在 23% 以上，在 1 號鹽水沉下者，其澱粉含量在 16% 以上，乾物質在 23% 以上。

但就一般而論馬鈴薯選擇標準：

1. 抗病力強者。
2. 眼少而淺者。
3. 薯形整齊扁圓或卵圓者。
4. 產量豐富品質適當者，或品質高上而產量相當者。

(丙)選擇方法 分混穴選擇與單薯選擇二種，前者為混合選種，後者為純系育種，茲分述如次：

(一)混穴選擇

馬鈴薯混合選種之功效，較稻麥為大，因其無性繁殖，雖變異較多，而混雜之程度仍較少，據 1915 年美國由塔(1) 試驗場報告混合選種結果如下：

註 (1) Utah

類 別	未經選擇者	選擇良穴者	選擇劣穴者
產 量	179.3 英斗	301.0	109.9
比 較	100.0	167.9	61.3

混穴選擇法頗簡單，普通農民均能行之。於作物成熟尚未收穫前，選定健全優良之植株，掘起 200 至 600 穴，陳列田面，再依薯之形狀大小，色澤及病害之有無，選取留為種薯。翌年種植，每穴一隻，行株距 2 尺 × 1 尺，生長時最宜注意病害，如發現即拔去焚毀，至成熟時再如前選擇，優良者留為種子區種植，劣者淘汰之，餘為普通田之種薯。(1)

(二) 單薯選擇

單薯選擇對馬鈴薯改良之功效頗偉，試舉 Myers 三年單薯選種之結果以證明之：

第八十八表 單薯選擇之功效

類 別	第 1 區	第 2 區	第 3 區	第 4 區	第 5 區	第 6 區
選擇後平均產量	261.5(英斗)	277.8	300.4	246.8	273.5	274.0
未選擇者平均產量	259.9	227.9	225.7	218.7	212.6	250.6
增加產量	21.7	49.9	74.7	68.3	36.2	42.9

經單薯選擇之產量總平均 272.7 英斗，未經選擇之產量總平均為 225.9 英斗，平均每英畝增加 48.1 英斗，為數殊不在小。

馬鈴薯雖然較其他作物變異衆多，且易退化，但經純化後，再行選擇則無效，據洛夫氏報告同穴馬鈴薯繼續選擇七年，產量高者仍高，低者仍低如下表：

註 (1) Krantz, Potato breeding methods

第八十九表 純系選擇之無效

年 份 系 號	年 份							平 均
	1913	1914	1915	1916	1918	1919	1920	
6	43	47	14	28	52	14	31	32
9	139	190	202	188	227	142	272	193
12	34	43	18	43	30	19	57	35
15	114	161	157	197	158	88	274	161
53	28	26	9	11	28	17	57	25
94	161	198	230	151	114	66	295	176

單薯選擇法亦與其他作物相似，茲略述如次：

(1) 薯行試驗 首年於收穫時，選取良薯 300 至 1,000 枚。本年春每薯一穴，行距 2.5 尺，株距 1.5 尺，用劃行器劃行，所有整地及試驗手續概與稻麥無大差異。惟標準行可省去。至成熟時選取十分之一而為薯系，每系再選中大種薯 20 枚，以為二行試驗之種子。

在馬鈴薯生長期間，無論何種試驗，概須注意病害之發生，蓋馬鈴薯病害多而且烈，若不立即拔燬，難免蔓延全部試驗也。

(2) 二行試驗 第二年二行試驗每品系種二行與稻麥同，行長以能種 20 穴為標準，如穴距 2.5 尺，則行長等於 $20 \times 2.5 = 50$ 尺，每 5 行設一標準行，標準行種薯可用普通田繁殖之塊莖或用當地農家之種薯。

自本年起須計算產量，田間觀察時如發現病害時，不可任意拔毀，以免影響鄰近各植株生長之競爭，但須詳細記載以為將來總評之參考。

(3) 五行試驗 每品系種五行，餘與上年同，計算產量法與稻麥同。在馬鈴薯五行試驗可繼續二年，即在此二年內選出二、三優良之品系，

舉行繁殖推廣，無須再舉行十行試驗及高級試驗，因無性繁殖如馬鈴薯等作物之選種，收效甚快，不如性繁殖作物之緩慢也。萬一在此數年試驗內仍無相當優良品系可資推廣，即須將該部材料放棄，另至各地採選單薯，再開始舉行單薯育種。

馬鈴薯田間觀察項目可分行數，系號，種名，面積，栽培日期，出苗（最初普通）開花（最初普通），成熟期，各種形態如塊莖形狀大小，眼之深淺，外皮色澤，幼芽色澤，葉之色澤，花之色澤，開花現象，果實……病害如種類，狀態，發生日期，傷害程度，原因……塊莖產量如每穴，每行，每畝，備考等。

(4)繁殖推廣 經第四年五行試驗後，選取二、三優良品系，以為繁殖，在生長期內須特別注意病害，突變及退化，凡遇退化與病害之植株或塊莖，須即拔去焚燬，而突變者則須另行栽植，其餘擬作翌年大規模繁殖之用，俟種薯有相當數量時，再推廣於民間。

馬鈴薯純化後，隨時仍生變異，在推廣後，育種場仍須繼續不斷繁殖原種，以便農民隨時得換新種，而免劣化品種範圍擴大。洛夫氏有云在瑞典雖有一品種已種二百年，若將此二百年前之品種及二百年後之品種比較之，則不同之點甚多，蓋因隨時有天然變異與淘汰也。

第四節 雜交育種法

馬鈴薯雜交育種法可別為有性雜交與無性雜交兩種。

(一)有性雜交 有性雜交即普通人工交配是也，馬鈴薯雖可用人工交配方法改良品種，但良好結果不易獲得，故用人工交配改良馬鈴薯

尙不甚普遍。(1)

馬鈴薯花序上端之花先開，在開花前一夕，花即着色，故施行去雄須在花將着色之前。去雄手術先摘除花序上部之花，留下部花以爲交配，去雄方法，先用小鉗剝開花瓣，輕輕拔去全數花藥，不可稍有遺漏，並須注意有無花粉已經散落，如有即宜將全花摘去，廢棄不用。俟去雄手術完了，用玻璃紙袋套上，掛一紙牌，記以日數及母本號數。在多風區域須於植株旁插一根細竹桿，用棉線繫母本於其上，而免軟莖花柄有折斷之虞。

授粉工作常行於去雄翌日，柱頭以富有液汁及光澤時授精力爲強，通常在開花後第二日授粉爲宜。先選取前一日開花之花藥，插植滿水瓶中，下放黑紙，靜待花藥開裂時，搖落搜集花粉於紙上，然後持毛筆沾着花粉施觸於柱頭上，即爲人工傳粉。授粉畢，後將原紙袋套上，並於紙牌上記明授粉日期及父母本系統或名稱。室內日記簿更須詳細記錄，以防紙牌散失後之查考。惟通常所用之玻璃紙袋多不通氣，其內水分凝結有礙種子之成熟，甚至腐爛，故宗正雄氏主張授粉三日後，即將袋取去。

果實成熟後軟而有芳香氣味，色澤乳白，屆時搜集於篩上，用紗布裹壓，使種子噴出，乾燥後儲藏。但馬鈴薯種子，須在寒冷地方，如日本北海道等地，方易成熟，人工交配者，花易脫落，成熟稀少，若欲得多量種子，殊爲難能。翌年春，先將雜交種種植於溫床，俟生長三四葉

註 (1) Kolmeckar, Experimental Error and the Field-plot Technique with

時行第一次移植，至有七八葉時再行定植，定植行距以二尺，株距以八寸為標準。

馬鈴薯果實雖難成熟，苟一旦得有雜交種子，其優良性狀即可利用無性繁殖，永久保存之，無須經過繁雜固定之手續。故第一代雜交種子之複雜性狀，雖屬異質接合子，但因利用塊莖繁殖，所有複雜性狀均可遺傳至第二代第三代……而不變。且馬鈴薯常為異花受粉作物，第一代雜交優勢頗強，若玉米然，玉米雜交優勢不能繼續保持，而馬鈴薯可用無性繁殖法，保持於永久，此又為用人工雜交改良馬鈴薯之一大便利也。

