

第十五章 棉作育種(Cotton Breeding)法 I.

棉作育種之簡史及選種改良法

第一節 世界棉作育種之簡史

1. 世界育種之簡史 棉作育種之標的，要以增加生產，改進品質為主，此類工作之歷史，因為悠久之故而無從稽考矣。據王特 (Watt) 氏之記載，舊有丹麥人羅昂 (Rohr) 氏在西曆一七九〇年於西印度羣島之克蘭克司 (St-Croix) 島，曾應用育種技術，為改良棉作之張本，王特 氏之書中並述及彼之選種與雜交等方法。

一八二〇年埃及政府接受法工程師吉美爾 (Jumel) 氏之建議，輸入新棉種，從事種棉，實開埃及棉作改進之先河。又約於一七八六年海島棉之初行輸種於美國，原為多年生植物，既不適於美土，產量亦至不豐。故種植該棉種者遂擇優選種，乃能將產量增加，纖維長度由一英寸半增至二英寸半焉。又一八九八年美國農部派韋勃 (Webber, H. J.) 氏赴西印度羣島考察栽培海島棉育種方法，歸國後即採用該法並加以改善，而且應用於高原棉之育種，此為美國應用科學方法，行棉作育種之開始，而奠定棉作育種方法之基礎，故凡美國現有較優之品種，大多數為韋氏及其同工，或其學生之功績也。

於一九〇〇年至一九一〇年，美國南加羅利亞省 (S. Carolina) 哈

次維爾(Hartsville)地方之系統育種公司 (Pedigree Seed Co.)，曾開始應用科學方法，從事棉作育種，此亦為私人最早創設之棉種公司。同時該州克利姆生大學 (Clemson College)，亦開始用科學方法，從事於棉作之育種。又一九一〇年美國密西西比省 (Mississippi) 農事試驗場，亦開始棉作之育種工作，至斯其他各省農事試驗場乃相繼而起，努力於棉之育種工作矣。

2. 中國棉作育種之簡史 關於中國棉作之改進，據各方記載可稽者而言，宋、元、明、清各代雖設專官而毫無建樹，不足論列。可供吾人紀念者，則當以遜清光緒二十四年，張之洞氏之大量輸入美棉，散種於湖北等處為嚆矢。迨一九一四年（即民國三年）歐戰發生，國內紡織業大興，原棉需要激增，農商部擬定專律，獎勵植棉，南通張謇氏出任農商總長時，倡言棉鐵救國，竭力提倡植棉，民國四年聘美人周伯遜 (H. H. Johnson) 氏為顧問，廣設棉業試驗場於南通、武昌等地。民國八年華商紗廠聯合會，組織棉業改良委員會。是年美國棉作育種家顧克 (O. F. Cook) 博士及郭仁風 (J. B. Griffing) 氏來華，樹立吾國棉作改良不顛之基礎，顧氏返美後，收集美棉品種十餘種，由金陵大學農學院在中國各地舉行美棉品種區域試驗，經郭氏等之詳細考察，認定美棉中之愛字棉 (Acala) 及脫字棉 (Trice) 在吾國極有希望。郭仁風氏並在金陵大學擔任棉作教授，舉行由中棉中選種，百萬華棉 (Million Dallar Cotton) 即郭氏於民國八年在上海、吳淞附近所選得而育成者，此實開吾國棉作行鈴選而作有系統育種之先河。民國十年東南大學（即今之中大農學院）亦從事棉作之改良，雞腳棉、小白花棉、孝感長絨及江陰白籽等，即由該

校所育種。至於棉作育種之技術及技術人員之造就，由中大、南通及金大等農學院之不斷努力及訓練，亦為推進吾國棉作育種主要動力之一。嗣後實業部中央農業實驗所成立於民國二十年。中央棉產改進所亦於民國二十三年成立，各省亦次第設立省棉產改進所，國內遍設棉作試驗機關，棉作改進事業因以邁進焉。

以上所述種種，祇就國內棉作育種過程中，較為重要者，略加引述，並非棉作育種之全部史實，但就此短簡之敘述，亦可顯見棉作之真正採用科學方法而加以育種，其歷史甚淺，此在吾國則尤為後進也。

第二節 棉作育種之目的

棉作栽培之歷史頗悠遠，因各品種間放任雜交，致性狀錯綜繁複，良莠不齊，每一品種極難達純系之情狀，故變異時生，劣變退化繼之而起，為保持其主要優良性狀起見計，故棉作育種尚焉，其主要目的可如下述：

1. 服習風土 使服習栽培地域之風土而能生長良好。
2. 增加產量 增加生產量。所謂增加生產數量，乃為在同單位之面積，應用同等之資本及勞力而能生長較多產物之謂及提早成熟，增高衣分率等。
3. 改良品質 生產品質優良之棉花，使能適合紡織業之需求，如纖維之細長，纖維之整齊，與堅強之拉力等性狀。
4. 抵抗病蟲害及風雨 育成能抵抗病害、蟲害，或在多風雨之地，能抵抗因風雨而遭受脫落之品種。

第三節 棉作改良之方法

棉作改良之方法可別爲三種，即(1)選種，覓選優良植株而繁殖之。(2)雜交，將不同之棉種而各具有優良性狀者交配之，使各優良性狀聯合於一體，及(3)輸種，由遠地輸入新種，使之馴化。

1. 選種 選種爲選擇優良棉株而種植之，此法在棉作改良上應用甚廣，且曾得良好之成績者頗多，依選種之方法，又可別爲二種：

甲、混合選種 (Mass selection) 由棉羣之中，選擇多數具有優良性狀之棉株，以後共同混合種植而繁殖之，此爲簡而易行之方法，收效頗大，即普通棉農，亦可用此法自行改良棉種。

混合選種之法，係待棉田內之棉株，已有少數棉鈴吐絮時，選擇優良之棉株，繫以紙牌，或布條、稻草等爲標誌，待選定之棉株吐絮，即可採集一起妥爲軋花，勿與其他種籽混雜，選得之種籽儲藏至來年春季，擇肥力平均之地專種一區，略爲疏植，中耕，除草，嚴爲管理，俾可多收堅實種籽，如此年年繼續爲之，不可中輟，行之多年，棉株之優良性狀，不但可以保持，且能更趨於整齊一致。美國之優良棉種，向日葵 (Sunflower) 及克利物蘭大鈴棉 (Cleveland Big Boll) 等，均由混合選種法所育成。惟必須注意者，即於選株之時，選種宜先定有一標準，然後依此標準之概念，年年如是選擇之，切不可任意變更此標準，否則性狀歧生，難臻生長優良性狀整齊之境況也。

混合選種，係就外表生長優良之植株而加以選植者，但有時棉株外表雖優良，然頗多雜種之後代，其優良性狀，並不能固定，或傳之於

後代，故用混合選種法，對於棉種之改良，不能謂有絕對把握，此混合選種之缺點也。

乙、單株選種 (Individual Plant Selection) 單株選種，為一般育種家所採用之方法，有科學之根據及系統之試驗紀錄，易得良好而可靠之結果，但此種工作較為繁複，非普通農民所能為之。育種家利用棉株之多種天然變異及突變，從中選擇所需優異之單株，作單株行試驗，個別種植，使分離為多數品系。中棉中之金大百萬華棉，中大江陰白籽棉，孝感長絨棉等及美棉中之半半棉 (Half and Half)、隆斯泰棉 (Lonestar)、脫字棉 (Trice) 等，以及海島棉、片馬棉、埃及棉等均用單株選種法所育成。

(1) 選種法 選種時其選種範圍，當視農場之經濟及人力而定，一般言之，應以由近及遠，作各植棉區精密之選種為宜。棉作適應環境能力較普通作物為大，故較遠之地，亦可選擇。選種數量，無論以單本或單鈴為單位，其數目以多為佳，大約至少二千至五六千以上，蓋此後經過室內考種，尚須淘汰一部也。選種時宜在田之內部選擇，不宜在田旁行之。至選種單位，抑用鈴為單位或株為單位，可由工作者自行擇定。如以鈴為單位，可便於數量之多選，以株為單位，則試驗時種籽不慮過少，至棉鈴及棉株遺傳純潔問題，近經研討知鈴間與株間固均有雜交之機會，故若以鈴為單位，其遺傳性質並不較以株為單位之純潔也。大概距離農場近者，而所選數量不巨大時，可以選株，距離遠者而選種數量甚多時，選鈴為通例。田間選擇棉株或棉鈴時，遇有各種良好品種及特異新奇之棉種，均可採集，注意

選株，須具有豐產之情狀，纖維長度亦宜考察，可用左手食指上節約略量之，最好同時能用小梳一梳，視其是否整齊，如纖維粗短，可無須採選，絨長約須在 7/8 吋以上者，始可選為育種材料。如行美棉選種，切不可在栽培退化美棉區域行之，選得之棉鈴或棉株，須分別裝入紙袋中，不可混雜，在同地選得之棉株或棉鈴，可紮於一起，詳記其地名，俾以後研究該區棉株之種類，並對於所試驗之地點適應性如何，如果甚為優良，可仍至該區再行選種也。選得之棉鈴須小心曬乾，否則易於發酵霉爛，以後不能發芽，待攜回農場，即行室內考種，決定去留，至來年種植，每株或每鈴為一行，使各個分離成為純系，經多年有系統記載之比較試驗，可得優良一致之品系。

(2) 選種與室內考種應行注意之性狀 棉株是否真正優良，固不能徒恃外形，必須試驗其後代，始能決定，然選取多量顯有優良性狀之棉株，其能得真正優良品系之機會，必較不加選擇者為多，可無疑義也。故棉作育種者選種時，常視諸般性狀而定取捨，其注意之性狀為結鈴多而大，植株形式整齊，生長不過旺盛，多生果枝，節間不長，早熟，無病蟲害能抵抗風雨及具特殊性狀與抗鹼、抗旱等，纖維長度至少在 7/8 吋以上。

在田間選種因為時匆促，勢不能詳究一切，如纖維平均長度，整齊情形及衣分等之測定，必須攜回在室內考察，棉作育種家對於所選之單株或單鈴，考種時應注意之性狀，意見並不一致，普通均作纖維平均長度之測量，其法為任取十籽左右分梳其纖維，量其一邊之纖維長度而平均之。分梳後之纖維是否整齊，亦須注意，且有

作衣分高低之計算，若品質特別粗劣者，均行淘汰，優良之品系則逐年加以精密之試驗。

(3) 棉作系統或純系育種之程序 棉作之育種試驗因所選種籽之數量及試驗品系，可能進行之步驟等，事實上不得不列定程序，以便試驗之依次進行。茲列舉吾國一般採用之育種程序如下：

第一年 鈴行或單行試驗，每系種一單行。

中棉——行距一尺五寸至二尺，行長則視種籽之多寡而定，可自四尺至十尺，株距八寸至一尺均可。如為株選，行長可增至二十尺至二十四尺。

美棉——行長五尺至十尺，行間距離二尺至二尺五寸，株間距離為一尺。如為株選行長可增至二十四尺，中、美棉均行點播，每第十行設一標準行，選留生長優良之各行，為第二年試驗之材料，不計產量。

第二年 二行試驗（第一次遺傳試驗同）每系先種一單行，再重複一次。

中棉——行長二十市尺至二十四市尺，行距一尺半至二市尺株距五寸至八寸。

美棉——行長二十四市尺，行距二市尺至二尺半，株距一尺，條播或點播，每第五及第十行設一標準行。

第三年 五行試驗（第二次遺傳試驗同）每系種完一行，再依次重複四次，中、美棉之行長、行距、株距及標準行之分佈，均同二行試驗。

第四年 十行試驗（第三次遺傳試驗同）每系種完一行，再依次重複九次，中、美棉之行長、行距、株距及標準行之分佈同二行試驗。

第五年 高級試驗排列法：(1) 規則排列式，(2) 隨機排列式。高級試驗每系先種三行為一區，再依次重複四次，如種籽甚多，可重複九次，至中、美棉之行長、行距及株距，亦同第二年試驗。惟標準區（三行區）之分佈，則為每隔二品系即第三區，須設一標準區，或另法以三行或五行為一區，行長、行距、株距等，均同二行試驗，作隨機排列或拉丁方試驗之排列，採用變量分析法，試驗結果可更為準確，以最優良之數系，行大田繁殖。

第六年以後試驗法——第六年及第七年繼續舉行試驗，所用方法與第五年同，以後選取試驗中最優之中棉及美棉各一種，行大田繁殖而推廣之，採用地方純種主義，以防退化。

第四節 棉作系統或純系育種法詳論

1. 選擇試驗地 試驗場地為棉作育種家之實驗室，故其地必須位置適宜，俾育種者能朝夕躬臨其地，作詳盡之考察，而試驗結果，亦不致因位置之特殊，而不能推廣於一般棉區，即試地之土壤，須擇勿過肥之地而能代表一般植棉區之土壤情形。試地之土壤如能平整一致，肥力之差異不大，而有相當之面積及保護行，免遭受意外之損失，此猶實驗室內之設備精密，試驗結果自必完美也。

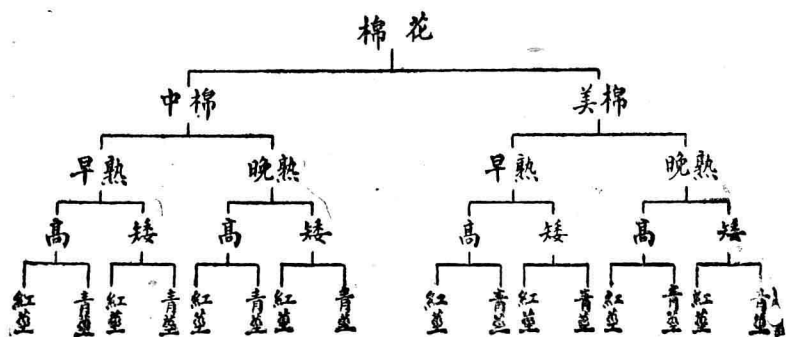
2. 準備試驗地 試地之準備時期與工作，均宜照該地植棉區之情

形爲之，俾試驗結果能切合實用，各系間行產量比較試驗，除各品系一因子不同外，其他一切環境及處理，貴乎相同，故在試驗之先，宜用充分之時間妥爲準備試地，尤宜用熟練工人，使試地之耕耘深淺，能均勻一致也。

3. 選擇標準品系 (Check or Standard Variety) 棉作育種之初期，試驗品系甚多，田間排列，仍以引用規則排列法 (Systematic Arrangement) 爲便利，在採用規則排列法之際，凡每第三個品系或第五個品系須設一標準品系區，藉作比較時之標準。此種標準品系，須選擇最優良之品種，並須爲適合於該試地之風土者。標準品系之優良與否，關係將來育種之結果頗大。假使所用之標準品系太劣，則經多年育成之品系，其產量或品質雖較標準品系爲優，然與其他普通品系相較，則仍未見優良，如此則焉能推廣農家耶。

又比較試驗中所用之標準品系，有時宜隨育種工作之進行而有所更換，如育種多年，已獲有極優良之品系時，可速行繁殖，並用爲比較試驗中之標準品系，以提高試驗標準。

4. 種植計劃書及種籽之預備 不論爲株行試驗或二行、五行、十



品種試驗依形態與特性排列之圖例圖七五

行,及高級試驗已選定之各品系,在播種之前,宜先製種植計劃書,各品系依形態與特性之相近者而排列之,連標準行在內,每行均給以一行號,依書種植,試驗不致錯誤,以後並可憑藉查考。種植書宜預備正副二份,分置兩地,以防不時意外失落,使各試驗無從考查;書內應列之項目:

(a)品系名稱或號數 育種初期選株甚多,名號亦至繁複,自從五桿行試驗起,或輸入之新品種,另給以品系新號數,以後此號數不必再行變更。

(b)種籽來源 種籽來源可表示品系之原生長地,如品系試驗優良,可至原產地再行選種,並可推測其適應區域或該區生長之棉類。

(c)去年種植行號 以便為檢查各品系在過去各年試驗情形之索引。

(d)本年種植行號 按品系與標準品種分佈及重複次數之多寡,用打數機依次打印行號,如品系甚少。亦可用筆抄寫,在有秩序排列試驗,第一系之行號起數如個位為一,而第一系行號終了時並非為零時,第二系之起首行號,宜跳過數號,個位仍用一為起數,使各行號之個位數與第一系相同,如是可便於檢查,不致錯誤。如係隨機排列法,以上各點即可不必詳計也。

金陵大學南京總場中棉品種五行試驗計劃表(一九三七年)—〇〇

品種名稱	來源	去年行號	行號及重複次數
特別標準(Ex ck.)	金大百萬棉	0	第一次第二次第三次第四次第五次
正定大棉	河北正定棉場	1541	1071 1111 1151 1191 1231
獅子頭	山東臨清棉場	1551	1072 1112 1152 1192 1232
大蘭花	江蘇徐州麥作場	1552	1073 1113 1153 1193 1233
青莖鷄腳棉	江蘇南通農學院	1553	1074 1114 1154 1194 1234
標準(CK.)	金大百萬棉		1075 1115 1155 1195 1235
龍華棉	浙江蕭山棉場	1562	1076 1116 1156 1196 1236
小樹花	浙江餘姚棉場	1564	1077 1117 1157 1197 1237
小白花	南京中大農學院	1566	1078 1118 1158 1198 1238
烏口華棉	安徽烏江農場	1569	1079 1119 1159 1199 1239
標準	金大百萬棉		1080 1120 1160 1200 1240

每份種植計劃書上,並應附說明表,黏貼於計劃書之左上角,以便日後查考:

1. 場名(Name of Station)
2. 試驗種類(Kind of test)
3. 排列方法(Kind of arrangement)
4. 試驗品系總數(No. of Strains in test)
5. 行長(Length of row)
6. 行距或區間距離(Distance between rows or plots)
7. 種植行數(No. of rows planted)
8. 株距(Distance between hills or plants)
9. 播種用量(Rate of seeding)
10. 標準品種(Check variety used)
11. 種植期(Date of planting) 年 月 日
12. 種植者(Planted by) 簽名
13. 疏苗期(Date of thinning) 年 月 日

14. 田間記載日期 (Dates on notes-taking) 年 月 日
15. 收穫期 (Date of harvesting) 應分期記載 年 月 日
16. 收穫者 (Harvested by) 簽名
17. 稱種者 (Weigher) 簽名
18. 產量計算者 (Calculated by) 簽名
19. 計算校對者 (Checked by) 簽名
20. 改算因子 (Converting factor)
21. 當選品系總數 (No. of Strains Selected for test)
22. (附註): 如天時, 缺株, 及受鳥獸等害 (Remarks: as weather conditions, % of missing hills, damage done by etc.)

