

廿三年四月

國立北平  
大學學報  
農學專刊

尹默

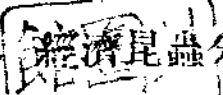
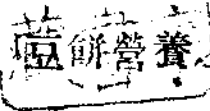


# 國立北平大學學報

第一卷 第三期

## 農學專刊

### 目 錄

1. 卷頭語.....劉運籌... 1— 14
2. 圃場試驗誤差及其估計理論(附英文提要)....汪厥明... 15— 86
3. 中國棉作病理之研究(附英文提要).....王善佺... 87—106
4. 國立北平大學農學院農藝棉作試驗研究簡報  
(附英文提要).....王善佺...107—140  
程侃聲
5. 蓮子成分之研究.....周建侯...141—168
6. 筍中含氮物之研究.....藍夢九...169—178
7. 甜菜與我國的糖問題.....王 謨...179—188
8. 中國北方主要林木耐陰性之研究.....賈成章...189—210
9. 讀美人潘德頓氏綏遠薩拉齊區土壤報告後之  
我見.....王 正...211—220
10. 經濟昆蟲分類表及附釋.....盛 成...221—246  
李士儼
11. 豆餅營養之價值.....劉 拓...247—258  
陳朝玉
12. 華北菌類目錄預報 (A Preliminary List of the Fungi  
in Northern China).....賀峻峰...259—280  
王明德



# 卷 頭 語

劉 運 籌

國立北平大學年刊要出農學專號，收集的稿子，自然都是於農有關的文章。但詳細一看內容，什九多屬於專門在技術方面的研究及試驗，少有農政及農業社會科學方面的作品，似乎感覺偏枯。我本來是病後，不想寫甚麼，但是昨夜北風怒號，撼樹震屋，飛砂走土，要睡勿論如何睡不着。因風聲而聯想及於戰爭，又由戰爭而想到農業，越想越紛歧，越紛歧越不能成眠，最後想到我腦海中的波瀾起伏，雖是亂七八糟的，可是勉強歸納起來，也是一篇文字，就是題目不好定，也可以卷頭語了之。

一國國民的滋養，與夫重要原料的生產之能否充分供給，自然視其國度內之農業繁榮與否而定。我國雖掛了幾千年農業國家的老招牌，而實際已鬧虧空。近年以來，天天都在嘆農村破產，農業經濟崩潰，捉襟露肘，朝不保夕，國民的滋養已經不足，重要原料亦不能盡量生產。由農業之衰落而影響及於整個的政治，經濟，社會，教育，軍事與夫一般產業；又由整個的政治，經濟，社會，教育，軍事與夫一般產業之不振反響及於農業，一面周圍放箭，一面復成衆矢之的，所以我國現在甚麼也弄不好。帝國主義者窺出這樣好的一

個機會，於是以挾泰山超北海的力量來侵略我，壓迫我，不特要榨出我的油髓，并且還要毀壞我身體上個個細胞內的原形質，然後覺得甘心而快意。

各個帝國主義者協以謀我，我不量輕弱，應該起來反抗，圖從死裏逃生。設或他們互爭雄長，即一時不暇轉我們的念頭，而自相殘殺起來，我雖嚴守中立，也是做不到，勿論如何，總是要吃大虧，所謂『神仙擺陣，凡人遭殃』。返觀一九零四年的日俄戰爭，究竟是在誰人的地面上？究竟我們是不是沒有受犧牲？所以不管反抗或嚴守中立，事到臨頭，戰爭絕對不能免避。當此『山雨欲來風滿樓』之前夕，我們再弱再窮再無力，預備的確是萬不可少的，就從現在預備起，也算是很遲的了。但是時機雖遲，根本上總要努力預備，纔可減少戰時的手忙足亂，減輕人民的痛苦。我不是軍事學家，也從未研究過軍事學，不敢強不知以爲知來論軍事，祇談一談軍事與農業之關係，在國步艱難，內憂外患極端嚴重之時，此問題固不容忽略，特分舉其犖犖大者如次：——

(1) 戰時食糧之供給 戰事發動，前綫與後方，動輒有數十萬乃至數百萬以上軍士之活躍，每個軍士每日皆需相當之給養；軍馬及運輸騾馬，亦須大量糧秣，故萬里行軍，飛鶻轉粟，列爲當務之急。以軍士効命疆場，不能枵腹從事，致減縮固有之戰鬪能力，飢軍抗敵，決無倖勝之理。蓋軍中食糧不繼，足使軍心渙散，鬪志消失。德奧之敗於協約國

，非兵不利戰不善也；食糧缺乏，確爲其致命傷。近年以來，我國自產之食糧，已不敷本國人口之消費。前年豐收成災，大前年全國大水災，十七年到十八年西北的大旱災，眞把多數人民弄得顛沛流離，死亡枕籍。至於外國輸入的食糧，則逐漸增加，十八年食糧進口總值爲一四四，八四八，三三七海關兩，十九年爲一六七，三六三，八四〇海關兩，二十年爲一八三，三九一，五七〇海關兩，二十一年爲二一一，一八五，〇四七海關兩，二十二年的食糧進口現雖沒有找着統計，一定不少於二十一年的數目，單以在美國的棉麥借款而論，已有五千萬美金之多，合成華幣，計爲二萬萬元，看了這些驚人的鉅大數目字，實表示我國農業的不景氣，亦即生產不足的象徵。夫平時食糧既不充裕，戰時常必更感困難，臨渴掘井，決不是一個好辦法。然而食糧生產，全是農業的工作。凡賢明的政治家及軍事家，對於農業問題，尤須特別加以注意。德國名將 Moltke 說：『日耳曼之農業如受摧毀，則日耳曼帝國之摧毀，當不須一彈之力。』主持大計者應不忘此至理名言。

(2) 後備戰鬪員之策源地 無論行徵兵制或募兵制，戰鬪員之來自農村者，均較來自都市者爲良。以都市居民，得物質條件之供給容易，偏於舒適，每日勞働數小時，個人生活已無不足之憂。且都市五方雜處，頗易薰染不良之嗜好與惡習，卽或入伍，亦強半非誠意願爲軍人，思慮龐雜，則

不勇於犧牲，以個人切身的利害觀察較為清楚。在農村的居民就與此相反，鷄鳴而起，服務田間，終日胼手胝足不以爲勞，粗衣菲食不以爲苦，既乏外物之引誘，復不羨慕虛榮，雖知識聞見不及城市居民廣博遠大，而渾厚誠樸，絕非愚魯。一旦置身行間，更將壯健堅實之身體加以嚴格鍛鍊，兼受充分之軍事技術與學識，確可爲糾糾桓桓執干戈以衛社稷之良好兵士。馮煥章將軍曩年統率之部隊，其籍貫幾純出於河南北及山東等省，且大部爲青年農民，從無行伍積習，如有未剪髮辮而來從戎者，尤視爲上選。蓋因此更可保證其決無機械變詐之觀念，能絕對服從長官命令。戰爭之際，足以慷慨殺敵，爲主將出死力不顧任何之犧牲。又看歐洲各國徵兵檢查的成績，對於農村合格者之比例，常較都市之合格者爲大，即此可見後備戰鬪員之策源地，自非農村莫屬。我國農業人口，佔全民人口百分之八十五以上，於軍士之徵募與補充，自應置重於田間。將士退休，號稱「解甲歸田」，這顯然指一般忠勇絕倫之介冑者，原都是躬耕畝的農友。

(3) 鉅額戰費之擔負者 拿破崙有言：『用兵所必要者，第一，錢；第二，錢；第三，亦錢』。在平時非有多量的金錢，不足以養兵；戰時非有多量的金錢，不足以取勝。我國物資匱乏，軍火大部分必須購自外國，新奇之戰具與飛機，尤純恃海外他邦的接濟。假設無錢，則來源必致斷絕，倘購買能力薄弱，又何從得到精銳的軍用品？所以現在的戰

爭，實可稱爲「經濟的戰爭」。軍隊餉糈給養，戎裝被服，醫藥品，開拔費，慰勞犒賞，量秣水煤，與夫非軍事專家不能列舉的種種項目，在在莫不需鉅量的金錢。錢之所出，支自國庫，而實爲全國民衆所負擔。我全國民衆，除百分之十五外，其餘人口，俱是農民。以平時國家歲入言，收入最多的數目，爲關稅，鹽稅，田賦三項，約佔全部收入四分之三，田賦固完全無疑義取之於農民；鹽稅一項，什九亦爲農民負擔；至於關稅，在表面看，似乎取諸工商業者，但實際大部分亦取諸農民，因關稅之收入，包含原料出品與商品進口兩項，確與農民有密切的關係。至此外各項釐金捐稅的收入，什之八九，亦與農民直接間接繳納。因此等釐稅，概歸消費者承受，而我國人口之主要者，自爲農民，當然農民是消費者的巨擘。以上本就平時收入而言，平時收支，已經不抵，一遇作戰，其支出更甚超過平時的數十百倍，故必須擴大收入，乃克應付。即謂財源可以另闢，其擔負之大部分，未有不恃諸農民一方面；若舉債借款，將來清償，也不能慷慨地屏農民於計開之外，故可斷言，鉅額戰費，其擔負幾全賴農民。

(4) 工兵及輜重兵之代替者 陸軍兵種，分步，騎，砲，工及輜重五種，我國以財力不裕，前三者的配備較爲完全，後二者則頗不充實。每屆作戰，運輸與工程，皆臨時利用民伕。或就地徵發壯丁。所謂「民伕」與「壯丁」，并非



穿長衫的民衆，自爲勞働階級，什之八九，又爲我農村中的老百姓。老百姓之於戰爭，確有絕大的貢獻。主軍者若殘民以逞，不加愛惜，需要人工，卽厲行「拉伕」，視民衆不啻奴隸牛馬，則彼等自然見大兵卽望風避匿，雖利誘威迫，亦不願爲之服務。設善爲利用，動以正義，尤能收指臂之效。方國民革命軍之出韶關，定湘鄂，收復南京，整旅北上那些時候，沿途均得老百姓與之合作，軍民一致，減却不少的麻煩與阻力。道路不熟，自有老百姓願作嚮導；軍實不充，自有老百姓樂於捐輸；搬運者缺乏，自有老百姓羣集效勞；敵方動作如何，亦爲老百姓來爲確切的情報，較之派遣偵探更爲得力；挖掘塹壕，構築防禦工事，更有多量的老百姓助其架木壘石，搬砂負土。當去年榆關甫被敵軍攻破之後，我軍退至石河，連夜趕掘長壕以自守，其時天寒，土地凍結甚堅，施工不易，附近農民激於愛國熱忱，羣出木柴烘烤凝土，使其軟化，并自動協同軍士作辛苦的勞役，致甚短期間，得完成強固宏大之工事。至於輸運糧食械彈的重載大車與夫用供轉運的騾馬駱駝等，亦幾全部徵自農家，暫行使用。故在缺乏工兵及輜重兵的我國軍隊，得利用農工勞力及其車輛牲口等以作臨時的救濟。

(5) 鞏固後方維持秩序 戰幕既啟，前綫的衝鋒陷陣血拚肉搏，固由忠勇果敢的兵士擔負，而鞏衛後方維持秩序，則責諸警察。現在我國警察之設置，尙未普及。除大都市

外，卽有警察，其編制與訓練，亦乏良好成績，可稱有名無實，不能不力求人民自衛。我國改元二十三年以來，內戰頻興，水旱蟲災，飢荒瘟疫，交相爲禍，以致萑苻遍地，寇盜叢起，一時殊不容易肅清。若軍隊的大部既移調對外，則匪患自必乘機愈益緊張，故不問一地方有無警察，皆應設法充實人民的武力。例如團練，保甲，保衛團，農民自衛軍等等之創立，強半均由人民自動爲之，而在鄉村者，其組織更形強固。豫省有名的紅槍黑槍等會，據說卽屬此類自衛團體的變相組織。假令指導得宜，施以嚴格的軍事訓練，在平時既可保護桑梓，剿滅盜匪，在戰時更可鞏固後方，維持秩序，以濟警察或軍隊權力之窮。蓋安定社會，爲今日人民之最大要求，前方交綏，後方斷不可自相驚擾。萬一後方秩序紊亂，無法維持，影響所及，足令前方將士氣餒，不啻與敵人以乘隙攻擊，獲取勝利的最好機會。敵人蓄意破壞我軍後方，收買不少流氓漢奸分竄內地各處，或造謠惑衆，或刺探機密，或縱火焚屋，或投毒於井，無所不用其陰險卑劣之手段，亦卽爲此。至於防範，勿論在城市與鄉村，皆應加以綿密之注意。鄉村戶口間隔較大，自衛之心，每較強於城市居住者，以其團體集合之份子，盡爲土著，隣居互明家世，尤多同聲相應，守望相助之雅，故組織爲自衛團體，親愛精誠，利益獨多。在受訓練之餘，仍可致力田疇，所謂農軍，非徒消費者，實爲從事生產的健兒，於必要時，當然可以調到前綫

去。

綜觀以上所述，足知農業與戰爭關係異常密切，未雨綢繆，自應及時早為預備。但是回頭一看，我國當政的人，何曾注重農業？偶然提到，也不過作為點綴門面的句語。所以農業行政既沒有系統，農業學術機關也沒有堅強的組織。有一個形同設計的農村復興委員會，又不立農業部為建國之本的最高農業行政機關。今日世界各國，無論其是否農業國家，大都設立農部：如英國有農漁部，法國德國美國有農業部，意大利奧大利有農林部，日本有農林省，比利時有農業家事及衛生部，蘇俄有農業人民委員會及國營農場人民委員會，暹羅有土地與農業部，匈牙利，瑞典，挪威，波蘭，芬蘭，希臘，捷克斯拉夫，葡萄牙，羅馬尼亞，埃及諸國，亦均有農業部。都是設置起來推行農政的，他們俱各有深長歷史，各有特殊工作和成績。我國本為農業國，有史以還，農官的名稱甚多，列代尤不乏關於重農勸農之政令。直至清末，乃專設農工商部，圖促進國家重要產業。民國元年至十九年，政府亦未違背此旨，雖部名由農林部，農工部，農工商部，農商部而至於農礦部，名義上雖屢有變更，而終竟沒有去掉「農」字，農業國的「龍（音同農）頭」依然存在。可是從民國二十年起，農礦部與工商部合併為實業部，農業國遂斬斷「龍頭」，政府當局彷彿已經承認固有的重要產業是可以不要，農部從此根本取消。祇於實業部內設一農業司，

司分三科，據該部職員錄查閱所得，農業司上至司長，下迄辦事員，全數不過二十餘人，遠不及該部總務司文書科一科之人數。以二十餘人來管理全國農業行政，微特下級職員不諳何爲農業，不是專家，即使全是專家，并且使他們一人多四個腦袋，添八隻手，恐怕他們智力體力也應付不來。如此而言改進農業，舉全國農業行政之實，豈不是隔靴搔癢，無濟於事？

至於農業學術團體，也是分門別戶，沒有堅強的組織。以農學會而言，的確在農業國度內是一個必不可少的重要機構。我國的農學會，據我所知，數目是很多的，其帶有地方色彩，如某省或某地的農學會，和成立不久即湮沒不彰的農學會，用不着一一詳細列舉出來。其組織比較宏大，歷史較久或有具體成績表現於社會的，則爲中華農學會，新中國農學會與中國農學社三個專門農學團體。中華農學會成立快滿二十年，會員人數現約二千餘人，以在日本及歐美學農的占大多數，四年前建會所於南京鼓樓雙龍巷，其定期刊物有中華農學會會報，現出至第一百十八期。新中國農學會，創立亦越十年，是一部分農學同志於留學法國時所發起，旋移回國內辦理，擴充組織，從各方面羅致農學專家爲會員，現有人數百餘人，會所亦設南京，其代表刊物爲新農通訊。中國農學社之社員，強半爲中央大學農學院及金陵大學農學院之畢業同學。該社成立不過五年，社址亦在南京，曾出刊物

曰農業週報，內容新穎，一時頗快炙人口，惜僅出至八十號即行停刊。以上三個組織，名稱相似，其各會宗旨，均不外聯絡同志，研究農學，革新農業狀態，改良農村組織，以貫徹民生主義為最高目的。論各會所標事業，亦不出（1）刊行叢書雜誌，（2）調查農業及農民狀況以供研究，（3）指導農民運動，以增高農民之地位并改善其生活，（4）研究農業重要問題以宣佈於社會建議於政府，（5）公開學術講演，（6）答復關於農事之諮詢（7）輔助高等農業教育機關，（8）推廣農村教育及農業新法……等等。會員之權利，是與其他學會無大差別，一想就可以知道，在此不必多提。義務是繳了入會費取得會員資格後，還要按年納常年捐，特別捐，為會刊作文，為會募集捐款，為會介紹同志，風塵僕僕的參加年會。一旦被選為幹事或委員以後，還要犧牲不少的精神和時間到會裏去辦一切麻煩事體。若圖借會的力量來做一件重大工作，確也不成。因為各個會的經濟能力異常薄弱，人才又復分隸各會而不集中，即同在一個會裏的會員，也是分佈於各地，甚至有多數人雖入會而又決不熱心會務，彷彿與會不發生任何關係似的。

依我之見，要想我國農業有生氣，免危機，就非把綜攬行政的農業部設法恢復，研究學術的農學會設法合併，是不容易有效的。下面分別說明其理由：

真的要將我國造成一個名副其實的農業國，非從事於農

業之振興不爲功。欲達目的，無論從實際上講，或從農業國的「面子」上講。農業部（也不管農林，農墾，農政或農甚麼部均可）是斷然決然應該恢復，不應在實業部內作一附庸而爲全部都視爲不關重要的一司。更切望政府當局及賢明的政治家注意及此，務於召開五全大會時，提出恢復農業部的議案，立地通過，使斷氣已經四年的全國最高農業行政機關，迅速復活。如是則農政有負責推行之專部，振興農業方不流於空談。也許有人在此要說：『中國設立農部二十多年，中國的農業不見得比以前有進步而反愈形墮落，卽或重行設立，亦不過增添一個吃飯機關，徒糜國家的公帑而已。』假使有人這樣想，這就是他的思想錯誤。蓋中國農業窳敗，乃由於受帝國主義的壓迫，軍閥的欺凌，土豪劣紳的魚肉，土匪散兵的劫掠，與夫苛捐雜稅重利盤剝的種種不良影響，決不能歸罪於農業部設立的不是。設官分司，本是使專門家盡其天職，歲月俸給，也不能以毫無代價的消費來相比擬。至若以前的總長，部長，次長，自然都不是於農學或農政研究有素的人，以致在職無所建樹，雖其下也有專家，然其所擬計畫不能被長官採納而見諸實行，遂令農部成績平庸。但是這是極容易矯正的，祇要當政者爲事擇人，農業部的主管長官，純全以農業專家充任，不讓門外漢去尸位素餐或反其道而行的去幹。那麼在農業國度內的農業部，自必燦爛光輝，一切政令與設施，都是與振興農業繁榮農村直接或間接