此外馬鈴薯亦可利用自交方法改良之，蓋馬鈴薯通常概用無性繁殖，其性狀亦多異質接合子，若用人工繼續使其自交，待其性狀變成同質接合子即固定不變時，再選優良性狀之品系，由人工交配之，而後再用無性繁殖，保存其第一代之優勢。據 Krantz Hatchins 二氏試驗結果，馬鈴薯在人工自交數代後之第一代雜種產量，較原親本尤高：

第九十表 馬鈴薯雜種之優勢

種別	品系 產量(磅)	Green Mountain ×	Irish Cobbler ×	Early Ohio ×
		Min, 7916	Lookout mountain	Min, 7416
母本		0.27	0.28	0.49
父本		0.39	0.26	0.36
F ₁		0.61	0.53	0.51
高出親代百分比		84.8	86.2	15.9
高出最高親代百分比		56.4	89.2	4.0

惟馬鈴薯自交第二代起，其產量即驟然減低，至第四代後，其重要性狀多可固定矣。

(二)年性雜交 無性雜交即嫁接雜交是也，用斯法改良馬鈴薯，雖尚無成績可憑，但其可能性甚大。關於嫁接雜種之產出與意義，已於無性繁殖改良法章論及，茲不贅述，茲略敘其方法。

馬鈴薯嫁接法，可分莖幹嫁接與種薯嫁接兩種，前者任意選用普通嫁接法，但以割接法與摺接法為最妥。而後者種薯嫁接宜視砧木與接穗同大或不同大而定以選用半切接法（即將兩薯縱切一半，橫切一半而後相接着）摺接法，切接法或圓筒接法為妙。嫁接時最宜注意兩切面之形成層相互接着之部位，愈多愈善，蓋接合愈多，愈易成活。嫁接手術完畢，可寄植於水苔中，並罩以玻璃盅，以免水分之迅速乾燥。

馬鈴薯之無性雜交因難得良好結果，而有性雜交又不易結實，其不易結實之原因，一因花易脫落，花根與花朵頗易分離，二因花粉母細胞分裂常不規則以致花粉多不孕。

第五節 相關性狀及遺傳性狀

馬鈴薯主要相關性狀，不外(1)塊莖產量，(2)澱粉及蛋白質含量，(3)塊莖形狀，(4)成熟期早晚，茲就品種與種類間二者分述如次：

(一)品種間相關性狀：

1. 與每株收量多少成正相關者。

a. 每株塊莖平均產量。

b. 每株塊莖數。

c. 每株大薯數。

d. 每株小薯數。

e. 澱粉含量及莖數

2. a. 薯之重量同一，眼少者收量多，
- b. 薯之重量不同，眼多者收量多，
- c. 總收量多，小形塊莖亦多，
3. a. 薯形大眼數多，澱粉含量亦多，但薯形過大澱粉含量反少；
- b. 粗皮薯比滑皮薯澱粉含量多，
- c. 球形薯澱粉量少，圓筒形稍多，扁平形最多，

(二) 種類間相關性狀

1. 澱粉含量，長薯比圓薯多，黃色較赤色多，白肉較赤肉多，黃肉較白肉多，眼淺者較深者多。

2. 莖大之種薯亦大，反之叢生之種薯多小形，

3. 早熟種莖數比晚熟種少，無論早熟種或晚熟種莖數多收量亦多，又莖數多莖形則小。

4. 同面積收量與植物莖數高度成熟期及莖數，均為正相關，

5. 花多，種多，晚熟種子多，收量少，但抗病力多強，

6. 花鮮莖青之種，薯皮色澤亦鮮，紫花或紫莖條斑之種，薯色多成暗色。

馬鈴薯之遺傳性狀研究者甚多，但未經肯定者亦不在少，茲舉其重要者言之：

1. 長形塊莖對圓形為顯性，淺眼對深眼有謂顯性，亦有謂隱性，

2. 塊莖之色澤與幼芽，莖，葉柄色澤相關連，此種顏色之遺傳則多複雜，

-
3. 塊莖肉色黃色對白色爲顯性，
 4. 花粉不孕爲顯性，但可孕之花粉常有適宜之大度，並且豐滿，不豐滿之小粒花粉多不孕。
 5. 馬鈴薯莖之生長習性，倒伏對直立爲隱性，半倒伏爲中間性對直立爲隱性。(1)
-

註 (1) 參看 Hays and Garber, Breeding Crop Plants. P. 311—315.

第二十五章 甘藷育種

第一節 概說

甘藷有白藷，番藷，甘薯，山芋，紅苕等名稱，學名 *Convolvulus batatas* 屬旋花科，大概由明萬曆時代商人陳振龍攜入福建。徐光啓氏謂甘藷有 13 勝，其中最重要者為收量多，色白味甘，枝莖隨地生根，風雨不能侵損，生熟均可食。故中國各省山地種植者甚廣，每年產額約 2 萬 7 千萬擔，除製澱粉酒精外，誠為糧食中重要者。

中國甘藷品種尚少精詳研究，通常依塊根之形狀，色澤葉之形狀色澤及成熟期早晚而分，在長江一帶，紅白兩種之特性差異殊大。

甘藷本可用種子繁殖，但在溫帶鮮有開花，故通常均用無性繁殖，即用塊根在春暖時埋於土中或植於苗床，俟莖莖生長數尺長，切斷插苗。間有將種薯切成數塊，直植田間使其自行生長。甘藷之用塊根繁殖與馬鈴薯之用塊莖繁殖方法相似，故育種方法亦無多大出入。

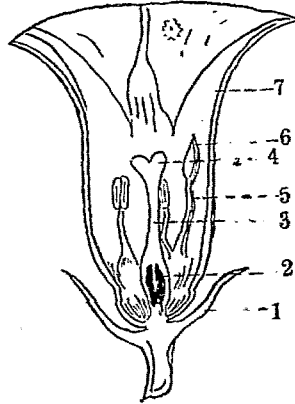
據 King 氏研究(1937)，甘藷屬之染色體數，大都 $2n=30$ ，但栽培種(*C. batatas*) $2n=90$ ，染色體數最多，其他如 *C. ramoni* $2n=60$

次之。

第二節 花及開花

甘藷花生於葉腋間或莖頂，為聚散花序，花瓣五列，呈漏斗狀，紫色或淺紅色。花萼五片，着生於子房下部，雌蕊一枚，子房上位，花柱絲狀，具生柱頭一或二，雄蕊通常五枚，粉囊二室，呈縱裂狀，(第 28 圖) 花粉球形白色，據禹長春氏報告，不能發芽之花粉，約占 20% 至 50%。

甘藷生長熱帶，周年常綠，開花結實，而栽植溫帶則為一年生草本，不開花結實，或開花而不結實。據盧仲江氏在廣州觀察(1) 21 品種中有 14 種開花，自十月十六日開始開花至十二月十三日終止開花，最盛開花時期在十一月九日至十八日之間。每日開花時間，上午七時前開花最多，有 36.43%，至十一時開花最少，僅 8.83%，十一時以後終止。甘藷花之天然雜交法，常



第二十八圖 甘藷花之剖面

1.花萼 2.子房 3.花柱 4.柱頭
5.花絲 6.粉囊 7.花瓣

由昆蟲為媒介物，如蜂類，蝶類，蛾類，虻類及螞蟻類等，而以蜂類之傳粉能力為最大，平均每蜂附着之花粉在九十粒以上。(2)

註 (1) 盧仲江，甘藷自然開花結果與人工授粉試驗，農報1936。

平岡總三郎，甘藷品種改良及其繁殖之一端，臺灣農事報，第 320 號。

通常甘藷之花蕾於夜間開始膨大，翌晨六至七時開放，至中午溫度特高時，花概閉合。

甘藷花之雌蕊往往高於雄蕊，不便自花受精，故多異花受精，進行育種工作時，須先舉行人工自交，且人工自交必須人工授粉。

黃弼臣氏在廣西桂平試驗場報告(1941)，甘藷開花可用人工促進，如用種薯搭架法⁽¹⁾嫁接搭架法⁽²⁾均可提早開花期，因普通種植法者未開花，而行搭架法者多於十月十一月間開花。