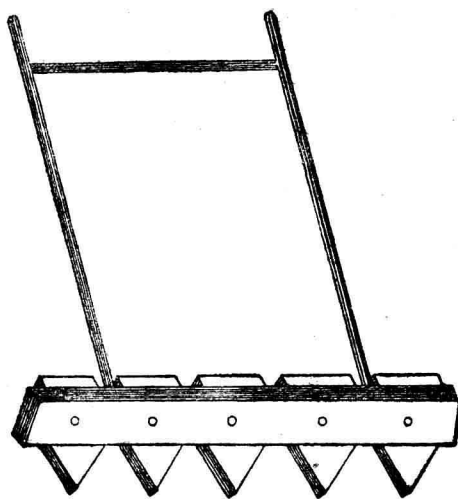
種植計劃書既成, 同時可以預備棉種, 每行種籽裝一紙袋, 紙袋上書明品系名稱, 並依照種植計劃書上之行號, 用打數機打同一行號, 次第排列, 安置箱匣中, 待試地預備完成, 即可攜往田間種植。

5. 播種用量 播種用量, 宜較普通種植稍稠, 尤以蟲害較烈之地為要, 以免缺株過甚之弊。因缺株為棉作試驗最困難之問題, 有時播種用量不多, 於黏土之地播種後, 一遇天雨, 地面板結, 棉芽無力破土而出, 如播種增多, 則能共同頂土出芽, 惟原有棉種不多時, 可用黃豆或向日葵與棉籽同時播下, 以助棉芽出土, 或中棉用美棉, 或美棉用中棉, 同時播下, 助其出土, 以後亦易識別, 出土後可以拔去, 如中、美棉之長行長為二十四市尺, 則每袋種籽中棉約需 20 至 30 克, 美棉約需 30 至 40 克。

6. 種籽之處理 棉籽上除特別光籽者外, 均附有短絨 (Fuzz)。若欲棉籽發芽率高, 及發芽所需之日期少, 並消除病蟲害及易於播種起見, 可用硫酸浸種法 (可參照前章硫酸浸種法) 除去短絨, 惟因試驗時, 品系數目過多。一一分別用硫酸浸種, 工作浩繁, 而硫酸之價亦不

廉，故尙難加以普遍應用。

7. 種植手續 試驗地與種籽，既已準備就緒，一屆播種之時，可攜種籽前往試地，並將開溝器或開行器預先備好，先用開行器將試地之行列，劃成淺溝，然後略加鋤深，即可散放種籽於溝內。散放種籽時，最好由二人爲之，一人按行數將各袋種籽順序放置，另一人持預寫有行號之木牌在第一人後校對散放種是否有錯誤，然後每(五行或)十行置一木牌，以備日後查考試區內行號之用。此時於畦之兩橫端，宜用長繩準之，俾各行之行長能長短一律。每畦起始，先種一二行保護行，接種特別保護行，再種品系，畦之終端，亦須止於標準行及保護行，種籽散放後如檢查無誤即可種植。每袋一行，下種時應嚴密注意工作人員之一切行動，如播種範圍，只限於兩繩界之中，不能超越，每行均勻條播，再用細土妥爲覆蓋。在未覆土之前，工作人員在試地內行走，不應踏足溝內，以免除混雜。



木製劃行器(五齒式)圖七六

a. 標準行 在試驗區之起始與終了以及轉灣之處，均須設置特別標準行，以免各品系與標準品系相距過遠，難以比較。凡因地勢不整，不能採用，或其他原因而臨時必須放入之標準行，均謂之特別標準行，以示與普通標準行區別之意，此項特別標準行種植之位置，均宜記在種植計劃書中，以備日後查考。

b. 種籽行 十行試驗及高級試驗，有時五行試驗之各品系，均另行種植種籽行，每一品系種三行或五行爲一區，視種籽之多寡而定，種籽行之主要目的在增進各品系之純潔。蓋種籽行不計算產量，可以任意去僞去劣，而舉行自交種籽行之種植品系間，普通均相距一行，如能以中美棉品系間隔種植，可免收花時一切錯誤。

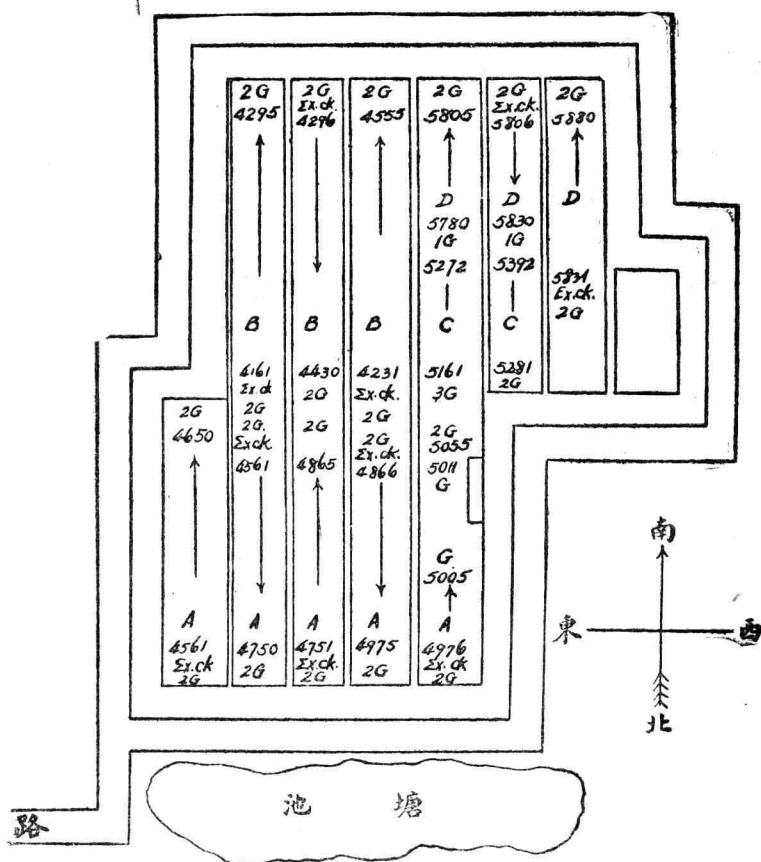
c. 保護行 在每試區之四週，宜酌留空地，以便種植保護行，保護行之功用有三：

- (1) 免除試驗之邊際影響，增加試驗結果之真確性；
- (2) 保護試驗區之受意外損失，如人畜之踐踏與水溝之沖蝕等；
- (3) 防止雜草叢生。

保護行之弊端亦有二：

- (1) 工作不便；
- (2) 占地面積頗多。

d. 種植圖 種植既畢，應即畫種植地圖一幅，表明每區種植順序之方向及行數，試地之房如有顯明識別標記，亦宜誌於圖上，以後田間觀察及記載各種試驗，可以按圖索驥，免尋覓之苦，茲列一田間種植圖爲例如下圖：



金陵大學南京總場十字街區農場棉作試驗種植圖(一九三五年)七七

附註:

2G=二保護行

Ex. ck.=特別標準行

- A. 美棉品種 4561—5055。
- B. 中棉品種 4161—4555。
- C. 中棉品種 5781—5880。
- D. 標準品系比較 5161—5392。

(II)不健全籽種之胚胎外表呈赤褐色，或呈現許多斑點。

(III)已死亡之種籽概不着色澤。

(2)生長情形 隨時記載各試驗植株生長之強弱，形態是否一致，有無混雜，果枝與木枝之比率，節間長短及鈴之大小等。

(3)缺株 每行植株在幼苗期，如有缺株，必須補種，或移補亦可，以後植株長大如缺株過多，必須詳為記載，以便將來校正或不計算其產量，最好於收花完畢後，數得各行株數，記於種植計劃書行號之左角上，以便計算產量時之查考。

(4)試驗地之情狀 如高突水窪鹼地肥瘠雜草等。

(5)病害及蟲害之情形 品系之中是否有抗病性抗蟲性，何種病蟲為害最烈。

(6)成熟期 成熟期早為一優良特性，許多學者曾以開花早者其成熟亦較早，然開花早者並非即為早熟，故決定成熟期應以分期收花之量數為準，而定其成熟之遲早也。棉花早熟，不惟便於輪作，並且增進花衣品質，在北方引種美棉之區，早熟性狀，尤為重要。

(7)抗旱抗鹼 棉花較其他農藝作物，為具有抗旱力量，美棉似較中棉為尤強，但不能抗鹼，惟各品種間對抗鹼能力頗呈顯著之差別，在鹽墾區域地育種，宜特別加以注意。

(8)莖稈之強弱 堅強直立之莖稈，經過大風雨後損失較少。

(9)絮花不易脫落性 已開放之棉鈴經過暴風雨之後，絮花每有脫落之虞，以中棉為尤甚，最近研究謂能藉選種方法，育成能抵抗風雨之品系，故在試驗中須時時留意。

(10)其他意外損害如人畜之踐踏或天時不正等情。

上述各種性狀之重要性，視各地氣候習慣而定，在甲地為重要，而在乙地則往往並不重要，如美棉在河北一帶，以早熟為最重要，而產量次之。因早熟之棉花，各地俗稱為霜前花，價值較高故也。

(11)記載符號 棉作育種試驗品系繁多，田間記載，如用文字詳細敘述，費時費工，而計劃書上空白有限，亦所不能，故宜用記載符號，簡便清晰，可以一目了然也。記載符號，種類頗多，應照各地植棉區之情形，擇要記載，茲略舉數種符號，以供田間記載時之參考。

棉作病害符號一覽表一〇二

中 名	英 名	符 號
立枯病	Rhizoctoniase	R.
炭疽病	Anthracnose	A.
角斑病	Bacterial Blight	B.
鈴腐病	Boll Rot	B. R.
縮葉病	Cyrtosis	C.
棉枯萎病	Cotton Wilt	W.
葉斑病	Cercospora Leaf Spot,	L. S.
貧鉀病	Potash Hunger	P. H.

蟲 害 符 號

中 名	英 名	符 號
棉葉蟲	Cotton Leaf Worm	L. W.
棉鈴蟲	Cotton Boll Worm	B. W.

紅鈴蟲	Pink Boll Worm	P. B. W.
棉葉跳蟲	Cotton Leaf Hopper	L. H.
捲葉蟲	Leaf Roller	L. R.
紅蜘蛛	Red Spider	R. S.
地老虎	Cotton Cut-worm	C. W.
金剛鑽	Cotton Diamond Worm	C. D.
蚜蟲	Cotton Aphiz	C. Ap.

屬於農藝的性狀(Agronomic Characters):

中 名	英 名	符 號
成熟早	Maturity	E
早	Early	E ₁
中早	Medium	E ₂
遲	Late	E ₃
倒伏	Lodging	L. D.
分枝	Branching habit	B. H.
植株高度	Height of Plant	H.
高		H ₁
中		H ₂
矮		H ₃
果枝	Fruiting branch	F. B.
木枝	Vegetative branch	V. B.
植株形狀	Plant shape	P. S.
多枝葉	Leafy	Lf.
棉鈴大小與形狀	Size & Shape of Boll	B. S.
大—B. S. ₁	中—B. S. ₂	小—B. S. ₃
長—B. S. ₁	中間—B. S. ₁	圓—B. S. _R

9. 棉花之自交 純系育種試驗，各品系之後代，必須保持並增進其純潔，俾試驗結果較能可靠，故宜行自交，來年試驗即用自交種籽。在單株行、二行、五行等試驗內之品系，普通均不設種籽行，可在試驗行選生長優良之植株行自交，選株之旁，可插竹桿或樹枝為標誌，自交花數，須以種籽足夠來年試驗之用量為度，大概株行可擇優自交一二株，二行自交三四株，五行自交十株以上。在十行及高級試驗，可於種籽行內舉行自花受精，棉花約有百分之五十之天然落花落鈴，故欲冀得一份之種籽，必須自交兩份之花數。自交宜在清晨及午後四五時花朵尚未開放之時為之。至自交方法以用回形針夾鉛絲圈及線纏等為普通（詳見第十四章）以後收絮時，自交與未自交者，須分別收穫。

10. 收花 收花最好用布袋，每行一袋，布袋上有該行之行號，收花先將布袋按號散於各行之前，再查覆一遍，如布袋散放無誤，即可收花，每一工作者每次收十行，順序進行，且防止混雜為收花最應注意之事，故主其事者，必須親自督察，遇有棉株與隣行之棉株交叉，須令工作者妥為分開採收，如遇花絮已落行間地上，不宜收拾，免致錯誤。收後並宜隨即曬乾，普通二十四市尺長之棉行，如棉絮盛開，每行採收時間約需一刻鐘左右。

11. 室內考種 棉花之品質，其重要性幾與產量等，故室內考種，關係品系之取捨，各品系品質之室內考查，因試驗之性質而有簡單與詳細之別。

甲、單位考種 初次選得之單本，其考種方法：

a. 纖維長度 從全株各瓢中採取十粒或二十粒籽 棉左右分

梳，量其一邊長度而平均之。

b. 衣分 全株各瓢中勻採 30 粒籽棉，秤其重量，軋去花衣，秤其籽重而計算之。計算之法以三十粒籽棉上花衣重，乘一百即得。

c. 衣指及籽指 仍由 30 粒之籽重與衣重推算，變為百粒籽棉之籽重與衣分。

d. 纖維整齊度 單本不考。

e. 籽色 美棉綠籽者不選。

乙、株行以上考種法

a. 纖維長度 每系籽棉中任採籽棉二十粒分梳，量其一邊之絨長而平均之。

b. 衣分 任取籽棉 100 克，小心軋花，秤其籽重或花衣重，即得衣分。

c. 衣指及籽指 數 100 粒籽棉稱其重量，再小心軋花，稱得百粒棉籽之重量，即為籽指，其餘重量即為衣指。

d. 每鈴籽棉重 稱 100 鈴之籽棉重，代表鈴重。

e. 纖維整齊度 籽棉分梳後視其是否呈蝶形，以粗定其整齊度。高級試驗之品系，可用長度分析機，求其纖維之整齊度。

f. 籽色 綠色（美棉）不入選。

g. 撚曲度 纖維量或粗細及強度等之考查，限於高級試驗內之少數品系，惟此類考查，須設備完善之棉場，始能為之，非一般棉場所能行也。

考種用之材料，最好用自交之籽棉或種籽行內之自交籽棉，考種之

12. 純系育種產量計算 計算方法，隨試驗方法而異，茲依純系育種程序，詳列其計算法：

甲、株行或鈴行試驗，因係單行試驗產量不甚可靠，故不必計算，祇須憑田間觀察選擇生長優良之各行，供來年試驗。

乙、二行試驗計算法

(1) 求各(標準品系在內)二行之平均產量，再乘以改換因子，變為每畝市斤。

(2) 以相隣二標準行之每畝產量平均為理論標準。

(3) 以相隣二標準行間四品系之每畝產量與理論標準相減，以視其為增或為減。

棉作二行試驗產量計算方法表一〇五

品系號數	去年行數	名行產量(克)		平均每畝產量 (平均 × 0.2)	理論標準	產量增減
		第一組	第二組			
標準		1,101	691	170.2		
11	2,829	935	1,563	249.82	226.6	23.2
15	2,833	1,306	1,044	295.0	226.6	68.4
23	2,838	830	1,563	239.3	226.6	12.7
26	2,839	892	997	188.9	226.6	-37.7
標準		985	1,845	283.0		
30	2,843	562	1,368	193.0	279.6	-86.6
48	2,849	394	1,355	174.9	279.6	-104.7
49	2,851	627	1,211	183.8	279.6	-95.8
64	2,856	775	1,627	240.2	279.6	-39.4
標準		1,232	1,530	276.2		

第一標準行兩組之產量總計 = $1,011 + 691 = 1,702$ 平均每畝產量 $1,702 \div 2 \times .2 = 170.2$ 。

理論標準 $(170.2 + 283.0) \div 2 = 226.6$ 。

品系之每畝產量與理論標準相減 $249.8 - 226.6 = 23.2$

$295.0 - 226.6 = 68.4$

..... - =

按理論標準之推算，其計算法有下列數種：

(1) 標準品系平均數 將二行試驗內所有之標準行產量相加而平均之，此平均數即可代表理論標準之產量，以為與各品系之產量相比較。

(2) 鄰近兩標準行之平均數 用相鄰近兩標準行之產量相加，求平均數，再與各品系比較。

(3) 等級方法(Grading method) 用鄰近兩標準行產量之差再以標準行相隔之行數除之，此法根據兩標準行間土壤肥力漸次增遽之理論為正確。

普通五行及十行試驗之理論標準計算採用等級法，二行試驗因係初步試驗，理論標準計算多用平均法。

因子計算 各試驗品系之平均產量乘以因子，可使各平均產量，改換為每畝之產量，藉知該品系每畝之生產能力也。因子計算方法如下：

如試驗行長為 24 市尺，行距為 2.5 市尺，則每行所占面積為 60 平方尺，每畝面積為 6,000 平方尺，每市斤為 500 克，故因子數為

$$\frac{\text{(每畝平方尺) } 6,000}{\text{(行長} \times \text{行距) } 24 \times 2.5} = \frac{6,000}{60} = \frac{1}{5} = 0.2$$

每斤克數 500

各種行長與行距及其計算因子表—〇六

行 長 (市尺)	行 距 (市尺)	改 換 因 子
20	1.5	0.4
20	3.0	0.3
24	2.0	0.25
24	2.5	0.2
30	2.0	0.2

丙、五行試驗計算法

(1) 求品系及標準種之五行平均產量，乘以改換因子，變為每畝平均斤數。

(2) 求相鄰二標準種平均產量之差，用等級法求算理論標準。

(3) 求各品系平均產量與理論標準產量之差。

(4) 求各標準種五行產量之平均數或差 (P.E._m) 再除以其平均產量數乘一百，變為平均數或差百分率 (P.E._m in %), 求或差宜用

貝 (Bessels) 氏之或差公式 $P.E._m = \pm .6745 \sqrt{\frac{\sum D^2}{n(n-1)}}$

(5) 將上述所有標準種之平均數或差百分率相加，其總和再平均之，得平均數或差百分率之平均數 (Aver. P.E._m in %) 名之曰 X 數，然後將 X 數二倍或三倍之，為品產產量決選之標準，此法為 洛夫 (Love) 教授所創用，各棉場頗多採用。

五行行與二桿行產量計算方法之異同如下：

與二行相同者：

1. 每品系及標準種均求平均產量。
2. 每品系之平均產量與理論標準產量，均求其相差。

與二行不同者：

1. 二行試驗之理論標準用平均法求得，而五行試驗則用等級法求得之。
2. 二行試驗不求標準行產量之平均數或差 (P.E._m) 之百分率 X。
3. 二行試驗不求 2X 或 3X 乘品系五行之平均產量。

第一特別標準之每畝平均產量，平均數或差及其百分率之計算：

各行產量	差數(D)	差數平方(D ²)
1094	114	12996
1021	41	1681
551	429	184041
1384	404	163216
850	130	16900
<u>5) 4900</u>		<u>378834</u>
980		

平均產量 = 980 × 0.2 (改換因子) = 196.00

$$\begin{aligned}
 \text{或差(P.E._m)} &= \pm .6745 \sqrt{\frac{378834}{5(4)}} \\
 &= \frac{.6745}{\sqrt{20}} \times \sqrt{378834} \\
 &= \frac{.6745}{4.4721} \times 615.4949
 \end{aligned}$$

棉作五行試驗計算法表一〇七

系 品	去年 行數	行 數 及 產 量					總計	每畝平均產量 平均數 $\times .2$ (磅)	理論 標準	產量 增減	2X \times 平 均產量	3X \times 平 均產量
		I	II	III	IV	V						
第4001行 前之特別 標準		1094	1021	551	1384	856	4900(196.00 \pm 18.56(9.47%))					
9	2828	4001/1477/4801/1074	5601/968	6401/1593/201/1194	6306		252.24	195.95	56.29	52.62	78.93	
13	2831	4002/924	4802/882	5602/1156/6402/1724	7202/930	5616	224.64	195.90	28.74	46.86	70.29	
28	2441	4003/666	4803/427	5603/1315/6405/1165	7203/475	4048	161.92	195.86	-33.94			
51	2832	4004/1585/4804/1549	5604/1459	6404/1811	7204/1102	7506	300.24	195.81	104.43	62.63	93.64	
標準		4005/1164/4805/667	5605/738	6505/1425/205/900	4894	195.76 \pm 18.95(9.68%)						
上海62	2854	4006/1106/4806/1044	5606/1563	6506/1345	7206/658	5506	282.24	203.84	28.40	48.45	72.67	
上海70	2859	4007/1769/4807/815	5607/922	6507/1704	7207/828	6038	241.52	211.92	29.60	50.38	75.57	
上海83	2869	4008/1303/4808/543	5608/971	6508/1297	7208/1009	5123	204.92	220.00	-15.08			
上海89	2874	4009/1410/4809/1651	5609/990	6509/1297	7209/1087	6863	274.52	228.08	46.44	57.26	85.90	
標準		4010/1636/4810/928	5610/809	6510/1756	7210/775	5904	236.16 \pm 28.69(12.15%)					

註：從 I—V 行中有二種數字，如 4001 係行數，1477 係每行之產量。

$$= 0.1508 \times 615.4949$$

$$= 92.8 \times 0.2 = 18.56$$

$$\text{或差百分率 (P.E.}_m \text{ in \%)} = \frac{18.56}{196.00} \times 100$$

$$= 9.47\%$$

理論標準之計算：

$$\text{相鄰二標準行平均產量之差} = 196.00 - 195.76 = 0.24$$

$$0.24 \div 5 = 0.048$$

$$\text{第一品系之理論標準} = 196.00 - 0.048 = 195.95$$

$$\text{第二品系之理論標準} = 195.95 - 0.048 = 195.90$$

$$\text{第三品系之理論標準} = 195.90 - 0.048 = 195.86$$

$$\text{第四品系之理論標準} = 195.86 - 0.048 = 195.81$$

$$\text{產量增減：第一品系 } 252.24 - 195.95 = 56.29$$

$$\text{第二品系 } 224.64 - 195.90 = 28.74$$

求 X (即平均數或差百分率之平均)

$$\begin{array}{r} 9.47\% \\ 9.68 \\ 12.15 \\ \hline 30) 31.30 \\ \hline 10.43 = \bar{X} \end{array}$$

$$2X = 2 \times 10.43 = 20.86\%$$

$$3X = 3 \times 10.43 = 31.29\%$$

$2X \times$ 平均產量：

$$\text{第一品系} = 20.86\% \times 252.24 = 52.62$$

$$\text{第二品系} = 20.86\% \times 224.64 = 46.86$$

$3X \times$ 平均產量

$$\text{第一品系} = 31.29\% \times 252.24 = 78.93$$

$$\text{第二品系} = 31.29\% \times 224.64 = 70.29$$

以品系產量之增減與 $2X \times$ 平均產量，或 $3X \times$ 平均產量相較，第一品系產量之增減為 56.29，較 $2X \times$ 平均產量為大，較 $3X \times$ 平均產量為小，如以 $2X \times$ 平均產量為選擇標準，則第一品系可以當選，升入十行，繼續試驗，第二品系產量增加不顯著，可仍留五行再為試驗，以觀後效，第三品系產量過劣，可以淘汰，第四品系產量增加甚多，高於 $3X \times$ 平均產量，升入十行試驗，可無疑義。棉作不如其他作物可以產量為主，因棉作尚須注意其品質，故取捨標準，極宜參考室內考種之結果也。

丁、十行試驗計算法

- (1) 求每品系間十行之平均產量乘以改換因子，為每畝平均斤數。
- (2) 求相鄰二標準品種，平均產量之差，用等級法求理論標準。
- (3) 求每品系之平均產量與理論標準之差。
- (4) 求各標準種十行，產量之平均數或差及平均或差百分率 ($P.E._m \%$)。
- (5) 求 X^* 即所有標準品種或差百分率 ($P.E._m \%$) 之和之平均，再乘以 $\sqrt{2}$ ，變為差異之或差 ($P.E._d$) 然後再三倍之。

中棉十行試驗產量表一〇八(金大南京總場)