有關之事業。

農學會三會雖是各不相謀，又難逸世獨立，往往有一個人加入兩個或三個會作會員的。「跨會」不像「跨黨」那樣不受歡迎，因「跨會份子」決無利益，祇有因盡各個會的義務而受各種損失。所以在三年以前，我極力主張三會應該併成爲一個博大而健全的團體，不必各自分立，且合併決不是某會吞併某會，而是一種精誠團結的表現。會的名義，可將中華農學會的「華」字改爲「國」字；新中國農學會頭上之「新」字取消；中國農學社底下的「社」字改爲「會」字，如此就成爲「中國農學會」而各會都無損失。不觀中國工程師協會與中華工程學會，已經合併改組而爲一中國工程師學會嗎？豈學工的可以合作，而學農的不可合作嗎？凡事分之則力薄，合之則力厚，要想振興農業，各農學會的中堅份子首應化除成見，促成農學會之統一，使其成爲一個實力雄厚的學術團體，如有主張，即成功一種完美健全的國策，足供政府的採納；如有論著，當可左右學術界之思想；對外，在國際上也足以代表中華民國的農學團體。

學術與政治，本是相輔而行，除却農學會以外，農業教育也是應該注意的。所以我對於大學校裏邊的農學院，也要提出來談一談。近年以來，學農的風氣不盛，似乎學農的學生，是很不時髦的。參看教育部所編的全國高等教育統計，民國十九年度大學各院科之公私立比較，九個彩圈，法爲

最大，農爲最小；又看二十年度全國高等教育概況簡表，專科以上學生之科別，學農林的，共有一千四百一十三人，僅占3.2%，還是列於最末位。學農的如是其少，究竟是甚麼理由呢？第一，傳統觀念太深，一般人以農爲任何鄉下人都可以作，用不着學。第二，卽或學農，畢業後也很少出路，退而致力田疇，又不屑與鄉下人爲伍，所以與其將來改行，何如趁早考習他科。至於已經在農學院或農科肄業的學生，老實說，亦必有一部分是借樹林轍雨，以畢業作爲取得資格的過程。有一部分，或許以爲投考農科的人少，取錄標準較寬，因而捨彼取此，亦未可知。而真正立志學農的人，動機純潔，幾等於鳳毛麟角之可貴，才難之歎，於聘請教授時卽可見之。我國現有的農學院：國立的有四個（北平中央中山浙江），省立的有兩個（河北河南），私立的有兩個（金陵嶺南）；未成立的，則有清華大學的農學院及西北農林專科學校；科目不多的，則有南通學院農科及無錫教育學院農科；江西有正在計畫中的農業院；山東山西福建三省，亦有農學院或農業專科學校之設立，論數量不爲不多，不過地域上之分配，則顯然大不調勻。一個名教授，往往要被許多地方拉；一種冷僻的學程，往往找不着人任教，遷就復遷就，遂致有些課目形同虛設，幾種課目內容又大同小異。教材的實質，大半不是本國的而取材於他邦，適用與否，決不顧及，甚至有專擡外國偶像以鳴高的，若有這種辦法，亟應加以矯正。



至於各農學院的經費，沒有一個是充裕的，以北平及中央兩個國立農學院作例，即可概見。這兩個農學院，一在舊都，一在新都，還算是歷史悠久，設備不惡的學府。然而兩者的經費，每月都不滿二萬元，除去職員教授的薪俸，各系各場工人的工資，所餘數目，已不及十分之三四，又加上辦公費及雜費之不可避免，試驗場之必須投資，用於設備及擴充，實在祇有看那剩下的幾個錢。假使一有積欠，更要移挪剩下的錢去作他項的填補，因之內容便不能充實，建設無從說起。而且農學院所要用的錢，尤其與他種學院不同，每每為天時所限制，如緊要時期——例如栽培及收穫之際，緩不濟急，尚有犧牲成績使前功盡棄之虞，事後款到，也不容易補救了。所以政府對於農業教育要加整頓，自非為各個農學院寬籌經費不為功。求充實內容，非錢莫辦，假令無錢，任何良好計劃，都祇有託諸空言。在此而責各農學院無成績，主持農學院的人如何能夠負責？萬一寬籌經費一層做不到，那麼，有理由的陳請，說明用途及必需，政府是應接受其主張而為之設法的，不能以「知道了」三字了事，而抹煞一切，聽其生死。

一九三四年二月十四日 北平

# 圃場試驗誤差及其估計理論

(附 歐 文 概 要)

汪 厥 明

緒 言

農事實施是否合理，常徵諸多年試驗成績，以決定之。試驗成績，恆因天氣土壤等環境影響而不明顯，以致無從判斷優劣。然細察個中情形，雖甚複雜，而處置得法亦不無條理可尋；所謂處置者，合理的統計分析及歸納尚矣。為統計處理方便計，圃場試驗布置自有一定原則；其原則是否合理，足以影響試驗是否正確？故妥適圃場布置與合理統計處理，兩者相輔而行，不宜缺一。斯篇之作即本此旨；但為篇幅所限，注重試驗誤差之估計。至圃場布置則待諸他日，另行細述。統計原理應用於農事試驗，尚屬晚近之事；其中未決問題，不一而足，作者一得之愚，當亦難免疎漏；尚望內外大方不吝指正焉。

偶讀中華農學會報第一〇九期，孫逢吉氏大作『解釋田間試驗結果之貝氏新修改法』，頗覺中國目下農事試驗上所用圃場布置方法，及其結果，統計歸納方法，尚未確定；對同一試驗結果，以不同方法歸納，所得結論，不能一致，甚至互相矛盾，孰舍孰從？令人困惑。孫氏所檢討者為“學生”

法(Student's Method) 貝氏法 (Bessel's Method, Original) 及洛夫博士貝氏修改法 (Dr. Love Modified Bessel's Method) 等方法，孫氏之意：三法中，以洛夫博士修改貝氏法較為適當；然仍不及孫氏自身所提倡之『總平均中差法』(Mr. Sun's P. E. of Average Mean) 蓋以其能消去因年年天氣差異，而發生之變量(即所謂天氣關係者是也)(變量：Variance 詳述於後)故也。但吾人對此見解不同。試觀下列分析即可瞭然。

孫逢吉氏藝苔株距試驗結果之各種統計歸納法

(以株距四寸與十四寸比較為例，單位每畝市斤)

n.....各處理之試驗次數，分別  $M_1, M_2$  為各處理之平均產量。

處 理	總平均產量	兩者相差 ( $M_1 - M_2$ )	標準偏差 (駢對算出)	標準誤差 (全 左)	中 差	
					駢 對	非駢對
株距四寸	$M_1 = 131.8$	} 25.4 <sup>±</sup>	} $s = \sqrt{\frac{S_d^2}{n-1}}$ = 12.76	} $\frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S_d^2}{n(n-1)}}$ = 7.37 <sup>°</sup>	} 0.6745 $\frac{s}{\sqrt{n}}$	} 14.4
株距十四寸	$M_2 = 106.4$					

(A) 費歇博士 t 法 (Dr. Fisher's t Method:  $t = (M^1 - M^2) \sqrt{n/s}$ )

$$t = \frac{25.4^{\pm}}{7.37^*} = 3.446,$$

$p = .05$ .....意義點之機率 (Probability) , 其優差 (odds) = 19 : 1

$n - 1 = 3 - 1 = 2$  (自由度 ; Degrees of Freedom) 時 ,

$t = 4.303$  ,  $P = .05$

$3.446 < 4.303$  ,  $3.446$  之  $P > .05$  , 故兩處理之差異為無意義

(B) “學生”氏 Z 法 (“Students’s” Z Method :  $Z = (M_1 - M_2) / s$  )

$$Z = \frac{25.4}{10.4} = 2.44$$

$n = 3$  , odd.....25.72:1

根據 “Student” 意義點之 odds 為 30 : 1

$25.72 > 30$  故兩者差異為無意義。

(C) 洛夫博士修改貝氏法 (Dr. Love Modified Bessel’s Formula

$$: (M_1 - M_2) / 0.6745 \sqrt{\frac{Sd^2}{n(n-1)}} = (M_1 - M_2) \times \sqrt{n} / 0.6745 \times s$$

$$\frac{25.4}{0.6745 \times 7.37} = \frac{25.4}{4.97} = 5.11$$

a) 作無限大群集論 (For the infinite Population)

$P = .05$  為意義點之機率 , 此時偏差應為 P. E. 之 2.44 倍。

$5.11 > 2.44$  ,  $5.11$  點之  $P < .05$  兩者相差為有意義。

b) 作小樣品論 (For the small Samples)

$P = .05$  為意義點之機率 (odds = 19:1)

$n - 1 = 3 - 1 = 2$  時 , 偏差應為 P. E. 之 6.38 倍 ( $n - 1$ )

爲自由度，參看後述)

5.11 < 6.38 故 5.11 之  $P > .05$  爲無意義。

但孫氏之例  $n=3$ ，固爲小樣品故應以 b) 法判斷之

(D) 孫逢吉氏總平均中差法 (Mr. Sun's P. E. of Average

Mean:  $(M_1 - M_2) / \sqrt{(P.E. m_1)^2 + (P.E. m_2)^{**}}$ )

$$\frac{25.4}{\sqrt{(3.77)^2 + (2.71)^2}} = \frac{25.4}{4.637} = 5.48$$

a) 作無限大群集論 (For the infinite Population)

5.48 > 2.44 故兩者相差有意義

b) 作小樣品而論 (For the small samples)

5.48 < 6.38 故兩者相差無意義。

但應作小樣品論已如上述

(E) 費歇博士變量分析法 (Dr. Fisher's Method based on the Analysis of Variance) (分析法參看第十表詳後。)

變量分析之結果：(以全試驗爲目標)

變異來源	變量	自由度
處理(株距)	304.76634	5( $r_1$ )
試驗誤差	29.699	10( $r_2$ )

處理與試驗之變量差異有無意義以  $z$  試驗之

$$z = \log_e \frac{s_1}{s_2} = 1.1642$$

\* P. E.  $m_1$ , P. E.  $m_2$  之計算與 P. E.  $m_1$ , P. E.  $m_2$  不同。參看 (19)

$n_1 = 5$  } 於  $z$  分布中 .05 點之  $z$  爲 0.6009  
 $n_2 = 10$  } 於  $z$  分布中 .01 點之  $z$  爲 0.8646

$$1.1642 > 0.8646 > 0.6009$$

故處理與試驗誤差之變量差異，極有意義。

三年總和之標準誤差爲 9.439 (參看第十一表)

兩個三年總和間差異之標準誤差爲 13.348 (參看第十一表)

四寸株距與十四寸株距三年間總產量相差爲 395.3—319.1

$$= 76.2$$

$$\frac{76.2}{13.348} = 5.709$$

$P = .05$ ……意義點之機率，自由度=10

查 Dr. Fisher 氏  $t$  表 (7),\* (8)\* 則見  $t = 2.228$  爲  $t$  分布中之意義點，今  $5.709 > 2.228$ ，故兩處理之差異可斷言有意義。

(F) (E) 項所述，爲利用整個試驗結果計算標準誤差，假若祇利用四寸及十四寸株距兩種試驗結果，(參看第二十表) 則如次：

變異來源	變量	自由度
處理(株距)	967.7019	1 ( $n_1$ )
誤差	81.42405	2 ( $n_2$ )

$$z = \log_e \frac{s_1}{s_2} = 1.2376$$

$n_1 = 1$  } 於  $z$  分布中 .05 點之  $z$  爲 1.4592

$n_2 = 2$  } 於  $z$  分布中 .01 點之  $z$  爲 2.2950

\* 數字係指參考書之號字以下類推

$$1.2376 < 1.4592 < 2.3950$$

處理變量與誤差變量之相差，不能認為有意義，換言之，株距四寸與十四寸兩者產量相差為無意義。即以 t 法證明之其結果亦同，但對小試品，z 較 t 靈敏。

76.2.....兩處理總產量之差

22.103.....全上之標準誤差

$$t = \frac{76.2}{22.103} = 3.447$$

n=2 (自由度)，t 分布中之意義點為 4.303

3.447 < 4.303, 無意義。

(G) 貝氏原式 (The Original Bessel's Formula :

$$(M_1 - M_2) / \sqrt{(P.E.M_1)^2 + (P.E.M_2)^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{株距四寸 P. E.} \dots\dots\dots 14.4 \\ \text{株距十四寸 P. E.} \dots\dots\dots 11.8 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \sqrt{(P.E.M_1)^2 + (P.E.M_2)^2} \\ = \sqrt{(14.4)^2 + (11.8)^2} \\ = 18.6 \quad (19) \end{array}$$

$$\frac{25.4}{18.6} = 1.37 \text{ 由上述，可知無論作為大群集或小試品均}$$

無意義。

孫氏原文(參看(19))除對“Student”氏法外，其餘似均作為大群集論；因此其所得結論不能與吾人全同。四寸株距與十四寸株距之產量相差，固有顯著意義，一如上述(E)項所證實者。但決非他法所能闡明。(E)項變量分析法。目下為最合理之歸納法，其理論根據實較健全，由此推論其他諸

法，必有缺陷，可無疑義。然此非盡為方法本身之不善，用者不得其當，實有以致之。

例如費歇博士 t 法其理論固合於變量分析，美國加省大學 Conrad 氏（4）且認為小樣品統計歸納之標準公式，以與他法比較；吾人之見解亦同。惟對孫氏試驗結果，則不如 (E) 項之為適當。然此非方法本身之過，自不待言。茲述其理由如下。

為說明方便計，先述圃場試驗誤差性質，次及合理估計法，最後比較諸法以明其得失。

### 一， 圃場試驗誤差之性質

圃場試驗時，同一品種或處理之試驗區，重複數次，為現代學者所共認為必需之舉；而同一品種或處理之各試驗區，其產量因受種種影響，常不能一致。換言之，各區產量常有變異。細攷其變異之來源，有下列數種：

- （一） 因土壤天氣等之差異而發生。
- （二） 因品種處理等效能不同而發生。
- （三） 因上述以外之試驗誤差而發生。

普通理化學的觀察實驗所發生之誤差，可分為兩種，一為組織誤差(Systematic Error)他為機偶誤差(Accidental Error)；(參看(16))組織誤差由一定之明瞭原因發生，故可調查其原因而設法糾正之。圃場試驗由土壤，天氣，品種，及處理



發生之誤差其性質亦屬於該種。惟除以統計方法消去外，不能統制。此即農事試驗與理化學實驗不同之點。至機偶誤差，由無數不明原因發生，無論理化學觀察抑為農事圃場試驗，均無法統制之。其發生狀況在兩者亦無二致。故其理論法則，不問農事試驗抑理化實驗，可同一視之。機偶誤差在試驗觀察時，必隨之而發生，故名試驗誤差 (Experimental Error) 又名觀察誤差 (Error of Observation Mellor氏) “Student”氏則稱之為 Casual Error, 同物異名耳。(1) (15).

上述圃場試驗區產量變異之來源，其相互間，因無何聯帶關係之可推想，來源既不同，其變異性質當亦互異；變異程度，在生物測定學 (Biometry) 常以變異係數 (Coefficient of Variability) 表明之；但亦有以“變量” (Variance) 表示者，蓋以“變量”表明法，便於分析研究也，“變量”之名為 Dr. Fisher 所倡，亦稱 Mean Square of Error (7), (8) 圃場試驗誤差之估計，極為重要。吾人判斷某偏差有無意義。常估計試驗誤差，以比較決定之。試驗誤差之估計標準值，常稱為標準誤差。以  $s$  或  $s_m$  表示之；理論的標準誤差以  $\sigma$  表示之，以與  $s$  區別，其平方值  $\sigma^2$  通常稱為試驗誤差之變量 (Variance), 或名平均變量 (Mean Variance) (20).

圃場試驗誤差之性質，與發生於理化學測驗者完全相同，已如上述；由經驗上得悉有下列公理：

(一) 誤差相互間無何等牽連關係，完全獨立自由

- (二) 小誤差較大誤差容易發生，誤差無限大時，其發生機會為零。
- (三) 正誤差與負誤差發生機會均等。
- (四) 故平均值略近於真值。(16)，(21)

以上公理，於誤差不受何等人意及外力之偏癖的影響或干涉時，方為有效。否則不成立。換言之，由無限大純質羣集 (Infinite Homogeneous Population) 逢機發生之誤差，方合於上述公理，由此種誤差  $n$  個組成之樣品，(Sample) 名之曰逢機樣品 (Random Sample)。採取此種逢機樣品之過程，名之曰逢機取樣 (Random Sampling)。

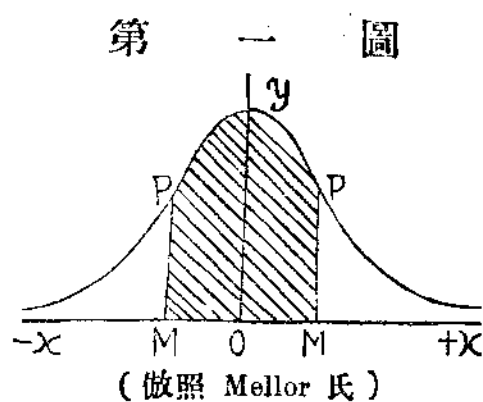
由上述誤差公理，用數學方法歸納之，則得誤差之分布法則；可以下列方程之：

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(1)$$

式中  $y$  為頻數 (Frequency)，或稱  $x$  之機率 (Probability)， $x$  為誤差之值，(實際觀察時為偏差)， $\sigma$  為標準偏差 (Standard Deviation)， $e$  為自然對數之基 (The Base of Natural Logarithm)

上式雖 Laplace 氏較 Gauss 氏發明在先；但一般名之曰 Gauss' Law of Errors，若以連續於  $\pm\infty$  間之  $x$  數值代入 (1) 式，求各個  $y$  之值；復以解析幾何方法，將  $x$  作為橫座標 (Abcissae)， $y$  為縱座標 (Ordinates) 畫成曲線，則如第一圖所示，該曲線名正規曲線 (Normal Curve)，此外又有頻數曲線 (Curve of Frequency)，誤差曲線 (Curve of Errors)，及機

率曲線 (Curve of Probability) 等之名稱。(1) 式為正規曲線之方程式；凡某樣品之  $x$  值合於正規曲線者，其分布狀況，謂之正規分布 (Normal Distribution)。