溫度與甘藷開花影響甚大，蓋溫度過高，則蒸發作用強盛，花之各部組織容易凋萎，甚至破壞，有礙於受精作用。然此影響殊不若低溫度之顯著，普通開花時需要之溫度較營養器官發育所需要者略高，若將甘藷長期放於低溫之下，即可永不開花。例如中國中北部栽植之甘藷，未見有開花者。盧仲江氏報告，甘藷自然開花之氣溫最低 12 度，最高 24 度，最宜溫度為 17 至 18 度。但黃氏結論，甘藷開花最適溫度在 22—24 度，最低 6 度，最高 28 度，因在 9 度之氣溫雖大多數花停止開放，至 6 度時有極少數品種，仍能開花。

濕度對開花範圍較廣，在 50% 至 80% 均可，陰天比晴天及雨天良好。

每種花數大約有 5 至 15 朵，開花次序，穗端先開，繼續向下每日開放新花。花之發育由花芽出現至花冠展開時，約經十日，花芽於本日晚

註 (1) 直接埋植塊根於土中，出苗後僅留強壯之一根生長，彼於其旁插以竹桿搭架牽引莖莖於其上，使其得受充分日光。(2) 因牽牛作木，該苗作接穗，以劈接法嫁接之，成活後再插竹桿搭架牽引，俾諸藤不至著土生根。

間開始膨大，翌晨六、七時開花。花葯於開花前約半日，即有開裂現象，但花粉尚未脫出，開花後約三小時，花葯開始凋萎，當晚，雌蕊亦開始變為暗色而死亡。雌蕊常於花冠張開時始成熟，故人工授粉以此時為宜。

花冠於開花當日傍晚凋落，間有極少數繼續保持至二、三日者，果實於授精後 6 至 8 星期成熟，熟後容易脫落，故收穫宜早。

第三節 選擇育種法

甘藷在溫帶不能開花結實，故改良甘藷仍利用無性繁殖法，一切工作與馬鈴薯相似。

第一年選穴 選擇標準其主要有四：

1. 形狀整齊，即每穴塊根大小相差不遠。
2. 產量豐富，每穴至少須有六個塊根，其重量在 185 公分以上。
3. 無蟲傷與病斑。
4. 纖維少而富甘味。

但須先選定健全之植株，而後再依標準選取良薯 300—1000 個為翌年穴行試驗。

第二年穴行試驗 上年所選之薯每穴可作一品系，本年春照普通育苗法，利用幼莖插植之，重複一次至二次，行長 30 尺，行寬 2 尺，便利計算產量，蓋 $30 \times 2 = 60$ $6000 \div 60 = 100$ 故每行所產之斤數乘 100 即得每畝所產斤數。株距 15 寸至 18 寸。

成熟後選取三分之一品系，以為翌年五行試驗。

第三年五行試驗 每品系共植五行，生長期觀察記載，注意葉之形狀，莖葉色澤，成熟後須仔細分別塊根之形狀，皮之色澤及肉之色澤等。

等四年繼續五行試驗 本年選其優良之種薯，以為翌年繁殖及比較試驗。

第五年比較試驗及繁殖 本年一面舉行產量比較試驗，同時可用大田繁殖。因如比較試驗結果良好，翌年可直推廣於民間。

另須注意者，甘藷之芽變常多，與馬鈴薯，甘蔗相似。原可利用此種變異，育成優良品種。

第四節 雜交育種法

甘藷為常異花受粉之作物，自花受粉能否結實，學者報告不一，惟平間惣三郎 Tionline(1933) 黃弼臣 (1941) 諸氏結論，均云甘藷大多數自花受粉不能結實，僅有少數可以自花受粉，比較可靠。又黃氏曾舉行自交結實率與雜交結實率比較試驗，自交分自然自花授粉與人工自花授粉兩處理，自然授粉結實率 0.97%，人工授粉結實率 16.66%，雜交分去雄與不去雄兩處理，去雄結實率 22.00%，不去雄結實率 8.00%。由此結論有二：

1 甘藷在完全無媒助之情形下，自然受粉結實率固極低少，若有媒助時，自然受粉結實率則增高頗多。

2 甘藷自交結實既有可能，則吾人實施雜交育種時，除套袋外，仍以去雄為宜，而免結實不準確。

人工交配法與馬鈴薯大約相同，於下午擇膨大健強之花蕾，剪去雄蕊，套上紙袋，防避昆蟲傳入花粉；翌晨 8 至 10 時間，選擇已成熟之父本花粉直接磨觸於母本之柱頭上，立刻套上紙袋，掛一標識，註明日期時刻等，經十日後檢查。

關於日光對甘藷開花之影響，經 Rasumon(1931)Lyssenko(1932)諸氏研究後，甘藷已確為短日作物，即置甘藷於自然光照下，生長緩開花遲，如移於 9 小時或 12 小時之短日下，則莖之節間短，開花速，故欲調節甘藷開花期，可以任意縮短或延長其光照時間。

惟據平間惣三郎氏試驗報告，甘藷開花短日法促進之程度，隨品種而異，早熟種或覺較遲鈍，晚熟種或覺較銳敏，茲錄其結果如下表：

第九十一表 短日法與甘藷品種

處 品 種	開 花 起 始 日			短日促進日數	
	對 照 區	7 時光照區	9 時光照區	7 時光照	9 時光照
七 十 日 早	12 ^H 20 ^H	12 ^H 5 ^H	12 ^H 6 ^H	15 ^H	14 ^H
美 國 黃 皮	12 11	11 20	11 17	21	21
白 荷 蘭	12 14	11 7	11 19	27	25

甘藷為熱帶作物，在溫帶或當夏天日間延長時，地上枝葉特別繁茂，生殖作用反被抑制，短日作用因可促進開花之時期，尤可刺激地下含有多量碳水化合物塊根培植之效能。且據多數觀察，日光過強，可以抑制開花，遮斷日光，則開花特盛。故甘藷在黑暗中開花如常，如在早晨五時天尚未明之前，氣溫高達 20 度時，多數已開花完畢。

第二十六章 甘蔗育種

第一節 概說

甘蔗學名 *Saccharum officinarum*，爲主要糖料作物，自十九世紀以來，甜菜雖亦可製糖，但究被氣候限制，僅種植於甘蔗不能生長之較寒冷區域，其產量大不及甘蔗之豐。若以整個收穫物體比較，甘蔗每英畝產量 18 噸，甜菜 12 噸，若以淨糖量比較甘蔗每英畝可得 16 噸，甜菜僅 6 噸，彼此相差甚巨。

糖爲吾人必須之食料，人人愛食，因其味甘，而消化易良，對於人類之呼吸及生理上，有莫大之裨益。世界產類總額雖達一千五百餘萬噸，仍嫌不足，尤其中國爲缺糖之國家，每年產額約五千萬擔，而每年輸入尚達一千餘萬擔。

甘蔗之分類尚不完全，因其莖稈之粗細，葉片之闊窄及蔗芽蔗葉之毛羣諸特性，頗不固定。(1) 甘蔗各品種之染色體，亦甚不一致，例如中國甘蔗 (*S. sinense*) 及印度甘蔗之染色體有 82, 90, 91, 92, 107, 116, 124 個等組，野生種 (*S. spontaneum*) 之染色體數雖多爲 112 個，

註 (1) 彭紹光，葉佑民，甘蔗品種性狀之研究，農報第 12 卷，第 2 期，1947。

但其中亦有 80 個者。

第二節 花及開花

甘蔗屬禾本科，花序與高粱相似鬆散之圓錐花序，長約一尺至二尺，生於莖之頂端，由穗軸分生枝，由枝梗再生小穗梗，各小穗具花二朵，通常一有柄，一無柄，成對而生，間有二朵皆着柄者，花之外部有多數茸毛，色白，內有外穎及內穎，呈黃紫褐等色，雄蕊三枚，成熟時，花藥呈黃色，雌蕊一枚，分二支，柱頭羽毛狀，色澤亦紫，成熟後則變褐色。花粉粒有二種，其一體大，內充滿黑色粒狀之營養物，能授精，其二體小，形狀不整齊，無授精能力。