品系名稱	去年行號	產量										每畝平均產量 (總數×.4)*	推算標準	增減	3X*× 平均產量
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X				
特別標準		232	291	284	236	201	292	322	287	233	222	104.8±3.30(3.15%)	102.0	8.4	14.75
1—3	1004	278	280	285	252	354	270	298	289	284	270	110.4			
3—1	1011	294	312	301	287	290	302	325	314	317	322	122.8	99.2	23.6	16.41
3—2	1024	240	225	215	196	243	223	245	212	204	214	88.8	96.4	-7.6	
3—4	1032	264	210	212	205	200	242	246	214	212	159	88.0	93.6	-5.6	
標準		220	282	244	192	238	210	281	203	178	222	90.8±2.97(3.27%)			
4—1	1043	265	233	216	224	242	216	283	204	192	195	90.8	90.2	0.6	12.13
4—2	1057	192	203	182	206	223	184	232	186	172	166	78.0	89.5	-11.5	
4—4	1074	282	276	242	286	263	252	304	277	252	276	108.4	88.9	19.5	14.48
4—7	1082	238	274	243	216	198	206	293	208	236	214	90.9	88.2	2.7	12.14
標準		216	278	241	186	184	232	256	196	214	187	87.6±2.77(3.16%)			
5—1	1096	196	212	210	176	208	187	209	196	174	152	76.8	87.0	-10.2	
5—4	1123	269	305	264	239	276	284	296	272	250	205	106.4	86.3	20.1	14.22
6—2	1146	220	260	212	209	198	184	189	176	202	184	81.4	87.7	-4.3	
6—4	1174	240	252	242	206	196	192	212	220	216	224	88.0	85.0	3.0	11.76
標準		194	252	238	178	245	189	236	184	176	218	84.4±2.55(3.02%)			

附註: 中棉試驗行長 20 市尺行距 15 市尺, 改換因子爲 0.4。X* = 3(Average Probable error of the mean in % × √2)

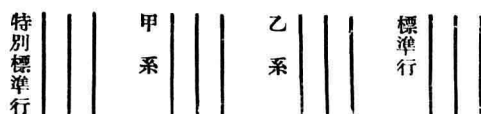
= 3(3.15% × 1.414) = 13.36%

十行試驗計算方法，除求 X^* 須乘以 $\sqrt{2}$ 外，均與五行試驗計算法相同，蓋十行試驗較五行試驗為精密，按生物統計原理，二品系作精密比較，宜求平均數或差之相差，其公式為或差之差 (P.E._{m.d.}) = $\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$ 。十桿行計算或差只用標準品系，假定其他品系之或差，約與各標準品系之平均或差相等，上表所示各標準行平均數或差百分率之平均 = 3.15。現假定各品系之或差，亦為 3.15，則或差之差 (P.E._{m.d.}) 之值，當為 $\sqrt{3.15^2 + 3.15^2} = 4.45$ ，以 $3.15 \times \sqrt{2} = 3.15 \times 1.414 = 4.45$ 之計算理論相同。

十桿行品系決選，即以三倍平均數或差百分率之平均乘其或差之相差 (P.E._{d.})，再乘各品系每畝之平均產量，以為選擇之標準。如遇各品系之產量不高，選擇標準不宜過高，亦可以二倍半或二倍平均數或差百分率之平均乘其或差數為選擇標準。

13. 高級試驗計算法

甲、規則排列法 高級試驗之方法，可分為二種，一為規則排列法 (Systematic arrangement) 其法將十行試驗內所選定之優良各系，用較大之區積，每一品系可以三行至五行為一區，重複次數，至少須有五次或多至十次，每第三系加設一標準區，用有規則法排列，如下圖：



高級試驗 (規則法) 田間排列圖七八

凡整地，播種，收穫脫粒等手續與十桿行同，計算產量方法，亦與十行試驗大致相同，僅行數增多而已。

中棉有規則排列高級試驗計算法表一〇九（金大南京總場）

行號名稱	行 號 及 產 量										總數	每畝平均產量（總數乘0.1或平均數乘0.4）	推算標準	增減	**X 平均早產	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X						
標準	1/28021/20541/25261/30181/290101/246121/294141/216161/195181/230	2/27422/20642/23462/31882/332102/287122/316142/232162/251182/205	3/25823/21443/27863/31683/324103/278123/300143/288163/283183/245	4/24224/28244/22564/30584/312104/226124/292144/221164/290184/212	5/24525/27045/28465/31885/332105/276125/332145/256165/283185/27110520105.2±1.69(1.61%)	6/25226 27846/29166/32086/344106/252126/304146/286166/254186/262	7/26027/27247/30267/31987/331107/302127/314147/258167/328187/285	8/27228/20448/4668/29888/324108/316128/296148/284168/2188/240	9/25729/22449/26469/29889/37109/256129/291149/252169/216189/22311670116.7	10/26430/23250/24470/27890/394110/281130/287150/242170/220190/233	11/24231/24051/28271/30691/326111/312131/321151/292171/254191/244	12/20232/23452/21572/29492/286112/274132/281152/256172/220192/231	13/24533/20853/22673/29293/287113/238133/311153/232173/178193/20510410104.1	14/28634/22154/21674/27894/312114/223134/297154/218174/209194/230	15/23335/20555/29475/29895/222115/306135/321155/294175/221195/233	16/20336/21156/30276/31296/216116/220136/315156/284176/201196/22210080100.8±1.81(1.80%)
	5004—4											103.713.0	8.44			
	50023—1											103.713.0	8.44			

註：行長 20 市尺，行距 1.5 市尺，四十行總產量之改換因子為 0.01，平均一行產量之改換因子為 0.4。

X**=3(Average Probable error of the mean in % $\sqrt{2}$) = 3(1.705% $\sqrt{2}$) = 7.23%。

乙、隨機排列法 第二法為隨機排列或稱無秩序排列法，為費歇 (Fisher, R. A.) 氏近年所倡用，方法合理，試驗精確，故棉作高級試驗多喜採用隨機排列法。試驗時每品系亦以三或五行為一區，惟各品系須隨機排列標準種作為一個品系，列入各系內，共同試驗之。隨機排列又可分為二式：(a) 隨機區集排列 (Randomized Blocks) 及 (b) 拉丁方式排列 (Latin Square arrangement)，茲另行分述於后：

隨機排列法高級試驗計算法 按排列之性質，可分為兩種不同之田間規劃：

(1) 隨機區集排列 法將試地按試驗重複之次數，劃為若干區 (Blocks)，每區內按品系之多寡，分為若干小區 (Plots)，各品系在區內之排列，不能作人為的決定，各品系可先給以代表號碼，查鐵俾脫 (Tippett) 氏著之隨機取樣數字表 (Random Sampling numbers)，或查潘簡良及朱學淳二氏所製隨機排列之取樣法表 (農報三卷二十一期，民國二十五年)，依法查得數字，即與代表品系之號數對照，一一填入品系。排列時須注意受一種地域限制 (Local control)，即每一直區 (Column) 內不能有相同之品系同時排列一直區內，茲舉例如下：

品系 號數	區									
	數 (重複次數)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A=1	5	3	4	3	4	2	3	2	1	5
B=2	3	4	2	1	3	5	4	1	2	4
C=3	1	5	3	4	5	1	2	5	4	1
D=4	4	2	1	5	2	3	1	3	5	3
E=5	2	1	5	2	1	4	5	4	3	•

註：七七圖中有標準
品系一故仍稱九品系。

棉花九品系之隨機區集排列法圖七九

隨機區集排列法之產量計算，須用變異分析法 (Analysis of Variance)，與規則排列法試驗所用之算法，大為不同，茲舉例如下：

中棉隨機排列高級試驗產量之分析——變異分析法表——○

品 種	重 複 次 數 (區集數)										總 數	平 均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	122*	124	136	142	126	148	132	136	140	124	1350	133
B	106	116	121	134	124	125	124	112	126	102	1190	119
C	110	118	124	105	114	118	116	116	122	117	1160	116
D	104	100	108	94	112	102	106	101	114	99	1040	104
E	118	112	111	115	114	127	112	115	108	118	1150	115
總數	560	570	600	590	590	620	590	580	610	560	5870	587
平均	112	114	120	118	118	124	118	116	122	112		117.4

(117.4=總平均數(General mean))。

註：*各品系每區之產量，係三行之平均克數。

(2)變異分析法計算之步驟如下：

a. 各品系小區之分佈，在區集內原為隨機排列，未計算之前，須先使其依品種之先後順序，重為排列如上表，然後計算直行(Column)，即重複次數與橫行(Rows) 即品種之總產量與平均產量。

b. 求全總數變異自乘和 (Sum of Squares of total Variance)。

(a)各小區產量自乘和 (Sum of the Squares of indivi-

dual plot yields)。

$$122^2 + 106^2 + \dots + 99^2 + 118^2 = 695910。$$

(b)因 695910 之自乘和,非得自其平均數之差,故須求校正數(Corrections),求校正數法有三:

(1')全總數(grand total)乘其平均數

$$5870 \times 117.4 = 689138$$

(2')全總數自乘,除以區數 $\frac{5870^2}{50} = 689138$

(3')平均數自乘再乘以區數 $117.4^2 \times 50 = 689138。$

(c)各小區產量自乘和減校正數,即全總數變異自乘和

$$\begin{array}{r} 695910 \\ - 689138 \\ \hline 6772 \end{array}$$

(d)求自由度(Degrees of Freedom)小區數減一

$$50 - 1 = 49。$$

(3)求區集間變異自乘和(Sum of Squares deviation due to blocks)。

(a)以各區集之產量總數自乘和除以品系數減上求之校正數。

$$\begin{aligned} (560^2 + 570^2 + 600^2 + \dots + 560^2) \div 5 &= 3449300 \div 5 \\ &= 689860 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 689860 \\ - 689138 \text{ (校正數)} \\ \hline 722 \end{array}$$

(b)求自由度 為區集數減一, $10 - 1 = 9。$

(4)求品種間變異自乘和(Sum of Squares deviation due to

varieties)。

(a) 以各品種產量總數自乘和, 除以區集數減上求之校正數。

$$(1330^2 + 1190^2 + \dots + 1150^2) \div 10 = 6934700 \div 10 \\ = 693470$$

$$\begin{array}{r} 693470 \\ - 689138 \text{ (校正數)} \\ \hline 4332 \end{array}$$

(b) 求自由度 為品種數減一, $5 - 1 = 4$ 。

(5) 求試驗差誤自乘和 (Sum of Squares deviation due to error)。

(a) 以全總數變異自乘和減去區集間變異自乘和及品種間變異自乘和。

$$6772 - (722 + 4332) = 1718。$$

(6) 求區集間、品種間及試驗差誤之平均自乘 (Mean Square) 以各該區之自由度, 除其自乘和即得。如區間之平均自乘為

$$722 \div 9 = 80.22。$$

(7) 上列之計算結果列表如下:

變異分析法(Analysis of Variance)表———

差異之來源 (Variation due to)	自 由 度 (degree of freedom)	平 方 總 和 (Sum of Squares)	平 均 自 乘 (Mean Square)
重複次數 (Replication, Column, 直區)	9	722	80.22
品 種 (Varieties rows)	4	4332	1083.00
差誤 (Errors)	36	1718	47.72
總數 (Total)	49	6772	

變異分析表中之差誤平均自乘，爲本試驗之變異數(Variance)，以此數開方，乃得單區之標準差(Standard error of Single plot)，在未比較品種間產量能力差別之前，應先測全試驗是否顯著，用費歇氏之 Z 測驗法(Fisher's Z test)，但以其計算較爲繁複，近多喜採用司乃狄克氏之 F 測驗法(Snedecor's F test)代之，其法可如下式：

$$F = \frac{\text{品種平均自乘}}{\text{差誤平均自乘}} = \frac{1083.00}{47.72} = 22.6948$$

按 F 測驗法之原來公式爲 $F = \frac{\text{大值平均自乘}}{\text{小值平均自乘}}$ ，在品種比較試驗時，若品種之平均自乘數值小而試驗差誤之平均自乘數值大時，F 測驗可以不必計算。

上求 F 值爲 22.69，查 F 表 $n_1 = 4$ ， $n_2 = \infty$

5% (即機遇率偶差爲 95:5) 爲 5.63。

1% (即機遇率偶差爲 99:1) 爲 13.46。

今 F 值爲 22.69 大於 13.46。表明品種間之產量能力，有顯著之不同，可進而作品種產量優劣之計算如下：

$$\begin{aligned} \text{求(1')標準差} &= \sqrt{47.72} = 6.9079 \\ &\text{單小區} \\ &(\text{S. E. of Single plot}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(2')標準差} &= \sqrt{\frac{47.72}{10}} = 2.18 \\ &\text{平均} \\ &(\text{S. E. of mean}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(3')標準差} &= 2.18 \times 1.41 = 3.07 \\ &\text{相差} \\ &(\text{S. E. of difference}) \end{aligned}$$

$$(4') \text{標準差} = \frac{3.07 \times 100}{117.4 (\text{總平均數})} = 2.61\% \text{。以此} \\ \text{相差\%}$$

數二倍之以定差異是否顯著之標準。

(5') 求品種產量百分數及與總平均數百分數之相差。

求總平均與百分數之差(變異分析法)表一一二

品 種	A	B	C	D	E	總平均	標準差 相差 × 2
平均產量	133	119	116	104	115	117.4	6.14
平均產量%	113.3	101.4	98.8	88.6	98.0	100.0	5.22%
品種產量與總平均相差之百分數	13.3	1.4	-1.2	-11.4	-2.0		

上列品種中，品種A之產量為最高，與總平均相差之百分數大於標準差%之二倍(5.22%)，故其優良甚為顯著。品種B, C, 及E與總平均相差之百分數小於標準差%之二倍，故三品種之優劣性不顯著，品種D則產量甚劣頗顯著。

丙、拉丁方區排列法

拉丁方區排列試驗法，較隨機排列試驗法，尤為精確，可在全變量中除去直區間與橫行間之變異，故在排列時須受兩種限制，即於每一直區內與橫行內，不得有相同之品系排列其中，因此直區之數必須與橫行區數相同，而試驗品種之數不能多於八種以上，否則難以排列，此其缺點也。

茲用金陵大學民國二十四年愛字棉選系拉丁方試驗為例，述明拉丁方之數學分析法如下：

今有愛字棉五品系，採取拉丁方試驗法，其田間試驗時之排列如

下式:

金陵大學愛字棉拉丁方試驗表一一三 (民國二十四年)

		直				行				總數	
橫	141	8589	481	8617	1116	8272	949	7844	ok.	7896	41218
	1116	8035	ok.	7573	481	7413	141	7412	949	8116	38549
	481	7635	1116	7558	949	8665	ok.	7673	141	7023	38554
行	949	7905	141	7100	ok.	7576	1116	7133	481	6867	36581
	ok.	7591	949	7157	141	6805	481	6235	1116	7082	34870
總數	39755		38005		38731		36297		36984		189772

註: 各區產量爲五行之總數, 其單位爲克 (Grams)。

各品系排列後之總產量表一一四

品系名稱 區別	141	481	1116	949	ok.
第一區	8589	8617	8272	7844	7896
第二區	7412	7413	8035	8116	7573
第三區	7023	7635	7558	8665	7637
第四區	7100	6867	7133	7905	7576
第五區	6805	6235	7082	7157	7591
總產量	36929	36767	38080	39687	38309

總產量平均(189772/5)=37954.4。

(1) 求二十五區產量自乘和

$$(8589)^2 + (8035)^2 + \dots + (6867)^2 + (7082)^2 = 1449206424.00$$

產量總數自乘除以區數

$$(189772)^2 \div 25 = 1440536479.36 \text{ (校正數)}$$

$$\begin{array}{r} 1449206424.00 \\ - 1440536479.36 \\ \hline 8669944.64 \text{ (a)} \end{array}$$

自由度爲全區數減一 (25-1=24)

(2) 求五橫行總產量自乘和

$$(41218)^2 + (38549)^2 + \dots + (34870)^2 = 7225446302.00$$

上數除以每橫行之區數 $\div 5 = 1445089260.40$

$$\begin{array}{r} \text{減以校正數} \dots \dots \dots - 1440536479.30 \\ \hline 4552781.10 \text{ (b)} \end{array}$$

自由度爲橫區數減一 (5-1=4)

(3) 求直行總產量自乘和

$$(39755)^2 + (38005)^2 + \dots + (36984)^2 = 7210218876$$

上數除以每直行之區數 $\div 5 = 1442043775.20$

$$\begin{array}{r} \text{減以校正數} \dots \dots \dots - 1440536479.30 \\ \hline 1507295.90 \text{ (c)} \end{array}$$

自由度爲直區數減一 (5-1=4)

(4) 五品系總產量自乘和

$$(36929)^2 + (36767)^2 + \dots + (38309)^2 = 7208287180.00$$

上數除以每品系之區數 $\div 5 = 1441657436.00$

$$\begin{array}{r} \text{減以校正數} \dots \dots \dots - 1440536479.30 \\ \hline 1120956.70 \text{ (d)} \end{array}$$

自由度爲品系數減一 (5-1=4)

(5) 求試驗差誤, 以(a)-(b)-(c)-(d)

$$8669944.64 - 4552781.10 - 1507295.90 - 1120956.70$$

$$\text{—————} = 1488910.94.$$

自由度爲 (a) - (b) - (c) - (d) = 24 - 4 - 4 - 4 = 12。

變異分析列表——五

變異原因分析	自由度	自乘和	自乘均數	
橫行	4	4552781.10	1138195.275	Z = 0.4075
直行	4	1507295.90	376823.975	
品系	4	1120956.70	280239.175	
差誤	12	1488910.94	124075.912	
總數	24	8669944.64		

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{1}{2} \text{Loge} \frac{280239.175}{124075.915} \\
 &= \frac{1}{2} \text{Loge} 2.25861 \\
 &= 0.40738
 \end{aligned}$$

[如無自然對數表 (Natural Logarithm table), 可求 2.2586 之普通對數 (Common log.), 再乘 1.1513 即爲 $\frac{1}{2} \text{Loge} 2.25861$,

$$\begin{array}{r}
 \text{Loge } 2.25861 \quad = 0.3538393 \\
 + \quad \quad \quad \quad \quad \quad 19.3 \\
 \hline
 0.3538412.3
 \end{array}$$

$$0.3538412.3 \times 1.1513 = 0.407377]$$

當 $n_1 = 4$ (自乘均數大者用 n_1)

$n_2 = 12$ (自乘均數小者用 n_2); 查費歇氏 Z 表, 5% Z 值 = 0.5907。

或求 F 值較爲簡便, 今求得之 Z 值 = 0.4074 < 0.5907 故各品系間當無顯著之差異可言, 蓋品系間雖有較大之差別者, 乃因

試驗差誤所致也。故不必再行計算。如欲繼續計算各品系產量，其算法與以上之隨機排列變異分析最後一部完全相同。

第五年試驗方法，已詳細示明，以後數年之試驗，可仍用高級試驗方法繼續二三年或三四年，直至於各品種中能選定一二最優良之品種時為止。棉花品種之優劣，不僅限於生產能力，可以為斷，品質方面亦屬同等重要，此則棉作育種者所不可不知也。

從高級試驗中，既已選定最優品種，須速行繁殖良種，以為推廣之用。並宜舉行區域試驗，測定其適應之範圍，其試驗區域，以廣為佳，為時約二三年，舉行區域試驗之時，各該地之較優品種，宜列為品種之一以比較之。

第五節 歷年試驗方法總結

第一年——鈴行試驗(或株行)每第十行設標準行，其行長視種子多寡而定。

第二年——每品系種二三行，每第五行及第十行設標準行，行長中棉二十市尺或二十四市尺，美棉二十四市尺，行距中棉一尺半至二尺，美棉二尺至二尺半，如能重複多次更佳。

第三年——每品系種植五行，標準行之分佈及行長、行距等，與第二年同。

第四年——每品系種十行，標準行之分佈及行長、行距等，與上年同。

第五年或第五年之後——任用有規則排列法，或隨機排列法，每區種三至五行。在規則排列法，每隔二品種設一標準區，行長、行距等均與

上年同，重複四至九次。隨意排列法重複次數，亦爲四至九次，標準品系只作一品系列入，共同試驗。

種子行——種籽區內，宜行去僞去劣，自交時即損傷棉株，亦無關產量，種籽區最遲於第四年必須種植。

第六節 總 結

棉作育種史略，約始於一七九〇年，在西印度羣島爲創舉，十九世紀初葉，非洲之埃及，亦試行改良棉作。美國雖爲現代棉產最多之國家，而改進歷史，確較他國爲晚，且美國改進棉作，首先發動者，當推各種籽公司，如系統育種公司等，嗣後各州農學院起而效尤，始成今日之局面。

華棉改進，始自明清各朝，專設有司，執掌其事，直至清末民初之後，聘請外籍專家，設置植棉機關，各大學農學院，如南京之中央、金陵等，研究品種之改良與訓練植棉人材，不遺餘力。國府成立後，鑒外棉之傾銷日盛，遂於改進棉作之意旨，格外加強焉。

育種之目標，爲增加產量，改良品質，適應環境，抵抗病蟲等害；改良方法中，引用最普通者，爲混合選種，單株或單鈴之選擇，並加以粗放之室內選擇。

如引用純系育種，其程序應遵照已通行之規定。第一年爲鈴行或株行，第二年二行試驗，行長增加，第三年爲五行試驗，行長與上年相同，而重複次數增加，第四年行長度與上年同，惟重複次數增至九次，第五年以後爲高級試驗，規則排列法與隨機排列法均可，引用每小區積以三行或五行均可。