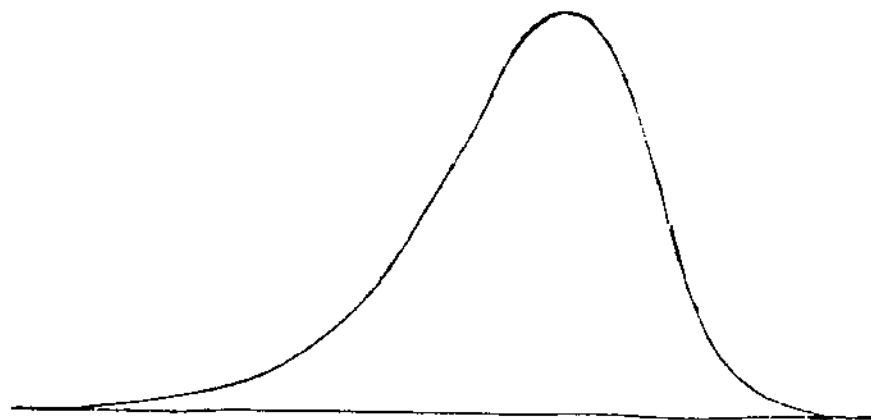


正規曲線及其方程式之來由，一言難盡，非本篇所能備述；關於純質誤差，吾人能注意下列各點可矣。

- (一) 誤差之發生如按大小分布，正負各別歸類，則成正規分布。
- (二) 逢機樣品中之誤差，其代數和等於零，若以  $\epsilon$  代表任何誤差，則其代數和  $S(\epsilon) = 0$ 。
- (三) 觀察數過少之結果，使上述一項在近似狀況；換言之，樣品過小，使誤差分布成似是而非之正規；此種現象，謂之非正規 (Non-normality)；小樣品既有 "Non-normality" 現象，則正規分布之原理，不能無條件應用於小樣品。第二圖 B 所示為

第 二 圖 A

由圃場試驗結果估計 z 千個之偏歪分布

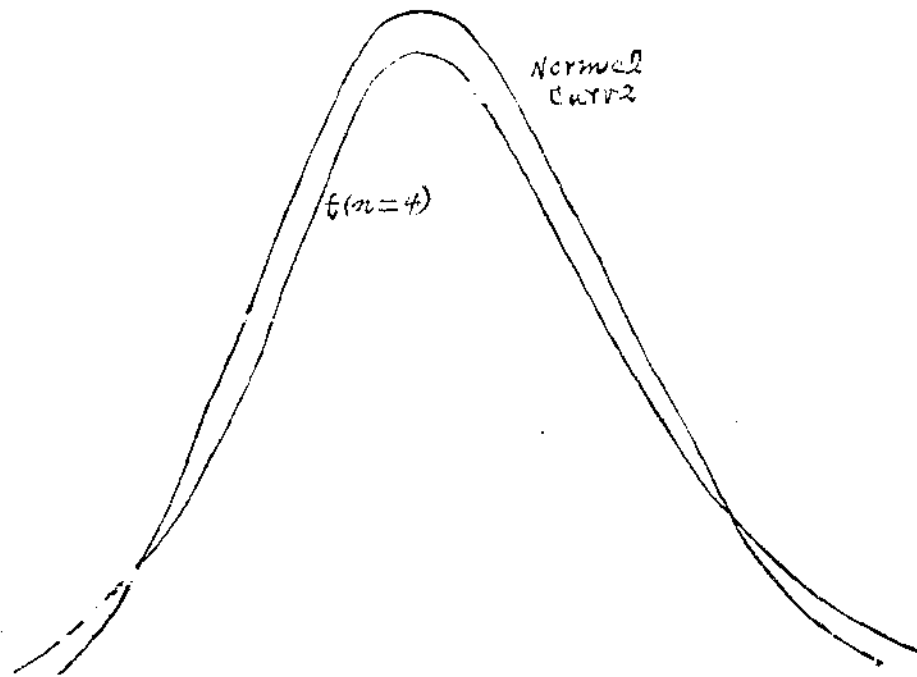


(做照 Eden and Yates)

Dr. Fisher's  $t$  自由度等於 4 時之分布狀況；外觀極似正規分布，而實則非正規也。此外，又有本質為偏歪者，如第二圖 A

第 二 圖 B

自由度=4 時 Dr. Fisher's  $t$  之分布與正規曲線比較狀況

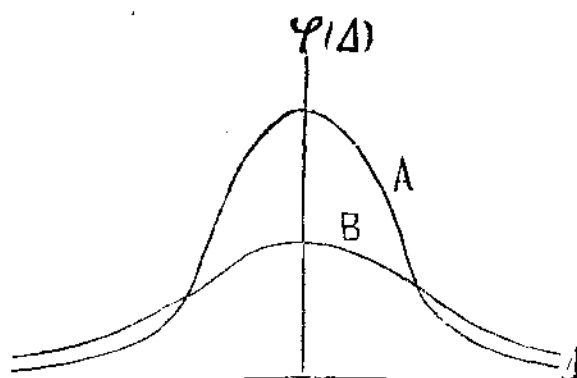


(倣照 TIPPETT)

所示為 Dr. Fisher's  $z$  之理論分布，左尾較右尾長，顯然偏歪。對於此種分布曲線，正規分布之原理，不能直接應用。總之，凡非正規的分布，無限大羣集之機率積算表，如 Sheppard's Tables of The Probability Integral" (17) 不能適用；因此 "Student" 提倡  $Z$  表 (17) 爾後洛夫博士改算為  $Z$  之優差表(12)，(13)，費歇博士又將 Student's  $Z$  法改良改稱為  $t$ ，而製  $t$  表 (7) (8)。

- (四)  $x = \pm \infty$ ，代入 (I) 式， $y = 0$ ，於此可知無限大之誤差，其頻數或機率等於零，換言之，不能發生。
- (五) 代入  $x$  各值於 (I) 式，以求  $y$  值，因  $e, \pi$  均為常數，對於  $x$  之一定值之  $y$  值，視  $\sigma$  而變動，故  $\sigma$  (標準偏差：常以 S. E. 表示之) 為決定正規曲線形狀之要素 (參看第三圖)

第三表



( 倣照山田陽清氏 )

$$A \text{ 曲線} \cdots \cdots \sigma = \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$B \text{ 曲線} \cdots \cdots \sigma = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

(六)  $0.6745 \times \sigma =$  中差 (Probable Error: 常以  $P.$  表示之),  $e = P.E.$  時, 則將正規曲線四等分, 第一圖  $PM'$   $PM$  即為該等點之縱座標 (Ordinates), 計算中差較  $\sigma$  多一層手續, 且吾人所常用與正規曲線有關之各表, 多以  $\sigma$  表出之。Dr. Fisher, Tippet (20) 及 Yule (23) 諸氏之統計著作, 為目下最良參考

文獻, 均未提倡用  $P. E.$ 。Yule 氏且言『在現代著述而言中差, 直自尋煩惱耳』(Statement of the Probable Error in modern work is an inmitigated nuisance... ..) (6) 洵然, 目下英蘭本國及其殖民地農事機關, 均用標準誤差, 判斷意義, 美國近亦有此傾向; 歐洲大陸德文系國家如丹麥, 德, 奧等國, 用平均誤差 (Die Mittelere Fehler), 其內容即為標準誤差, 此等事實均足證明標準誤差較中差簡易明快。(按平均值之標準偏差即為標準誤差, 常以  $S. E.$  表示之; 標準偏差與標準誤差, 實異名同物耳。)

(七) 如  $x$  之分布為正規, 則其和及差與平均值亦為正規。

## 二, 變量分析及試驗誤差之估計

誤差性質已略如上述, 於茲更述圃場試驗結果之變異原因; 分析各原因所誘致之變量, 該過程謂之變量分析 (The

Analysis of Variance)，變量既已分析，由此估計標準誤差，作為判斷意義之基礎；以推斷試驗精確程度。為達此目的計，圃場試驗須有妥適布置及排列。費歇博士之之逢機區集法 (Randomized Blocks)，及臘丁方格法 (Latin Square) (7) (8) (9) (20) 與畢芬氏碁盤法 (Beaven's Chessboard) (3) 等。均為此目的而設計者也，其中逢機區集法及碁盤法較為簡易；在理論上，後者不及前者之完全，臘丁方格法，在理論上，較前述兩者猶完全。但制限太嚴，因格於土地，品種或處理數及其他種事情，往往不能實施；不若逢機區集法之較易普及也。

今設有  $M$  個品種或處理，各重複  $(n-1)$  次，即各有  $n$  個區，以逢機區集法，排列於圃場如第四圖所示；以  $\sigma$  表明產量，各區產量以不同腳註 (Subscripts) 表示之作表如次：

第 四 圖

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

逢機區集排列之一例

(A, B, C, D 代表每一品種或處理)

第 一 表

區 集 或 年 度	品 種 或 處 理								平 均
	1	2	3	•	•	s	•	m	
1	$x_{11}$	$x_{21}$	$x_{31}$	•	•	$\bar{x}_{s1}$	•	$x_{m1}$	$\bar{x}_{.1}$
2	$x_{12}$	$x_{22}$	$x_{32}$	•	•	$\bar{x}_{s2}$	•	$x_{m2}$	$\bar{x}_{.2}$
3	$x_{13}$	$x_{23}$	$x_{33}$	•	•	$\bar{x}_{s3}$	•	$x_{m3}$	$\bar{x}_{.3}$
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
t	$x_{1t}$	$x_{2t}$	$x_{3t}$	•	•	$\bar{x}_{st}$	•	$x_{mt}$	$\bar{x}_{.t}$
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
n	$x_{1n}$	$x_{2n}$	$x_{3n}$	•	•	$\bar{x}_{sn}$	•	$x_{mn}$	$\bar{x}_{.n}$
平 均	$\bar{x}_{.1}$	$\bar{x}_{.2}$	$\bar{x}_{.3}$	•	•	$\bar{x}_{s.}$	•	$\bar{x}_{m.}$	總平均 $\bar{x}$

觀上表在標題『區集或年度』直列內 1, 2, 3, ……………n 表示不同區集或年度號數，在標題『品種或處理』橫行中 1, 2, 3, ……………m 表示不同品種或處理之號數，在任何區集內均包括 m 個品種或處理試驗區，（或任何年度均有 m 個品種或處理試驗區），任何品種或處理均散布於 n 個區集內。

(或經 n 年之試驗)表中所用符號之含意如次：

$M_{st}$ .....任何單區之真產量                       $\epsilon_{st}$ .....發生於任何單區之誤差  
 $\bar{M}_s$ .....任何直列(品種或處理)之真平均     $\bar{\epsilon}_s$ .....任何直列之誤差平均值  
 $\bar{M}_t$ .....任何橫行(區集或年度)之真平均     $\bar{\epsilon}_t$ .....任何橫行之誤差平均值  
 $\bar{M}$ .....真總平均                                       $\bar{\epsilon}$ .....誤差之總平均值

則  $x_{st} = M_{st} + \epsilon_{st}$  .....任何單區實際產量  
 $\bar{x}_s = \bar{M}_s + \bar{\epsilon}_s$  .....任何直列(品種或處理)實際平均值  
 $\bar{x}_t = \bar{M}_t + \bar{\epsilon}_t$  .....任何橫行(區集或年度)實測平均值  
 $\bar{x} = \bar{M} + \bar{\epsilon}$  .....實測產量之總平均值

a)  $\frac{S(x_{st})}{mn} = \bar{x}$

b)  $\frac{S(\bar{x}_s)}{n} = \bar{x}$

c)  $\frac{S(\bar{x}_t)}{m} = \bar{x}$

d) 
$$\left\{ \begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{1}{mn} S(\epsilon_{st}^2) \\ \{S(\epsilon_{st})\}^2 &= S(\epsilon_{st}^2) + S(2\epsilon_{st}\epsilon_{st}) + \epsilon^2_{sr} \text{ 爲除 } \epsilon_{st} \text{ 以外之任何誤差} \\ \therefore S(2\epsilon_{sr}\epsilon_{st}) &= N(N-1)r\sigma^2 \dots N \text{ 爲 } \epsilon \text{ 之個數, } r \text{ 爲誤差間之} \\ &\text{相關係數 (} N = mn \text{)} \\ \text{但 } r &= 0 \text{ (因誤差各個自由獨立發生, 相互間毫無相關關係故也} \\ &\text{但 } N \text{ 爲數極大)} \\ S(2\epsilon_{sr}\epsilon_{st}) &= 0 \\ \therefore \{S(\epsilon_{st})\}^2 &= S(\epsilon_{st}^2) = mn\sigma^2 \end{aligned} \right.$$

(S 爲表示總和之符號)

各  $x_{st}$  因受土壤，天氣，品種，處理以及其他無數不明



原因等之影響，雖在等面積內，其收量往往不同；換言之，單區產量每有變異；而此變異則有數種之原因混合而成，該混合之變異程度，可由  $S(xst - \bar{x})^2$  估計之。

區集或年度相互間，及品種或處理相互間，其生產量亦均不能相同；前者因土壤差異或天氣變化而生，後者因品種或處理效能差異而起，其變量可分別由  $S(\bar{x}_t - \bar{x})^2$  及  $S(\bar{x}_s - \bar{x})^2$  估計之。

第 二 表

變 異 原 因	平 方 和
土 壤 (或 天 氣)	$S(\bar{x}_t - \bar{x})^2$
品 種 (或 處 理)	$S(\bar{x}_s - \bar{x})^2$
試 驗 誤 差	$S(xst - \bar{x})^2 - \{S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_s - \bar{x})^2\}$
以 上 三 者 總 和	$S(xst - \bar{x})^2$

其數理關係如次：

$$(xst - \bar{x}) = \bar{x}_t - \bar{x} + \bar{x}_s - \bar{x} + (xst - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) \dots\dots\dots (II)$$

(II) 式兩邊自乘：

$$\begin{aligned} (xst - \bar{x})^2 &= \left\{ (\bar{x}_t - \bar{x}) + (\bar{x}_s - \bar{x}) + (xst - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) \right\}^2 \\ &= (\bar{x}_t - \bar{x})^2 + (\bar{x}_s - \bar{x})^2 + (xst - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x})^2 \\ &\quad + 2(\bar{x}_t - \bar{x})(\bar{x}_s - \bar{x}) + 2(\bar{x}_t - \bar{x})(xst - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) \\ &\quad + 2(\bar{x}_s - \bar{x})(xst - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) \dots\dots\dots (III) \end{aligned}$$

先就某橫行總計之：

$$\begin{aligned} \sum_{s=1}^m (x_{st} - \bar{x})^2 &= \sum_{s=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x})^2 + \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})^2 + 2 \sum_{s=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x})(\bar{x}_s - \bar{x}) \\ &+ 2 \sum_{s=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x})(x_{st} - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) \\ &+ 2 \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})(x_{st} - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) \dots\dots\dots (VI) \end{aligned}$$

上式中

$$\sum_{s=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x})(\bar{x}_s - \bar{x}) = 2(\bar{x}_t - \bar{x}) \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x}) = 0 \dots\dots\dots (V)$$

(∵ 偏差總和—Sum of Deviations— $\sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x}) = 0$ )

$$2 \sum_{s=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x})(\bar{x}_s - \bar{x}) = 2(\bar{x}_t - \bar{x}) \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x}) = 0 \dots\dots (VI)$$

(∵  $\sum_{s=1}^m (x_{st} - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) = \sum_{s=1}^m (x_{st}) - m\bar{x}_t - \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s) + m\bar{x} = 0$ )

$$\begin{aligned} \therefore \sum_{s=1}^m (x_{st} - \bar{x})^2 &= m(\bar{x}_t - \bar{x})^2 + \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})^2 + \sum_{s=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x})^2 \\ &+ 2 \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})(x_{st} - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x}) \dots\dots\dots (VII) \end{aligned}$$

次就某直列總計之可以同理得次之結果

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^n (x_{st} - \bar{x})^2 &= \sum_{t=1}^n (\bar{x}_t - \bar{x})^2 + \sum_{t=1}^n (\bar{x}_s - \bar{x})^2 + \sum_{t=1}^n (x_{st} - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x})^2 \\ &+ 2 \sum_{t=1}^n (\bar{x}_t - \bar{x})(\bar{x}_s - \bar{x}) \dots\dots\dots (VIII) \end{aligned}$$

由此可知如將全試驗區總計之則得下列結果

$$\sum_{s=1}^m \sum_{t=1}^n (x_{st} - \bar{x})^2 = m \sum_{t=1}^n (\bar{x}_t - \bar{x})^2 + n \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})^2 + \sum_{t=1}^n \sum_{s=1}^m (x_{st} - \bar{x}_t - \bar{x}_s + \bar{x})^2 \dots (IX)$$

改換總計符號：

$$S(x_{st}-\bar{x})^2 = S^{(a)}(x_{.t}-\bar{x})^2 + S^{(b)}(\bar{x}_{s.}-\bar{x})^2 + S^{(c)}(x_{st}-\bar{x}_{.t}-\bar{x}_{s.}+\bar{x})^2 \dots\dots\dots (X)$$

(X) 式中如(a)為由主要原因之土壤(或天氣)差異而起之平方和，(b)為由主要原因之品種(或處理)不同而起之平方和，(c)為無數原因不明之誤差而起之平方和。則理論上參看1(1)

$$\left. \begin{aligned} S(\bar{x}_{.t}-\bar{x})^2 &= S(\bar{M}_{.t}-\bar{M})^2 + (n-1)\sigma^2 \\ S(\bar{x}_{s.}-\bar{x})^2 &= S(\bar{M}_{s.}-\bar{M})^2 + (m-1)\sigma^2 \\ S(x_{st}-\bar{x}_{.t}-\bar{x}_{s.}+\bar{x})^2 &= (m-1)(n-1)\sigma^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (XI)$$

(參看第一表與第二表間之(d)項)

如處理(或品種)及土壤(或天氣)無變異則理論上

$$\left. \begin{aligned} S(\bar{M}_{.t}-\bar{M})^2 &= 0 \\ S(\bar{M}_{s.}-\bar{M})^2 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (XI \text{ 附})$$

但  $S(x_{st}-\bar{x}_{.t}-\bar{x}_{s.}+\bar{x})^2$  無論何時在理論上等於  $(m-1)(n-1)\sigma^2$  (參看(11))

由(XI)式(X)式可改變如次

$$S(x_{st}-\bar{x})^2 = S(\bar{x}_{.t}-\bar{x})^2 + S(\bar{x}_{s.}-\bar{x})^2 + (m-1)(n-1)\sigma^2 \dots\dots\dots (XII)$$

或

$$S(x_{st}-\bar{x})^2 = S(\bar{M}_{.t}-\bar{M})^2 + S(\bar{M}_{s.}-\bar{M})^2 + (mn-1)\sigma^2 \dots\dots\dots (XIII)$$

$S(x_{st}-\bar{x})^2$ ,  $S(\bar{x}_{.t}-\bar{x})^2$  及  $S(\bar{x}_{s.}-\bar{x})^2$  等由試驗結果估計之而  $\sigma^2$  則可由下式估計之。

$$(m-1)(n-1)\sigma^2 = S(x_{st}-\bar{x})^2 - S(\bar{x}_{.t}-\bar{x})^2 - S(\bar{x}_{s.}-\bar{x})^2 \dots\dots\dots (XIV)$$

$$\sigma^2 = \left\{ S(x_{st}-\bar{x})^2 - S(\bar{x}_{.t}-\bar{x})^2 - S(\bar{x}_{s.}-\bar{x})^2 \right\} / (m-1)(n-1) \dots\dots (XV)$$