通常甘蔗品種可按其含有花粉之不同，而分三種，其一含有多量正常花粉粒，其二含有少量正常花粉粒，其三含有極少量花粉粒。Bregger 氏報告花粉之色澤與授精力攸關，深紫者結實率較高，黃色及紫色者次之。

甘蔗之開花隨環境及品種而異，在熱帶及近熱帶（台灣，瓊崖）大部能開花，在溫帶（長江流域）不見開花。花序兩端之花，多小而不整齊，惟中部之花最大，亦最完全。花序自出鞘至出穗完畢，約需 8 至 12 日，花自顯現至開花完畢，約需 2 至 8 日。每花序約可產生一億五千萬粒花粉，每穗花葯約花粉一千八百粒。甘蔗之授粉多藉昆蟲為媒介，故天然雜交率甚高。

第三節 選擇育種法

通常甘蔗之繁殖，概用分莖法，蔗莖選擇之標準，一須糖分含量高，在百分之22左右，二爲產量高，每市畝在三十公擔以上，三須蔗汁之純度高，即液汁含結晶糖率高也。四須莖粗而長，五須莖皮薄，而纖維質少，榨壓易也。六須抵抗力強，如抗病，抗蟲，抗寒，抗濕等。

甘蔗之育種，近今通行之方法，有混合選擇，芽變選擇雜交育種三者。混合選在印度，在中國對於品質產量及抗病諸問題，均已獲得顯著之成效，其方法與甘藷馬鈴薯等作物無大差異。惟宜注意者，甘蔗之繁殖，概用分莖法，芽變之事實，顯而易見，例如一株上所生之蔗莖常有不同，一蔗莖上所生之側蘗，色澤異常，他如節間條紋，莖稈硬度，亦時生變異，故甘蔗之栽培品種，謂爲由芽變而來，殊屬經驗之言。由芽變選得之新品種，例證亦多。

芽變之選擇，在甘蔗改良上殊爲重要。Rogue氏選擇芽變之方法如次，先由蔗之兩端選取具有單芽之種塊，愈多愈善，次從事妥爲培植，每芽相距三尺至五尺，待幼苗生長，再考察其性狀，以後隨時觀察，至收穫前一星期，摘去芽梢，以促頂芽之發育，並便比較不同之性狀，詳加記載。此後每莖或分系分別處理，計算產量，分析糖分，而定其優劣。

芽變選擇固可獲得優良品種，但亦有限制，且由芽變而來之新品種，對於產量之增加，品質之改良，似少有長足之進度。然則甘蔗之改良，仍多賴有性繁殖法之雜交育種。

第四節 雜交育種法

甘蔗之花細小，並易折碎，實行人工交配，殊非易事，近今通行之方

法有二：一為接近栽植，二為繫掛雄穗，此二法基於甘蔗品種中，多數不能完全授精，或因雄蕊不授，或因雌蕊不孕。吾人可於雜交育種之先，舉行人工自交，令其純化，同時仔細觀察，按其授粉習性，分別種植，斟酌實際情形，選定誰為父本，誰為母本，而後實行人工自交工作。

1. 繫掛雄穗法 此法由 Wibrink 氏等所創造，父母本分別種植，擇自交不能受精之品種為母本，待花將開前，用透明紙袋罩之，至花正開時，剪取父本之雄穗，掛束於母本穗部之旁，再套以紙袋，以免天然異花授粉。

2. 接近栽植法 此法係將花粉不授性之品種，種植於可授粉性品種之旁，即前者為母本後者為父本，或將該二品種縱橫相間種植，所須注意者，二品種開花期宜相同，方可藉風蟲之媒介，而為天然雜交矣。

甘蔗雜交後，待花從頂部分離脫下時，即宜搜集花序，通常近頂三分之二處之花，較易受精，種子脫下後，亦須裝入袋中，令其乾燥。

甘蔗各種間，可以互相交配，栽培種與野生種亦可互相雜交。據 Thomas 氏等試驗以後，甘蔗可與高粱蘆粟等雜交，對於成熟期之提早，抗病力之增進，頗具成效，(1) 惟其他性狀，尚待研究，方能適合栽培。

註 (1) Brandes, Breeding Sugar-cane of Resistance to Mosaic, Facts about Sugar, 26, 1950.

第二十七章 果樹育種

第一節 概說

果實爲人類必需之副食品，且與國家經濟關係甚大，據 27 年海關統計，柑橘每年由美，日，加諸國輸入總值 14,924,900 元。另一方面，每年輸出之龍眼，荔枝，杏仁，棗等總值亦達 28,733,840 元，爲數已不在小，將來文化增進，交通便利，果實貿易，當不止此。

果樹種類繁多，最重要者有柑橘，蘋果，桃，葡萄等，繁殖方法與改良步驟均大同小異，若就人之衛生方面言，柑橘價值較其他果樹尤大，因此，本章論果樹之改良，而以柑橘爲代表。

柑橘屬芸香科，種類龐雜，可大別爲三屬，卽：

- A. 枳殼屬 *Poncirus* 例如江，浙，皖野生枳殼。
- B. 金柑屬 *Fortunella* 例如溫州，漳州，福州所產之月月橘
- C. 柑橘屬 *Citrus* 本屬栽培最多，經濟價值最大，又可分下 12 類：
 1. 金橘類 *Citrus mitis* 原產溫，潮二州。
 2. 橘類 *Citrus nobilis* 有黃岩早橘，溫州蜜橘，塘棲蜜橘等。

3. 紅橘類 *Citrus nobilis* 有福州福橘，黃岩朱橘，塘棲朱紅橘等。
4. 柑 類 *Citrus nobilis* 如溫州甌橘，新會四會橘，潮州蕉柑等是。
5. 甜柑類 *Citrus sinensis* 如美國蜜橘，新會甜橙，溫州廣橘等是。
6. 酸橙類 *Citrus aurantium* 如溫州朱欒，黃岩鉤頭橙等是。
7. 柚 類 *Citrus junos* 如沙田沙田柚，樟州文旦柚平陽四季拋等是。
8. 橙子類 *Citrus maxima* 如常山香橙，塘棲羅漢橙等是。
9. 香圓類 *Citrus hybrida*
10. 枸櫞類 *Citrus medica* 如枸櫞，佛手是
11. 檸檬類 *Citrus lemon*
12. 梨檸檬類 *Citrus limonia*

柑橘之改良不外無性繁殖及有性繁殖二者，其改良目的總在促成早熟，增加產量，改進品質即增進甘味，液汁，色澤等，此外希求增大抗寒力，以便在寒冷地方，可以栽培，增加抗病力，以減少損失，亦為改良之主要對象。果皮色澤，以鮮豔奪目為上，例如中國蕉柑果皮，果肉，果汁均作橙紅色，最合理想。

第二節 花及開花

花萼五裂，花瓣四至六片，通常五片，色白，但檸檬為紫色，雄蕊十

五至六十枚，隨品種不同，文旦檸檬最多，蜜橘最少，花絲白色，花粉黃色。開花時，花葯縱裂，花粉奔出，柱頭分泌有白色濃厚之黏液，揮發性香油，甚易受精，故柑橘之花，雖蜜腺豐富，香味濃厚，昆蟲來往頻繁，但因雌雄蕊高度相等，成熟期差異不大，以致自花受粉，仍較異花受粉者多。

柑橘類雌蕊在開花後稍刻即成熟，雄蕊開花時已達成熟程度，所以開花時即可見其粉囊破裂，花粉隨風飛散，昆蟲亦為媒介之一。受精後，花柱與柱頭均枯萎，惟子房部漸漸肥大，以形成果實。果實之大小常與花之大小成正比例，如柚之花大而圓，檸檬花大而尖，蜜柑之花最小。

柑橘類開花之順序，概從果枝之基部先開，蓋花蕾常着生於新梢上，即春芽上有一果枝一花及一果枝數花，前者如甌柑，後者如柚，甜橙，檸檬等。每日早晨開花最盛，然後漸次減少，每朵開花之經過，二日至三日。

美國之無核臍橙，中國溫州之無核蜜柑及黃岩之無核早橘等品種，同具有完全花，其所以無核者，蓋因雌蕊退化不能受精，或因花粉不健全，或因雌蕊未發育完全，難以受精。若於不結核之品種，施以人工受精，則可生子結核。因此，在無核品種之果園，不宜雜植有核之果樹，否則價值高上無核之果樹，難免結生有核之果實矣。