實行棉花改良程序中，對試驗地之選擇與準備應小心計及，選擇標準品系，為各品種比較之標準，及製定種植書等，均應細心為之，不使有絲毫錯誤，致影響試驗結果。

至播種數量務求適合，否則太稠則間拔費工，太稀則有缺株之虞。種植手續，如開溝覆土，務使均勻而嚴密，保護行之設置，寧多勿缺，十行以上之試驗區，應設置種籽區，以免自交與去劣時，試驗區中之植株遭受損失。

生長期間應注意田間觀察，如出芽百分率、缺株數、病蟲害之種類及為害程度，餘如成熟遲早、抗旱、抗鹼性等能力。最好用符號法代表之，如立枯病用 R 代表，因該病之學名為 *Rhizoctonia* 係用其字之第一個字母也。又如早熟用 E_1 E_2 等字代表意義與上相同，不過用 1 與 2 代表早熟及中熟等級是也。

自交手續為繁而且苦之工作，但因保持純潔關係，實難免除，自交之前，應先選擇植株，用竹桿、草棍等作為標誌，在每日下午或早晨，從標誌之植株中，將未開放之花芽，用回形針或鉛絲等束縛之。

收花所用之器具，以布袋為佳，因能經久不壞，曝曬方便，且水分較紙袋易於蒸發，每次收集之籽棉花，應接續曝曬數日，然後稱之，以後手續祇留室內考種，選優去劣。

每品系之產量，在收花完畢後，將各次所收之花，加於一齊，照各級試驗計算法，比較各品系之生產能力。

參考文獻

1. Brown, H. B.: Cotton Breeding, Cotton, IX:15—177, 1927.
2. Hayes and Garber: Cotton and Sorghum, Breeding Crop Plants, XIV: 235—243, 1927.
3. Hughes and Nenson.: Cotton, Crop Production, 22:501—522, 1933.
4. Hutchison and Wolfe.: Cotton, Production of Field Crops, XXXVI:335—348, 1924.
5. Love, H. H.: Direction for Cotton Improvement in China, National Agr. Res. Bur., Nanking, China, Special Publication 1—96, 1934.
6. Siao, F.: Uniformity Trials with Cotton, Jour. Amer. Soc. Agron. 27: 12:974—979, 1935.
7. 洛夫、陳燕山: 棉作區域試驗報告, 中央農業實驗所特刊三號, 二三, 七。
8. 王善倫: 棉作新法試驗之商榷, 中華農學會報116:47—56, 二二, 九。

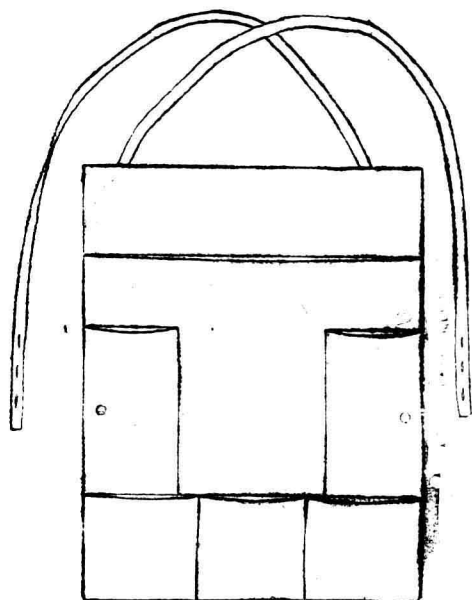
第十六章 棉作育種法 II.

雜交育種及輪種馴化法

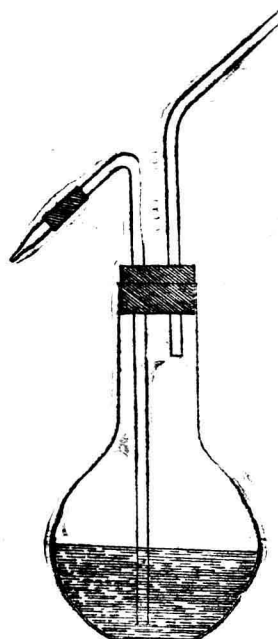
第一節 雜交育種

自然間已發生之優良棉株個體，再用人爲的選種方法分離求得之，此法有時或窮，蓋分離之優良個體，難以盡合乎棉作育種家理想上一切條件，於是乎雜交之法尚焉。雜交育種，必先有純系育種爲其基礎，否則盲目交配，當毫無結果之可言。經純系育種多年之試驗，品種之優點與劣點，既已了然，再利用各品種之優點，使之雜交，俾聯合優良性狀於一體，或能發生多量變異，而選取合乎理想之棉株也。

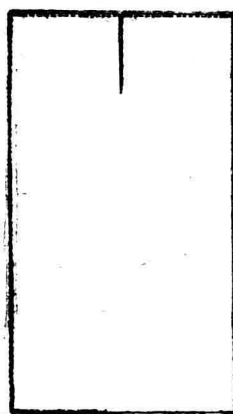
1. 雜交育種之方法 母本去勢 (Emasculation of female plant) 及父本套袋，爲雜交第一步工作，去勢之時間，宜在花開前一日之下午爲之，如見花朵長大，但花冠仍爲旋形，而摺疊未開，即知此花明晨必開，斯時可用剪去其花冠，用鑷去其雄蕊，去勢之後，最好能用清水洗濯（用化學室之洗滌瓶，英名 Washing bottle），以防殘餘之花粉留存，而免使柱頭受精。去勢完畢，隨即用半透明紙袋套好，並用小紙牌記明去勢日期，扣繫於花柄之上，此時作父本之花，亦用紙袋套好，以保花粉之純淨，次日晨九時或十時即可行交配手續。



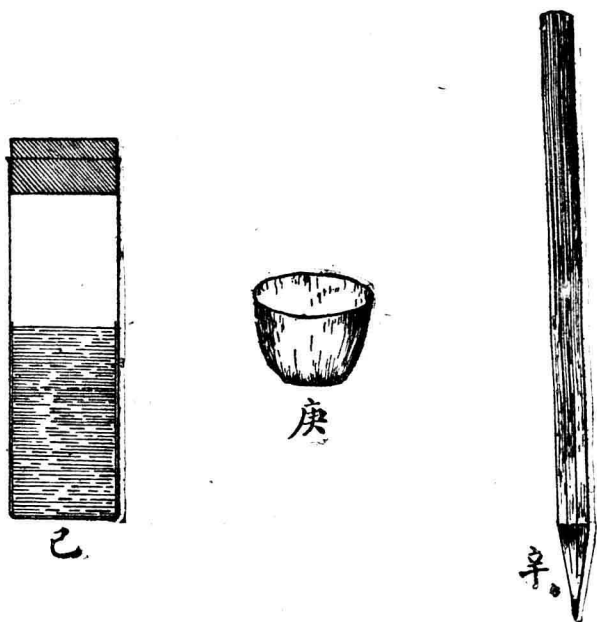
棉花去勢雜交之盛具袋圖八〇



去勢洗滌瓶圖八一



丙



盛具布袋中所藏之器具圖八二

甲、剪刀 乙、鑷子 丙、玻璃紙袋 丁、紙牌
 戊、回形針 己、酒精瓶 庚、玻璃杯 辛、鉛筆

甲、去勢方法之研究 吾人於酷日之下，舉行去勢，每日所能去勢之花數不過二三十朵，故其方法務求簡便，以增加工作效率，過去亦嘗以爲去勢方法，或與結鈴率及脫落率有關，作者於二十五年夏季，曾同時應用四種不同去勢方法，研究去勢效率比較及對於結鈴影響之研究，四種方法如下：

(1) 用剪將花朵從縱面剪裂，用鑷取去雄蕊，並用清水沖洗潔淨，再套以紙袋。

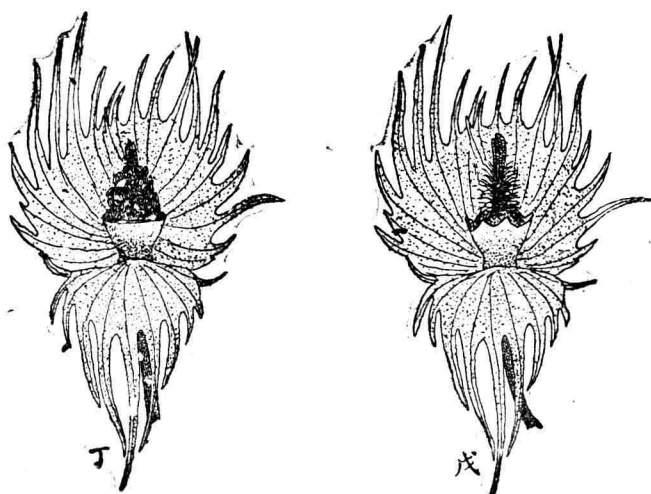
(2) 將花朵旁面剪去三分之一，成一三角形缺口，然後一如上

法,取去雄蕊。

(3)將花朵完全剪去。

(4)將花朵上部剪去,留其下部成杯形。





棉花去勢方法圖八三

甲、花朵中央剪縫法 乙、花朵剪去一半法 丙、花朵剪去三分之一法 丁、花朵全部剪去法 戊、去勢完畢之式樣

以此四種方法，共去勢 715 花，代表十種雜交，其結鈴率及脫落率

如下：

棉花去勢方法比較表一一六

方 法	去勢雜交之花數	結 鈴 率	脫 落 率
1	178	58.87	46.63
2	171	44.44	55.56
3	172	52.06	47.94
4	172	61.05	38.95

用變異分析法，分析試驗結果，四種方法去勢後之脫落率比較差異，並不顯著。或為去勢方法，對於結鈴率並無若何相異之影響，亦即此四種方法，均可採用。在工作經驗方面，以第三法為最便利，即能省工省時，並且花瓣全部除去之後，全部雄蕊，極易除盡，減少錯誤。

乙、授粉手續 次日晨可取父本花粉之一半放在已行先期去勢之母本柱頭上，此時柱頭已成熟，分泌黏汁，花粉極易黏着，而行使授精。

雜交時母本之去勢套袋，最近寶克 (Doak) 氏倡用冷飲管 (Soda straw) 法代之，馮肇傳氏倣寶克氏之法，以麥稈管代冷飲管法，將冷飲管之一端閉曲，一端套於已行去勢之雌蕊柱頭上，再用細鉛絲或線將苞葉圍抱拴牢，不使脫落。據馮氏之報告，謂用麥稈管套於柱頭上，不但能防止花粉之傳入，同時當將麥管套入時，雄蕊可以切落。且不必藉細鉛絲或線，以拴牢該麥管，次日去管授粉後，再行套上即可，其法似較為便利。

交配完畢，仍用紙袋套上，並在紙牌上及田間記載簿上，記明雜交之品系、日期，及雜交號數，例如雜交第一號，係(♀)雞腳棉×(♂)百萬棉，紙牌上可寫號數#1，在田間記載簿上，可記明雜交號#1:雞腳棉¹×百萬棉²。表明第一株雞腳棉為第二株百萬棉所雜交。一株之上花粉亦可與其他一花交配，記載時可書雜交號#2 雞腳棉 2×百萬棉 2 是也。每一種雜交之交配，其數目宜多，蓋因棉花之落花百分率，約有百分之五十之高，故交配花數，宜較期望之數多作一倍之多也。

交配後經一二星期，即可將紙袋除去，或不除去亦可，以後每鈴分

別收花，並隨將該記載紙牌，一同藏入紙袋，以備查考。

第二節 花粉之壽命

當行雜交時，往往父本與母本之花，不能依需要之時間開放，尤以異種間之雜交爲甚，此種困難宜研究花粉之壽命及其延長之法解決之。

茲將各學者研究之結果介紹如下：

據克爾乃(Kearney)氏之研究，謂高原棉之丹蘭尼高種(Durango)及片馬棉(Pima)，大多數花粉生活之時間，爲自晨十時至下午二時，待至下午六時，花粉之生活率，似僅留 3—4%，若用紙袋將花從早晨套好，直至下午六時檢視，花粉死亡者極少，如套袋時間能延長至次日之早晨六時，可見大部分花粉仍多活着。白朗(Brown)氏以多種高原棉，用紙袋套花，任其開放，直至下午六時，花粉仍然有效，結果與克氏所得相同。據何爾曼(Holman)與畢俾克爾(Brubaker)二氏之報告，謂棉株之花粉，在室內溫度時，其生命可維持至十四日之久。但兩氏並未說明花粉經過室內儲藏十四日之後，仍能作授粉之用或須經人工之培養後，花粉始能維持較久之壽命耳。

韓立生(Harrison & Fulton)等亦因感於雜交時，父本與母本之花，不能按需要之時間，同時開放，而以種間雜交爲尤感困難焉。故韓氏等用片馬棉將未開放之花苞，已開放之花朵，及成熟之花粉，分別收藏於冷藏實驗室，及不透氣之玻璃罐中，經過二日、三日及四日，再試其授精效力。茲將韓氏等試驗之結果列如下表：

花粉壽命與儲藏方法表一一七

貯藏法	貯藏方法	授粉花數	結鈴		每鈴平均籽數
			數目	百分率	
試驗一：					
新鮮花粉，不加貯藏	0	50	45	90±2.9	13.5±0.39
將開花芽，包以蠟紙 置冷藏箱中	2	50	44	88±3.1	13.4±0.44
	3	50	34	68±4.4	11.3±0.56
	4	50	13	26±4.2	4.5±0.48
將開花芽置於實驗室	2	50	0	—	—
	3	50	0	—	—
開放花朵貯於冷藏箱	2	50	48	96±1.9	13.2±.37
	3	50	41	82±3.7	14.7±.36
	4	50	32	64±4.6	17.6±.56
開放花朵貯於實驗室	2	50	0	—	—
	3	50	0	—	—
試驗二：					
新鮮花粉	0	50	50	100	14.4±.34
已開花朵之花粉貯於 冷藏箱	2	51	50	98±1.3	16.0±.30
	3	50	27	54±4.7	8.4±.62
	4	50	8	16±3.7	5.0±.71
已開花朵之花粉貯於 實驗室	2	50	0	—	—
	3	50	2	4±1.9	2.0
已開花朵之花粉貯於 不透氣之玻璃罐中	2	50	0	—	—
	3	50	0	—	—

照上表所示以收藏於冷藏箱之花粉，結果最佳，貯藏日數與結鈴數則成反比例，即示花粉貯藏日數增多，其活着數乃為減少。

第三節 雜交後代之處理

棉花花朵甚大，交配極易成功，來年雜交後代之處理或種植，棉作育種家主張不一，茲擇要分述如下：

1. 系統記載法 雜交種於種植之前，應先編製種植計劃書，書上載明雜交種類及種植行號，假若雞腳棉與百萬棉交配，則第一代植株可用 1a 記之，1 表明雜交種類，a 表明雜交次數，若再同上之兩品種，但為相異之植株交配後代，可用 1b 表之，如此類推。如有 ♀百萬棉 × ♂雞腳棉之交配，此為雞腳棉 × 百萬棉之互交 (Reciprocal Cross) 種其記號法，可以 1ar 表之，r 即代表互交之記號也。

各種雜交之種籽，宜分別種植，以疏植為佳，藉資識別各株之優劣，並加自交，第一代收花時，每株裝一袋，給一號數，如 1a₁, 1a₂, 1a₃ 等，第三位之 1, 2, 3, 表明第一代之株號，同種類之其他雜交種，可給與 1b₁, 1b₂, 1b₃ 等。

第一代中亦偶有非真正之雜交種發現，此蓋交配時技術上之差誤，宜取消之，此種雜交偽種，可藉其性狀與父母本相比而識別之。

來年種植，一如第一年之法，按類種植，種 1a₁ 種後再種 1a₂ 等，生長期間，注意性狀之分離，然後選擇各種形態優良之植株，並行自交，其雜交選株之記號，如從 1a₁ 中得者，可用 1a₁-1, 1a₁-2 等表明，本雜交內之植株數目。從第二類雜交如 2a₁ 內選得之植株，可給與 2a₁-1,

2a1-2 等記號，雜交選株在第三代中有性狀再行分離者，亦有固定不分離者，故第二代種植之數宜多，以增選得優良棉株之機會也。

第三代種籽之處理法與第二代相同，注意田間記載，及選株自交。從第二代中選出俱有優良性狀及品質之植株，次年即可列入株行試驗。

在第三代及第四代兩代中，普通可以選得甚多之優良單株，足供試驗之用，如後代生長特優，或後代個體不多，可行單株選擇至第五代或第六代，即可列入株行試驗，其餘育種程序，完全與純系育種之程序相同，有時所選之雜交單株，其性狀並不固定，仍有分離之現象，則該系可以淘汰，或再於其中選擇優良單株。

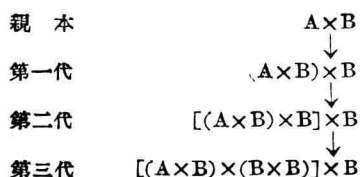
如交配之目的，為育成能抗病之品種，則可從第二代起，施行人工接菌法，而淘汰不能抗病之雜交後代。

2. 混合處理法 混合處理法，較上法為簡便，法以雜交種之種籽，自第二代起年年混合種植，直至五六代之久，然後選擇優良植株，行株行試驗，所謂混合處理法者，係指同類雜交不分行種植之意，並非將各類雜交種，盡行混合種植，至四五代之久也。同類及其互交之雜交種可種一起，如形態大不相同者，宜分別種植。此法雖較系統育種法為緩慢，惟經濟而省工，是其優點。

3. 返交法 (Back Cross) 一九二二年哈蘭 (Harlan, H. V.) 氏及龐卜 (Pope, M. N.) 氏首倡用返交方法，將大麥芒之光滑性，輸入普通品種中，畢立堅 (Briggs, 1930) 氏亦應用此法育成抵抗堅黑穗病之小麥，其成效顯較單純雜交者為大。返交之法，擇品種俱有多種優良性狀，但有一二性狀，須行改良者，然後以具有此一二優良之相對性狀之另一

品種雜交之，其第一代雜種，再與具有多種優良性狀之品種相交，如此繼續行之多次，各種優良性狀漸能移輸集中其後代，再於後代選擇優良單株，行株行試驗。

返交法應用時，對於各種性狀之遺傳，須有充分之認識，蓋因每代返交之後，須從中選擇各個體之具有所需良好之性狀也。茲以圖示之如下：



第四節 雜交育種之成績

經雜交方法而能育成優良新品種者，歐、美各國，已不乏先例，就中國而論，以棉作育種之歷史為時甚短，育種工作，尚未臻雜交育種之階段，吾國少數農學機關，近雖亦有從事雜交育種之工作，但由雜交而育成之優良品種，則尚未見有報告焉。美棉中之福字棉 (Foster)，係由向日葵棉 (Sunflower) 與得勝棉 (Triumph) 雜交所育成，吉字棉 (Griffin) 係由大鈴棉 (Big-boll) 與海島棉 (Sea Island) 雜交所育成，沙字棉 (Salisbury) 係由萬克棉 (Wannamaker Cleveland) 與特快棉三〇五號 (Express 305) 雜交所育成。吾國現行推廣於華北各省之斯字棉，據白朗氏之記載，謂亦係由脫字棉與桑氏隆斯泰棉 (Sauders' Lone Star) 之天然雜交種內選得者，雖雜交育種非若吾人所預期之簡易，然此等結果，概示雜交育種前途之光明也。

第五節 輸種馴化(Introductions and Acclimatization)

由異地或國外輸入新品種而引種者，名之曰輸種。新輸入之後，因環境改變等理由，故漸多顯現不良之性狀，與在原地生長之情形，大異其趣，以後此項新種劣變甚速，致無栽種之價值，吾人必須用馴化方法，使之習服新環境，並保持其在原地之優良性，甚或更進一步而改良之，如金陵大學最初由美國輸入愛字棉及脫字棉栽種，發現極多劣變之植株，乃用去僞去劣方法補救之。法於開花之前嚴行淘汰劣株，並一面於開花結鈴後，行混合及單株選種，如是年年繼續不斷行之，愛字棉與脫字棉之優良性狀得以維持。又金陵大學於三年前繁殖德字棉五三一號時，其田間去劣之數，曾達百分七十之多，可見馴化工作，乃具有其必要性也。一個優良品種，初次輸種異地時，雖劣變者居多數，但亦間有發生更優良之變異，育種者應細心選育此等變種，改進其品種，如金陵大學之愛字棉 949 及 481 號，較原有愛字棉產量豐而成熟早，玉馬棉 (Yuma) 及片馬棉 (Pima) 亦係由美國阿連松那省引種。埃及棉阿非非 (Afifi) 中，所選出之變種，即此例也。

1. 輸種之成績 輸種馴化，其收效既大且速，世界各國，均有其例，如吾國栽培之愛字棉、脫字棉、金字棉，近復有區域試驗證明優良之德字棉五三一號及斯字棉四號，湖北省棉業試驗場試驗優良之福字，均係由美國輸入。美國藉輸種馴化之法，亦獲極大之效果，如愛字棉 (Acala) 及丹蘭尼高棉 (Durango) 係由墨西哥之愛開勒及多倫哥二地引種美國者，海島棉係由西印度羣島引種於美國之喬治亞及南加羅林二省，引種