以上所述結果如下：

第 三 表

變異原因	平方和	自由 度	變 量
(a) 土壤(或天氣)	$S(\bar{x}_{.t} - \bar{x})^2$	$(n-1)$	$S(\bar{M}_{.t} - \bar{M})^2 / (n-1) + \sigma^2$
(b) 品種(或處理)	$S(\bar{x}_{s.} - \bar{x})^2$	$(m-1)$	$S(\bar{x}_{s.} - \bar{M})^2 / (m-1) + \sigma^2$
(c) 試驗誤差	$(m-1)(n-1)\sigma^2$	$(n-1)(m-1)$	$\sigma^2$
(d) 總 計	$S(x_{st} - \bar{x})^2$	$(mn-1)$	$\left\{ (\bar{M}_{.t} - \bar{M})^2 + (\bar{M}_{s.} - \bar{M})^2 \right\} / (mn-1) + \sigma^2$

觀上表(a)，(b)，乃(d)之變量，因有土壤(或天氣)及品種(或處理)等變異，羈入其間，故為雜質(Heterogeneous)，而(c)只含誤差之變量 $\sigma^2$ ；祇要估計不失於偏頗，其分布當然為正規分布；以正規曲線及其方程式之法則處理之可也，但在圃場試驗 $\sigma^2$ 常由小樣品估計之。故不免多少非正規的。宜以小樣品處理法處理之。

假若試驗時，統制土壤(或天氣)及品種(或處理)等變異不使入於試驗結果；則(XI附)式

$$S(x_{st} - \bar{x})^2 = (mn-1)\sigma^2 \dots\dots\dots (XVI)$$

今以 $\theta^2 = x_{st} - \bar{x}$ ， $mn = N$ 則

$$S(\theta^2) = S(\bar{x}_{st} - \bar{x})^2 = (mn-1)\sigma^2 = (N-1)\sigma^2 \dots\dots\dots (XVII)$$

而

$$\left. \begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{S(\theta^2)}{N-1}, \\ \sigma &= \sqrt{\frac{S(\theta^2)}{N-1}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (XVIII)$$

由此可知，(XVIII)式與普通統制設備完全之理化學試

驗，求誤差方法，毫無區別，但圃場試驗時，土壤，天氣，品種，處理等之統制，均在不可能之狀態，如無視此種複雜變異，而應用 (XVIII) 式以求變量（或標準誤差），其變量必非純質，可無疑義，若勉強作為純質變量 $\sigma^2$ ，由此求出標準誤差，以為判斷試驗成績之標準，則必得一曖昧結論，自不待言。

如試驗區以臘丁方格法排列之，換言之，以 A,B,C,D,E 代表各處理（或品種），排列於每行每列中，無重複字母，如下圖所示；

第 五 圖

<b>C</b>	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>D</b>
<b>E</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>B</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>E</b>
<b>A</b>	<b>C</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>B</b>
<b>D</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>E</b>	<b>A</b>

此種一行列中無複重之排列法，共有 161,280 個，上圖所示，不過由其中，以逢機取樣法所選出之一個而已。至其

取樣方法，他日當有機會說明。

臘丁方格法排列中任何行或列，均可視為一區集。今以 r 表示某行，s 表示某列，t 表示某處理(或品種)，因處理數(或品種數)與每處理區數相同，故行數與列數亦相同，而  $m=n$ ；行之平方和為  $S(\bar{x}_r - \bar{x})^2$ ，列之平方和為  $S(\bar{x}_s - \bar{x})^2$ ，處理(或品種)之平方和為  $S(\bar{x}_t - \bar{x})^2$ ；

依照(X)式

$$S(x_{rs} - \bar{x})^2 = S(\bar{x}_r - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 + S(x_{rs} - \bar{x}_r - \bar{x}_s + \bar{x})^2 \dots \dots \dots (XIX)$$

$$\text{但 } S(x_{rs} - \bar{x}_r - \bar{x}_s + \bar{x})^2 = S(x_{rs} - \bar{x}_r - \bar{x}_s - \bar{x}_t + 2\bar{x})^2 + S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 \dots \dots \dots (XX)$$

(參看(II))

$$\therefore S(x_{rs} - \bar{x})^2 = S(\bar{x}_r - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 + S(x_{rs} - \bar{x})^2 + S(x_{rs} - \bar{x}_r - \bar{x}_s - \bar{x}_t + 2\bar{x})^2 \dots \dots \dots (XXI)$$

又按與(XI)式相同理論((參看II))

$$\left. \begin{aligned} \text{a) } S(\bar{x}_r - \bar{x})^2 &= S(\bar{M}_r - \bar{M})^2 + (m-1)\sigma^2 \\ \text{b) } S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 &= S(\bar{M}_s - \bar{M})^2 + (m-1)\sigma^2 \\ \text{c) } S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 &= S(\bar{M}_t - \bar{M})^2 + (m-1)\sigma^2 \\ \text{d) } S(x_{rs} - \bar{x}_r - \bar{x}_s - \bar{x}_t + 2\bar{x})^2 &= (m-2)(m-1)\sigma^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (XXII)$$

如處理(或品種)及土壤等無變異時，則理論上

$$\left. \begin{aligned} S(\bar{M}_r - \bar{M})^2 &= 0 \\ S(\bar{M}_s - \bar{M})^2 &= 0 \\ S(\bar{M}_t - \bar{M})^2 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (XXII \text{ 附})$$

$$S(x_{rs} - \bar{x})^2 = S(\bar{M}_r - \bar{M})^2 + S(\bar{M}_s - \bar{M})^2 + S(\bar{M}_t - \bar{M})^2 + \dots + (m^2 - 1)\sigma^2 \dots \dots \dots (XXIII)$$

以上理論可結束如次：

第 四 表

變 異 來 源	平 方 和	自 由 度
橫 行	$S(\bar{x}_r - \bar{x})^2$	$(m-1)$
直 列	$S(\bar{x}_s - \bar{x})^2$	$(m-1)$
處 理 (或 品 種)	$S(\bar{x}_t - \bar{x})^2$	$(m-1)$
試 驗 誤 差	$S(\bar{x}_{rs} - \bar{x}_r - \bar{x}_s - \bar{x}_t - 2\bar{x})^2$	$(m-1)(m-2)$
總 計	$S(\bar{x}_{rs} - \bar{x})^2$	$(m^2-1)$

如吾人同時攷慮處理或品種(s)，天氣(t)及土壤(u)三種變異來源；每處理重複至q次，試驗n年，處理或品種數為m，則得下列關係：(參看(11))

$$S(x_{stn} - \bar{x})^2 = S(\bar{x}_{s..} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{.t.} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{..u} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{st.} - \bar{x}_{s..} - \bar{x}_{.t.} + \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{s.u} - \bar{x}_{s..} - \bar{x}_{..u} + \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{.tu} - \bar{x}_{.t.} - \bar{x}_{..u} + \bar{x})^2 + S(x_{stn} - \bar{x}_{st.} - \bar{x}_{.n} - \bar{x}_{s.u} + \bar{x}_{s..} + \bar{x}_{.t.} + \bar{x}_{..n} - \bar{x})^2 \dots \dots (XXIV)$$

理論上 (11)

- a)  $S(\bar{x}_{t.} - \bar{x})^2 = S(\bar{M}_{t.} - \bar{M})^2 + (m-1)\sigma^2$
- b)  $S(\bar{x}_{.t.} - \bar{x})^2 = S(\bar{M}_{.t.} - \bar{M})^2 + (n-1)\sigma^2$
- c)  $S(\bar{x}_{..n} - \bar{x})^2 = S(\bar{M}_{..n} - \bar{M})^2 + (q-1)\sigma^2$

$$\begin{aligned}
 & d) S(\bar{x}_{st.} - \bar{x}_{s.} - \bar{x}_{.t.} + \bar{x})^2 \\
 & \quad = S(\bar{M}_{st.} - \bar{M}_{s.} - \bar{M}_{.t.} + \bar{M})^2 + (m-1)(n-1)\sigma^2 \\
 & e) S(\bar{x}_{s.u} - \bar{x}_{s.} - \bar{x}_{.u} + \bar{x})^2 \\
 & \quad = S(\bar{M}_{s.u} - \bar{M}_{s.} - \bar{M}_{.u} + \bar{M})^2 + (m-1)(q-1)\sigma^2 \\
 & f) S(\bar{x}_{t.u} - \bar{x}_{.t.} - \bar{x}_{.u} + \bar{x})^2 \\
 & \quad = S(\bar{M}_{t.u} - \bar{M}_{.u} - \bar{M}_{.t.} + \bar{M})^2 + (n-1)(q-1)\sigma^2 \\
 & g) S(\bar{x}_{stu} - \bar{x}_{st.} - \bar{x}_{tu.} - \bar{x}_{s.u} + \bar{x}_{s.} + \bar{x}_{.t.} + \bar{x}_{.u} - \bar{x})^2 \\
 & \quad = (m-1)(n-1)(q-1)\sigma^2
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots\dots\dots (XXV)$$

如處理或品種以及天氣，土壤無變異時則理論上：（參看(11)）

$$\left. \begin{array}{l} S(\bar{M}_{s.} - \bar{M})^2 = 0 \\ S(\bar{M}_{.t.} - \bar{M})^2 = 0 \\ S(\bar{M}_{.u} - \bar{M})^2 = 0 \end{array} \right\} \dots\dots\dots (XXV.附)$$

但  $S(\bar{M}_{st.} - \bar{M}_{s.} - \bar{M}_{.t.} + \bar{M})^2, S(\bar{M}_{s.u} - \bar{M}_{s.} - \bar{M}_{.u} + \bar{M})^2, S(\bar{M}_{t.u} - \bar{M}_{.t.} - \bar{M}_{.u} + \bar{M})^2$  在任何時理論上應等於零，（參看(11)）故(XXIV)式可改書如下：

$$\begin{aligned}
 S(\bar{x}_{stn} - \bar{x})^2 &= S(\bar{x}_{s.} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{.t.} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{.u} - \bar{x})^2 \\
 &+ \sigma^2 \left\{ \begin{array}{l} (m-1) + (n-1) + (q-1) + (m-1)(n-1) \\ + (m-1)(q-1) + (n-1)(q-1) + (m-1)(n-1)(q-1) \end{array} \right\} \\
 &= \sigma^2(mnq - m - n - q + 2) \dots\dots\dots (XXVI)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{或 } S(\bar{x}_{stn} - \bar{x})^2 &= S(\bar{M}_{s.} - \bar{M})^2 + S(\bar{M}_{.t.} - \bar{M})^2 + S(\bar{M}_{.u} - \bar{M})^2 \\
 &+ \sigma^2 \left\{ \begin{array}{l} (m-1) + (n-1) + (q-1) + (m-1)(n-1) \\ + (m-1)(q-1) + (n-1)(q-1) + (m-1)(n-1)(q-1) \end{array} \right\} \\
 &= S(\bar{M}_{s.} - \bar{M})^2 + S(\bar{M}_{.t.} - \bar{M})^2 + S(\bar{M}_{.u} - \bar{M})^2 \\
 &\quad + (mnq - 1)\sigma^2 \dots\dots\dots (XXVII)
 \end{aligned}$$

以上所述可結束如次：



第五表

變異來源	平方和	自由度
土 壤	$S(\bar{x}_{s..} - \bar{x})^2$	$(m-1)$
天 氣	$S(\bar{x}_{.t.} - \bar{x})^2$	$(n-1)$
處理(或品種)	$S(\bar{x}_{.u.} - \bar{x})^2$	$(q-1)$
試驗誤差	$(mnq - m - n - q + 2)\sigma^2$	$(mnq - m - n - q + 2)$
總 計	$S(rstu - \bar{x})^2$	$(mnq - 1)$

欲判斷品種(或處理)相互間之差異，是否有意義？則視其差異是否在逢機取樣誤差範圍內而決。其判斷法有二：

(一)如樣品相當距大(即  $n$  為數頗大)時，則分別估兩兩標準誤差自身之標準誤差，再計算兩者差異之標準誤差。例如以  $s_1$  及  $s_2$  分別表示處理及試驗誤差之標準誤差， $n_1$  及  $n_2$  為其自由度：

$$s_1 \text{ 之 S.E.} = \sqrt{\frac{s_1^2}{2n_1}}, \quad s_2 \text{ 之 S.E.} = \sqrt{\frac{s_2^2}{2n_2}}$$

則兩者差異之 S.E. =  $\sqrt{\frac{1}{2} \left( \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)}$  ..... (XXVIII)

如  $s_1 \sim s_2$  超過兩者差異之 S.E. 之 2 倍，則為有意義，否則為無意義。但圃場試驗結果，多為小樣品，已如前述，故該法不甚適宜。

(二)費歇博士  $z$  試驗 (7), (8). 仍襲用上述符號：

$$z = \frac{1}{2} (\log_e s_1^2 - \log_e s_2^2) = \frac{1}{2} \log_e \left( \frac{s_1^2}{s_2^2} \right) = \log_e \frac{s_1}{s_2}$$

$$= \log_e s_1 - \log_e s_2 \dots\dots\dots (XXIX)$$

z 之分布可以下式表示之(20)

$$df = k \frac{e^{n_1 z}}{(n_1 e^{2z} + n_2)^{\frac{1}{2}(n_1 + n_2)}} dz \dots\dots\dots (XXX)$$

式中 k 與  $n_1 + n_2$  有關其內容甚複雜參看 (11) 可也，

$\frac{1}{2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)$  為 z 之標準誤差變量，細察該式中無

$s_1$  及  $s_2$ ，故不受  $s_1$  及  $s_2$  之影響。

z 之分布，於  $n_1$  及  $n_2$  甚大時，或  $n_1$  及  $n_2$  雖不甚大而  $n_1$  與  $n_2$  數值相近時，則近於正規分布；否則偏歪而不對稱。關於 z 之分布，統計專家曾有疑其性質者。但 S. E. Pearson 氏在“Biometrika” 第21卷(1929)，發表其實用性質之研究，結論云云：只要剩餘變量 (Residual Variance：意即指試驗誤差之變量而言。) 之自由度不太小，其可應用範圍頗大。其後 T. Eden 及 F. Yates 兩氏(1933) (5) 實地研究小麥稈高，因區不同而生之變異，以處理自由度  $n_1=3$ ，誤差自由度  $n_2=21$ ，算出 z 得 1,000 個，作為曲線其分布雖偏歪(參看第二圖) 而與  $n_1=3, n_2=21$  之 z 理論曲線，無重要差異，實際可視為相同，故以 z 歸納解釋圃場試驗結果，確是安全云。

z 之分布曲線，因  $n_1$  及  $n_2$  之值而變動，一如 Student Z 及 Fisher's t 之分布曲線之因自由度 n 或 (n-1) 而變動者，因此 z 之分布中，意義點之機率 .05 及 .01 所在處，因  $n_1$  及  $n_2$  之值而變動。抑又有進者，z 為兩行將比較之標準誤差  $s_1$  及  $s_2$  之自然對數，改變而成者。 $s_1$  及  $s_2$  差異之

S. E. 分布中機率 .05 之意義點位置，約在  $z$  分布之機率 .05 及 .01 兩點之中間，(20) 故吾人所算出之  $z$ ，與其分布中 .05 點之  $z$  比較大小，尚不安全；應與 .01 點之  $z$  比較方為妥當，而  $n_1, n_2$  兩者數值相差愈大乃愈有與 .01 點  $z$  比較之必要也。

關於各種  $n_1, n_2$  分布之 .05 點及 .01 點，其重要者費歇博士均已算出，製成兩表，一為百分五點之  $z$  表，他為百分一之  $z$  表，欲知其詳可參看(7)及(8)。

如吾人實際所得之  $z$  比較其分布中 .01 點之  $z$  猶大時，則可斷定其必有意義，否則雖較 .05 點之  $z$  大，而不能視為安全確定。

茲以孫逢吉氏雲苔試驗結果為例，以述變量分析及  $z$  試驗之實際應用。為計算簡便計，各區原產量各減去 100\*，參看第六表與第七表，第七表為孫氏原表，第六表則已減去 100 後之情形。

第 六 表  
(單位：每畝市斤)(由各值減去 100)

年 度 (天氣)	處 理						和	平 均
	1	2	3	4	5	6		
	4×10 寸	6×10 寸	8×10 寸	10×10 寸	12×10 寸	14×10 寸		
18年(A)	11.7	4.8	9.1	5.0	7.9	0.7	38.2	6.37
19年(B)	9.1	2.5	4.7	-3.9	-16.0	-20.8	-24.4	-4.07
20年(C)	74.5	75.2	60.4	54.5	39.7	39.2	343.5	57.25
和	95.3	82.5	74.2	55.6	31.6	19.1	總和 357.3	
平 均	31.77	27.5	24.3	18.53	10.53	6.37		總平均 19.85 = $\bar{x}$
	$nm \times \bar{x}^2 = 18 \times (19.85)^2 = 18 \times 394.0225 = 7092.405$						n=3	m=6

\* 計算結果與不減 100 者完全相同

第七表  
孫氏原表 (18)  
(單位同上)

株距 + 行距	18年	19年	20年	三年平均
4×10寸	111.7 ± 5.138	109.1 ± 5.136	174.5 ± 8.674	131.8 ± 3.77
6×10寸	104.8 ± 6.450	102.5 ± 3.359	175.2 ± 1.476	127.5 ± 2.47
8×10寸	109.1 ± 3.876	104.7 ± 4.944	160.4 ± 2.169	124.7 ± 2.21
10×10寸	105.0 ± 4.830	96.1 ± 3.515	154.5 ± 11.939	118.5 ± 4.47
12×10寸	107.9 ± 3.058	84.0 ± 6.705	139.7 ± 5.271	110.5 ± 3.02
14×10寸	100.7 ± 1.316	79.2 ± 4.734	139.2 ± 6.494	106.4 ± 2.71

註：在 ± 符號右邊者為中差

總平方和之計算：  
求第六表中 18 個數之平方：

第八表

處理	18年	19年	20年	和
1	136.89	82.81	5550.25	5769.95
2	23.04	6.25	5655.04	5684.33
3	82.81	22.09	3648.16	3753.06
4	25.00	15.21	2970.25	3010.46
5	62.41	2.56	1576.09	1641.06
6	0.49	432.64	1536.64	1969.77
和	330.64	561.56	20936.43	21828.63