柑橘類種子與其他植物特不同者，惟多胚性，每粒種子可出三、四株幼苗，但其中僅一胚為有性，餘為無性，以致有時因無性胚之傾軋，有性胚反不能出苗。

第三節 選擇育種

果樹之繁殖多用無性繁殖，除極小數外，果樹之選擇注重芽變，據 Shamel 與 Pomeroy 二氏在 1922 變種蘋果中，得有 164 個芽變，其中有

143 個果實形狀更規則，色澤紅。

3 個果實顏色更綠。

10 個果實更大。

4 個果實早熟。

1 個果實無核。

又據 Frost, Swingle 諸氏謂柑橘之芽變或芽條變異，比其他果樹更多，蓋因柑橘類種子為多胚性，且易起奇怪變異，所以園藝家主張柑橘之選種應用母本純系記錄法以改良之，凡柑橘繁殖之母本枝條，須具有系統之記錄，或有優良之性狀，或有奇異之突變，再用普通壓條等無性繁殖法繁殖之。

柑橘母本樹記錄調查表大概分(1)品種名稱(2)號數(3)樹齡(4)砧木種類(5)各年產量(6)果實之大小(7)形狀(8)重量(9)色澤(10)滋味(11)果皮厚薄(12)果汁多少(13)種子多少(14)囊之強韌度(15)酸度(16)貯藏力(17)皮與囊分離否。

柑橘利用種子繁殖之實生苗，選擇優良變異，在中國已得相當成效，例如廣東甜橙於 1935 至 37 年，經溫文光氏選擇，得有優良品系十餘種，四川黃果經胡昌熾氏於 1938 年開始選擇至今，得有優良品系三

十種。

又福州橘農慣用種子繁殖，冬季收集種子，洗淨陰乾後，翌年春一二月播種，仍可得母本優良性狀，而血統混雜，變異特多，惟結實過晚，是其缺點。

柑橘之無性繁殖法有壓條，嫁接兩種，壓條法在漳州一帶用盆壓，法於冬季選擇優良性狀之母本枝條，於下部行環狀剝皮，後於一二月間覆以瓦盆，中置肥沃土壤。在新會地方利用培土壓條。

嫁接法雖可應用於選擇育種，但大多用於雜交育種，因砧木與接穗常為品種，或異種或異屬也。

果樹為異花受粉之植物，自花受粉殊難結實，據 Crane 氏報告(1930)，用三十八種櫻桃行人工自花受精，結實者僅千分之一，用十種李樹行人工自花受粉，結實者亦僅千分之2.8，柑橘類雖可自花受粉，但生長力不強，因此若欲利用人工自交選擇純系法，其價值亦不大。

第四節 雜交育種

果樹柑橘類雜交育種可分有性雜交與無性雜交兩種，所謂有性雜交即人工交配是，所謂無性雜交即嫁接是，後者較前者尤重要。

(甲)有性雜交 用人工交配改良果樹，創自英人 Thomas Andrew (1758—1838)，Swingle 氏於1913年發表用雜交方法可以增加柑橘耐寒力，並謂柑橘雜交後，第一代雜種之生長力及形態上之變異較其親本優越，至第二代以後，即能分離變異，固定新品種。

在實際上，柑橘之由雜交方法改良者甚多，例如美國粗皮檸檬

(1)由檸檬與枸橼雜交而成，常百柑(2)由甜橙與蜜柑雜交而成，瓜柑(3)由甜橙與金柑雜交而成。

果樹之人工交配手術概與他種作物無異，先選定肥大健全之花枝，次選定發育健全之花蕾，餘悉除去，俟花蕾發育完全即行去雄，惟須當心花絲軟脆，容易折斷，另取良好之父本花粉，輕輕摩擦於柱頭上。

(乙)無性雜交 嫁接法有兩大利用，第一芽變特優者，通常種子繁殖不能遺傳其優良性狀，必須用嫁接法繁殖方可保持其優性，同時用不同種之砧木，又可增強其生長力。第二用優良接穗與適宜砧木嫁接後，有時可獲得嫁接雜種(4)即於接合之部分生一新芽，其上半似接穗，下半似砧木，或外部似接穗，內部似砧木。

砧木對於接穗之影響頗大，雖兩者接合部分僅為癒合狀態，而水液由砧木之根上昇，營養液則由接穗之葉下降，彼此互相交流，以致形狀品質不無變化，故嫁接時最宜注意選擇，否則，結果不良。

柑橘之砧木通常有枳殼，香橙，甜橙，酸橙等，若用枳殼為砧木，則結果較早，果皮較厚，樹幹較矮，根較淺，壽命較短，且對蜜柑有苦味之傾向。酸橙相反，適於肥沃低濕土壤，生長強旺根羣深長，結果既多，壽命又長，果實光潤，品質較佳。他於黏重砂壤土宜用柚，瘠薄低濕炎熱之土宜用檸檬枸橼，均須斟酌環境，仔細選擇。

砧木之親和在柑橘上表現亦甚顯著，例如甜橙與檸檬以美國柚為砧木，則接本生長較接穗稍大，若以酸橙為砧木，則接穗生長反較接

註 (1) Rough lemon. (2) Temple orange. (3) Orange-quart

(4) Graft hybrid 參看前無性繁殖或良蕪。

本特大，蓋酸橙與甜橙及檸檬之親和力較強也。

嫁接法甚多，各種果樹亦各適合不同，例如柑橘適用切接法，蘋果，梨適用切接法，割接法，及芽接法，桃適用切接法或芽接法，葡萄適用割接法。

第二十八章 複瓣花育種

第一節 概說

愛美係人之天性，美育為精神之教育，若家得半畝園地四時培植花卉，麗色濃香，既可修養精神，又可健全心身。花與人之關係豈淺鮮哉。

單瓣之花，固清明高雅，為人所歡，而複瓣之花豔麗豐美，富厚榮華，悅目賞心，尤為深刻，此園藝家莫不殫精竭力，以求複瓣花之生成。

第二節 複瓣花成因

單瓣花變為複瓣花之方法，大約有下三種：

1. 花瓣自身複化 即單花瓣分裂增加為多數花瓣。
2. 雌雄蕊或萼片花瓣化 花萼變為花瓣，是由外部器官變成內部器官，名曰外器官內化，若雌雄蕊變為花瓣，是由內部器官化為外部器官，名曰內器官外化，總名之曰器官變化。(1)

雌雄蕊變為花瓣，程度不等，有雄蕊一部分變化為花瓣或僅花絲變

註 (1) Homocyclic variation

爲花瓣而葯花仍存在者，有雄蕊完全變化花瓣者，至雌蕊變化花瓣亦有僅一部分變化或全部變化結瓣者，凡一部分變化可以結實，如全部變化，則不能結實。

3. 數花複合化 雌種複瓣花由合瓣花類植物中發生最多，大都花軸甚短，由二個以上花密集重疊，其中萼已花瓣化，外貌宛似一花，一名二重花。又有開花時間不同，例如外部先開，二，三日後內部始開，故有名二度花。

由數花複合而成之複瓣花，種類頗多，花樣珍奇，蓋多數花瓣及花瓣化之萼片，雌雄蕊，層層重疊，或花軸頂端與其中部花冠形成階梯形，或花冠散生於花軸頂端與周圍，形成長柱狀，概較其他複瓣花爲美觀。但此類複瓣花，雌雄蕊大都全部退化，不能結實。

至複瓣花化之原因，不能直接從複瓣中說明，因複瓣花多不能結實繁殖，須求之於單瓣與複瓣之間。例如西洋紫羅蘭之單瓣花中有兩大系統，其一自花受精所生子孫概爲單瓣，絕無複瓣，另一自花受精所生子孫，有單瓣，亦有複瓣，且二者有一定比例。前者名曰純本⁽¹⁾，後者名曰雜本⁽²⁾，蓋純本爲同性接合子，可永久不變，雜本爲異性接合子，恰與第一代雜種性質相同，代代有分離現象。