埃及棉之結果，選出片馬棉。印度之輸種美棉中之康波地棉(Cambodia)成績甚優，現南美各國如巴西、阿根廷等國以及日本亦多引種美棉，均其例也

2. 美棉之退化 (Deterioration of Introduced American Cotton)

吾國曾引種海島棉及埃及棉，僅供試驗之用，尚無多大經濟價值，惟聞海南島試種成績尚佳，將來或有大量栽種之希望，其他各省，則多屬引種美棉。吾國引種美棉已有相當時期，成績甚佳，惜以輸入之棉種，未行嚴格馴化之工作，故其退化程度，與日俱增，若一考察種植美棉之區，可見退化美棉之生長，甚為普遍，換種優良棉種，實為亟切之舉，退化美棉之鑑別及其特徵可如下述：

棉株瘦小，枝葉堅細而多生細毛，葉薄而色淡，結鈴特多，每株可結鈴數十至百餘，但均細小如栗，鈴之直徑僅 20 釐左右，長約 21 至 30 釐之譜，吐絮甚速，故成熟期極早，棉纖維粗而短，極不整齊，撚曲度甚小，棉籽變小約如中棉，衣指、衣分，亦均低小，棉籽多變綠色。

3. 美棉退化之原因 考美棉退化之原因：第一由於環境之轉變，加以棉為栽培甚久之作物，遺傳因子頗為複雜，極少能達同質因子之狀態，棉株之遺傳因子受環境之刺激，及遺傳因子之離合，原為隱而不顯之性狀，乃漸顯現變為劣性之棉種。第二，此等已行劣變之棉種，如不以人為之淘汰，任其生長能生長優良之棉株自然雜交，其後代遂行劣變，退化甚速。第三，為棉農無意的及有意的將棉種混雜種植，在軋花之時，軋花機內易有殘留之劣變棉籽，如不去除淨盡，必致與以後所軋之優良棉種混合，將此種籽種植後，田間必發生劣變退化之棉株也。有時棉農

異想天開，以多種不同之棉種混種於同一田內，冀能多收籽花，結果其混雜退化之程度，遂不堪設想矣。

4. 馴化之方法 既明退化之原因，乃可對症下藥，以言馴化及預防劣變退化之方法，其法不外採取地方純種區制度，在一劃定之區域內，不種相異之棉種，同時棉農宜於其棉田內，另行劃出一小區，以便在此小區之內，於棉株將屆開花之時，嚴行去偽去劣，選留生長優良整齊一致之棉株，作留種之用，軋花時，務須設法保持純淨，使不與其他棉籽混雜為要。

第六節 中棉與美棉在中國棉作育種之過去及其將來

吾國普遍栽培之棉種，原為中棉，自引種美棉在各地栽培後，雖有失敗，但優良結果居多，故美棉在吾國種植面積，逐漸擴大，過去棉作育種試驗，多半以中棉為主，美棉為副，在美棉成績特佳之區，則中、美棉並重，共同試驗，厥後凡美棉適宜之區，棉作育種漸多改變而以美棉為主，中棉副之，或甚至放棄中棉之試驗，僅於美棉不適栽種之區，始從事中棉之育種焉，欲明何以有此種趨向，須先比較中棉與美棉之優點與劣點：

中美棉之優劣性狀比較表——八

美 棉	中 棉
(甲)優點	
(1)產量豐富。 (2)品質優良，近年來之每擔售價可值五十至六十餘元。 (3)棉絮不易脫落，每鈴籽花多，收花省工。 (4)純收利益較大。	(1)成熟期早能行二熟制。 (2)具有較強之病蟲害抵抗力。 (3)棉鈴向下，不易積水而霉爛。 (4)衣分較高，油分亦高。

(乙)劣點

(1) 成熟較遲。

(2) 抵抗病蟲力較弱。

(3) 油分較中棉為低。

(1) 產量較低。

(2) 品質粗劣，近年來，每擔之售價值四十餘元其品質最劣者僅值三十餘元。

(3) 棉絮易脫落損污，每鈴籽花少收花費工。

(4) 純收利益較小。

上列數點，係就一般之情形比較而得，雖有少數棉作育種者，對上列各點之一部分比較，持懷疑或反對之態度，力言育種中棉之價值，然美棉發展之驚人，可為其間接之辯論也。棉之大部消費在紡織，吾國紗廠向多紡十支至二十支之粗紗，近以應社會之需要，亦多改紡三十二支以上之細紗，此種三十二支以上細紗，非一般粗劣之中棉所能紡成者也。美棉收益既大，棉農自喜種植，更因其具有優良之品質，紗廠亦樂於採用，其發展之迅速，實為必然之趨勢也。故吾國棉作育種之將來，必以美棉適合之區域，如黃河流域及長江上游一帶，專致力於美棉之育種，而目今所謂不適美棉之中棉區域，如長江下游及江、浙沿海之地，暫將以中棉為主，兼作美棉育種試驗，如美棉一旦育成優良品種，勢必起而代之，而中棉之地位將因時代需求之增進而僅被保留若干，供紡粗紗之原料焉。

1. 中國近年來棉作育種之情形 吾國棉作改良歷史甚短，可以引種美棉為初期，厥後以棉產需要之迫切，與夫政府及公私機關之提倡，乃於重要產棉區域設立棉場，嗣由顧克博士等，根據少數美棉品種之短期觀察，選定脫字棉、愛字棉及金字棉，國內棉場遂沿用繁殖而推廣，即謂責任已完，品種之混雜與退化，悉聽其自然，除少數優良學術機關有育

種工作尙能供給良種，此外無所謂棉作之真正育種工作也。近年由金大，中央農業實驗所及中大，前中央棉產改進所等，先後舉辦棉業討論講習會多次，可謂集全國棉業人員於一堂。各種問題，討論研究，灌輸新學，力求精進，育種前途，因以昌明。各場均能就環境之需要，積極舉行實際育種工作，如大規模之選種及廣徵品種，行基本的純系育種工作，全國棉業人員之精誠合作，更能於洛夫博士建議之中美棉品種區域試驗見之。中美棉之區域試驗，在全國二十餘處舉行，分佈十二行省之廣，用同一方法，比較試驗，集中全體試驗之結果，短期間得以選定新品種兩種，即斯字棉四號 (Stoneville No. 4) 及德字棉五三一號 (Delfos 531)，均爲產量極高而品質優異之美棉品種，前者適宜吾國北方植棉區域，後者更能適宜長江流域，其成績足駕脫字棉及愛字棉而上之，此蓋吾國棉業一重大之進步，不可不於此引述者也。茲錄民國二十二年及二十三年之中美棉品種在各地舉行區域試驗之結果列表如下，藉供棉業家之參考焉。

斯字棉除歷年在各棉區，尤其在北方五省，除豐產之外，品質亦佳，如纖維長度、衣分比率，均較國內盛行之脫字棉爲優，前中央棉產改進所馮澤芳氏曾收集國內各棉區之脫字棉與斯字棉比較，經三年之久，得到下表結果：

斯字棉第四號與脫字棉(中大江浦)歷年纖維長度及衣分比較表一二二

試驗地點	民國二十三年		民國二十四年		民國二十五年	
	斯字棉比脫 字棉纖維長 度增減量 (mm.)	斯字棉比脫 字棉衣分增 減量(%)	斯字棉比脫 字棉纖維長 度增減量 (mm.)	斯字棉比脫 字棉衣分增 減量(%)	斯字棉比脫 字棉纖維長 度增減量 (mm.)	斯字棉比脫 字棉衣分增 減量(%)
陝西涇陽	+6.30	+0.20	—	—	+1.40	+1.50
陝西武功	—	—	—	—	+3.35	+0.77
山西臨汾	—	—	+1.00	—	—	—
河南太康	—	—	—	—	+3.15	—
河南彰德(註一)	+0.78	+5.00	+4.90	+5.00	+0.85	+3.74
河北南苑	—	—	—	—	+3.20	-1.71
河北定縣	+3.20	+3.50	+3.80	+4.00	+2.30	+2.90
河北軍糧城	—	—	—	—	+2.83	+2.56
河北保定	+1.52	+3.80	+0.88	+4.41	+4.24	+0.83
山東濟南	—	—	+3.10	+3.49	—	—
山東齊東	—	—	+4.25	+0.32	+3.18	+3.73
山東高密	+3.00	+3.87	+1.80	+6.21	+2.68	+0.50
江蘇徐州	+3.83	+0.80	+3.33	+1.02	+2.51	+1.89
浙江杭州	—	—	+5.28	+0.90	+2.98	+3.89
中央農業實驗所	+3.40	—	+0.80	+3.89	+2.40	+2.00
中大農學院	+3.60	+3.00	+1.60	+2.50	+2.04	+3.67
金大農學院	+3.97	+1.60	+3.17	+3.50	+4.77	+3.16
江蘇南通	+0.02	+0.50	+2.60	+0.50	+4.10	+2.00
江蘇東台	—	—	—	—	+1.40	+1.90
安徽安慶	+0.30	+5.00	+3.00	+0.90	+3.40	+2.76
江西湖口(註二)	+2.88	+1.60	+2.42	+1.20	+2.33	+1.90
湖北武昌	—	—	+2.20	-2.05	+2.80	+0.57
湖南常德(註三)	+3.98	+3.60	—	—	+3.95	+2.94
四川重慶(註四)	—	—	+2.02	-0.16	+2.81	+3.30
廣西柳州	—	—	—	—	+3.49	+1.70
平均	+2.83	+2.06	+2.71	-1.68	+2.88	+2.11

註一：二十三年在鄭州試驗。

註二：二十五年在永修試驗。

註三：二十五年在澧縣試驗。

註四：二十五年在遂甯試驗。

上表可證明全國各級棉業試驗場合作之精神及多種中美棉品種在各地產量之情形，與品種適應區域能力之表現，詳盡無餘，於美棉組內，可見品種斯字棉四號及德字棉五三一號，在大多數之棉場試驗，均能較標準種之產量為優，不但豐產，且能早熟，而品質復至優良，但依照中央農業實驗所二十五年工作報告，德字棉五三一號該年在長江流域生產欠豐，試驗地點十二處，總平均數為每畝減收一三·四六斤，實因該年長江流域氣候不宜，由此可知德字棉並非長江流域最適宜之品種，近一二年來湖北棉業改良委員會馮肇傳氏，曾介紹福字棉六號由美國柯克系統種籽公司輸入，歷年在長江流域生長頗佳，產量亦均勻，已經湖北棉業改良委員會試驗總場，實行繁殖而推廣焉。

福字棉第六號歷年在長江流域試驗成績表一二三

年 份 產 量 增 減 試 驗 地 點	民國二十三年	民國二十四年	民國二十五年	平 均
	福字棉六號每畝比 標準品種增減斤數	福字棉六號每畝比 標準品種增減斤數	福字棉六號每畝比 標準品種增減斤數	
浙江杭州	+27.00	+52.35	+ 6.14	+28.50
中央農業實驗所	+4.96	+68.90	+14.40	+29.42
中大農學院	+7.29	- 0.64	-47.52	-13.63
金大農學院	+14.32	+38.61	+25.24	+26.06
江蘇南通	+32.19	-58.81	-25.98	-17.53
江蘇南匯(註一)	+29.81	—	+ 0.40	+15.11
安徽安慶	-13.81	+7.88	-20.10	- 8.68
江西湖口(註二)	-21.20	-17.44	+ 0.67	-12.66
湖北武昌	+17.45	+17.10	+27.26	+20.60
湖南常德(註三)	-5.00	—	+51.06	+23.03
四川重慶(註四)	—	-12.13	+ 8.70	-1.72
平 均	+9.30	+10.65	+ 3.66	

註一：二十五年在東合試驗。

註二：二十五年在水修試驗。

註三：二十五年在豐縣試驗。

註四：二十五年在遂甯試驗。

中棉組內之各品種試驗，結果示明中棉適應區域之能力，不如美棉廣汎。如優良中棉引種異地，甚少能優於當地較佳之品種也。

據中央農業實驗所十五年報告謂中棉中之長豐白籽（雜交種）於二十五年始列入長江流域各地試驗，平均每畝較各地引用之標準品系增加籽棉一三・〇八斤，似有相當希望，不過一年結果，可靠性實難斷定，姑列於此，以觀其後。

長豐白籽棉在長江流域各處試驗成績（民國二十五年）表一二四

試驗地點	標準品種	標準品種	長豐白籽棉	長豐白籽棉	長豐白籽棉
		每畝產量 (斤)	每畝產量 (斤)	比標準品種 增減斤數	比標準品種 增減百分數
浙江杭州 中央農業實驗所	金大百萬棉	124.86	171.32	+46.34	+37.08
	江陰白籽棉	38.55	61.52	+22.97	+59.58
中大農學院	江陰白籽棉	134.46	142.24	+7.78	+5.79
金大農學院	金大百萬棉	56.46	56.12	-0.34	-0.60
江蘇南通	青莖雞腳棉	66.98	108.52	+41.63	+62.24
江蘇東台	農家種	4.08	2.94	-1.14	-27.94
安徽安慶	東流小白花	118.60	144.50	+25.90	+21.84
江西永修	湖口白籽	14.98	29.68	+14.70	+98.13
湖北武昌	孝感毛子	139.24	140.72	+1.48	+1.06
湖南常德	常德鐵子紫莖黃花	178.62	150.44	-28.18	-15.78
四川遂寧	遂寧土棉	182.38	195.16	+12.78	+7.01
總 計		1059.38	1203.16	+143.92	+248.41
平 均		96.29	109.38	+13.08	+13.58

第七節 國內栽培之著名品種

全世界種植棉花之面積極廣，栽培之歷史亦至悠久，其間經人類之不斷改良，以及世界各地因氣候及地勢之懸殊，新品種產生甚多，其生產能力與品質，大為增高，已非野生棉種所可望其背項矣。此類新品種幾年有產生，實難以枚舉，惟從事棉作改進工作者，對於現時最著名棉種之歷史、性狀等，亦不可不知其梗概，俾有所借鏡者焉，茲擇在吾國著有聲譽之品種臚列之如下：

1. 脫字棉(Trice) 本品種為裴因教授(Prof. S. M. Bain)於一九〇五年用單株選種法所育成，因選獲之地在美國之坦尼西(Tennessee)省脫來司農場(Farm of Luke Trice)，故名該品種為脫來司，簡稱曰脫字棉，其優點為成熟早產量豐，在美國棉區北部種植甚廣。民國八年美國農部顧克(O. F. Cook)博士與金大郭仁風(J. B. Griffing)教授二人在吾國考察植棉，見向美國農部所徵集之品種中有脫字棉，其成熟頗早，產量亦豐，認為極有希望，國內因以大量繁殖而推廣種植之，至今大江南北幾無處不有其蹤跡焉。

植株約高二至五呎，基部少木枝而多果枝，其果枝長度適中，節間亦短，常能結鈴累累，葉之大小適中，鈴果淡綠色而大或中大卵形時呈有稜角，室數自三至五瓢，籽粒中大，滿被白或褐色短絨，每磅重籽棉需鈴七十至八十或每磅有籽粒 3,600 粒，棉纖維品質良佳，長度自 15/16 至 1 1/16 吋，衣分率 31 至 33。

2. 愛字棉(Acala) 愛字棉原產墨西哥(Mexico)南部，愛克拉省

(Acala)由柯林斯(G. N. Collins)竇易爾(C. B. Doyle)二氏於一九〇六年引種美國於台克斯省後，一九一一年桑特爾斯博士(Dr. D. A. Saunders)復於其中選株而成今種，至引種之經過亦同脫字棉。

植株高度適中，主莖堅強直立，木枝甚少，果枝節間亦短，位近根部之枝，較上部之枝為長，而呈塔形，葉大中等，深綠色鈴較脫字棉為大，卵圓形尖端短鈍鈴殼有時倒垂，能抗風雨，每五十至五十五鈴，可得籽棉一磅，纖維長度 $1\frac{1}{16}$ 至 $1\frac{3}{16}$ 吋，拉力堅強，衣分率三十二至三十五。

3. 斯字棉四號(Stoneville No. 4) 本品系為白朗(H. B. Brown)氏於一九二三年，在密西西比省之斯通維爾地方，從隆斯泰棉六十五號(Lone Star 65)中所選出之單株，故稱之曰隆斯泰棉，此後更經選株及育種試驗約十二年之久，成熟早而豐產，纖維長度整齊，乃其優點。民國二十二年吾國重行徵集品種舉行品種區域試驗，成績優異，遂決定大量繁殖而推廣之。植株之大小中等，枝葉外向適中開展，葉色較淡鈴大小適中約五十五至六十五鈴可得籽棉一磅，衣分率為三十三至三十五，纖維長度 $1\frac{1}{32}$ 至 $1\frac{3}{32}$ 吋，抗風雨力強，據白朗氏之觀察，斯字棉或為脫字棉與桑氏隆斯泰棉(Saunders's Lone Star)之天然雜交種。

4. 德字棉五三一號(Delfos 531) 德爾福賜棉亦為白朗博士於一九一六年在密西西比省德維博分場(Mississippi Delta Branch Station)自福賜特棉一百二十號(Foster 120)中所選出，其命名因取德維博與福賜特之前半字相合而成之，所選得之德字棉更經十九年之選育，遂成為早熟豐產之優異品種。德字棉五三一則更由德字棉六一〇二號中

選出，其成熟亦早，宜於山地及川澤地，能抗風雨，在吾國種植之歷史，亦同斯字棉四號。

植株高度中矮，葉枝甚少，而果枝則甚多，果枝細長下垂，葉小而微毛，早熟，結鈴頗多，鈴大中小，卵圓形一尖端銳長七十五至八十五鈴可得籽棉一磅，纖維長度 $1\frac{1}{8}$ 至 $1\frac{3}{16}$ 吋，衣分率為三十一至三十四，籽粒大小中等呈灰白色

5. 金字棉 (King) 金 (T. J. King) 氏於一八九〇年在塔糖棉 (Sugar Loaf) 種內，選得一棉株，結鈴極多，成熟亦早與塔糖棉性狀大不相同，金氏遂稱之曰金氏棉或稱金氏改良棉 (King's Improved)，日人以其成熟極早，首先以之輸種於吾國東三省及華北諸省，成績甚佳。

植株矮小，緊密，枝幹瘦細，節間亦短，葉小而色淡，有柔軟葉毛，葉枝甚少，果株則甚多，結鈴累累，鈴小三室至五室，但以四室為多，卵圓形尖端微銳每鈴八十至九十五，可將籽棉一磅，纖維長度 $13/16$ 至 $15/16$ ，衣分率約為三十四至三十八。

6. 福字棉 (Foster) 福字棉係桑特爾斯氏於一九〇四年用向日葵棉與得勝棉雜交所育成，因雜交工作與其後代之選育，均在福賜特 (Foster) 氏之田園中為之，故命本品種為福賜特棉，簡稱曰福字棉。

植株矮小堅強而緊密，葉茂而鈴大，鈴卵圓形尖端銳利，五十鈴可得籽棉一磅，纖維精細強韌，長度 $1\frac{1}{8}$ 至 $1\frac{3}{8}$ 吋，衣分率三十四，籽粒中小，有灰棕色短絨。

7. 隆斯泰棉 (Lone Star) 一九〇五年桑特爾斯氏在台克斯省吉克生棉 (Jackson Cotton) 田中，選獲一單株，以之繁殖試驗，結果甚為

優良。

植株高度適中，基部有時生木枝一至四數，主幹之間節亦短，着生果枝甚多，其果枝長，而節間長度則中短，葉之大小中等或較大深綠色，鈴甚大，圓形或廣卵形，鈴尖短鈍，三十五至四十五鈴，可得籽棉一磅，纖維強度甚大，長度 1 至 1 1/8 吋，衣分率三十八至四十。

8. 百萬華棉 (Million Dollar) 本品種屬中棉係民國八年秋金陵大學棉作教授郭仁風 (J. B. Griffing) 氏在上海、吳淞農民棉田內選得一單鈴，經多年育種試驗與繁殖而成，適應區域能力頗大，最宜於長江下游及江、浙濱海之地，現在該區種植面積甚廣，產量高品質佳，抵抗畸形病力亦大，為中棉中罕有之良種。

植株較一般中棉為高大而強盛，莖幹及葉基有紅色素，木枝極少，而果枝則多，節間長度適中，基部之果枝較上部為長，植株全體呈塔狀形，葉中大，深綠色，花朵亦大，色黃而有紅心，鈴大且多具四室間有五室，籽粒甚大而滿被短絨白色，纖維潔白而韌度高，長度 15/16 至 1 1/16 吋，能紡四十二支細紗，衣分率 33 至 38 之高。

吾國各棉場以既獲有新品種斯字棉四號或德字棉五三一號，雖棉作純系育種工作，仍須繼續舉行，然其主要工作，顯然已趨向於該良種之繁殖，並努力保持其性狀之純潔，以此優良純潔之棉種，採取地方純種主義，集中區域，以統制方法，輔以合作貸款及合作運銷之鼓勵，作大量之推廣，不特此也，為使改良之棉種，能益彰其效能，栽培方法，亦經多方研究焉，如播種時期、行株距離、兩熟制、輪栽與休閒、人造肥料及天然肥料三要素肥效，及摘心打頂等等，以及病蟲害之防治等研究。至育