— 7092.405

總平方和……… $S(\text{est} - \bar{x})^2 = 14736.225$

## 處理及天氣之平方和計算：

## 第九表

處	理	天	氣
和	全左平方	和	全左平方
1	95.3.....9082.09	A. 38.2.....1459.24	
2	82.5.....6806.25	B. 24.4..... 595.36	
3	74.2.....5505.64	C. 343.5.....117992.25	
4	55.6.....3091.36		6)120046.85
5	31.6..... 998.56		20007.8083
6	19.1..... 364.81		-7092.405
	3)25848.71	天氣平方和... $S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 = 12915.4033$	
	8616.2367		
	-7092.4050		
處理平方和... $S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 = 1523.8317$			

由(XIV)式試驗誤差平方和求得如下：

$$\begin{aligned}
 (m-1)(n-1)Q^2 &= S(x_{st} - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 \\
 &= 14736.225 - 12915.4033 - 1523.8317 \\
 &= 296.990
 \end{aligned}$$

將上述結束如下：

## 第十表

變異原因	平方和	自由度	變量
(a) 天氣	12915.4033	2	6457.70165
(b) 處理	1523.8317	5	304.76634
(c) 誤差	296.9900	10	29.699
(d) 總計	14736.225	17	866.83676

實際歸納圃場試驗時所必需者，為 (b) 及 (c) 之兩變量，故 (a) 及 (d) 之變量不必算出；但欲知誤差變量與天氣變量之差異有無意義？不在此限。

天氣與誤差比較求  $z$ ：

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{6457.70165}{29.699} = \frac{1}{2} \log_e 217.438 = 2.69095$$

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 2 \left\{ \begin{array}{l} z \text{ 分布之}.05 \text{ 點} \cdots \cdots \cdots 0.7058 \\ z \text{ 分布之}.01 \text{ 點} \cdots \cdots \cdots 1.0114 \end{array} \right\} \\ n_2 = 10 \end{array} \right\} 2.69095 > 1.0114 > 0.7058$$

故因天氣而起之變量與誤差之變量有顯著差異。

處理變異與誤差變量比較求  $z$ ：

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{304.76634}{29.699} = 1.1642$$

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 5 \left\{ \begin{array}{l} z \text{ 分布之}.05 \text{ 點} \cdots \cdots \cdots 0.6009 \\ z \text{ 分布之}.01 \text{ 點} \cdots \cdots \cdots 0.8646 \end{array} \right\} \\ n_2 = 10 \end{array} \right\} 1.1642 > 0.8646 > 0.6009$$

故因處理不同而起之變量與誤差變量，有顯著差異。

為便於各種處理互相比較計，須求標準誤差。茲求得各種標準誤差如下：

第十 一 表

項 目	變 量	標 準 誤 差
單 一 年	$s^2 = 29.699$	$s = 5.4500$
三 年 之 和	$3 \times 29.699 = 89.097$	$s\sqrt{3} = 9.4390$
全 上 兩 和 之 差	$2 \times 89.097 = 178.197$	$s\sqrt{6} = 13.3480$
三 年 之 平 均	$29.699 \div 3 = 9.8994$	$s\sqrt{3} = 3.146$
全 上 兩 平 均 之 差	$2 \times 9.8994 = 19.7994$	$s\sqrt{\frac{2}{3}} s < = 4.4496$

四寸株距三年間總產量爲 395.3 斤，十四寸株距三年間總產量爲 319.1 斤，兩者相差爲 76.2 斤，查第十一表其差之 S.E.=13.3480， $t = \frac{76.2}{13.348} = 5.709$ ；差之 S. E. 自由度爲 10（參看第十表），

相當於  $P=0.05$  之  $t$  爲 2.228， $P=0.01$  之  $t$  爲 3.169； $t=5.709$  之  $P$  小於 0.01。此即證明四寸株距之效能，顯優於十四寸株距。（參看 Dr. Fisher's  $t$  表）

### 三 變量分析法與其他諸法之比較

變量分析法外，尙有其他法可估計試驗誤差之變量  $\sigma^2$ ，其法非他，即擴大之“學生”氏  $Z$  法與費歇博士  $t$  法。目下普通所用之“學生”氏  $Z$  法，或費歇博士  $t$  法，往往祇同時考慮兩處理或品種，雖有  $m$  處理或品種之試驗成績，可供利用。但對於估計  $\sigma^2$  時，祇利用行將比較之兩處理，或品種之試驗結果；而置全試驗成績之好資料於不顧，蓋亦有原因所而致然者也。

第十二表

區集 或 (天氣)	品 種 或 處 理								平 均
	1	2	3	•	r	s	•	m	
1	$d_{11}$	$d_{21}$	$d_{31}$	•	$dr_1$	$ds_1$	•	$dm_1$	$\sigma_{.1}$
2	$d_{12}$	$d_{22}$	$d_{32}$	•	$dr_2$	$ds_2$	•	$dm_2$	$\sigma_{.2}$
3	$d_{13}$	$d_{23}$	$d_{33}$	•	$dr_3$	$ds_3$	•	$dm_3$	$\sigma_{.3}$
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
t	$d_{1t}$	$d_{2t}$	$d_{3t}$	•	$dr_t$	$ds_t$	•	$dm_t$	$\sigma_{.t}$
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
n	$d_{1n}$	$d_{2n}$	$d_{3n}$	•	$dr_n$	$ds_n$	•	$dm_n$	$\sigma_{.n}$
平 均	零	零	零	•	零	零	•	零	零

“學生”氏 Z 法，或費歇博士 t 法，對於行將比較之兩處理，或品種之若干試驗區，將其在相同之環境者，兩兩駢對，相減自乘而後求  $\sigma^2$ 。故有駢對法 (Pairing Method) 之名。

設有 m 個品種(或處理)，各有 n 個試驗區，分別處於 n 種環境中； $x_{rt}$ ,  $x_{st}$  代表行將駢對比較之某兩品種(或處理) (在同一環境中兩區之實測產量， $x_{r.}$ ,  $x_{s.}$  分別為該兩品種) 或處理) 之平均產量， $d_{rt}$ ,  $d_{st}$  分別為  $x_{rt}$ ,  $x_{st}$  對於各該平均產量之偏差，則有次之關係，其他類推(參看第十二表)。

$$\left. \begin{aligned} \text{a) } \bar{x}_r &= \frac{1}{n}(x_{r1} + x_{r2} + x_{r3} + \dots + x_{rt} + \dots + x_{rn}) = \frac{1}{n}S(x_{rt}) \\ \text{b) } \bar{x}_s &= \frac{1}{n}(x_{s1} + x_{s2} + x_{s3} + \dots + x_{st} + \dots + x_{sn}) = \frac{1}{n}S(x_{st}) \\ \text{c) } d_{rt} &= x_{rt} - \bar{x}_r, \text{ 或 } x_{rt} = \bar{x}_r + d_{rt} \\ \text{d) } d_{st} &= x_{st} - \bar{x}_s, \text{ 或 } x_{st} = \bar{x}_s + d_{st} \\ \text{e) } \sigma^2 &= \frac{1}{m}(d_{1t}^2 + d_{2t}^2 + d_{3t}^2 + \dots + d_{rt}^2 + d_{st}^2 + \dots + d_{nt}^2) \end{aligned} \right\} \text{(XXXXI)}$$

按照駢對法對於某同一環境中之某兩區：

$$x_{rt} - x_{st} = (d_{rt} + \bar{x}_r) - (d_{st} + \bar{x}_s) = (d_{rt} - d_{st}) + (\bar{x}_r - \bar{x}_s)$$

兩邊自乘：

$$(x_{rt} - x_{st})^2 = (d_{rt} - d_{st})^2 + (\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2 + 2(d_{rt} - d_{st})(\bar{x}_r - \bar{x}_s)$$

將 n 環境中之 n 區駢對，相減結果一一自乘總計之，

則如次：



$$\sum_{t=1}^n (\bar{x}_{rt} - \bar{x}_{st})^2 = \sum_{t=1}^n (drt - dst)^2 + \sum_{t=1}^n (\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2 + 2(\bar{x}_r - \bar{x}_s) \sum_{t=1}^n (drt - dst)$$

上式中  $(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$  為一定數值。即與  $(M_1 - M_2)^2$  相當，(參看緒言中之 (A) 及 (B) 兩項)

$$\sum_{t=1}^n (\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2 = n(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$$

$$\sum_{t=1}^n (drt - dst) = \sum_{t=1}^n (drt) - \sum_{t=1}^n (dst) = 0 \quad (\because \text{偏差總和} = 0)$$

$$2(\bar{x}_r - \bar{x}_s) \sum_{t=1}^n (drt - dst) = 0$$

故上式可改書如下：

$$\sum_{t=1}^n (\bar{x}_{rt} - \bar{x}_{st})^2 = \sum_{t=1}^n (drt - dst)^2 + n(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2 \dots \dots \dots (XXXII)$$

(參看第十三表)

或

$$\sum_{t=1}^n (drt - dst)^2 = \sum_{t=1}^n (\bar{x}_{rt} - \bar{x}_{st})^2 - n(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2 \dots \dots \dots (XXXIII)$$

### 第 十 三 表

兩品種產量在各區駢對相減，自乘之狀況

1. 第一區	$(dr_1 - ds_1)^2$	$(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$	$2(\bar{x}_r - \bar{x}_s)(dr_1 - ds_1)$
2. 第二區	$(dr_2 - ds_2)^2$	$(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$	$2(\bar{x}_r - \bar{x}_s)(dr_2 - ds_2)$
3. 第三區	$(dr_3 - ds_3)^2$	$(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$	$2(\bar{x}_r - \bar{x}_s)(dr_3 - ds_3)$
⋮	⋮	⋮	⋮
t. 第 t 區	$(drt - dst)^2$	$(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$	$2(\bar{x}_r - \bar{x}_s)(drt - dst)$
⋮	⋮	⋮	⋮
n. 第 n 區	$(drn - dsn)^2$	$(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$	$2(\bar{x}_r - \bar{x}_s)(drn - dsn)$

(XXXII)式由實測產量算起，(XXXIII)式由偏差算起，前者為普通所用於計算試驗誤差變量  $\sigma^2$  者，惟須減去  $n(\bar{x}_r - \bar{x}_s)^2$ ，後者即為所求計算  $\sigma^2$  之平方和，故便於分析研究。

上述祇考慮兩品種(或處理)，於今同時考慮  $m$  品種(或處理)，按照組集(Combination)理論，則  $m$  品種(或處理)相互間共有  $\frac{m(m-1)}{2}$  次比較，每次比較有  $n$  個駢對相減( $drt-dst$ )，總計共有  $n m (m-1) / 2$  個駢對相減。一一自乘總計而分析之，則得下式：

$$S(drt - dst)^2 = S(drt^2) + S(dst^2) - S(2drt dst) \dots\dots\dots (XXXIV)$$

因  $S(drt - dst)^2$  共有  $n m (m-1) / 2$  個，故  $S(drt^2)$ ， $S(dst^2)$  及  $S(2drt dst)$  亦各有  $n m (m-1) / 2$  個。

計算  $(drt - dst)$  之平方和，(XXXIV)式之右邊不若其左邊之簡單。用  $S(xrt - xst)^2$  又較  $S(drt - dst)^2$  方便，普通圃場試驗比較 5 個品種或處理(即  $m=5$ )，每品種或處理之試驗區重複至 5 次(即  $n=5$ )，亦屬常有之事；若駢對相減自乘，以備求  $\sigma^2$  取上述三法中之最簡便者如  $S(xrt - xst)^2$ ，亦須駢對相減及自乘各項  $(n \times m \times (m-1) / 2 = 5 \times 5 \times 4 / 2 = ) 50$  次；若品種數或處理數增至 10 個，重複至 10 次，則駢對相減及自乘各項，須  $(n \times m \times (m-1) / 2 = 10 \times 10 \times 9 / 2 = ) 450$  次。自乘計算雖有各種計算表足資參攷，減輕計算手續；但仍不免煩雜。總之， $S(xrt - xst)^2$  非最善之法，應另覓捷徑。

以  $d$  代表任何偏差則：

$$S(drt - dst)^2 = S(d^2) - S(2drt \ dst) \dots \dots \dots (XXXV)$$

因每個偏差與其他偏差駢對  $(m-1)$  次，故每個偏差自乘，各有  $(m-1)$  個。

$$S(d^2) = (m-1) \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (dst)^2 = (m-1) \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (xst - \bar{x})^2 \dots \dots \dots (XXXVI)$$

$$\begin{aligned} \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (xst - \bar{x}_s)^2 &= \sum_{s=1, t=1}^{n, m} \left\{ (xst - \bar{x}) - (\bar{x}_s - \bar{x}) \right\}^2 \\ &= \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (xst - \bar{x})^2 + n \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})^2 - 2n \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x}) (xst - \bar{x}) \\ &= \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (xst - \bar{x})^2 + n \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})^2 - 2n \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})^2 \\ &= \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (xst - \bar{x})^2 - n \sum_{s=1}^m (\bar{x}_s - \bar{x})^2 \end{aligned}$$

或  $S(d^2) = (m-1) \left\{ S(xst - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 \right\}$  (參看 (IX) 式)

及 (X) 式  $\dots \dots \dots (XXXVII)$

次就  $S(2drt \ dst)$  觀察之：在每區集內，與自身以外之其他偏差相乘；譬如在第一區集內(參看第十二表)：

$$d_{11}(m\phi_1 - d_{11}) = m\phi_1 d_{11} - d_{11}^2$$

其他類推。總計第一區集，則得：

$$\begin{aligned} n\phi_1(d_{11} + d_{21} + \dots + d_{r1} + d_{s1} + \dots + d_{m1}) \\ - (d_{11} + d_{21} + \dots + d_{r1} + d_{s1} + \dots + d_{m1}) \\ = m^2\phi_1^2 - \sum_{s=1}^m (ds_1^2) \end{aligned}$$

對全試驗區：

$$S(2drt - dst) = m^2 \sum_{t=1}^n (\sigma^2 t^2) - \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (dst^2) \dots \dots \dots (XXXVIII)$$

細致  $\sum_{t=1}^n (\sigma^2 t^2)$  之內容單就某一橫行而言 (參看第十二表)

$$\begin{aligned} \sigma^2 t &= \left\{ \frac{(x_{1t} - \bar{x}_1) + (x_{2t} - \bar{x}_2) + \dots + (x_{1t} - \bar{x}_1) + (x_{st} - \bar{x}_s) + (x_{mt} - \bar{x}_m)}{m} \right\}^2 \\ &= \left\{ \frac{(x_{1t} + x_{2t} + \dots + x_{1t} + x_{st} + \dots + x_{mt}) - (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_s + \bar{x}_t + \dots + \bar{x}_m)}{m} \right\}^2 \\ &= (\bar{x}_t - \bar{x})^2 \dots \dots \dots (XXXIX) \end{aligned}$$

因此  $m^2 \sum_{t=1}^n \sigma^2 t = m^2 \sum_{t=1}^n (\bar{x}_t - \bar{x})^2 = mS(\bar{x}_t - \bar{x})^2 \dots \dots \dots (XL)$

(參看(IX)式及(X)式)(XL)

$$S(2drt - dst) = mS(\bar{x}_t - \bar{x})^2 - S(x_{st} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 \dots \dots (XLI)$$

(參看(XXXVI)式及(XXXVII)式)

由 (XXXV) 式 (XXXVII) 式及 (XLI) 式

$$\begin{aligned} S(drt - dst)^2 &= (m-1) \left\{ S(x_{st} - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 \right\} \\ &\quad - mS(\bar{x}_t - \bar{x})^2 + S(x_{st} - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 \\ &= m \left\{ S(x_{st} - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 \right\} \end{aligned}$$

或  $S(drt - dst)^2 = m(m-1)(n-1)\sigma^2$  (參看(XIV))  $\dots \dots \dots (XLII)$

$$\left. \begin{aligned} \text{a) } \frac{S(drt - dst)^2}{(m-1)n(n-1)} &= m\sigma^2 \\ \text{b) } \frac{S(drt - dst)^2}{m(m-1)(n-1)} &= \frac{m}{n}\sigma^2 \\ \text{c) } \frac{S(drt - dst)^2}{m(m-1)(n-1)} &= \sigma^2 \\ \text{d) } \frac{S(drt - dst)^2}{m^2(m-1)n(n-1)} &= \frac{\sigma^2}{n} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (XLII 附)$$

Engledow 及 Yule 兩氏(6)亦曾以下式求二單區相差之試驗誤差變量  $\sigma_d^2$  :

$$\sigma_d^2 = \frac{2}{nm(m-1)} S(drt - dst)^2 \quad (\text{原文用 } V_{rt} - V_{st}) \dots \dots (XLIII)$$

吾人所求出者為單區試驗誤差變量  $\sigma^2$  :

$$\therefore \sigma^2 = \frac{\sigma_d^2}{2} = \frac{1}{nm(m-1)} S(drt - dst)^2$$

$$\text{但 } \frac{1}{nm(m-1)} S(drt - dst)^2 = \frac{1}{nm(m-1)} m(m-1)(n-1) \sigma^2 = \frac{(n-1)}{n} \sigma^2 \dots \dots (XLIV)$$

觀上式如欲求得單區之試驗誤差產量，必須乘以  $\frac{n}{n-1}$  方妥。

Engledow 及 Yule 兩氏 (6) 及曾聲明欲求兩  $n$  區平均產量相差之變量應以  $(n-1)$  除之，得：

$$\frac{\sigma_d^2}{n-1} = \frac{2(n-1)}{n(n-1)} \sigma^2 = \frac{2}{n} \sigma^2 \dots \dots (XLV)$$

觀上式與吾人所求者吻合。

Engledow 及 Yule 兩氏 (6) 又指示，估計試驗誤差變量之一般公式如下：

$$\sigma_d^2 = \frac{2m}{m-1} (\sigma_y^2 - \sigma_m^2 - \sigma^2) \dots \dots (XLVI)$$

式中， $\sigma_y^2$  為總變量與  $S(x_{st} - \bar{x})^2 / (m n - 1)$  相當；惟 Yule 氏似以  $mn$  為自由度， $\sigma_m^2$  為品種平均產量之變量，與  $S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 / n(m-1)$  相當；惟以  $m$  為自由度， $\sigma_p^2$  為

同號區平均產量之變量與  $S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 / (mn-1)$  相當；但以  $n$  為自由度，用 (XLVI) 式算出之試驗誤差變量，與吾人所算出者必不能啗合。蓋理論觀念稍有不合故也。

“Student” 氏 (1924)(1) 得 Dr. Fisher 之輔助，用不同方式，提倡下式；以簡化駢對相減自乘之手續。茲簡述如下：

$n$  .....Number of groups (即區集數)

$m$  .....Number of races (即品種數)

$\sigma_t^2$  .....為理論的總變量

$\sigma_r^2$  .....為理論的品種變量

$\sigma_g^2$  .....為理論的區集變量

$\sigma_e^2$  .....為試驗誤差變量 (“Student” 稱試驗誤差為 Casual error 已述於前)