百年前，複瓣花之育成，多側重外界要素之調節，以致奇異花物甚少繁殖，最近經實驗遺傳學之研究，始確定複瓣花之形質與雌雄性有密切關係。他如秋海棠（*Begonia*）雖雌雄同株，但雄花複瓣而雌花仍爲

註 (1) 英 Non-double-throwing or breeding single 日名正木。

(2) Double-throwing or Ever-sporting single 日名親木。

單瓣。

第三節 複瓣花遺傳現象

複瓣花類種既多，其遺傳現象更形複雜，其中遺傳曾經研究明顯者，有西洋紫蘿蘭，日本掃羽朝顏二種，茲略分述於后：

(甲)西洋紫蘿蘭 西洋紫蘿蘭之遺傳現象，可分三項說明：

(1)純本單瓣間雜交或自花授粉之第一代均為單瓣，若第一代單瓣花互相交配或自交，其第二代仍為單瓣，決無複瓣發生。

(2)單瓣雜本與單瓣純本交配，第一代雜種全為單瓣即優性獨占，第二代雜種常有三單瓣，一複瓣，即三與一之比。惟交配時以純本為母本與雜本為母本，第二代遺傳現象不同，蓋雄性因子XY不能結合，彼此相拒，而單瓣因子XY又不能獨立或完全融合，所以此二不同之配偶子XY對 \widehat{XY} ，組成三不同接合子，即 \widehat{XYXY} \widehat{XYXY} $XYXY$ 。

在純本為母本雜交時，純本卵球為XY，雜本花粉為xy，第一代為 \widehat{XY} xy即全為單瓣，第二代現象有 \widehat{XYXY} 與 \widehat{XY} xy為單瓣xx yy為複瓣，故單瓣與複瓣為三與一之比，其組合式如下：

卵 球 花 粉	\widehat{XY}	xy
\widehat{XY}	\widehat{XYXY}	\widehat{XYxy}
xy	\widehat{XYxy}	xyxy

在雜本為母本雜交時，純本花粉為 \widehat{XY} 雜本卵球為XYxy，可有XY Xy xY xy 四種組合，且因X與Y間因子融合關係，則四種配合

式爲 $n-1:1:1:n-1$ 之比。第一代組合式如下：

花 粉 卵 球	$(n-1) XY$	Xy	xY	$(n-1) xy$
\widehat{XY}	$(n-1) \widehat{XYXY}$	\widehat{XYXy}	\widehat{XYxY}	$(n-1) \widehat{XYxy}$

其中 \widehat{XY} \widehat{XY} 爲純本單瓣, \widehat{XYXy} \widehat{XYxY} \widehat{XYxy} 爲雜本單瓣, 前者爲第一代同性單瓣, 後者與以純本爲母本交雜之組合相同, 至第二代則分離爲單瓣三, 複瓣一。惟 $XXyy$ $xxYY$ 等接合子無論缺 X 或缺 Y 則爲複瓣。

(3) 雜本間雜交或自交二種遺傳現象相等, 卽第一代因子分離, 複瓣花與單瓣花之比, 約爲 9:7。原來雜本單瓣是異性接合子, 由 XY xy 二個因子組合而成。此種遺傳配偶子常受限制, 花粉全部缺乏 XY, 僅有 xy, 卵球 XYXy xYxy 不完全融合, 故其組相比爲 $n-1:1:1:n-1$ 如下表:

花 粉 卵 球	$(n-1) XY$	Xy	xY	$(n-1) xy$
xy	$(n-1) XYxy$	$Xyxy$	$xYxy$	$(n-1) xyxy$

其中 XYxy 爲單瓣, 其他缺 X 或 Y 概爲複瓣, 因此, 複瓣比單瓣稍多, 複瓣等於 $n+1$, 單瓣等於 $n-1$, 假定 n 值爲 8, 則其組相比 7:1:1:7 卽複瓣對單瓣爲 9 與 7 之比, 若 n 值爲 16 則 15:1:1:15 卽複瓣對單瓣 8.5 與 7.5 之比, n 值愈大, 則複瓣與單瓣愈接近也。

(乙) 掃羽朝顏 掃羽朝顏之複瓣花雄雌蕊概退化, 但雄蕊之花柄尚未完全保存, 雌蕊完全退化, 故不能受精結實。惟將複瓣花粉傳授於單瓣柱頭上, 則可完全結實, 從此可探求複瓣形質之遺傳現象。

此植物凡純本單瓣之自交或雜交，其後代仍盡為單瓣，而無複瓣之產生，若取複瓣花之花粉，交授於單瓣花之柱頭上，第一代有單瓣亦有複瓣，但單瓣總較複瓣多，其比例或單 3 複 1，或單 9 複 1，無確定不變之常規。

單瓣對複瓣為顯性，單瓣配偶子同性間有互相融合或互相拒斥等現象，與西洋紫羅蘭花相同，單瓣花粉常有同樣之 X 因子，然無論單瓣卵球或複瓣花粉缺乏 X 因子，則可得單瓣與複瓣之混生現象。因此：凡複瓣花粉與單瓣交配，概可產生單瓣花及複瓣花，向無例外，至單瓣卵球與複瓣花粉，孰為 X 孰為 x，現尚無確實證明。

假設單瓣花粉 XX，卵球 Xx 則單瓣花自花受精可產 XX、Xx，兩個系統，此 Xx 系統若僅存在卵球內，單瓣卵球與複瓣花粉交配當可得 xx 複瓣花。另如單瓣花粉 XX，卵球 xx，複瓣 Xx 則花粉 X 及 x 與卵球 x 結合，亦得同樣現象，其組合如下表。

複瓣花粉	單瓣卵	X
X		Xx 單瓣
x		xx 複瓣

上表假定單瓣因子係一。即單性雜種，若多性雜種時，則單瓣與複瓣之比又不同。

第四節 複瓣花育成法

明瞭上項西洋紫羅蘭及日本撞羽朝顏之遺傳現象，則複瓣花之育成，殊頗簡易。

西洋紫羅蘭之雜本系統中常產生單瓣及複瓣，所以一旦得着雜本，令其自交或雜交，均可育成複瓣花，並可繼續不斷的育成及繁殖。

例如現有白色品種或紅色品種之雜本種子，無論何時播下，均可得複瓣花，只須舉行鑑別淘汰而已。

複瓣選擇方法，可參照純系育種，分別分區播種，觀察有無複瓣發生，淘汰純本單瓣花，複瓣花則妥為保育之，翌年再舉行交配，摘種，留種，種植，培育，繼續選擇之。但須注意者，純本單瓣與雜本或雜種接近種植，則複瓣花比例將逐漸減少。然而如遇有特別優良複瓣花品種，繼續互相交雜，增加複瓣因子使變為同質接合子，可永久保存，其價值更大。

日本撞羽朝顏之複瓣育成法，更簡單明顯，只須取複瓣花粉傳授於單瓣柱頭上，交配後再於次代選擇，淘汰單瓣，保存複瓣即可，此外別無良好方法。蓋其第一代雜種即是普通第二代雜種，與西洋紫羅蘭雜本交配後，必有複瓣花混生現象相同，從此複瓣花粉可得常與單瓣花雜交，繼續反復施行，複瓣花數不難滿足吾人希望矣。

且撞羽朝顏之複瓣花，可用普通無性繁殖法繁殖，例如插杆法若培着於溫室中可變為多年生草，故一旦得有複瓣花種，即可永久保存。

他如單瓣品種有特殊優良性狀，可先固定於單瓣，然後取該單瓣為母本而以複瓣為父本交配之，則複瓣美形之新奇花種亦不難得。

又牽牛花之複瓣雄雌蕊尚未完全退化，故有多瓣結實之名，從此種實中可得純本複瓣花，至雌雄蕊全部退化花，有牡丹花之名，不能結實，除由雜本種子繁殖外，別無他法。惟複瓣遺傳因子，只可於雜本異性子