種技術上諸問題，如自然雜交率、自花受精法、生長競爭、缺株補救、室內考種等等問題，亦未偏廢。最近數年，且有少數學術機關，以試驗多年，而確知其優性及劣點之中美棉品種，進行雜交育種，此雖尚無若何具體之成績，然將來之結果，當可預期，故以近年來棉作育種成績觀之，其進步不可謂不神速，吾國棉產前途，誠有無窮之希望焉。

第八節 總結

改進棉種，不能專恃選種，蓋因天然變異，難能盡合需要，故人工雜交法尚焉；雜交育種方法之中，除預先選擇適當親本外，即剩母本去勢與授粉手續。

去勢時間，宜在開花之前一日或前數小時均可，去勢方法，有縱面剪裂法、三角缺口法、剪去花朵法、剪去花朵上部等法，四法之效力，用統計分析法，彼此均無顯著差異，以完全剪去花朵法便利而結果真確。

授粉可在去勢之次晨爲之，將父本花粉，置在去勢之母本柱頭上，然後用紙袋套好，並在紙牌上記明父本之名稱、授粉日期等。交配之花朵，最好編成號數，並記明爲何種交配如直交或互交等字樣。

花粉之壽命，關係頗大，尤以種間雜交爲最，故克爾乃、白朗、何爾曼、韓立生等氏，均有詳確之研究，大約以紙袋套好之花朵，其花粉壽命，可延長一日，藏於室內溫度之下，其生命延長之時間更久，冷藏箱儲藏，花粉壽命，可延長二三日。

雜交後代之培育法，分系統法與混合法，此二法各有其利弊，大約系統法費工費時，而成效易收，混合法因不需要各系分別種植，故能省

工省時而收效遲緩；回交法之效能，係加強某一性狀之特徵，如抗病能力，用重複回交法，可將抗病能力，由抗病親本上，漸次移於雜交種，直至完全達到預期之程度時為止。

棉作雜交育種之成績，在國外不乏先例，如福字棉係從向日葵棉與得勝棉交配而成，吉字棉係由大桃棉與海島棉雜交而來，中國棉作育種之歷史，較其他各國為短，現雖無多大成就，惟努力此項工作者，大有人在焉。

由異地或國外輸入種籽而引種者，名之曰輸種，惟棉種因環境變遷，表現退化之特徵，補救方法，除每年繼續選種外，在開花之前，應於田間嚴行去劣，國內現時栽培最普遍之美棉品種，多係輸種而加以馴化者，即其例也。

美棉退化之理由，不外環境改變，天然雜交，軋花儲種之機械混雜等原因；退化之特徵，如棉株瘦小，枝葉堅細而細毛多，葉色淡綠，鈴多而小，纖維粗而短，種籽變綠色等。

中國棉作改進前途，現雖偏重美棉，而國外棉區廣大，氣候參差，似應慎重研究，何者應為美棉區域，何者應為中棉區域，宜照天然環境，市場需要等因子，作真確之研討，否則勉強從事，失敗隨之，可不慎哉！

參考文獻

育種技術：

1. Ballard, W. W.: A New Method of Self-pollinating Cotton, Cir. 318:4, U. S. D. A. 1934.
2. 陳燕山：棉作試驗與育種，棉業月刊，一卷五六合刊。

3. Cheng, K. S. et al.: Studies the Sample Technique in Cotton Experiments I Sampling from Looks, Bull. Kwangsi Agri. Expt. Sta. China, 2:40. 1935.
4. 今後我國棉作育種應取之方針, 中華棉產改進會議專刊, 二十年。
5. Cook, O. F. et al.: Uniformity of Cotton Fiber Determined by Field inspection, U. S. D. A. Cir. 310, 1934.
6. Dook, C. C.: A New Technique in Cotton Hybridizing, Jour. Herd. 25:5. 1934.
7. 馮肇傳: 棉種改良事業中之幾個重要問題, 中華棉產改進會議專刊, 二十年。
8. 馮澤芳: 最近二年棉花品種區域試驗之結果及今後吾國之棉種問題, 中華棉產改進會月刊三卷, 七八合刊。
9. Harrison, G. J. & Fulton, H. J.: Storage of Cotton Pollen. Jour. Agr. Res. 49:861—896. 1934.
10. Hasegawa, K.: Seed Viability Test by Staining. Japanese Jour. Bot. 8, p. 1. 1936 (未讀原文)。
11. Hutchinson & Kubersingh: Studies in Plant Breeding Techque I. An Analysis of the Efficiency of Selection Methods Used in the Improvement of Maloi Cotton (來源與 12 及 13 同)。
12. Hutchson, J. B. & Pause, V. G.: Studies in the Techque of Field Experiment III. An Application of the Method of Covariance to Selection for Disease Resistance in Cotton. Indian Jour. Agr. Sci. 5:554—558. 1935.
II. Sampling for Staple Length Determination in Cotton Trials with a Note on the Standard Error of estimates of Ginning Percentage. Indian Jour. Agr. Sci. 5:545—553. 1935.
13. Kesava Iyengar, N.: The Occurance of a Female Sterility in Cotton. Madras Agr. Jour. 22:152—153. 1934.
14. Pope, O. A.: The Calculation of Certain Fiber Length Constants with Cotton. Jour Amer. Soc. Agron. 25:740—756. 1933.
15. Sayer, L.: Technique of Selfing and Crossing Flowers of Cotton. Publ.

Inst. Agron. Congo. Belge. Ser. Tech. 3:19. 1935.

16. Sokuraja Vysotskaja, O.: Measurement of Lint Length of Cotton under Field Conditions. An Apparatus Constricted by the Central Breeding Station, NIHI. Bor'ba Za Khlopok (Cotton Campaign). 8—9:127—132. 1935.
17. Stroman, G. N.: Breeding for Fiber Length Regularity in Cotton. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 26:12:1004—1012. 1934.
18. 郝欽銘、顧元亮、梅藉芳等：棉花雜交前去勢方法之研究，金大棉作試驗報告，二十五年（尚未正式出版）。
19. 俞啓葆、周可湧：摘果對於棉作脫落之影響及其在育種上應用。中大農學叢刊，3:21—46，二十四，十二。

抗病研究：

20. Fahmy, T.: The Genetics of Resistance to Wilt Disease of Cotton and Its Importance in Selection. *Tech. Sci. Sew. Cairo. Bul.* 95:30. 1931.
21. Fahmy, T.: The Selection of Wilt immune Strains of Long Staple Cotton (Sakha 4 Gided). *Tech. Sci. Sew. Cairo. Bul.* 130:25. 1934.

抗旱研究：

22. Tsivinskii, V. N.: Drought Resistance and Earliness in Cotton. *Sredaz NIHI, Moscow and Tashkent 1934 P. 102* or *Plant Breeding Abstract VI: 1:64. 1935.* (未讀原文)
23. Sankaran, R.: Some Aspects of Drought Resistance with Special Reference to Cotton. Read at the Asso. of Econ. Biologists, Coimbatore, Nov. 1933 or *Plant Breeding Abstracts IV:4:267. 1934.*

抗蟲研究：

24. Peat, J. E.: The Cotton Breeding Station Cataoma, Southern Rhodesia. *Emp. Cotton Grow. Rev.* 9:199—206. 1932.

第十七章 棉作育種法III.

田間技術與室內考種討論

棉作比較試驗係在田間舉行，故試驗地爲棉作育種家之實驗室，品種行產量比較試驗，除品種本身之生長反應力或所擬試驗之因子，不必相同外，其他一切環境，貴乎一致，否則試驗難期準確，惟自然間之變異多端，各因子完全整齊一致，實爲不可能之事，育種學家必須利用各種合理技術，以減少各種環境變異之程度，而增加試驗結果之可靠性，今將關於棉作田間技術各問題，分述於下。

第一節 土壤差異問題(Soil Heterogeneity)

自海雷士 (Harris, J. A.) 指出田間鄰區土壤之差異性，並經多數學者研究證明土壤之差異性，蓋爲不可掩之事實，且不論爲屬於物理者或化學者，其分佈範圍，至爲廣汎，故前此研究認爲極準確之結果者，今則一變而爲不可靠矣，自墨爾西與郝爾 (Mercer, W. B. and Hall, A. D.) 二氏發表田間試驗之試驗差誤一文後，近二十餘年來經一般育種學者之極力研究，已知採用適宜規劃試區方法，大足以減少土壤之差異，而增加試驗之準確性，因此有試驗規劃或稱空白試驗又稱整齊性測驗 (Blank test or uniformity trial) 研究，此種試驗之主要目的，爲解決試驗區之大小形狀，排列方法，及重複次數等，俾在可能情形下，減少土

壤差異至最低限度，其法爲於一田間種植同一品種至數百長行，以後劃成若干短行，分別記錄產量，然後計算各種試區大小形狀及重複次數等之變異數，以決定下列各點：

(1) 小區之最小面積 (Minimum size of plot)。

(2) 小區之形狀 (Shape of plot)。

(3) 標準區及試驗區之適當排列 (Proper arrangement of Check plot)。

(4) 重複之有效次數 (Efficient number of replication)。

洛夫 (Love, H. H.) 教授在整齊性測驗是否有用一文中，述及一年生作物試驗規劃之效用，雖尚須更行研究證明，但至少對於試驗地差異之指示及改善試區之規劃，有極大之幫助，可無疑義，此類試驗在其他作物，已有相當研究；惟於棉作方面之論文發表尚少，在國外研究棉作田間技術者，有恩格萊杜與猶爾 (Engledow and Yule) 二氏於皇家植棉雜誌發表論文，二氏根據其他作物試驗結果，謂棉之試驗小區面積，應爲八十分之一畝，同時各試驗品種須加以重複，裴理與唐特 (Bailey and Trought) 二氏於一九二六年在埃及灌溉區研究所得之結果，爲每品種須重複十次，小區面積須五分之一畝，宜採長方形，其長度可爲闊度之十六倍，並宜除去各邊行，試驗年度至少須繼續三年之久，俾試驗結果可靠。李綱 (Ligon) 氏於一九三〇年在美國阿克拉罕默省試驗之結論，謂單行長度不必超過一百呎，品種須重複三次，以短行而多重複爲宜。用三行區之中行其產量比較之準確度可與較大之小區相似。雷諾、凱洛及范汀 (Reynolds, Kiliough and Vantine) 諸氏於一九三三年發

長在美國台格薩斯省研究之棉作空白試驗結果，謂棉作試區之大小，與重複次數，頗有相當之伸縮性，棉作育種家可就其試地之多寡，自由擇定，如試驗地面積充足，可採用一百至一百五十呎之區長與六至七次之重複，如試驗地積狹小，則五十至一百呎之區長及較多之重複次數，亦可得準確之結果，至試區之形狀，則無顯著影響，但以長狹形之試區為較佳。郝啓生與潘尼司 (Hutchinson and Panse) 二氏於一九三五年發表棉作田間技術研究一文，謂增加小區面積，可減少試驗差誤，長狹形之小區而與行同方向者，較與行橫向之長狹形為佳，此蓋由於土壤肥力之遞增，及每行易保持一定播種量之故。方形之大區消除土壤差異之效能，較長方形之大區為多，大區面積在二十五分之一畝以上時，區形與效率關係極為重要。一般土壤肥力之變異，因常趨於一個方向之故，拉丁方式排列法，並不較大區橫過土肥之變異方向之隨機區集排列法為有利，氏並舉行該研究院之試驗小區用百分之一畝，區之寬與長為一與二之比，重複六次，預期有百分之四之標準差。棉作品種試驗邊緣影響之大小，視試驗品種間之差別程度而定，如差別甚大，則邊緣之影響亦大，反之則小或並無影響。故當比較差別甚大之品種時，小區之兩旁宜各多種一行，而行之兩端，亦宜加長三尺至四尺，氏並主張用較寬之邊緣。又卜潑 (Pope, O. A.) 氏一九三六年在美國阿爾肯薩斯州研究棉花試驗之隨機排列受單重（指隨機區集排列）與雙重（指拉丁方式排列）限制之效率問題，以變異數分析法比較之結果。證明受雙重限制排列之效率較受單重限制者為大，國外試驗結果，以與吾國環境不合，難以實地採用，在國內研究棉作試區規劃試驗者，尚僅蕭輔氏有論文

發表，氏於浙江省立棉場用金大百萬華棉為材料，自一九三〇至一九三二之三年研究結果，故當較切合吾國實際情形，氏之結論共計六點如下：

(一)小區面積 據三年之結果，均以試驗之差誤，可因小區面積擴大而減低，但小區面積繼續增大，其效率則趨低減，證明擴大小區面積不如增加重複次數為得計也。小區面積以三行區，其行長二十尺，最合理想，如係初步試驗，亦可採用單行區。

(二)小區之形狀與土壤差異 此二者無若何關係，惟小區如為長狹形，應向土壤差異較大之方向伸長。

(三)重複次數 土壤差異可藉重複區之增多，而減少之，在普通情形之下，重複四次即可，惟為防反常之情形，單行區之重複次數可增至九次。

(四)標準區之排列 應用標準區所以示各段土壤肥力之反應而作比較之標準，以減少土壤差異也。其分析結果以於每第三區設置之最為適宜。而於每隔四區或隔九區設置標準區，其試驗差誤，均較隔二區者為大。以試驗排列之效率而言，順序排列之效率為隨機排列四分之三稍弱，而隨機排列之效率則又為拉丁方式排列之四分之三稍弱。

(五)邊緣影響與保護行 用學生法將緣邊各小區與內緣各小區之產量，直接比較結果：

邊緣各區與內緣各區相互之產量比較表一二五

相 互 比 較 之 各 區	差 數	偶 差
第二段各區產量與第一段各區產量	16.6	1999:1
第三段各區產量與第二段各區產量	3.6	2.92:1
第十一段各區產量與第十二段各區產量	11.6	34.2:1
第十段各區產量與第十一段各區產量	4.2	2.92:1
第二排各區產量與第一排各區產量	10.9	88.3:1
第三排各區產量與第二排各區產量	6.2	2.84:1
第二十一排各區產量與第二十二排各區產量	22.1	369:1
第二十排各區產量與第二十一排各區產量	2.6	1.68:1

上表證明有顯著之差異，邊緣區之產量，因受邊緣之影響，如列入全試驗比較，難以公允，故試驗四周宜設保護行，以免除邊緣之影響。

(六)缺株影響 缺株為棉作試驗最困難之問題，以相關法求各區產量與各區株數之相關係數結果，缺株足以影響產量，但缺株數在百分之十四至十六以下與產量無顯著之影響。

上述各氏試驗之結果，差別甚大，難作共同之斷語，惟可得相似數點，聊供棉作田間技術之參考，即土壤差異為試驗差誤之大部原因，試驗小區之面積增大，與重複次數加多，可以減少試驗差誤，惟增大小區面積，極易減低其效率，不如增加重複次數；小區以長狹形而伸向土壤差異較大之方向為較佳，在試區規劃原則上言之，土壤差異以擴大小區面積與加多重複次數，使之減至最少限度，但以人力經濟與試地之限制，事實上不能過分增多，故以在可能範圍內，一方面能減少試驗差誤，而同

時能使小區面積愈小愈佳，至重複次數亦愈少愈好，此則尚有待於更多精密之試區規劃研究也。

第二節 試驗棉田缺株與缺區問題

棉作試驗最困難之問題，厥為缺株，在普通情形下，雖出苗均勻，植株甚為完整，但一經病蟲害侵蝕，仍然難免缺株之虞。故缺株對產量之影響，不可不加以研究

1. 棉作之缺株 據蕭輔氏之試驗，用相關法求各區產量與株數之相關係數，證明缺株足以影響產量，但缺株數如在百分之十四至十六以下者，其產量可不受顯著之影響，蓋缺株之空位，其旁生之棉株，得以利用也。惟若一行連缺多株，其影響性變為複雜，此則尚待於更多之研究，始能明之。棉作育種家，有時應用缺株部位四周，不受影響之棉株計算其平均數，以推算完全株數之產量，藉以矯正缺株之影響。缺株對於產量之影響，晚近漸漸有採用互變異數(Co-variance)分析法，以矯正之，其應用之價值，業經多數學者加以證明矣。

茲以金陵大學南京農事試驗總場於民國二十四年棉作產量試驗之結果，以每區株數作自變量，每區產量作因變量，作互變異數之分析，藉以明缺株對於產量比較之重要性，及其如何應用此種分析技術，以矯正原有產量。

下表為美棉十品系之五行隨機區集試驗之產量及其收穫之株數，表中上行為產量克數，下行為收穫之株數。每單位試驗區之面積為 60 平方市尺。

美棉五行試驗產量與株數 (金陵大學民二十四年) 表一二六

品 系	產 量 (上 行) 與 株 數 (下 行)					總 和	平 均	每 畝 斤 數
愛字棉(大鈴種)	1585	1549	1459	1811	1102	7506	1501.2	300.24
Big Boll Acala-51	24	24	21	22	15	106	●	
愛字棉(Acala)	1382	704	600	1089	767	4542	908.4	181.68
1140-30	23	13	14	20	18	88		
愛字棉(Acala)	1456	821	679	779	947	4482	896.4	179.28
1140-69	22	18	17	21	18	96		
樂讓登棉(Rowden)	1583	818	1080	990	747	5218	1043.6	208.72
40-5	23	23	24	23	16	109		
標準品系 A	1078	752	1203	1157	720	4910	982.0	196.40
(Check-A)	22	19	23	24	16	104		
樂讓登棉(Rowden)	1025	1078	1570	1830	1006	6509	1301.8	260.36
40-35	24	24	23	23	24	118		
墨西哥棉(Mexi- can)128-5-5	554	712	824	817	1050	3957	791.4	158.28
	15	16	19	18	24	92		
墨西哥棉(Mexi- can)128-5-11	292	806	830	724	635	3287	657.4	131.48
	9	15	16	13	12	65		
墨西哥棉(Mexi- can)58-14-1	562	1192	1444	42	1238	5578	1115.6	223.12
	19	21	24	21	24	109		
標準品系 B	1021	551	1384	850	982	4788	957.6	191.52
(Check-B)	20	14	22	17	20	93		
總產量和	10538	8983	11073	11189	8994	50777		
株數	201	187	203	202	187	980		

分析方法可分以下數步驟說明之：

甲、分析原有產量及株數之變異量，然後以 Z-值測驗全試驗各品系間，有無顯著之差異，變異數各項計算法如下：

產量資料：

$$\text{總產量} = 50,777$$

$$\text{矯正項}(C) = 50,777^2/50 = 51,566,074.58$$

$$\begin{aligned} \text{產量總數變異平方和} &= (1585^2 + 1549^2 + \dots + 850^2 \\ &\quad + 982^2) - C = 57,664,943 - 51,566,074.58 \\ &= 6,098,888.42。 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{區集間變異平方和} &= (10538^2 + \dots + 8994^2)/10 - C \\ &= 52,044,081.90 - 51,566,074.58 \\ &= 478,007.32。 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{品系間變異平方和} &= (7506^2 + 4542^2 + \dots + 4788^2)/5 - C \\ &= 54,252,415 - 51,566,074.58 \\ &= 2,686,340.42。 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{差誤變異平方和} &= 6,098,888.42 - (478,007.32 + 2,686,340.42) \\ &= 2,934,540.68。 \end{aligned}$$

分析結果可列如下表：

棉作五行試驗之原有產量變異分析表一二七

變異原因	自由度	變異平方和	平方均數(變異數)	$\frac{1}{2} \log_{10}$	Z-值
區集間	4	478,007.32	119,501.83		} 0.6490
品系間	9	2,686,340.42	298,482.27	6.3033	
差誤	36	2,934,540.68	81,515.02	5.6543	
總數	49	6,098,888.42	124,467.11	S. E. \bar{a} = 285.50835	

$n_1 = 8, n_2 = 30$, 顯著 Z 值, $5\% = 0.4090$, $1\% = .577^8$ 計算之 Z 值大於顯著 Z 值, 此表示品系間之產量有顯著之差異, 以相同方法, 分析株數資料, 結果如下表:

棉作五行試驗之株數變異數分析表一二八

變異原因	自由度	變異平方和	平方均數(變異數)	$\frac{1}{2} \log e$	Z 值
區集間	4	27.20	6.8		} 0.7743
品系間	9	399.20	44.36	1.8962	
差誤	36	399.60	11.10	1.1219	
總數	49	766.00	15.63	S. E. s = 3.07137	

計算 Z 值亦達顯著 $1\% Z$ 值之標準, 此顯示各品集間之株數, 亦具顯著之差異。現在所應研究之問題為各品系間, 其產量變異之呈顯著, 是否為由於株數變異之影響所致, 其次之問題, 則為假定各品系之株數皆使一律相等時, 其產量之變異, 將呈何種情形, 凡此種種問題, 皆有賴於互變異數之分析也。

乙、互變異數分析之計算 互變異數分析之計算, 頗與變異數分析法相似, 不過變異數為一變量 (Variable), 譬如產量 (Y) 或株數 (X), 偏差平方均數, 而互變異數則為兩個變量, 譬如產量 (Y) 與株數 (X) 兩者, 偏差平均乘積數。茲以分析數字列下, 以供作例題。

$$X (\text{自變數}) = \text{株數}$$

$$Y (\text{因變數}) = \text{產量}$$

$$\text{矯正項 } C = S(Y) \cdot \bar{X} = 50777 \times 19.60 = 995, 229.20$$

$$\begin{aligned} \text{總數之乘積數} &= (1585 \times 24 + 1549 \times 24 + \dots + 850 \times 17 \\ &\quad + 982 \times 20) - C = 1,045,977 - 995,229.20 = 50,747.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{區集之乘積數} &= (10,538 \times 201 + \dots + 8,994 \times 187) / 10 - C \\ &= 998,783.40 - 995,229.20 \\ &= 3,554.20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{品系之乘積數} &= (7,506 \times 106 + 4,542 \times 88 + \dots \\ &\quad + 4,788 \times 93) / 5 - C \\ &= 1,020,810.60 - 995,229.20 = 25,581.40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{差誤之乘積數} &= 50,747.80 - (3,554.20 + 25,581.40) \\ &= 21,612.20 \end{aligned}$$