$\sigma_T^2$  .....為實測的總變量

$\sigma_R^2$  .....為實測的品種變量

$\sigma_G^2$  .....為實測的區集變量

$$\left. \begin{array}{l} a) \sigma_t^2 = \sigma_r^2 + \sigma_g^2 + \sigma_e^2 \\ b) \sigma_R^2 = \sigma_r^2 + \frac{\sigma_e^2}{n} - \frac{\sigma_e^2}{mn} \\ c) \sigma_G^2 = \sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{m} - \frac{\sigma_e^2}{mn} \\ d) \sigma_T^2 = \sigma_t^2 - \frac{\sigma_e^2}{mn} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (XLVII)$$

用上述諸式消去  $\sigma_t^2, \sigma_r^2, \sigma_s^2$  則得下式：

$$\sigma_e^2 = \frac{mn(\sigma_T^2 - \sigma_R^2 - \sigma_G^2)}{(m-1)(n-1)} \dots\dots\dots (XLVIII)$$

求兩 n 區平均產量相差之變量  $(2\frac{\sigma_e^2}{n})$ ，則得：

$$\frac{2\sigma_e^2}{n} = \frac{2m(\sigma_T^2 - \sigma_R^2 - \sigma_G^2)}{(m-1)(n-1)} \dots\dots\dots (XLIX)$$

“Student” 氏之根本理論，與 Dr. Fisher 相同，“Student” 氏所謂 “Casual Error” 與 Dr. Fisher 所謂 Experimental Error，特同物異名耳。試明其說如次：

$$\left. \begin{aligned}
 \text{a) } \sigma_T^2 &= \frac{S(x_{st} - \bar{x})^2}{mn} \\
 \text{b) } \sigma_R^2 &= \frac{1}{m} \sum_{s=1}^n (\bar{x}_s - \bar{x})^2 = \frac{n}{mn} \sum_{s=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x})^2 = \frac{1}{mn} S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 \\
 \text{c) } \sigma_G^2 &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^m (\bar{x}_t - \bar{x})^2 = \frac{m}{mn} \sum_{t=1}^n (\bar{x}_s - \bar{x})^2 = \frac{1}{mn} S(\bar{x}_s - \bar{x})^2
 \end{aligned} \right\} \dots (L)$$

由以上諸式

$$mn(\sigma_T^2 - \sigma_R^2 - \sigma_G^2) = S(x_{st} - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_s - \bar{x})^2 - S(\bar{x}_t - \bar{x})^2 \\ = (m-1)(n-1) \sigma^2 \text{ (參看(XIV) 式)} \dots\dots\dots (LI)$$

$$\therefore \sigma_e^2 = \frac{mn(\sigma_T^2 - \sigma_R^2 - \sigma_G^2)}{(m-1)(n-1)} = \sigma^2 \dots\dots\dots (LII)$$

據 “Student” 氏之說，處於同一環境中之相異兩品種產量間，有某種相關變異 (Correlated Variation)，可用駢對相減自乘法，依下式之理由，消去其影響。

$$\sigma_{A-B}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 - 2r \sigma_A \sigma_B \dots\dots\dots (LIII)$$

式中之  $\sigma^2_A, \sigma^2_B$  爲 A, B 兩品種 (或處理) 之變量,  $\sigma^2_{A-B}$  爲 A, B 相差之變量,  $r$  爲 A, B 產量間相關係數 (Coefficient of Correlation)。

其後 Richey 氏 (18) 用不同方式消去相關變異,

如下式所得:

$$1\sigma^2_F = \sigma^2_P (1 - r^2_{PI})$$

上式中  $\sigma^2_F$  與 Yule's  $\sigma^2_v$  相當,  $r_{PI}$  爲試驗區產量偏差與其移動平均間之相關係數,  $1\sigma^2_F$  爲消去土異影響後之變量。 “Student” 氏法與 Richey 氏法相異之點, 一言難盡, 惟後者直接計算  $r$  而利用之, 而前者則否; 讀者一索即得, 無庸贅述。 Dr. Fisher 則將此等區間發生相關之根本原因分析而去之; “Student” 氏法之理論方式與 Dr. Fisher 雖稍不同, 而其所得結果則一也, 蓋亦理之當然。惟在實用上, “Student” 法不若 Dr. Fisher 法之明快正確。至於 Dr. Fisher 所提倡之  $z$  試驗。亦可應用於 “Student” 氏法; 如欲比較品種變量與試驗誤差變量, 宜用  $mn \sigma^2_G / (m-1)$  與  $\sigma^2_e$ , 按照 (XXIX) 式:

$$\begin{aligned} z &= \frac{1}{2} (\log_e \frac{mn}{(m-1)} \sigma^2_G - \log_e \sigma^2_e) \\ &= \frac{1}{2} (\log_e \frac{mn \sigma^2_G}{(m-1) \sigma^2_e}) \\ &= \log_e \frac{\sigma_G}{\sigma_e} + \frac{1}{2} \log_e \frac{mn}{(m-1)} \dots\dots\dots (LIV) \end{aligned}$$



Engledow 及 Yule 兩氏發表 (XLVI) 式，係在 “Student” 氏發表 (LII) 式之後；兩氏曾聲明在 (XLVI) 式中  $\sigma_y^2$  即為 “Student” 氏中之  $\sigma_T^2$ ， $\sigma_m^2$  即為  $\sigma_R^2$ ， $\sigma_p^2$  即為  $\sigma_G^2$ ；(參看 (XLVI) 式及 (LII)) 於此可知，兩氏所提倡之 (XLVI) 式不合變量分析之理論：

$$\begin{aligned}\sigma_d^2 &= \frac{2m}{m-1}(\sigma_y^2 - \sigma_m^2 - \sigma_p^2) = \frac{2m}{m-1}(\sigma_T^2 - \sigma_R^2 - \sigma_G^2) \\ &= \frac{2m}{m-1} \times \frac{(m-1)(n-1)}{mn} \times \sigma^2 = \frac{2(n-1)}{n} \sigma^2 \dots \dots \dots (LV)\end{aligned}$$

據 Engledow 及 Yule 兩氏之說， $\sigma^2_d$  係任何兩單區產量差異之變量， $\frac{\sigma^2_d}{n-1}$  係任何兩個  $n$  區平均產量相差之變量；前者宜乘以  $\frac{n}{n-1}$  方為妥適，已如前述。

關於圃場試驗誤差估計方法，應用變量分析法者，及其他與此類似方法，已略述於前。此外尚有同時祇考慮兩品種(或處理)之方法；如 Dr. Fisher's t 法，Dr. Love 修改貝氏法，“Student's” z 法，孫逢吉氏新修改貝氏法，Bessel's 原式，以及 Dr. Love 最近發表由標準行估計中差之方法，以上諸法，目下多通行於中國，其性質究為何如？實有檢討之必要，其在前已述及之事項，於茲從略，為對照計，并附考慮兩品種(或處理)之變量分析法實例。

(A) 費歇博士 t 法 (Dr. Fisher's t method)

費歇博士 t 法，為求平均差異 (mean difference) 之標準

誤差而設者。同時祇考慮兩品種（或處理）；故  $m=2$ ，而與前述(XLII附)，b 式相當（參看緒言(A)項）今代入  $m=2$  於(XLII附)式, b)則得：

$$\frac{S(drt-dst)^2}{(2-1)n(n-1)} = \frac{S(drt-dst)^2}{n(n-1)} = \frac{2}{n} \sigma^2 \dots \dots \dots (LIV)$$

由此可知其與變量分析法相合。以孫氏原作四寸株距與十四寸株距成績之比較為例：（131.8 為四寸株距區產量之平均 106.4 為十四寸株距區產量之平均）

第十四表

	處理偏差 (d)		處理偏差之平均 ( $\bar{d}$ )
	四寸株距	十四寸株距	
第一年	111.7—131.8 = -20.1	100.7—106.4 = -5.7	$-(20.1+5.7) \div 2 = -12.9$
第二年	109.1—131.8 = -22.7	79.2—106.4 = -27.2	$-(22.7+27.2) \div 2 = -24.65$
第三年	174.5—131.8 = 42.7	139.2—106.4 = 32.8	$(42.7+32.8) \div 2 = 37.75$
總計	-0.1	-0.1	-0.1

注意：總計欄應均等於0，惟因各平均未除盡故有此結果，

第十五表

( $d^2$ )	( $\bar{d}^2$ )
404.01	
515.29	
1823.29	
32.40	166.41
739.84	622.5025
1075.84	1425.0625
$\sum_{s=1, t=1}^{m, n} (dst^2) = 4590.67$	$\sum_{t=1}^n (\bar{d}^2 \cdot t) = 2213.9750$
	$m \sum_{t=1}^n (\bar{d}^2 \cdot t) = 4427.9500$

由(XXXV), (XXXVI), (XXXVIII)諸式

$$\begin{aligned} \frac{S(drt-dst)^2}{n(n-1)} &= \frac{m}{n(n-1)} \left\{ \sum_{s=1, t=1}^{m, n} (dst)^2 - m \sum_{t=1}^n (\sigma^2 \cdot t) \right\} \\ &= \frac{2}{3 \times 2} (4590.76 - 4427.95) \\ &= \frac{325.62}{3 \times 2} \\ &= \frac{162.81}{3} = 54.27 = \frac{2}{3} s^2 \end{aligned}$$

三年平均產量間相差之標準誤差  $s\sqrt{\frac{2}{3}} = 7.3668 = 7.37$  用“Student”氏駢對法算出之平方和 除以  $n(n-1)$ ，亦得同一變量 (54.27)。(參看後述(D)項及(7), (8), (19))，以上計算不若(C)項所述駢對法之簡便。(參看(C)項)於茲不過證明 t 法之來歷耳。

(B)貝氏原式法 (The Original Bessel's Formula)

所謂貝氏原氏法指和或差之變量公式而言；假設有A, B兩值，其變量分別為  $\sigma^2_A$  及  $\sigma^2_B$ 。則兩者和或差之變量  $\sigma^2_{A \pm B}$  如次：

$$\sigma^2_{A \pm B} = \sigma^2_A + \sigma^2_B \dots\dots\dots(LVII)$$

由純質群集 (Homogeneous Population) 估計變量時，上式可以直接應用，但普通圃場試驗結果，與各種變異因子有關。其變量非純質，宜用下式估計和及差之變量，已如前述。

$$\sigma^2_{A+B} = \sigma^2_A + \sigma^2_B \pm 2r\sigma_A\sigma_B \dots\dots\dots(LVIII)$$

式中 r 為 A 與 B 間之相關係數。

普通以變量分析分析出之誤差變量，理論上應為純質，故 Bessel 氏對於和差變量估計之公式仍可應用而無碍，（其中差者準此）

(C) 洛夫博士修改貝氏法 (Dr. Love Modified Bessel's Method)

貝氏原式對於雜質變量不能適用已如上述。對此洛夫博士考慮 A, B 兩變量間之相關 r，適用“Student”氏之駢對法，由雜質資料估計和或差之變量，由變量估計中差 (Probable Error) 雖不求 r，而其結果與用下式所求者相同。

$$E^2_{A \pm B} = E^2_A + E^2_B \pm 2rE_A E_B \dots\dots\dots (LIX)$$

式中  $E_A$  及  $E_B$  為 A 及 B 之中差  $E_{A \pm B}$  為兩者和或差之中差（參看 (4) 及 (19)），除用中差及不考慮樣品大小之二點外，洛夫博士修改貝氏法與費歇博士 t 法若出一轍，故以費歇博士 t 法求得之標準誤差，乘以 0.6745 即得修改貝氏法之中差；但中差不若標準誤差之靈便，已如前述。

$$0.6745 \times \sqrt{\frac{S(\text{drt} - \text{dst})^2}{n(n-1)}} \text{ (費歇博士 t 法之變量)} = \text{(洛夫博士修改貝氏法之中差)} \dots\dots\dots (LX)$$

茲舉孫氏實例以明之（參看 (19)），

## 第十六表

(孫氏原計算表)

年度	株距四寸	株距十四寸	比較	D (偏差)	D <sup>2</sup> (偏差) <sup>2</sup>
18年	111.7	100.7	11.0	14.4	207.21
19年	109.1	79.2	29.9	-4.5	20.25
20年	134.5	139.2	35.3	-9.9	98.01
平均	171.8	106.4	= 3 ) 76.2 25.4		3 ) 325.62 108.54

$$P. E. = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum (D^2)}{n(n-1)}} = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{325.62}{3(3-1)}}$$

(此處原文印誤) (此處原文印誤)

$$= \pm 0.6745 \sqrt{54.27} = \pm 0.6745 \times 7.3668 = \pm 4.969$$

(此處原文印誤) (與原文不同) (與原文不同)

上計算式中在未乘 0.6745 以前之各數，均與上述 (A) 項費歇博士 t 法實例算式中者相同，讀者可比較之。

除乘 0.6745 外，該法即可計算 t 法之變量而較 (A) 項實例為方便，已於 (A) 項述之。

(D) “學生”氏 Z 法 (“Student's Z Method”)

“Student”為英國某數學家之筆名，非真名也。氏在英國劍橋大學，輔助 Dr. Beaven 管理數理統計。最初在雜誌“Biometrika”第六卷發表 Z 法，并附 Z 機率積算表(即 P 表)，乃專為小試品 (Small Sample) 而設計者也。Z 由下式求之。

$$Z = \frac{M}{S. D.}, \quad M \text{ 為小樣品之平均值, } S. D. \text{ 為小樣品所自}$$

取出之大群集之標準誤差，以小樣品中之個數  $n$  為自由度，按照  $n$  在  $Z$  之  $P$  表中，查  $Z$  之  $P$  表（參看 (4), (10), (12) (13), (19), (20), (22)）。

如甲乙兩種處理（或品種）各作  $n$  次試驗或觀察。按次比較甲乙之試驗或觀察結果，由每次比較之差數求  $M$  及  $S.D$ ；換言之，即將每次試驗或觀察之結果，駢對相減，自乘，求自乘之平方和，減去  $n \times M^2$ ，以  $n$  除之，開平即得  $S.D.$ ，以  $S.D.$  除  $M$  即得  $Z$ ，Karl Pearson 教授（參看 (17)）曾引用 A.R. Cushney 氏之安眠藥試驗結果，及 Dr. Voeleker 之馬鈴薯肥料試驗結果為例，以說明 Student's  $Z$  之應用方法，其後洛夫博士（Dr. Love）(1924)（參看 (12) 及 (13)）發表論文，提倡 Student's  $Z$  法應用於圃場試驗，為簡便計，並計算製作  $Z$  之優差表（Odds table of  $Z$ ），仍以  $n$  為自由度，曾在美國盛極一時，我國迄今尚多用之者，爾後又經費歇博士修改，以自由度  $(n-1)$  除駢對相減自乘之平方和，得小樣品所自取出之大群集變量，復以  $n$  除之，得平均值  $M$ （按即平均差值： $M_1 - M_2$ , mean difference）之變量，開方後即為平均差值之標準誤差（ $S.E.$ ），以  $S.E.$  除  $M$  為  $t$ ，故名  $t$  法，（ $t = \frac{M}{S.E.}$ ；參看 (7), (8)）並製  $t$  表，按  $(n-1)$  之數值，查  $t$  之各意義點之  $P$ （機率）值。（參看緒言 A 項）以決定所求  $t$  有無意義，已如前述。

細攷 “Student's”  $Z$  法估計標準偏差（ $S.D.$ ）之經過實與

下式相同。

$$\frac{S(drt-dst)^2}{n} = \frac{2(n-1)}{n} \sigma^2$$

其結果與 Yule 氏所提倡者同出一轍（參看 (XLIV) 式及 (LV) 式）。欲獲平均差值變之無偏癥的估計值 (Unbiased Estimate)，應再以自由度 (n-1) 除之，方為妥適。其結果即為費歇博士之 t 法；此 t 法之所以優於 Z 法者也。茲以孫氏藝苔試驗為例說明計算經過如下：

### 第十七表

(孫氏原表)

年 度	株距四寸	株距十四寸	(比較)	(比較) <sup>2</sup>	(偏差)	(偏差) <sup>2</sup>
18 年	111.7	100.7	11.0	121.00	14.4	207.36
19 年	109.1	79.2	29.9	894.01	-4.5	20.25
20 年	174.5	139.2	35.3	1246.09	-9.9	98.01
總 計	3 ) 395.3	3 ) 319.1	3 ) 76.2	2261.10	0	325.62
平 均	131.8	106.4	= 25.4			

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{\sum(D^2)}{n}} &= \sqrt{\frac{325.62}{3}} && 76.2 \times 25.4 = 3 \times (25.4)^2 = 1935.48 \\ &= \sqrt{108.54} && \text{駢對相減自乘之平方和} \dots 325.62 \\ &= 10.42(\text{S.D.}) && \text{以 } n=3 \text{ 除之得} \dots 108.54 (\div 2 = 54.27) \\ &&& \text{開方得} \dots 10.42 \dots 7.3668 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{\sum(D^2)}{n(n-1)}} &= \sqrt{\frac{325.62}{3 \times 2}} = \sqrt{\frac{108.54}{2}} = \sqrt{54.27} = 7.3668 (\text{S. E.}), \frac{M}{\text{S. D.}} \\ &= \frac{25.4}{10.4} = 2.442 \end{aligned}$$

關於計算上之注意：

(1) 25.4 為比較欄之平均，亦可由四寸

四寸平均價相減而得之。

(2) 325.62 爲偏差自乘之平方和，但不求偏差亦求可得，故偏差求出手續可省。

(3) 1935.48 可由比較平均之  $n$  倍計算，亦可以比較總和乘平均求得之。

(4) 由各原產量減去 100，以便計算，其結果仍同。

觀上計算式中，可知以  $(n-1)$  除 Student Z 法之 S. D 即得  $t$  法之 S.E.。

(E) 考慮兩處理（或品種）之變量分析法。

對於圃場試驗全結果，應用變量分析法以求試驗誤差變量，本較他法爲簡易明快，於茲爲與  $t$  法及  $Z$  法比較起見，祇考慮兩處理（或品種）以觀結果有何變動。並由此亦可知求試驗誤差時，不可不利用試驗全結果。

### 第十八表

（利用孫氏藝苔試驗結果由原產量減去 100）單位斤

天氣(年度)	處 理		和
	1. 四寸株距	2. 十四寸株距	
1. 18 年	11.7	0.7	12.4
2. 19 年	9.1	-20.8	-11.7
2. 20 年	74.5	39.2	113.7
和	95.3	19.1	114.4
	114.4 × 19.067 = 2181.2648		總平均: 19.067



關於天氣，處理，及總計等平方和計算如次：

第 十 九 表

總平方和 $S(xst-\bar{x})^2$	天氣 $S(\bar{x}_t-\bar{x})^2$	處理 $S(\bar{x}_r-\bar{x})^2$
11.7    136.89	12.4    153.76	95.3    9082.09
9.1     82.81	11.7    136.89	19.1    364.81
74.5    5550.25	113.9   12927.69	3 ) 9446.90
0.7     0.49	3 ) 13218.34	3148.9667
-20.8   432.64	6609.17	-2181.2648
39.2    1536.64	-2181.2648	967.7019
7739.72	4427.9052	
-2181.2648		
5558.2552		