中求得，其他形質，當以求之於同性子中爲便。因複瓣與他種性質沒有遺傳上關係，例如花之色澤，形狀，葉之形狀，均可隨時產生同性子。

牽牛花之單瓣種間有複瓣突變，若能常時注意選擇優良突變之種子，亦可達得複瓣花育成之目的。

植物育種學下卷

主要參考書目

1. 中文 2. 日文 3. 英文及法文

(一) 中文

- 丁 穎 水稻純系育種之理論與實際 農聲第 194—5 合期1936
廣東野生稻及野稻育成之新品種 中農會報第 114 期...1933
水稻開花調查 農聲第 100 期.....1928
- 丁振麟 近代玉米育種法 中華農學會報第 184 期.....1947
- 方正之 中國水稻氣候之初步研究 農報第 276 期.....1944
- 王 綬 中國作物育種學 商務印書館.....1936
中華作物改良史 農林新報第 120 期
用選擇法改良大豆 農林新報第 11 及 26 期
行之長短重複次數之多寡標準行之排列於南京環境下對
於大豆試驗結果之影響 中農會報.....1934
大麥之遺傳 中農會報第 148 期.....1936
- 王金陵 中國大豆育種問題 農報第十卷第二五期1945
- 王培祺 棉之不孕子研究 農報第 231 期.....1933
- 王善徐 棉作育種法之商榷 扎農棉作試驗簡報.....1935
- 汪呈因 植物育種學上卷 商務印書館.....1937

- 浙江省稻作概況及其改進方針 新農村 2 卷 3 期杭州···19.6
- 演化論與獲得性 科學 13 卷 11 期上海·····1928
- 單細胞生物之遺傳問題 科學 16 卷 9 期上海 ·····1931
- 遺傳學說與應用植物之改良 勞動大學月刊 1 卷 3 期
上海·····1929
- 雲南省稻麥改進所兩年來工作摘要 昆明·····1941
- 特種稻作學 中華書局重慶·····1944
- 汪維瑛 小麥性狀遺傳 稻麥月刊 1 卷 3 期·····1936
- 汪厥明 廣西小麥推廣之方法 建設研究 3 卷 1 期·····1939
- 沈宗瀚 實地改良麥種的方法 農礦部農民 11 號 ·····1930
- 全國小麥改良之協調計劃 中農所雜刊第六號
- 中國各省小麥之適應區域 農報第 109 期 ·····1940
- 高粱育種法 中農會報第 114 期
- 高粱自交之影響 中農會報第 123 期·····1934
- 李先聞 粟作育種法之研究 河大農院叢刊之二·····1933
- 美國作物育種之新途徑 農報第 11 卷第 1 期 ·····1946
- 小麥五元體雜種之遺傳 科學農業 1 卷 1 期·····1943
- 李先聞張運桂 玉米育種之理論與四川省雜交玉米之培育 農報
第 12 卷第 1 期 ·····1947
- 金善寶 實用小麥論 商務印書館·····1935
- 中國小麥區域 中農會報第 170 期
- 近代玉米育種法 中農會報第 125 期·····1934

- 洛夫 中國水稻育種法 浙稻麥場……………1935
棉作改良法 中農所……………1934
作物育種學 湘棉場……………1933
- 周克寬 高粱開花習性與集團去勢之研究 農報第 291 期……………1944
- 周惠 棉花人工自交法 農報第 195 期……………1942
- 俞啓葆 中國棉種調查研究成果述略 農報第 169 期……………1941
西北植棉考察報告 農業推廣 2 卷 10 期……………1940
- 俞啓葆朱紹堯張德遜 美棉葉形之研究與應用 農報 10 卷 1—9
期……………1945
- 梁光商 水稻人工交配法之研究 農聲第 195 期……………1936
- 管維廉 棉作育種之新方法 農學 1 卷 6 期……………1936
- 馬鳴琴 潘氏世界小麥適應觀察試驗 農報第 190 期……………1941
- 馬保之范福仁 作物育種應有之認識農報 3 卷 5 期……………1938
穀類作物之植物性狀對產量相互關係 農報 3 卷 13
期……………1938
- 原紹賢 小麥倒伏之初步試驗 農報 10 期 1—9 卷……………1945
- 陸曾珏蔡國璋 西昌小麥開花之觀察 康專論文……………1945
- 胡竟良 德字棉之試驗結果及其推廣成績 農報第 273 期……………1944
美國棉業改進之新途徑 農報第 11 卷第 36 期……………1946
我國棉作改良研究概述 科學農業 1 卷 2 期……………1943
- 時措宜王效賢 大麥第一代雜交優勢之研究 農報第 11 卷第 19
期……………1946

- 馮肇傳 染色體與植物育種 鄂棉第一卷第二期1936—7
棉花人工自交法 鄂棉第一卷第二期1936
光照時間與棉作生長及發育關係之初步觀察 鄂棉第二
卷第一期1937
- 馮澤芳 中國之三個棉花適應區域 農報第 145 期1940
- 華興鼎 蠶豆之自然雜交 科學農業 1 卷 1 期1943
蠶豆連繫遺傳研究報告 中農會報第 178 期1944
- 孫醒東 食用作物學 中華書局1936
- 孫逢吉 雲蓋屬之雜種優勢 中農會報第 175 期1943
我國西南各省油菜子之植物分類地位 農報 7 卷1942
- 彭緒元葉佑民 甘蔗品種性狀之研究 農報第 12 卷第 2 期 1947
- 彭先澤 稻作學 商務印書館1936
- 楊志復 棉作育種之準備實施 浙江建設 9 卷 12 期1936
- 靳自重 小麥細胞學及其應用 科學農業 1 卷 1 期1943
小麥種間雜交種數量數量性狀遺傳之研究 科學農業 1
卷 3 期1944
- 蔣滌舊 作物育種學 北平文化學社1935
遺傳學名詞之譯定及釋義 中農會報第 176 期1943
- 潘簡良龔 弼 水稻溫水去雄法之效率探討 農報第 133 期1940
- 潘簡良蔡篤濂 各省小麥改良種推廣近况 農報第 231 期1943
- 盧守耕 中國稻作學 上卷 浙大石印本1944
印度型稻與日本型稻之比較研究 中農會報 178 期1944

- 管相桓 地方稻種檢定之理論與實際 中農會報第 174 期……1942
- 戴松思 黍子育種方法之我見 農報第 190 期……1941
- 中俄美小麥品種雜交之遺傳研究 農報第 112 期……1937
- 繆進三 血清反應測定永安兩型糯稻類緣紀實其他有關雜誌
 農報 中華農學會報
 科學農業 中央農業實驗所歷年工作報告
 農學 清華大學農業研究所工作報告
 農聲 農業推廣通訊
 農林新報 廣西農業
 建設研究 廣西第二區農場卅年度工作報告
 福建農業 浙江省第五區農場年刊第一期第二期
 浙江落設

(二) 日文

- 下山長次 稻之雜種で實用型遺傳 大日本農會報517—518……1924
- 山本健吾 交配技術 東京再片……1936
 低温の影響に依る開花の促進の現象に就て農業及
 園藝7……1932
- 山崎守正大村魏 世界甘蔗實生品種及其兩親 台灣蔗作研究會
 報第18卷第11號……1940
- 木原均 細胞遺傳學 植物及動物……1935
 植物染色體數の研究 全上 東京……1931
- 木原均長尾正人 禾穀類の細胞遺傳學 東京……1936
- 加藤茂苞 雜交植物の結實度よけ見左爲稻品種の類縁に就て
 九州帝大農業部學藝雜誌3……1928
 農事試驗場畿内支場に於ける稻育種の概況 日本育
 種學會報1……1916
- 片山佃 水稻に於ける出穗期期苗代日との關係並にその品種
 變異に關する研究 農事試驗場彙報3卷1號……1937
- 永井威三郎 日本稻作講義 東京……1926
 稻の葉の氣孔に就て 朝鮮農事試驗場彙報6……1932
- 竹崎嘉徳 實驗作物改良講義 東京……1925
 二三の不稔性水稻の遺傳 農業及園藝7-8……1932 3
- 寺尾博 植物育種要説 東京……1931