分析結果可列如下表：

棉作試驗產量與株數之變異數及互變異數分析表一二九

變異原因	自由度	A $S(x^2)$	C $\Sigma(x \cdot y)$	B $S(y^2)$	$b = \frac{S(xy)}{S(x^2)}$	$\frac{C^2/A}{S(x^2)}$	$\frac{S(y^2) - \{S(xy)\}^2}{S(x^2)}$
區集間	4	27.20	3,554.20	478,007.32			
品系間	9	399.20	25,581.40	2,686,340.42	64.0817	1,639,299.6004	1,047,040.8196
差 誤	38	339.60	21,612.20	2,934,540.68	63.6402	1,375,404.7304	1,559,135.9496
總 數	49	766.00	50,747.80	6,098,888.42			
品系十差 誤	45	738.80	47,193.60	5,620,881.10	63.8787	3,014,665.8163	2,606,215.2837

表內第三及第五行係株數及產量之變異平方和，第四行係兩者之互變異乘積數，第六行(C/A)乃以株數為自變數，產量為因變數之

迴歸係數(by_x), 第七行 (C^2/A) 係利用株數 (自變數) 以矯正產量 (因變數) 所應減少之變異平方和 (Reduction in S. S.), 末一行為矯正之後之變異平方和或謂之賸餘變異平方和。

吾人現即利用互變異分析之結果, 以測驗株數與產量兩變異間之關係。

丙、迴歸係數之測驗 產量能予以矯正, 須假定產量與株數有顯著之相關存在。倘株數與產量確有相關時, 則此種矯正法, 可使試驗差誤減少。故欲免除不合理之矯正, 吾人須於事前測驗產量與株數, 有無確實關係之存在。此類測驗可求出相關係數以作測驗, 或測驗迴歸係數。

產量之變異平方和, 可分析為二部分: 一部分藉迴歸係數之變異而變化, 謂之迴歸平方和, 具有一自由度 (因只一自變數); 另一部分代表各原有產量與由迴歸函數所推測之理論產量之差異, 具有 $(N-2)$ 自由度。此二部分之分佈, 各自獨立, 並可用以下恆等式表示之:

$$S(Y - \bar{Y})^2 = bS(X - \bar{X})^2 + S(Y - Y_c)^2$$

或 $B = C^2/A + \text{賸餘數}(R)$

測驗迴歸之顯著性, 吾人以採用前頁表內差誤項內較之以總數者為合理, 故所計得之平方和如下:

$$B = 2,934,540.68, \quad C^2/A = 1,375,404.7304,$$

而賸餘平方和 $(B - C^2/A) = 1,559,135.9496$, 測驗時即假定 B (b 之理論值) 等於零, 而計算 b 超過賸餘值之機會數, 其測驗法可用 Z 值:

$$Z = 1/2 \log_e \left\{ \frac{C^2/A}{(P-1)} \cdot \frac{1}{B - C^2/A} \right\} \quad P = \text{差誤自由度測驗}$$

之結果，可列如下表：

差誤迴歸之測驗表一三〇

變異原因	自由度	變異平方和	平方均數(變異數)	1/2 log ₀	Z
迴歸 (C ² /A)	1	1,375,404.7304	1,375,404.7304	7.0673	1.7150
迴歸偏差	35	1,559,135.9496	44,546.7414	5.3523	
差誤總數 (B)	36	2,934,540.6800			

$n_1=1, n_2=30$ ，顯著 Z 值 5% = 0.7141, 1% = 1.0116，計算 Z 值既大於顯著 Z 值，證明迴歸甚顯著，而產量確有矯正之必要，以上結果，亦可用 t 值測驗，即：

$$t = \sqrt{\frac{1,375,404.7304}{44,546.7414}} = \sqrt{30.875541} = 5.557,$$

顯著 t 值 5% = 2.030, 1% = 2.724, ($n=35$)，結果亦甚顯著 (t 測驗只限定於 $n_1=1$ 時，始能應用)。

或者直接測驗相關係數之顯著性，亦可以決定產量有否矯正之必要，相關係數之求法，可採用以下任何一式：

$$r = b \frac{S.E.x}{S.E.y} = 63.6402 \frac{3.07137}{285.50835} = +.6846$$

$$r = \frac{C}{\sqrt{(A \cdot B)}} = \frac{21,612.20}{\sqrt{339.60 \times 2,934,540.68}} = +.6816$$

查費歇氏表 V. A. 當 $n=35$ ，顯著 r 值， $P=0.05, r=0.3246, P=0.01, r=0.4182$ ，由此可知相關係數亦甚為顯著。由上分析，略知各品系之產量，確受株數之影響。現若以互變異數矯正方法，使之在同等株數之假定下，其產量變異之分析，是否仍呈顯著，因之吾人有賸餘變

異數之分析。

丁、贖餘變異數之分析 贖餘數之公式爲：

$$S(Y - Y_c)^2 = S(Y - \bar{Y})^2 - bS(X - \bar{X})^2 = S(y - bx)^2 - S(y^2) \frac{S^2(xy)}{S(x^2)}$$

$$= B - C^2/A。$$

分析結果列如下表：

贖餘變異數之分析表一三一

變異原因	自由度	變異平方和	平方均數(變異數)	1/2 loge	Z
迴歸之差數	1	38,5145	38.5145	1.8255	3.5268
差 異	8	1,047,040.8196	130,880.1024	5.8910	.5387
品 系	9	1,047,079.3341	116,342.1482	5.8322	} 0.4799
試驗差誤	35	1,559,135.9496	44,546.7414	5.3523	
品系+差誤	44	2,606,215.2837	59,232.1655		

一二五表上第二、第四及第五橫行之變異平方和，係由一二三表內各橫行內最末一直行錄下(B-C²/A)。例如(品系+差誤)一項=2,606,215.2837，試驗差誤一項=1,559,135.9496。差異一項目係品系間之(B-C²/A)而得，即1,047,040.8196。自由度則係將一二三表上各項自由度減去一個，至第三橫行之平方和，乃將第五及第四橫行之平方和相減即得。第一橫行者係第三及第二橫行平方和之相差數。

表上之品系贖餘平方和與差誤贖餘平方和，互爲獨立，故可用 Z 值作測驗之標準，倘若此一測驗呈現顯著，則可表示各品系之平均數

間，經採用差誤之迴歸矯正後，而產量平均數間，仍有差異。上表之計得 Z 值為 0.4799 大於顯著 Z 值，故知品系間之產量平均雖在相同株數之假定下，其差異仍極重要。

由品系項內，尚可裂分為兩部分：其第一部分之平方和為：

$$\{\text{品系項 } bS(xy) + \text{差誤項 } bS(xy)\} - \{\text{品系} + \text{差誤項 } bS(xy)\}$$

$$\text{或 } \{\text{品系項 } C^2/A + \text{差誤項 } C^2/A\} - \{\text{品系} + \text{差誤項 } C^2/A\}$$

以實數代入，即為 $\{1,639,299.6004 + 1,375,404.7304\}$

$$- 3,014,665.8163 = 38.5145$$

此一部分之平方和，係測度品系間，迴歸係數與差誤之迴歸係數之差異。其第二部分平方和為品系項內之贖餘平方和即，

$B - C^2/A = 2,686,340.42 - 1,639,299.6004 = 1,047,040.8196$ ，由此分裂之二部分平方和，其分佈互相獨立，且與試驗差誤之贖餘平方和，亦為獨立分佈，故其變異數，均可與差誤變異數作 Z 值測驗，第一部分之測驗若呈顯著，即表示品系迴歸係數，與差誤迴歸係數有顯著差異。第二部分之 Z 測驗倘呈顯著，則又表明品系產量平均值經迴歸線矯正後之贖餘數，彼此間尚有顯著之差異。

一二五表內迴歸差誤變異數，小於差誤者，故知兩迴歸係數間，無重要之相差，差異項內之測驗，則甚為顯著。

比較表一二一及表一二五差誤項內之變異數，由 81,515.02 減低至 44,546.7414，此即表示因利用株數以矯正產量，其結果之可靠性，將增高 45.35% 之多。

戊、各品系矯正產量之計算 利用株數之變異，以矯正產量平均

數，以上分析皆證明其重要及價值。至其矯正方法，可用下式：

$$Y_0 = Y - b(X - \bar{X}),$$

公式內 Y_0 為假定在同等株數之各品系平均產量， \bar{Y} 為各品系產量平均數之總平均值， X 為各品系之株數平均數， \bar{X} 為株數總平均值，至迴歸係數 b 最適當之估計值，須採用差誤項內即 63.6402，因其能免除品系項目之影響故也。

矯正之結果如下表：

美棉五行試驗各品系之矯正產量表一三二

品系	株數平均 X	$X - \bar{X}$	$b(x - \bar{x})$	Y	每畝斤數 平均產量	位次	$\bar{Y} - b(x - \bar{x})$	每畝斤數 矯正產量	位次
愛字棉大鈴種 (Big Boll Acala)51	21.2	+1.6	+101.82	1501.2	500.24	1	1399.38	279.876	1
愛字棉 (Acala)1114-30	17.6	-2.0	-127.28	908.4	181.68	7	1035.68	207.136	4
愛字棉 (Acala)1114-69	19.2	-0.4	-25.46	896.4	179.28	8	921.86	184.372	7
樂讓登棉 (Rowden)40-5	21.8	+2.2	+140.01	1043.6	208.72	4	903.59	180.718	9
標準品系 A (Check-A)	20.8	+1.2	+76.37	982.0	196.40	5	905.63	181.126	8
樂讓登棉 (Rowden)40-35	23.6	+4.0	+254.56	1301.8	260.36	2	1047.24	209.448	3
墨西哥棉 (Mexican)128-5-5	18.4	-1.2	-76.37	791.4	158.28	9	867.77	173.554	10
墨西哥棉 (Mexican)128-5-11	13.0	-6.6	-420.03	657.4	131.48	10	1077.43	215.486	2
墨西哥棉 (Mexican)58-14-1	21.8	+2.2	+140.01	1115.6	223.12	3	975.59	195.118	6
標準品系 B (Check-B)	18.6	-1.0	-63.64	957.6	191.52	6	1021.24	204.248	5

$$S(X) = 196.0, \quad \bar{X} = 19.6, \quad b = 63.6402.$$

由上表可知各品系試驗區內，每區平均株數為 19.6 株，其各平均產量矯正前後相差頗大，各品系矯正後之平均產量比之矯正前者，其增減以各品系實得每區株數比之平均株數之多少為反比例，至每區平均株數每多一株時，其相當之平均產量，亦多出 63.6402 克，或 12.7280 斤，故品系樂讓登棉(Rowden)40-35，因多於平均株數四株，其實得產量比之矯正者多出 $(4 \times 63.6402) = 254.56$ 克，同理品系墨西哥棉(Mexican)128-5-11，因比平均株數少 6.6 株，其實得產量比之矯正者少 $(6.6 \times 63.6402) = 420.03$ 克。又試詳察矯正前後其產量位次排列之不相符合，亦可略推知一二株數對於各品系產量之影響，雖然愛字棉大鈴種(Big Boll Acala)-51 品系，其矯正前居第一位，矯正後仍居第一位，似無變化，但其矯正後之產量比之前者已減少 101.82 克也。位次變化最顯明者為品系愛字棉(Acala)1114-30，樂讓登棉 40-5 及墨西哥 128-5-11 三者，其相差為 3 級、5 級及 8 級之多。

己、各品系矯正產量之測驗 由表一二七知各品系自用迴歸係數矯正後，其產量平均數彼此間仍呈差異，因此任何二品系間之矯正後產量之測驗，仍極需要。矯正產量平均數之相差數，可由上表 $\bar{Y}-b(X-\bar{X})$ 項求得，至其相差數之變異數，則由下式估計之：

$$V_d = S^2 \left\{ 2/r + \frac{(X_p - X_q)^2}{S(X - \bar{X})^2} \right\} \quad (\text{韋適氏, Wishart, J. 1936})$$

V_d = 相差數之平均數。

S^2 = 矯正後之差誤平方和 (一二七表之 44, 546.7414)

r = 每品系之重複區數。

X_p = 任何一品系每區實得平均株數，

X_q = 另一品系之每區實得平均株數，

$S(X - \bar{X})^2$ = 一二五表內之株數差誤項內平方和(即 339.60)。

茲以本試驗產量最優之愛字棉(Acala)51 與第一標準品系(ck. A)及第二標準品系(ck. B)比較，結果列如下表：

矯正後任何兩品系之比較測驗表一三三

公 式 符 號	愛字棉大鈴種 標準品系 A (Big Boll Acala)-51- (ck. A)	愛字棉大鈴種 標準品系 B (Big Boll Acala)-51- (ck. B)
1. S^2	44,546.7414	44,546.7414
2. r	5	5
3. $(X_p - X_q)^2$.8	6.76
4. $S(X - \bar{X})^2$	339.60	339.60
5. $(3/4)$	0.00047	.019908
6. $2/r$.4	.4
7. $(6+5)$.40047	.419906
8. $(1+7)$ or Vd	17,839.633528	18,705.622181
9. $(\sqrt{8})$ or S. E. d.	133.565	136.768
10. $(Y_p - Y_q)$	493.75	378.14
11. $(10/a)$ or t	3.6967	2.7648

$n=35$, 顯著 t 值在 $5\% = 2.030$, $1\% = 2.724$ 。

愛字棉大鈴種(Big Boll Acala)-51-品系比之標準品系 A 及 B, 其相差測驗之 t 值, 皆超過 1% 顯著點, 證明其差異並非由於機會造成者, 至其他各試驗品系, 亦可以採用同樣方法, 與標準品系作比較, 茲

不多贅。

棉作產量比較試驗，因試驗區株數之整齊。每每影響及產量之變異，本試驗經已證實，不過倘此試驗區缺株在試驗初期能加以補救固佳，否則只能賴於互變異數之分析也。採用互變異數以作矯正，雖屬合理之舉，但當採用時，吾人所應注意者有二點：其一則為採用此一統計方法所推得之結果，只能應用於概括之情形而言，其準確程度，亦自有一定限制，譬如以上所求之迴歸係數 $b=63.6402$ ，即每區平均株數每多一株時，其相當之平均產量亦多 63.6402 克之意，此只能以大概而論，事實上各品系之本身生長能力不同，而取樣亦必有差誤，自不能因其株數之增減於產量之影響，符合於一常數。故吾人倘能事前於各試驗區若發見缺株現象，即加以補救，如加多播種量補苗及移植等等手續，則所得結果，其於試驗之準確度，較之以互變異數作矯正者，必較為優良無疑也。其二倘不幸缺株實成問題，似乎需矯正之必要，則吾人於未作矯正前，為免除不合理之譏，須先測驗此株數與產量間確否有顯著之相關存在，否則此種矯正，亦必為徒勞無功也。

2. 棉作之缺區 以上為缺株之補救辦法，至缺區之問題雖不常遇，但在反常情形下，有時亦難免發生，在有秩序排列之試驗法，如遇缺區，其產量計算，可無若何困難，其平均產量之求得，祇須將有產量之各重複區之產量總數，以區數除之即可，惟於隨機區集排列與拉丁方式排列法中，因缺區之故，區集間產量不能保持互相倚重之效用，因而失去全試驗平衡性，勢必難以分析，英人葉琪(Yates, F.)、韋適(Wishart, J.)等氏，依據直線定律，倡用推算缺區產量方法，茲列王綏氏所舉之例題

於下，俾便參考。

A. 隨機區集排列：

全試驗內缺一區（隨機區集排列）表一三四

區 數	處 理						總 和
	1	2	3	4	5	6	
1	20.2	20.5	20.4	20.0	20.7	20.9	122.7
2	16.2	16.9	19.8	(17.2)	19.6	21.2	93.7
3	18.6	20.3	22.7	19.3	18.3	19.1	118.3
4	18.9	23.6	22.4	16.9	15.4	17.0	114.2
5	19.2	20.5	21.0	18.1	20.3	21.4	102.5
總 和	93.1	101.8	106.3	74.3	94.2	99.6	569.4

() 假定缺區，括弧內數字為實在產量計算公式：

$$K = \frac{(n+s-1)S - sSt - nSb}{(n-1)(s-1)}$$

公式內代表數字：

K = 推算之缺區產量

s = 處理數或品種數 = 6

n = 大區數 = 5

S = 已知(ns-1)區之總產量 = 569.4

St = 不包括缺區之處理其餘各處理之總產量

$$= 569.4 - 74.3 = 495.1$$

Sb = 不包括缺區之大區，其餘各大區之總產量

$$= 569.4 - 93.7 = 475.7$$

$$\frac{(5+6-1) \times 569.4 - 6 \times 495.1 - 5 \times 475.7}{4 \times 5} = \frac{344.9}{20} = 17.245$$

若用 17.245 推算結果與實際所得之結果 17.2 比較，可云相同。

全試驗內缺數區（隨機區）表一三五

區 數	處 理						總 和
	1	2	3	4	5	6	
1	20.4	20.8	23.8	17.2	18.0	20.5	120.7
2	20.0	20.7	20.9	21.7	18.0 ^c (21.9)	20.7	140.0+c
3	17.2	19.6 ^a (19.6)	21.2	18.7	20.4	19.0	96.5+a
4	19.3	18.3	19.7	20.0	18.2	22.2 ^e (22.2)	94.9+e
5	16.9	15.4	17.0 ^b (17.0)	16.7	15.7 ^d (15.7)	19.8	68.8+b+d
總 和	93.8	75.2+a	85.0+b	94.3	56.6+c+d	80.0+e	484.9+a+b+c+d+e

所用公式：

$$X = \frac{pP + qQ - T}{(p-1)(q-1)}$$

公式內代表字：

X = 缺區產量

p = 處理或品種數

q = 大區數，

Q = 與缺區同一大區之總產量。

P = 與缺區同一處理各小區之總產量

T = 全試驗之假定總和

$$\text{假定全試驗內小區之平均} = \frac{\text{已知各區之總產量}}{\text{有產量之區數}} = \frac{484.9}{25} = 19.4$$

$$\bullet \quad T = 484.9 + 5 \times 19.4 = 484.9 + 97 = 581.9$$

將各數代入公式——假定全試驗之缺區

$$X_a = \frac{6 \times 75.2 + 5 \times 96.5 - 581.9}{5 \times 4} = \frac{933.7 - 581.9}{20} = \frac{351.9}{20} = 17.59$$

(缺區 a 第一次估計)

求 b 時須於區和 68.8 上加以 19.4 以補 d 缺:

$$X_b = \frac{6 \times 85.0 + 5(68.8 + 19.4) - 581.9}{20} = \frac{510 + 441 - 581.9}{20}$$

$$= \frac{369.1}{20} = 18.46 \quad (\text{缺區 b 第一次估計})$$

求 c 時須於處理和 56.6 上加以 19.4 以補 d 缺:

$$X_c = \frac{6(56.6 + 19.4) + 5 \times 104 - 591.9}{20} = \frac{456.0 + 520 - 581.9}{20}$$

$$= \frac{394.1}{20} = 19.71 \quad (\text{缺區 c 第一次估計})$$

求 d 時須於處理和 56.6 上加以 19.4 (因爲 c) 於區和 68.8 上加以 19.4 (因爲 b)

$$X_d = \frac{6 \times (56.6 + 19.4) + 5(68.8 + 19.4) - 581.9}{20}$$

$$= \frac{6 \times 76 + 5 \times 88 - 581.9}{20} = \frac{456.0 + 441.0 - 581.9}{20}$$

$$= \frac{315.1}{20} = 15.76 \quad (\text{缺區 d 第一次估計})$$

$$X_e = \frac{6 \times 80 + 5 \times 94.9 - 581.9}{20} = \frac{480 + 474.5 - 581.9}{20}$$

$$= \frac{372.6}{20} = 18.63。$$

各缺區第一次估計求得後，代入缺區，再求全數試驗之總和。

$$T = 484.9 + (17.59 + 18.46 + 19.71 + 15.76 + 18.63) = 575.05$$

再仿前法，假定全試驗只缺一區，逐一代入公式，求各缺區第二次估計。

$$X_a = \frac{(6 \times 75.2) + (5 \times 96.5) - 575.05}{20} = \frac{358.65}{20} = 17.933$$

缺區 a 第二次估計。

依法求得 $b = 17.888$, $c = 18.956$, $d = 15.956$, $e = 18.973$ 。綜上計結果：

	a	b	c	d	e
第一次估計	17.59	18.46	19.71	15.76	18.63
第二次估計	17.93	17.89	18.96	15.96	18.97
實 數	19.60	17.00	21.90	15.70	22.20