第 二 十 表

變異來源	平方和	自由度	變量
天 氣	4427.9052	2	2213.9526
處 理	967.7019	1	967.7019
誤 差	162.8481	2	81.42405
總 計	5558.4552	5	1111.691104

$$s^2=81.42405,$$

$$\text{兩處理三年間平均產量差異之變量} \frac{2s^2}{n} = \frac{2 \times 81.42405}{3} = \frac{162.8481}{3} = 54.2827$$

$$\text{全上標準誤差 } S\sqrt{\frac{2}{n}} = \sqrt{54.2827} = 7.3677 = 7.37$$

依該法所算出之 S.E. 為 7.3677，與駢對法算出之 7.3668 相差 0.0009。此差由於駢對法用兩個除不盡之平均 (13 1.8

及 106.4) ，而變量分析法祇用一個除不盡之平均(例如總平均： 119.067) ，其差雖不甚大，但變量分析法之計算法，究較為正確。如小數下祇取二位，兩法均等於 7.37 。由此實例，亦可證明變量分析法與費歇博士 t 法之駢對計算，兩者根本理論相同矣。(參看(A)項)

(F) 孫逢吉氏之總平均的中差法 (Mr. Sun's P. E. of Average Mean) P. E. of Av. mean =  $\sqrt{\frac{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}{n}}$  (參看(19)).....(LX)

式中  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$  。 別為 n 個平均值之中差。

孫氏計算每年各處理之平均產量及其 P.E.。由三年間試驗所得三個平均及三個 P.E.，計算總平均產量及其 P.E.。於比較處理效能時，求兩處理三年總平均產量間差值之 P.E.，以判斷差值有無意義，茲根據其原表(參看(19))計算四寸株距與十四寸株距之三年總平均產量及其 P.E.，與兩者差值，及其 P.E. 及 S.E.，以為討論基礎，其經過如次：

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{4 寸株距:} \\
 \text{全上之 P.E.} = \sqrt{\frac{(5.138)^2 + (5.136)^2 + (8.674)^2}{3}} = 3.7715
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \text{總平均產量} = 131.8 \text{ 斤} \\
 \text{全上之 P.E.} = \sqrt{\frac{(5.138)^2 + (5.136)^2 + (8.674)^2}{3}} = 3.7715
 \end{array} \\
 \\
 \left. \begin{array}{l}
 \text{14 寸株距:} \\
 \text{全上之 P.E.} = \sqrt{\frac{(1.316)^2 + (4.734)^2 + (8.674)^2}{3}} = 2.71446
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \text{總平均產量} = 106.4 \text{ 斤} \\
 \text{全上之 P.E.} = \sqrt{\frac{(1.316)^2 + (4.734)^2 + (8.674)^2}{3}} = 2.71446
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\text{兩者差值之 P. E.} = \sqrt{(3.7715)^2 + (2.71446)^2} = 4.6429$$

$$\text{全上之 S. E.} = 6.8835(4.6429/0.6745)$$

上述差值之 S. E. 雖較 第十一表所算出者 (4.4496) 大 2.4339(6.8835—4.4496)，而較本節(E)項所算出者 (7.3677) 小 0.4842 (7.3677—6.8835)，但差值 S.E.6.8835 中固含土壤，天氣等變異而未消去者，抑又何故：試討論之如次：

計算孫氏所用 P.E. 過程中，必須求出 S.E.，為方便計以變量 (S.E.)<sup>2</sup> 為說明基礎。孫氏求 P.E. 時，所用之偏差之平方和，與 (XXXVI) 式中之  $S(d^2)$  同意義（惟應除以 (m-1) 即  $\frac{S(d^2)}{(m-1)}$ ），於計算變量時，應攷慮土壤，天氣，處理及試驗誤差等變異原因；今就某一處理而言，每年每處理重複 (q-1) 次，（因未見孫氏每年試驗詳情故 q 尚不明），第一處理之偏差平方和為  $S(d_1^2)$ ，第二處理為  $S(d_2^2)$ ，按孫氏求法所用除數必為  $q(q-1)$ ，其所求之變量必如下列：

第一處理一年間平均之變量 =  $\frac{S(d_1^2)}{q(q-1)}$ ；第二處理一年間平均之變量 =  $\frac{S(d_2^2)}{q(q-1)}$  n年間（實際 n=3）試驗結果，其總平均之變量必為：

$$\left. \begin{array}{l} \text{a) 第一處理總平均之變量: } \frac{S(d_1^2) + S(d_2^2) + \dots + S(d_n^2)}{n^2 q(q-1)} \\ \text{b) 第二處理總平均之變量: } \frac{S(d_1^2) + S(d_2^2) + \dots + S(d_n^2)}{n^2 q(q-1)} \end{array} \right\} \text{(LXI)}$$

$$\frac{S(d_1^2) + S(d_2^2) + \dots + S(d_r^2) + S(d_1^2) + S(d_2^2) + \dots + S(d_r^2)}{n^2q(q-1)} = \frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)}$$

按 (XXVI) 式及 (XXXVII) 式

$$\frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)} = \left\{ S(\bar{x}_{.t} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{.n} - \bar{x})^2 + (mn(m-1)(n-1) + 2)\sigma^2 \right\} / n^2q(q-1) \dots \dots \dots (LXII)$$

吾人應用上述 (IX) 變量分析法之基礎理論，以  $\bar{x}_{st}$  為每年每處理之平均產量， $\bar{x}$  為  $m$  處理  $n$  年間試驗結果之總平均產量 (Grand Mean or General Mean)， $\bar{x}_{.t}$  為每年  $m$  品種之總平均產量，按照 (IX) 式及 (X) 式，則有次之關係：

$$\begin{aligned} S(\bar{x}_{st} - \bar{x})^2 &= S(\bar{x}_{s.} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{.t} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{st} - \bar{x}_{s.} - \bar{x}_{.t} + \bar{x})^2 \\ &= S(\bar{x}_{s.} - \bar{x})^2 + S(\bar{x}_{.t} - \bar{x})^2 + (m-1)(n-1)\sigma^2 \dots \dots (LXIII) \end{aligned}$$

今處理為 2 種，即  $m=2$ ，將天氣及處理之變量除去後，求兩處理總平均產量間差值之 S.E. 如次：

$$\frac{2(m-1)(n-1)\sigma^2}{n(m-1)(n-1)} = \frac{2\sigma^2}{n}$$

因  $n^2q(q-1)$  常大於  $n$ 。(因  $q$  常  $>1$ )，而為  $n$  之  $nq(q-1)$  倍，對於同一試驗結果：

- i)  $\frac{S(d^2)}{2\sigma^2} < nq(q-1)$  則  $\frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)} < \frac{2\sigma^2}{n}$ ，
- ii)  $\frac{S(d^2)}{2\sigma^2} > n(q-1)$  則  $\frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)} > \frac{2\sigma^2}{n}$ 。

在上所述 $6.8835 < 7.3677$ 者。其差雖不大，蓋屬於 i) 者；此實偶然之事。抑又有進者， $\frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)}$  包含因土壤，天氣等而發生之變量，換言之， $\frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)}$  自雜質群集 (Heterogeneous Population) 求出。由該種變量求出之 S. E.，其分布在未證明前，實不知作何狀態，通常由小樣品求出之  $\frac{2\sigma}{n}$ ，尚不免與正規分布乖離，況較此更複雜之  $\frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)}$ ，其分布當更較此尤複雜，可斷言也。

$\sigma\sqrt{\frac{2}{n}}$  之分布已經 “Student” 及 Dr. Fisher 諸氏之證明，可應用 t 表而無碍。反之  $\frac{S(d^2)}{n^2q(q-1)}$  之分布既不明，當然亦無可適用之表，此等問題未解決前，吾人實無應用之根據。且吾人所最需要者為純質試驗誤差之估值而非雜質變量也。

$\sigma\sqrt{\frac{2}{n}}$  之數值，據上述所算出者，雖較大，而根據確實，大而無碍也。

(G) 洛夫博士標準行估計中差法 (Dr. Love's Method for calculating the Average Probable Error of the Mean and that in percent from checks)

洛夫博士最近 (1932年) 在浙江省農業改良總場編印雜誌 “新農村” (Chekiang Agriculturist)，創刊號，發表大作 “中國水稻改良法” (Directions for Rice Improvement in China) 一文中曾提及試驗結果歸納解釋方法，其大要如次。

### 第二十一表

五稈行試驗標準行布置狀況及各行產量

(由洛夫博士水稻五稈行試驗種植計劃圖抄出參看原著第一表)

		直 排								
		第一	第二	第三	第四	第五	和	平均	中差	中差%
行	第一*	359	405	282	319	290	1655	331	15.45	4.67
		59 <sup>(1)</sup>	105	-18	19	-10	155	31		
	第二*	330	421	290	346	288	1675	335	16.37	4.87
		30	121	-10	46	-12	175	35		
	第三*	360	401	315	378	296	1750	350	13.17	3.76
		60	101	15	78	-4	250	50		
	第四*	352	387	274	325	282	1620	324	14.32	4.42
		52	87	-26	25	-18	120	24		
和						6700				
						700				

$\frac{33.5}{3.5}$  總平均

\* 各標準行橫排間有品種或品系試驗行四排於茲從略

(1) 在每方格橫梗下之數為原產量減去 300 後之數值其他類推

第二十二表

水稻十稈行試驗標準行布置狀況

(由原著第二次水稻十稈行試驗種植計劃圖抄錄)

排	直										排										和	平均	中差(%)	中差(%)				
	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七	第八	第九	第十	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七	第八	第九	第十								
第一	335	301	272	198	352	298	399	314	397	224	3090	309	14.13	4.57	335	301	272	198	352	298	399	314	397	224	3090	309	14.13	4.57
第二	402	282	324	430	353	280	274	291	383	441	3460	346	13.11	3.68	402	282	324	430	353	280	274	291	383	441	3460	346	13.11	3.68
第三	217	349	304	321	267	399	245	344	401	233	3080	308	14.16	4.60	217	349	304	321	267	399	245	344	401	233	3080	308	14.16	4.60
第四	398	184	281	294	399	363	410	310	230	281	3150	315	16.28	5.17	398	184	281	294	399	363	410	310	230	281	3150	315	16.28	5.17
和	1352	1116	1181	1243	1371	1340	1328	1259	1411	1179	12780	1278			1352	1116	1181	1243	1371	1340	1328	1259	1411	1179	12780	1278		

- (1) 原文為 356 但恐為 346 之誤
- (2) 標準行之橫排間各有四試驗行從略
- (3) 中差及中差%雖與本計算無關係但為對照計抄附
- (4) 每方格中橫排下之數  
每計算方格計減去 300  
後之數其他類推

$$\begin{aligned}
 X &= (\text{Average Probable Error of mean in } \% \times \sqrt{2})^3 \\
 &= (4.50\% \times \sqrt{2} = 4.500 \times 1.41 = 6.345)^3 \\
 &= 6.345\% \times 3 \\
 &= 19.03\%
 \end{aligned}$$

第二十三表

水稻高級試驗標準行布置狀況  
(山原著第二表水稻高級試驗計劃圖抄錄參看原著)

		直											排			
		第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七	第八	第九	第十	第十一	第一	第二	307	283
橫	第一	233	303	278	279	355	418	296	277	231	422	3092	307	283	307	283
	第二	-67	3	-22	-21	55	118	-4	-23	69	122	92	7	7	(總平均)	(總平均)
	第三	232	322	249	306	269	392	209	299	497	391	3166	304.717	1334.911	304.717	1334.911
	和	-68	22	-51	6	-31	92	-91	-1	197	91	166	4.717	4.717	4.717	4.717
排	第一	204	284	292	273	288	396	284	205	196	393	2815	307	283	307	283
	第二	-96	-16	-8	-27	-12	96	-15	-95	-104	93	-185	7	7	(總平均)	(總平均)
	第三	669	909	819	858	912	1206	789	781	924	1206	9073	304.717	1334.911	304.717	1334.911
	和	-231	9	-81	-42	12	506	-111	-119	24	306	73	4.717	4.717	4.717	4.717
*													302.433	2.433		
													(總平均)			
橫	第一	321	401	264	396	313	284	295	305	319	202	3100	307	283	307	283
	第二	21	101	-36	96	13	-16	-5	5	19	-98	100	7	7	(總平均)	(總平均)
	第三	321	416	298	393	277	296	322	282	330	203	3138	304.717	1334.911	304.717	1334.911
	和	21	116	-2	93	-33	-4	22	-18	30	-97	138	4.717	4.717	4.717	4.717
排	第一	312	401	278	384	229	269	310	265	320	204	2972	307	283	307	283
	第二	12	101	-22	84	-71	-31	10	-35	20	-96	-28	7	7	(總平均)	(總平均)
	第三	954	1218	840	1173	819	849	927	852	969	609	9210	304.717	1334.911	304.717	1334.911
	和	54	318	-60	273	-81	-51	27	-48	69	-291	210	4.717	4.717	4.717	4.717
*													18283	283		
													(大總和)			
													283	1334.911		
													307	283		
													283 × 4.717 =			
													1334.911			

\* 第一布置與第二布置間有二品種

試驗各十區每區三行共六十行

(1) 第一布置三十一行平均值之中差為± 9.24 (3.06%)

(2) 第二布置三十一行平均值之中差為± 7.20 (2.35%)



洛夫博士水稻試驗重要過程，可分為三項：

(A) 五稈行試驗，在每五試行中，有一標準行；因每品系有五稈行，故標準行亦各有五行，每五稈行成一連系 (Series)，挾於品系試行之兩側，一如第二十一表所示。

(B) 十稈行試驗，在每五試行中有一標準行因每品系有十稈行，故標準行亦各有十行，每十稈行成一連系，挾於品系試行之兩側，一如第二十二表所示。

(C) 高級試驗，無論標準區抑為品系試區，每區由三行而成，每三區中有一標準區，因品系試區各至少有六區乃至十區，故標準區亦各有六乃至十區，第二十二表所示者，為十區挾於品系試區之兩側。

至由標準行計算平均差之方法可概述如次：以五稈行試驗為例，(參看原著(14))

### 第二十四表

#### 中差計算法

第一標準行連系	D (對平均值 331 之偏差)	D <sup>2</sup>
359	28	784
405	74	5476
282	-49	2401
319	-12	144
290	-41	1681
<u>5)1655</u>		<u>10486</u>
331 = 平均值 (mean)	P.E.M = ±.6745	$\sqrt{\frac{10486}{5(5-1)}}$
在 P.E.M 計算過程中如不 (乘 .6745 則開方後之數即 為標準誤差 (S.E.))	(中差)	$= \pm .6745 \sqrt{\frac{10486}{20}}$
		$= \pm .6745 \sqrt{524.3}$
		$= \pm .6745 \times 22.90$
		$= \pm 15.45 ; \frac{15.45}{331} \times 100 = 4.67\%$

### 第二十五表

#### 平均中差計算法

	產量	第一法 中差(P.E.M)	第二法 中差百分率
第一連系之標準行平均產量	331(M <sub>1</sub> )	15.45(E <sub>1</sub> )	4.67 %
第二連系之標準行平均產量	335(M <sub>2</sub> )	16.36(E <sub>2</sub> )	4.89 %
第三連系之標準行平均產量	350(M <sub>3</sub> )	13.17(E <sub>3</sub> )	3.76 %
第四連系之標準行平均產量	324(M <sub>4</sub> )	14.33(E <sub>4</sub> )	4.42 %
	4)13.40	4)59.31	4)17.74 %
	335	14.83(E <sub>M</sub> )	4.43 %
	$\frac{14.83}{335} = 4.43 \%$		

由上述可知平均中差之公式如右： $E_M = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{4}$ ，  
 一般有n個中差時則如次： $E_M = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n}$ ， $E_1\% = \frac{100}{n}$   
 $\left(\frac{E_1}{M_1} + \frac{E_2}{M_2} + \dots + \frac{E_n}{M_n}\right)$ ， $2X = 4.43\% \times 2 = 8.86\%$ ， $3X = 4.43\% \times 3$   
 $= 13.29\%$

(X 指平均中差百分率而言)

計算2X×平均產量法：品種 264 平均產量=359克

$$2X \times 359 = 8.86\% \times 359 = 31.81 \text{克}$$

以上所述為五程行試驗平均中差，及其對總平均之中差百分率計算法，其他十程行及試驗高級試驗之平均中差及其對總平均之中差百分率，由此可以類推，茲結束之如次：

## 第二十六表

各項試驗之中差，中差百分率，標準誤差及其百分率

(標準誤差由作者改算)

各項試驗	標準行總平均值	中 差 (P. E. M.)		標 準 誤 差 (S. E.)	
		實 值	%	實 值	%
五 程 行 試 驗	335	14.83	4.43	21.988	6.56
十 程 行 試 驗	319.5	14.60 <sup>(1)</sup>	4.57	21.646	6.76
高 級 試 驗	304.717	8.22	2.71 <sup>(2)</sup>	12.186	5.01
<sup>(1)</sup> 原文印誤 <sup>(2)</sup> 著者實與原文稍有不同					

Dr. Love 所提倡之平均中差法，大略已如上述，欲知其詳參看其原作。茲將 Dr. Love 之試驗結果，以變量分析法求標準誤差，則如次：

(I) 五程行試驗 利用第二十一表，每直排或每橫排均可視為一區集，以變量分析法，分析如次：

## 第二十七表

變 異 原 因	平 方 和	自 由 度
土 異 {	直排區集·····1810	3
	橫排區集·····36369.5	4
試 驗 誤 差·····2536.5		12
總 計	40716.0	19

第二十七表 附

變異原因	平方和	自由度	變量
土 異	38179.5	7	5454.2143
試驗誤差	2536.5	12	211.3750
總 計	40716.0	19	

其計算經過如次：

a) 總計平方和之計算 (參看第二十一表)

359 128881	330 108900	360 129600	352 123904
405 164025	421 177241	401 160801	387 149769
282 79524	290 84100	315 99225	274 75076
319 101761	346 119716	378 142884	325 105625
290 84100	288 82944	296 87616	282 79524
558291	+ 572901	+ 620126	+ 533898
=2285216			

$$\begin{aligned}
 & \text{總和 總平均} \\
 & 2285216 - (6700 \times 335) \\
 & = 2285216 - 2244500 \\
 & = 40716 \dots\dots 19^*
 \end{aligned}$$

b) 橫排及直排之平方和計算經過

行 (橫排)	平方	列 (直排)	平方
1401	196 2801	1655	273 9025
1614	260 4996	1675	280 5625
1161	134 7921	1750	306 2500
1368	187 1424	1620	262 4400
1156	133 6336	5) 1123 1550	
	4) 912 3478	224 6310	
	228 0869.5	- 224 4500	
	- 224 4500	1810 \dots\dots 3^*	
	3 6369.5 \dots\dots 4^*		