- 育種操作としての幼植物試験 農業及園藝 10 1935
- 西山市三郎 細胞遺傳研究法 東京.....
- 佐佐橋 花粉の貯藏 農學會報 2121927
- 禾穀類の花粉の貯藏に就て 農學會報 1751925
- 宗正雄 育種學講義 東京五版.....1936
- 志佐誠 南瓜の種及レ其の交雜に就て 教育農藝 3卷12號...1934
- 長尾正人 稻の遺傳と育種 東京.....1936
- 明峯正夫 植産學研究 東京.....1931
- 稻に於ける自然交配の程度及其原因 札幌農林學會
報 16 1924
- 近藤方太郎 水稻品種の圃場收量試験に就ての考察 農學研究
21.....1933
- 水稻品種の圃場收量試験に就ての考察試験年數に就
きて 農學研究 22 1934
- 南鷹次郎 禾穀類の開花觀察 北大農場特別報告 41933
- 原史六 照明の長短力; 水稻出穂期並に生育は及性す影響に
就て 朝鮮總督府農事試驗場彙報 51930
- 水稻の株切斷による出穂期の遲延に就て 朝鮮總督
府農事試驗場彙報 61931
- 酒井寛 稻の染色體研究第一期 札幌.....1935
- 野口彌吉 稻の開花に關する外界影響に就て 農學會報 274—
3011925

	水稻の柱頭及花粉の受精能力に就て	農學會報800	1927
福家豊	照明及短日法による水稻育種試験の年數縮短	農業及園藝9	1934
	水稻品種の晩植に依る耐病性の鑑定	農業及園藝9	1934
磯永吉	稻の開花時刻及授粉に関する觀察	台灣農事報80	1913
	台灣稻の育種學的研究	台灣中央研究所農業部報告	37
	本邦農業要覽	農事試驗彙報	1936
	農業	農業と經濟	
	帝國農會報	農業及園藝	
	農學研究	遺傳學雜誌	
	小麦新品種育成に關スル試驗方法要綱		1935

(三) 英文及法文

- Aase, Cytology of Cereals, Bot, rev. 1.....1935
- Adair, Studies on growth in rice, Jour, of A. Soc agronomy
Vol, 28, no. 7. 1936
- Alkins, Relation in Certain Plant Characters to strength of
straw and lodging in winter wheat, Jour, agri, Res,
56.2.99—120, 1938
- Ayyangar, Inheritance of Characters in sorghum India, Jour,
of agri, Sci, Vol III.....1933
- Babcock, Clausen, Genetics in relation to agriculture 紐約...1927
- Blaringhem, Perfectionnement des Plantes 巴黎.....1924
- Boeuf, Les bases scientifiques de l'amélioration des Plantes
巴黎.....1936
- Baiggs, Breeding wheat resistant to bunt by back Crossing
methods Jour of Am, Soc, Agro, 23/930
.....
- Brandes, & Sartoris Sugarcane, It, origin & improvement, ...1936
- Chao, Linkage studies in rice Genetics, 131928
- Coquide, Amélioration des plantes Cultivees, et du betail
Paris1925
- Czenot, Ladaption Paris1930
- Davis, Maize Crossing volue in second generation lines1934

- De, Candolle, Arigine des Plantes cultivées, Paris,.....1909
- Denaiffe et Sirodot, Les bles cultivés, Carignen.....1926
- I ilman, Breeding millet and sorgo for drought adaptation
U. S. D. A. Bull 291 1916
- Dumant, Laculture du riz, Paris1935
- Fuke, sur l'effet de reduction de la lumiere naturell sur
la Riz, Rij, et Rigiculture, Vol 6, P.50
Gaulden, Morden methods of field experimentation Sci, agri,
Vol, 11, no. 10.
- Gustchin, A uniform methods of breeding work in rice, Bul,
of applied botang, of genetics, serie A. 16,1935
- Guyenot, La variation et l'evolution, Paris,.....1931
- Haigh, Notes on the inheritance of characters in Paddy,
Ceylan J. sci, 12, section A.1936
- Harland, The genetic of Cotten, Oxford,1939
- Hayes, Garber, Breeding Crop Plants 紐約1929
Breeding small grains in minnesota 1919
- Hayes, and Immer, Method of plant breeding, New-york, ...1942
- Hoyes, and Johnson, The breeding of improved selfed lines
of corn, J, A, S. Agron, 31,1939
- Hayes, Rinke and Tsiang, Experiment study of convergent
improvement in Corn, M, A, E, S, T, Bul,1946

- Jones, Geuetic in plant and animal improvement, 紐約.....1925
 Inheritance of character in rice, Jour, of Agri, Res
 47. 1933
 Hybrid vigor in rice, Jour, of A, S, of agro Vol, 18,
 n, 5.....1826
- Kearney, Genetics of cotton, Jour, of, hered, Vol 21--7.....1930
 Cotton plants, Jame and wild.
 Jour, of, hered, Vol 21 -51930
- Krautz, Potato breeding methods min, agri, esp, sta, tech
 bull, 25,1924
- Lathouwers, Amelioration des plantes cultiveei, Gemblou.....1933
- Laude, Time and rate of blooming rice Jour, of A, S, of
 agro, Vol, 19, n^c=9,1927
- Li, Le soja Paris1912
- Ligon, Size of plate and number of replication in field
 experiment with Cotton Jour, of A, S, of agro 22 ...1930
- Love, Method new in use in Cereal breeding at Cornell, Jour
 of A, S, of agro 16.....1924
- Maylin, Manuel de l'hybridation des Cereales, Paris1925
- Morgant, The bearing of mendelism on the Arigin of species
 the scient, monthly XVI.....1923
- Mulimbagan, Etude Comparative de deecx methodes emasc-

- ulation, The Philippine agriculturist Vol, 74 n°7 1936
- Ossewaarde, Vernalisation du riz, Landlouwk, Jijdsckr; Wag-
eningen XLVI1935
- Pathak, studies in the Cytology of Cereals, Genet, 39,.....1940
- Percival, Wheat Plant, London.....1921
- Poli, Du Poids de l'hectolitre et de quelques Caracteres bio-
metriques du grains de riz, riz et Riziculture Vol, 6.
Rabaeed, L'adaptation et l'evolution Paris1922
- Ramganath, Rao New cotton varieties from a species Cross,
Jour, hered 281937
- Reed, A new method of production and detecting sorghum
hybrids, Jour of heredity 21.....1930
- Richey, Corn breeding, V, S, dept, of agri Bull.....1927
- Roblins, The botang of Crép plants Philadelphia,1924
- Sampietro, Fecondation et log hybridation du riz, riz et
Riziculture, Vol. VII. face 2.1933
- Mutationartificielle chez le riz riz et Riziculture
Vol. 10. Face 3.....1936
- Shull, Hzbriidiz ation method in Corn breeding, Amer, Bree-
ders mag. 1.1910
- Smith, Studies of potato storage, Bull, Cornéll uni, aug. 13 1932
- Stadley Gametes selection in Corn breeding, Newsletter, 19, 1945

- Terao, Hand V midusima, Some Consideration on the classification of *oryza sativa* L, into two subspecies, so Called Japonica and Indica Jap, Jour, Genetics 15...1939
- Thompson, Size, Shape, and orientation of plot and number in Sweet potato, Jour, of agri, res 48,.....1934
- Vinall, A method of Crossing sorglium, Jour, of heredity 17 1926
- Watliens, Hyboid sterility and incompatifility, Jour, Genet 25 1932
- Woodworth, Genetics and breeding in the improvement of soybean, Illinois exp, sta, Bull 384.....1932
- Yamagnti, Etuded, heredite sur la Couleur des glumes chez le riz, Bot mag, Tokyo 35.....1921
- Genetics in relation to the improvement of rice, Proc, 3 rd Prnpacific Sei, Congress, Tokyo.....1926
- Journal of agriculture research,
Journal of genetics, The journal of heredity.
- Journal of the american society of agronomy.
Indian journal of agricultural science.
Bulletin econamique de l'Indochine, Riz et Riziculture,
Giornale da Risscoltura, Revue internationale d'agriculture Revue indochinoise, Comptes reudus de l'acapemie des Science.

中華民國三十七年十一月初版

植物育種學卷一册

◎(54206B)

定價金圓貳元貳角

印刷地點外另加運費

編著者 汪 呈 因

發行人 朱 經 農

上海河南中路

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

各地

* 版 翻 *
* 所 必 印 *
* 有 究 *

庚

中華民國二十六年七月九日出版