估計數與實數之差異不顯著，可知估計數尚可勉強應用，以補救缺危險也。

全試驗區祇缺一區（拉丁方例題）表一三六

B 36	E 32	A 31	D 27	C 28	154
D 29	A 32	E 28	C 25	B 28	142
E 27	D(30)	C 25	B 23	A 26	101+D
A 32	C 30	B 23	E 26	D 27	138
C 35	B 36	D 30	A 30	E 30	161
159	130+D	137	161	139	686+D

所用公式 $X = \bar{x}_r + \bar{x}_c + \bar{x}_v - 2\bar{x}$

公式內代表字 X = 缺區之產量
 \bar{x}_r = 具有缺區之橫行平均
 \bar{x}_o = 具有缺區之直行平均
 \bar{x}_v = 具有缺區之品種平均
 \bar{x} = 已知區之平均產量

本例由 $\bar{x}_r = \frac{101}{4} = 25.25$

$$\bar{x}_o = \frac{130}{4} = 32.50$$

$$\bar{x}_v = \frac{113}{4} = 28.24$$

$$\bar{x} = \frac{696}{24} = 29$$

代入公式 $X = (25.25 + 32.50 + 28.24) - 2 \times 29 = 85.99 - 58$
 $= 27.99$ 缺區 D 之估計產量。

全試驗缺數區 (拉丁方例題) 表一三七

A 32	B 81	C 109	E 41	D 67	F 49	379
B (79)	D 58	F 57	C 113	E 53	A 28	309+B
C 98	E (73)	D (77)	F 52	A 46	B 70	266+E+D
E 40	A 51	B 90	D 57	F 36	C 107	381
D 63	F (67)	A 68	B 57	C 80	E 23	293+F
F 70	C 145	E 58	A 27	B 37	D 21	358
303+B	335+E+F	382+D	349	319	298	1986

註：數字外有 () 者為缺區。

所用公式：
$$X = \frac{p(P_r + P_o + P_t) - 2T}{(r-1)(p-1)}$$

公式內代表字，

X = 缺區之估計產量

r = 處理數或橫行，直行數

P_r = 具有缺區之橫行總數

P_o = 具有缺區之直行總數

P_t = 具有缺區之處理總數

T = 除一缺區外，全試驗之假定總和，

假定全試驗之每小區之平均產量 = $\frac{1986}{32} = 62.06$

$\therefore T = 1986 + 3 \times 63.06 = 2172.18$

假定全試驗只缺一區

$$X'_b = \frac{6(309 + 303 + 337) - 2 \times 2172.18}{5 \times 4} = \frac{5694 - 4344.36}{20}$$

$$= \frac{1349.64}{20} = 67.48$$

$$X'_e = \frac{6\{(266 + 62.06) + (335 + 62.06) + 215\} - 2 \times 2172.18}{20}$$

$$= \frac{1296.36}{20} = 64.82$$

$$X'_f = \frac{6\{(293 + 335 + 62.06) + 264\} - 4344.36}{20} = \frac{1380}{20} = 69.00$$

$$X'_d = \frac{6\{(266 + 62.06) + 382 + 266\} - 4344.36}{20} = \frac{1512}{20} = 75.60$$

以上求得各缺區產量後，代入各區，則得總和 2262.90，假定全試

驗只缺一區，由此總和內減去該區之第一次估計數，可求得相當 T，依上公式，求各缺區第二次估計。

$$X'_b = \frac{6(309 + 303 + 337) - 2 \times 2195.42}{20} = 65.16$$

$$X'_e = \frac{6(341.6 + 404 + 215) - 2 \times 2198.08}{20} = 68.37$$

$$X'_f = \frac{6(293 + 399.82 + 264) - 2 \times 2193.9}{20} = 67.66$$

$$X'_d = \frac{6(330.82 + 382 + 266) - 2 \times 2187.30}{20} = 74.92$$

依上法求得之結果

	B	E	F	D
第一次估計	67.48	64.82	69.00	75.60
第二次估計	65.16	68.37	67.66	74.92
實數	79.00	73.00	67.00	77.00

估計數與實數之差異不顯著，是知估計缺區，亦無極大之缺點也。

以上略述缺區之估計，估計之數雖不與實數相符，但其差異並不顯著，可知其方法，亦可權宜應用也。試驗既估計後，若用費歇氏變異數分析時，所用之自由度應再減去曾經估計之區數，此分析時應注意之事也。若祇估計一區，則從總自由度內減去一，若曾估計數區，則須減去數個自由度，使差誤自由度減少。

第三節 生長競爭問題

關於禾穀類作物之品種間生長競爭與邊緣影響之研究者頗多，而

用棉作為研究材料者，則尚為不多。考棉作各品種間之植株大小，成熟遲早，以及生長習性等差異甚大，各品種並作試驗，是否有生長競爭之事實，致影響試驗之可靠性。據李綱 (Ligon, 1930) 氏之研究，用 100 呎、200 呎，及 300 呎行長之不同小區面積，以海斯 (Hayes, H. K.) 氏之總平均偏差法計算各種小區面積之差異，在一百呎長之三行區，其區之中行與外緣兩行之或差相較結果，內行之變異，並不常小於兩邊行，可如下表所示：

兩邊行或差與中行或差之比較表一三八

(奧克勞哈馬農場 Oklahoma)

年 份	1925	1926	1927
邊 緣 行	5.55	4.99	6.99
中 間 行	4.96	6.37	5.61
邊 緣 行	4.89	5.36	6.48

又海爾 (Hale, 1932) 氏報告，謂伊在額根桑州 (Arkansas) 及喬治亞州 (Georgia) 曾舉行品種試驗，三行區之兩邊行，能較中行多產 12—40% 之籽花，又脫字棉品種在單獨種植之地內，可較脫字棉及克立夫倫特 (Cleveland) 品種相間種植者，每畝多產 104 磅。

又魏雅 (Ware, 1929) 氏研究棉之生長競爭，法將各行之植株數目，使較標準行之植株為疏或為密，然後用貝氏法 (Bessel's) 及學生法 並行比較，視其平均數是否有顯著之差異，氏之結果如下：

一九二三年 植株較標準行為密之區，稍有生長競爭。

植株較標準行為疏之區，無生長競爭。

一九二四年 植株較標準行為密之區，頗有生長競爭。

植株較標準行為疏之區，亦頗有生長競爭。

一九二五年 植株較標準行為密之區，生長競爭甚小。

植株較標準行為疏之區，頗有生長競爭。

一九二六年 植株較標準行為密之區，頗有生長競爭。

在司谷脫地(At Scott) 植株較標準行為疏之區，頗有生長競爭。

一九二六年 植株較標準行為密之區，生長競爭甚小。

在馬利阿那地(At Mariana) 植株較標準行為疏之區，微有生長競爭。

克禮斯德第 (Christidis, 1935) 氏於一九三二年在希臘萬利亞 (Verria) 棉業分場研究棉作之生長競爭，以區寬 7.35 呎，區長 323 呎，行距約為 2.5 呎之三行區，每穴兩株，穴距為 11.5 吋，分為五個隨機排列區。每品系重複兩次，用變異數分析法所得之結果，證明生長競爭極為顯著。

韓可克 (Hancock, 1936) 氏經四年之研究報告，謂伊用愛字棉及德字棉 6102 號為研究生長競爭之材料，其所以選擇該二品種者，因其生長習性、植株大小、成熟時期、枝葉多寡等性狀差異頗大也。研究之法，用六種不同結合之種植，行長七十二呎，以後兩端各去三呎，行距三呎，字母 A 代表愛字棉之單行區，D 為德字棉之單行區，各種結合種植之重複自十至十四次，其六種結合組如下：

(1)DDD 德字棉之兩邊行亦為德字棉。

(2)AAA 愛字棉之兩邊行亦為愛字棉。

- (3) DDA 德字棉其一邊爲德字棉一行，另一邊爲愛字棉一行。
 (4) AAD 愛字棉其一邊爲德字棉一行，另一邊爲愛字棉一行。
 (5) ADA 德字棉兩邊行爲愛字棉。
 (6) DAD 愛字棉兩邊行爲德字棉。

韓氏研究之結果，其所得之平均產量相差可如下表(以磅爲單位)：

棉作生長競爭表一三九

年 份	DDD ADA	DDA ADA	DDD DDA	AAA DAD	AAD DAD	AAA AAD
1930	+ .17	+ .07	+ .10	- .30*	- .05	- .25
1931	+ .17	+ .24	+ .07	- .73*	- .44	- .29
1932	+ .13	+ .04	+ .09	- .45*	- .21	- .24
1934	+ .53	+ .45	+ .08	- .56	- .55	- .01

* 顯著者標誌。

上表以上層之結合組爲比較標準如 DDD 組，在一九三〇年較 ADA 組多產 +.17 磅籽棉，又 AAA 組在一九三〇年較 DAD 組少產 -.30 磅籽棉。此項結果，證明生長習性不同之品種，若植於一處，頗有生長競爭之影響。上表中平均產量相差之正負號，各年雖甚固定，但僅一種愛字結合組有顯著影響，惟經測定法及互變異數分析法 (Covariances) 以除去土壤差異及植株間不同疏密影響後其顯著甚小。

韓氏更舉一九三五年美國農部與坦尼西省 (Tennessee) 試驗場合作舉行之品種試驗，計八個品系，用隨機區集法排列四行爲一小區，行長 100 呎，行距三呎，株距十吋，以變異數分析法分析，每小區內部兩行

之產量與外邊兩行之產量結果，無甚差異，故氏以爲中等肥力之地，行品種比較試驗，用二行區即可。

上述各氏對於生長競爭影響研究之結果，或有或無，此蓋因土地肥瘠，株行距與所用品種習性不同之故也。

第四節 室內考種問題

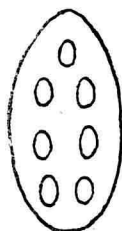
棉作育種，產量與品質並重，亦或有主張棉花之品質尤重於產量者。棉花室內考種，所以選拔品質優良之棉種而淘汰其不良者，惟室內考種之法，如無科學研究爲根據，品質考查時，難免發生錯誤判斷，而有遺珠之憾，或多徒耗人工與時間，確難得良好之結果焉。

考查棉纖維品質之項目甚多，其主要者如纖維長度、整齊度、籽指、衣指、衣分、纖維粗細、撚曲度、強度、未成熟棉纖維百分率等，每一項目，其考查之方法，均宜有研究，俾達事半功倍之目的。考查品質，首重取樣，吾人不論考查棉纖維品質之何種項目，欲將所有之材料一一查考，此爲事實所不可能，故只能從集體中取出一部之小樣，加以查考，惟所取之小樣，如不能代表全體，則小樣根本失去其價值，其結果自難必期可靠也。

取樣之部位問題，據白朗(Brown)氏於一九二七年報告，棉株下部初結之鈴，其纖維長度平均較短，迨至中部所結之鈴，其纖維較長，再後至向上或四週所結之棉鈴，其纖維平均長度，則又漸短。克爾乃(Kearney, 1913)報告謂片馬棉早期收得之籽棉，即位於棉株基部者，其棉纖維概較粗短而弱，且欠整齊。又克爾乃與韓立生(Harrison, 1924)二

氏報告謂片馬棉第九節至十四節間所生之棉，在早期可以採收，其纖維較其上部所生者為短。

蕭輔氏(1931)報告謂即同一棉鈴，其纖維之長度，可因在瓢內部位之不同而有顯著之差異。



一瓢棉籽之部位：

第一位即生於果殼頂端之一位，

第二位在第一位之下，

第三位

第四位

蕭氏求得各部位纖維長度後，用學生法計算各位之差異結果，可如下表：

各品種各部位之平均長度差異實數及偶差數表一四〇

品 種	位 次	平均長度	平均長度相差	偶 差
雞 腳 棉	第 一 位	47.55	} 2.62(1) .18(2) 1.30(3)	9999:1
	第 二 位	50.17		2.77:1
	第 三 位	50.35		9999:1
	第 四 位	49.05		
江 陰 棉	第 一 位	49.80	} 1.70 .27 1.40	9999:1
	第 二 位	51.50		2.77:1
	第 三 位	54.77		1110:1
	第 四 位	50.37		
孝 感 棉	第 一 位	51.85	} 2.18 .50 2.43	3332:1
	第 二 位	54.03		8.68:1
	第 三 位	54.53		3332.1
	第 四 位	52.10		

(1)第二位減第一位。 (2)第三位減第二位。 (3)第三位減第四位。

觀上表所載各品種之第一位與第二位、第三位與第四位，皆有極顯著之差異，惟第三位雖皆長於第二位，但相差甚微，由此可見一瓢中各部位種籽上纖維長度之差異，氏主張以同位之種籽，似較可靠。

中大農學院用江陰白籽棉於民國二十一年作棉纖維長度取樣法試驗，其結果可如下表：

棉花纖維長度取樣法試驗結果表（二十一年中大農院）一四一

採 樣 方 法	籽數	平均數 (M)	平均差 (Md)	Z 值	偶 差 (Odds)	
分 部 分 位 (在棉株上中下三部各採一鈴)	全株纖維平均(二十株)		23.80			
	每鈴一瓢取上中下三籽法(+1)	10	24.09	.282	.413	27.7:1
	每鈴二瓢取上下二籽法(-2)	10	23.50	-.304	.445	27.7:1
	每鈴二瓢取上中下三籽法(+2)	20	23.96	.154	.315	8.7:1
	每鈴三瓢取上下二籽法(+2)	20	23.58	-.219	.331	12.1:1
	每鈴三瓢取上中下三籽法(-2)	25	23.81	.002	.002	1:1
分 部 中 位	每鈴三瓢取中位一籽法	10	24.38	.583	.581	66.6:1
	每鈴三瓢取中位二籽法	20	24.33	.528	.770	9999:1
混 部 中 位	全株纖維平均(三十株)		23.75			
	任意取瓢中位十粒	10	24.54	.710	1.12	9999:1
	任意取瓢中位十粒	10	24.43	.681	.921	9999:1
	全株纖維平均(十株)		25.40			
	任意取瓢中位十粒	10	24.54	.851	5.0	9999:1

依據上表之結果，以分部分位較能代表，分部中位，混部中位，似不能代表棉之纖維長度，故考種工作，應預先分部採鈴，以便考種之用。

馮肇傳氏(1933)報告江蘇棉場研究之結果，謂棉株下部之纖維較長，上中兩部相近，故取樣部位不同，可影響品質測驗之結果。又胡竟良

氏於一九三七年報告，謂植株上棉鈴位於底部者，其纖維長度概稍短，故室內考種之取樣，務須注意之。孫 (Sen, 1932) 氏報告棉瓢內不同部位之各籽棉纖維長度，大致相似，無甚差別，但位於基部之各籽重與花衣重，則較上部者為重。又一單位長度之纖維量，其於棉瓢之基部者，亦較為重，軋花百分率，亦以位於瓢之基部者為最高。

莫爾 (Moore, 1934) 氏報告，謂用四種美棉，其纖維長度之變異長度，各不相同，以隨機取樣法自每株採取一瓢為代表，用左右分梳法測量其長度，後代之纖維長度，亦用相同之法量之。再計算親代與後代之纖維長度相關，其相關度自 $.416 \pm .074$ 至 $.633 \pm .060$ 表明纖維長度之一部分變異，並非為遺傳者。此種自每株採取一瓢之法所得結果，於某年雖尚甚確切，但鑒於親代小樣之不時更動，其應用自有限制也。

金陵大學彭壽邦氏 (1934) 報告，棉作考種取樣之研究，謂應用隨機取樣法較能代表一棉種之真實品性，五籽之纖維長度平均數絕不可用，至少須十粒，而以十五粒者為最佳，再多則時間既不經濟，且亦無益於事。至計算衣分，由十籽棉所求者，絕不可用，至少須二十籽，而以三十籽為最佳。

環境與取樣之關係，亦不可忽視，白朗 (Brown, 1927) 氏報告，土壤水分多寡，足以影響纖維之長短，鮑爾 (Balls) 氏之研究結果，謂纖維之長度與灌水之時間，有顯著之關係，水分不足，纖維發育較短。

史脫開 (Sturkie, 1934) 氏報告土壤中之水分含量多寡為影響棉花纖維長度與棉籽發芽之唯一因子，水分含量較少之土壤，其結成之纖維亦較短。

中大江浦農場發表因地力之不同，纖維長度，亦有顯著之差異，同種脫字棉，在生於挑去表土之瘠薄新土上者，纖維長度平均比生於熟肥之土上者短 2.28 公厘，而呈顯著之差異焉。程侃聲等於一九三五年用中美棉研究纖維長度、衣分率及籽指之取樣，主張用隨機取樣法。斐脫爾(Patel)氏於一九三六年比較分種於三處不同地域之棉纖維性質，其間纖維不規則百分率，每吋之纖維重及纖維成熟度，因地域之不同，頗有差別，至纖維平均長度，則並無顯著差別，纖維整齊度，似僅微有變動而已。

郝啓生與龐司(Hutchinson & Panse)二氏研究棉纖維長度測量之取樣法，於兩種各重複六次之隨機區集排列試驗內，每小區取十籽用月輪式梳棉法，量其一旁之最長長度；並比較長度取樣之差誤，及小區之差誤結果，以小區之重複次數較每區或每株之增加籽數能減少差誤，尤為重要，故氏等主張在有重複之試驗測量棉纖維長度之小樣，宜取自各小區，而不宜自所有小區併合後取之。

衣分取樣之方法及多寡，郭英培及司蒂芬(Quinby & Stephens)二氏於一九二九年發表研究謂假定軋花機之效能無差異，而研究衣分之差誤，仍可由取樣方法及取樣大小不當而發生。氏於二十四品種內，將採得之早中晚三期籽棉，分別求得其衣分率結果，早期採收籽棉之衣分最低，中期者最高，晚期者次之，而有顯著之差別。故小樣宜自均勻混和之各期籽棉中，用隨機取樣法取得之。至取樣之大小有二百克，十磅，及三十磅重之三種，小樣以十磅重之標準差為最低，三十磅者較高，二百克者最高，其間有顯著之差別。取樣數目以十磅重之小樣考查一次即

可，其差誤甚低，可以不計。又小樣取自重複區之一小區與小樣取自各重複區均勻混合者，其衣分率無大差別，故如土壤整一，自一小區取之小樣求衣分率，可得準確之結果。

范汀 (Vantine) 於一九三三年發表用實驗室小軋花機求衣分率之取樣及其準確性研究，其結果可如下表：

軋花小樣多寡分析結果表一四二

	10 磅	200 克	50 克
所用小樣數目	20	50	50
衣分率平均	36.493 ± .026	35.70 ± .037	36.435 ± .056
標準差	.171	.390	.579
單次或差	.116	.263	.391
3.2 乘單次或差	.370	.843	1.251

十磅之小樣，係用二十鋸齒盤之軋花機，二百克及五十克之小樣，係用八個鋸齒之軋花機分別軋出，由上表可知各種小樣之差誤，均不甚大，故有一能代表全體之小樣，足以求得可靠之衣分率，其間取樣之大小並不重要。因雖有顯著之差別，但無其他試驗差誤相較，其差別則又甚小，似可無庸計及也。

測量棉纖維直徑之取樣，卜潑 (Pope) 氏於一九三一年發表用巴立特 (Barratt) 氏之平均直徑公式即 $\frac{\text{纖維闊} + \text{纖維厚}}{2}$ ，求纖維平均直徑，又以 $\frac{\text{纖維闊}}{\text{纖維厚}}$ 之比，求品種間相對的纖維厚，其取樣結果，以測量一百根棉纖維為最佳。

據中央農業實驗所一九三六年棉作報告，考察纖維細度取樣研究

之結果，以觀察五十根之纖維，其或差較觀察十根纖維者減低三分之二，以後或差之減低甚微，故主張採用五十根棉纖維為觀察標準。

莫爾(Moore)氏於一九三八年用七種高原棉研究纖維直徑之測量材料，花朵開後五十四日所結之棉鈴，將其用人工剖開，並立即投入有四立方呎之醋酸八立方呎之福馬林及濃度百分七十之八十二立方呎之乙醇酒精(Ethyl alcohol)混合溶液內，使之固定而能以保存其纖維內，因水分未散失，故不致凹陷以之與已行乾燥中腔凹陷，但用百分之十八之氫氧化鈉溶液浸漬已恢復圓形之纖維，作直徑之測量而比較之，結果其間之相關極為顯著， r 有 0.95 之高，而二者直徑之比率，平均亦達 0.643，證明測量棉纖維之直徑時，上述二法可以採用。

以上各次考種取樣之方法，大小及多寡，各人研究結果，其差別尤大於田間技術研究之結果，故亦難作共同之結語而使之標準化，蓋亦尚有待於更多之精密研究也。屬於考種本身之問題，亦有多端。

纖維長度考查之法，以左右分梳法最為適用，埃及、印度亦有用月輪式梳量法，但最近歐美多倡用纖維長度分析機，不僅可以測量棉纖維之長度，並可測定其整齊度，大有廢棄分梳測量法之勢。胡竟良氏曾以英國秀蘭學院(Shirley Institute)克來格(Clegg, G. G.)女士所用貝爾氏纖維長度分析機(Bear's Sorter)分析法，與左右分梳法，及商業用之手扯皮棉法比較結果，其實效長度(Effective Length)，與左右分梳法所得之長度，無顯著區別，表明左右分梳法之簡單準確而實用，切合吾國情形，僅於整齊度不能測定，稍遜一籌耳。商業所用之手扯皮棉法所得之長度恆較低，尤以長絨品種為然，故不適於籽棉考種之用。