\* 自由度以下做此

$$5\text{行平均值之變量估值}(S^2) = \frac{211.375}{5} = 42.275$$

$$5\text{行平均值之標準誤差估值}(S) = \pm\sqrt{42.275} = \pm 6.502$$

$$\text{標準誤差對總平均值之}\% = \frac{6.502}{335} \times 100 = 1.94\%$$

i) Dr. Love 所求出之 S.E. 及其百分率 (由 P.E. 改算) .....	21.987	6.56
ii) 著者所求出之 S.E. 及其百分率 .....	6.502	1.94
iii) 兩者之差 .....	15.485	4.62

$$\text{著者所求者較 Dr. Love 減少} \left( \frac{15.485}{21.987} \times 100 = \right) 70.43\%$$

c) Dr. Fisher's z 試驗 土異變量與誤差變量兩者相差，是否有意義？應以 Dr. Fisher's z 試驗證實之：

$$\begin{aligned} z &= \frac{1}{2} \log_e \frac{5454.2143}{211.375} \\ &= \frac{1}{2} \log_e 25.8 \\ &= 1.6252 \end{aligned}$$

$n_1 = 7, n_2 = 12$ , z 分布中機率 .05 點之 z 值及 .01 點之 z 值在 Dr. Fisher's z 表內無之，故須另算，茲求得 .01 點之 z 值如次：（計算法參看 (7)。(8)。“Intraclass correlation” 一章）

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 7 \\ n_2 = 12 \end{array} \right\} z\text{分布中}.01\text{點之}z\text{值爲}0.7563$$

$$\text{上述}1.6252 > 0.7563$$

故土異變量顯然與誤差變量不同

(II) 十程行試驗 根據第二十二表所示各標準行產量。

細攷土異關係，全試驗地可區分為上下兩大橫排，表中所畫雙線，即表示該兩大區集之分界，各包括二十行，形狀大小均同，兩者間之土壤生產力間稍有差異。除此以外，在各大區集內部，雖略有土異，但其性質與試驗誤差類似，故可包括在誤差範圍內。在此種試驗地情況下，以 Dr. Love 法所求平均標準誤差，與根據變量分析法所求之標準誤差，兩者相差無幾。

第二十八表

變異原因	平方和	自由度	變量
兩大區集間土異	20330	1	20330
試驗誤差	158680	38	4175.789
總計	179010	39	

其計算經過如次：（各區原產量減去 300 以便計算）

a) 總計平方和之計算（參看二十二表）

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	和
1.	1225	1	784	10404	2704	4	9801	196	9409	5776	40302
2.	10404	324	576	16900	2809	400	676	81	6889	19881	58940
3.	6889	2401	16	441	1089	9801	3025	1936	10201	4484	40288
4.	9604	13456	361	36	9801	3969	12100	100	4900	361	54688
和	28122	16182	1737	27781	16403	14174	25602	2313	31399	30507	194220

$$194220 - (780 \times 19.5) = 194220 - 15210 = 179010 \dots\dots\dots 39$$

## b) 兩大區集間土異平方和之計算。

在上者	在下者
90	80
460	150
550...302500	230...52900

$$\frac{1}{10}(302500+52900)-15210=355400 \div 10-15120=20330 \dots\dots 1$$

$$10\text{行平均值之變量估值}(s^2) = \frac{4175.789}{10} = 417.5789$$

$$10\text{行平均值之標準誤差估值} = \sqrt{417.5789} = 20.435$$

$$\text{標準誤差對總平均值之}\% = \frac{20.435}{319.5} \times 100 = 6.46$$

i) Dr. Love 所求出之S.E.及其百分率(由P.F.改算).....21.646	6.76
ii) 著者所求出之S.E.及其百分率.....20.435	6.40
iii) 兩者相差.....1.211	0.36

$$\text{著者所求者較 Dr. Love 減少} \left( \frac{1.211}{21.646} \times 100 = \right) 5.59\%$$

兩者雖有差別而不大蓋全試驗地土異不甚顯著故也。

c) Dr. Fisher's z 試驗 土異變量與誤差變量兩者差異有無意義? 以 z 試驗判斷之:

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{20330}{4175.789} = \frac{1}{2} \log_e 4.869 = .7914$$

$\left. \begin{matrix} n_1=1 \\ n_2=38 \end{matrix} \right\}$  z 分布中 .05 點之 z 值為 .9655 > .7914 故土異變量與誤差變量, 雖有相當差異, 而在統計上無顯著意義。

(C) 高級試驗 根據第二十三表，可將全試驗地分爲四大區集，即第一（左上），第二（右上），第三（左下），及第四（右下）等是也。細察土異情形，得悉如次：

i) 左右兩半試驗地間之土異現象：

第一(由左上第一大區集與左下第三大區集相合而成)

第二(由右上第二大區集與右下第四大區集相合而成)

ii) 全區域分爲四大區集，該等區集間之土異現象：

第一大區集（即左上）

第二大區集（即右上）

第三大區集（即左下）

第四大區集（即右下）

iii) 各大區集內各橫排列間及直排列間之土異現象：

橫排列……  $\left\{ \begin{array}{l} \text{第一區集內} \\ \text{第二區集內} \\ \text{第三區集內} \\ \text{第四區集內} \end{array} \right\}$  ……直排列

第二十九表

變異原因		平方和	自由度
土	左右兩半試驗地間	38350.722	1
	四大區集間	38543.556	3
異	各大區集內	橫排列	8
		直排列	16
試驗誤差		27872.215	31
總計		262774.089	59



第二十九表附

變異原因	平方和	自由度	變量
土 異	234901.874	28	8389.3526
試驗誤差	27872.215	31	899.1037
總 計	262774.089	59	

a) 總計平方和之計算各項平方和之計算：

上部三十行之平方和

-67	4489	-68	4624	-96	9216
3	9	22	484	-16	256
-22	484	-51	2601	-8	64
-21	441	6	36	-27	729
55	3025	-31	961	-12	144
118	13924	92	8464	96	9216
-4	16	-91	8281	-16	256
-23	529	-1	1	-95	9025
-69	4761	197	38809	-104	10816
122	14884	91	8281	93	8649
	42562	+	72542	+	48371 =163475

下部三十行平方和之計算

21	441	21	441	12	144
101	10201	116	13456	101	10201
-36	1296	-2	4	-22	484
96	9216	93	8649	84	7056
13	169	-23	529	-71	5041
-16	256	-4	16	-31	961
-5	25	22	484	10	100
-5	25	-18	324	-35	1225
19	361	30	900	20	400
-98	9604	-97	9409	-96	9216
	31594	+	33212	+	34828 =100634
					163475
					264109
					-1334.911
					262774.089...59

b) 左右兩半試驗地間土異平方和之計算

第一左 837    700569

第二右 700    490000

30 | 1190569

39685.633

-1334.911

38350.722.....1

c) 四大區集間土異平方和之計算

第一(333) 110889

第二(406) 146836

第三(504) 254016

第四(294) 86436

15 | 598177

39878.467

-1334.911

33543.556.....3

d) 各大區集內：

橫排列：

第一區集內 - 52    2704

· -122    14884

-159    25281

5 | 47869

8573.8-7892.6-1181.2

第二區集內 144 20736  
 288 82944  
 - 26 676

5 104356

$20871.2 - 10989.202 = 9881.998$

第三區集內 +195 38025  
 +205 42025  
 +104 10816

5 90866

$18173.2 - 16934.4 = 1238.800$

第四區集內 - 95 9025  
 - 67 4489  
 132 17424

5 30938

$6187.6 - 5762.4 = 425.2$

12737.198...8

直排列：

第一區集 -231 ...53361  
 9.....81  
 - 81.....6561  
 - 42.....1764  
 12..... 144

3 61911

$20637 - 7392.6 = 13244.4$

第二區集 306 ...93636

—111 ...12321

—119 ...14161

24 .....576

306 ...93636

3 | 214330

71443.333—10989.202=60454.131

第三區集 — 81.....6561

273 ...74529

— 60.....3600

318...101124

54.....2916

3 | 187730

62576.667—16934. 4=45642.267

第四區集 — 51.....2601

27..... 729

— 48.....2304

69.....4761

—291 ...84681

3 | 95076

31692 — 5762. 4=25929. 6

145270.398.....16

30行平均值之變量=29.970123

30行平均值之標準誤差=5.474

$$\text{標準誤差對平均值之}\% = \frac{5.474}{304.717} \times 100 = 1.8\%$$

i) Dr. Love 所求出 S. E. 之及其百分率.....	12.186	4.02
ii) 著者所求出之 S. E. 及其百分率 .....	5.474	1.80
iii) 兩者之差.....	6.212	2.21

著者所求者較 Dr. Love 所求出減少  $\left(\frac{6.712}{12.186} \times 100 =\right)$  55.08%

e) Dr. Fisher's  $z$  試驗 土異變量與誤差變量  
之差異有無意義？以  $z$  試驗判斷之：

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{8389.3526}{899.1037} = \frac{1}{2} \log_e 9.311 = 1.1167$$

$n_1 = 28, n_2 = 31$ , 分布中 .05 點及 .01 點之  $z$  值在 Dr. Fisher 氏  $z$  表中無之茲計算得 .01 點之  $z$  值如次：

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 28 \\ n_2 = 31 \end{array} \right\} .01 \text{ 點之 } z \text{ 值爲 } .4403$$

上述  $1.1167 > .4403$  故兩者差異顯有意義。

由上所述可知標準誤差之估計值，合理的變量分析法，較平均中差法常小。（雖十稈行試驗時兩者相差無幾）但祇『常小之事實』不能證明變量分析法較優於平均中差法，變量分析法，固有其明確的理論，及簡單的計算法，並有  $z$  試驗以匡其不逮。在日下實用上固較任何法方便而且正確也。

因變量分析法之發展結果，標準行在現代圍場試驗上，已不甚使用，但在育種初年試驗，如稻及小麥之第一年或第

二年試驗，因各品系種子甚少，難多重複，使用標準行（或標準區）以估計誤差，實屬不得已之舉；若預先有妥善布置，收穫後又應用合理的變量分析法，以求標準誤差，亦為無辦法中之一辦法。似此則標準行或標準區亦不能一概擯棄。

但如農地面積富裕，種子充足，以不用標準行為宜；劃分農地，以逢機區集法，分頭預選品系；再將各農地預選結果入選者，以逢機區集法或臘丁方格法，於同一農地，實行決選，雖費時或較多，但有理論根據，結果必較佳也。

至高級試驗，品種為數既不多，各品種之籽種亦常豐富，標準行之插設，實無必要，不用標準行而增多各試驗品種之重複次數，其結果當更能滿意也。

抑又有進者，關於平均標準誤差（平均中差亦準此）之求法，世間往往以下式計算者：以  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  分別表示  $n$  個標準誤差， $\sigma_M$  為此等之平均值則：

$$\sigma_M = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n}{n}$$

用中差者亦準此，如以  $E_1, E_2, \dots, E_n$  分別代表全上各個中差， $E_M$  為其平均值，則：

$$\sigma_M = \frac{E_M}{0.6745}, \quad 0.6745\sigma_M = E_M$$

$$0.6745\sigma_M = \frac{0.6745(\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n)}{n}$$

$$\therefore a) E_M = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n} \text{ (參看第二十五表下公式)}$$

但由數理上觀之，平均中差之求法，用下式為宜：

$$b) E_M = \sqrt{\frac{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}{n}} \quad (\text{但與孫達吉氏總平均的中差}$$

之計算法不同希讀者注意)

至求平均中差百分率之公式，按照最小自乘法理論，以下列 c) 式較 d) 式為宜 (參看第二十五表下公式)。

$$c) E_M \% = \left( \frac{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}{M_1 E_1 + M_2 E_2 + \dots + M_n E_n} \right) \times 100$$

$$d) E_M \% = \frac{1}{n} \left( \frac{E_1}{M_1} + \frac{E_2}{M_2} + \dots + \frac{E_n}{M_n} \right) \times 100$$

以上所述，純為理論立場，益求精確耳；實際上 a) 與 b) 以及 c) 與 d) 之數值差異，容不甚大。

屬文之際，多蒙諸知友援助激勵，於茲謹表謝忱。

(以後關於該文局部或全部之翻印，著者保留特權。特此聲明。)

著者謹識於故都

民國二十二年十二月八日

## ERRORS IN FIELD EXPERIMENTS AND THEOREMS INVOLVED IN THEIR ESTIMATION.

WANG CHUEH MING\*

### SYNOPSIS

(1) The discrepancies between plots in field experiments occur from various sources, among which soil heterogeneity, seasonal variation, and difference in yielding ability of varieties and yielding power of treatments are the main ones, and the residuals resulting from various unknown and minute causes are generally called the Experimental Errors.

(2) After eliminating these fluctuating factors, the pure Experimental Errors are regarded as the samples from homogeneous population, to which the Gauss' law of errors is correctly applied, that is, their distribution is normal.

(3) The distribution of errors, however, is generally more or less non-normal when the sample is small, as it is commonly the case in field experiments. For small samples, the "Student" 's Z-test, later revised by Dr. Fisher known as Fisher's t-test and the Fisher's z-test (7)†, (8) are chiefly used in judging significance. But it should be noted that in testing significance standard error is always preferable to the probable error, because the former is simpler and more efficient than the latter.

(4) Some methods of reducing the results of field experiments are here reviewed, including Bessel's formula, "Student" 's Z method. (12), (10), (22) Dr. Love modified Bessel's formula, Mr. Sun's P. E. of average mean method, (18), Dr. Fisher's t method and z method, etc. and it may be summarized as follows.

a) After the main varying factors have been eliminated, the Bessel's formula for variance of difference and sum still holds true for the homogeneous errors in agronomic experiments, but it is not to be recommended for estimation of the standard error from heterogeneous materials.

---

\* Professor of plant breeding, Dept. of Agronomy, the College of Agriculture, National University of Peiping.

† Reference by number is to "Literature cited"



b) "Student" 's Z method, Dr. Love modified Bessel's method, Dr. Fisher's t method, and Mr. Sun's P. E. of average mean method, are similar in one point that since out of m items the comparative two are taken and paired each time resulting in m (m-1)/2 ways, the comparing process according to them is very tedious, even if the value of m more than 2 and only moderately great. Consequently, there is a defect common to them, that is, by means of these formulae the data of all plots in experiments for a period of several years do not tend to be simultaneously utilized as a whole; hence it follows that the standard error secured is often less accurate than it would be, if we could take advantage of all plots in experiments.

The pairing process, however, was simplified later by "Student" (1924) (1) who with Dr. Fisher's supplements, proposed the following formula:

$$\sigma_e^2 = \frac{m n (\sigma_T^2 - \sigma_G^2 - \sigma_R^2)}{(n-1)(m-1)}$$

the theorems involved in which are *proved* essentially the same as that argued by Dr. Fisher (7), (8) and Mr. Irwin (11).

c) Dr. Fisher's t method as compared with others except his own z method is theoretically more correct and practically more convenient. It can be easily shown that the variance for mean difference  $\frac{2\sigma^2}{u}$  involved in the t method may be obtained when m is equated to 2 in the expression  $\frac{m\sigma^2}{u(n-1)}$  (with n plots of each of m varieties or treatments), the derivation of which is here *proved*. Dr. Love modified Bessel's formula is comparable with Dr. Fisher's t method except that in the former the probable error is used in testing significance without due consideration on the size of sample in question.

d) "Student" 's Z method was introduced in interpreting the results of yield trials by Dr. Love (12), (13) who prepared the odds table of Z taking n instead of (n-1) for the degrees of freedom, which should be corrected, as pointed out later by "Student" himself. (1), (2), (3). By "Student" 's Z method the variance for mean difference with n plots of each variety or treat-

ment,  $\frac{2(n-1)\sigma}{n}$  is secured, which apparently must be further divided by the degrees of freedom (n-1), thus, it will be the same as Dr. Fisher's t method.

e) S. E. of average mean derived by Mr. Sun's method, as compared with Dr. Fisher's method based on the analysis of variance with z-test, (7), (8), (9), is very heterogeneous in nature and so long as its distribution remains uncertain, its use is not authorized, though the variance derived by the former may be occasionally smaller than that by the latter.

f) the method proposed by Dr. Fisher and Dr. Wishart (9) is superior to all others in the following respects:

- i) The more sound theoretical foundation.
- ii) The simplified computing operation.
- iii) Its competency much more enhanced by z-test ( $=\log \frac{s_1}{s_2}$ .)

(5) Dr. Love in his recent paper (14) proposed use of the average probable error of mean and that in percent both computed from the check rows, which are of course not homogeneous in nature.

$$\text{First method: } \frac{1}{n} (E_1 + E_2 + \dots + E_n)$$

$$\text{Second method: } \frac{100}{n} \left( \frac{E_1}{M_1} + \frac{E_2}{M_2} + \dots + \frac{E_n}{M_n} \right)$$

where  $M_1, M_2, \dots, M_n$  are the  $n$  separate means and  $E_1, E_2, \dots, E_n$  their respective probable errors.

To adhere to Dr. Love's method and secure more accuracy, the following estimates will be rather mathematically consistent,

$$\text{First method: } \sqrt{\frac{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}{n}}$$

$$\text{Second method: } \left( \frac{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}{E_1 M_1 + E_2 M_2 + \dots + E_n M_n} \right) \times 100$$

but the use of probable error in testing significance, as mentioned above, has now been disputed in modern works.

Besides, in the case of five rod rows test of rice, taking each row and column of the check rows (see Dr. Love's data (14); Table I.) as a block and eliminating the variance due to soil heterogeneity, we obtain 6.502 as S. E. for the mean of 5 rows, which is 1.9 percent of grand mean 335, and smaller than one third of that ( $21.987=14.83/0.6745$ ) by Dr. Love's method. The variance due to soil heterogeneity is here compared with that due to errors by z-test and z secured equals 1.6252, by which it is shown that the former is very significantly different from the latter:

$$\begin{array}{l} n_1 = 7 \\ n_2 = 12 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{I percent point of z-distribution..... } 0.7563 \\ 1.6252 > 0.7563 \end{array} \right.$$

Soil heterogeneity occurs again in the ten rod rows test and the advanced test of rice, but the soil variation shown in the former is not so conspicuous as that in the latter, where the S. E. for the mean of 30 rows has been found to be 5.474 which is apparently much smaller than that by Dr. Love's method ( $12.186=8.22/0.6745$ ). The difference between variances due to two different sources is proved statistically significant by z-test with  $z=1.1167$ .

$$\begin{array}{l} n_1 = 28 \\ n_2 = 31 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{I percent point of z-distribution ..... } 0.4403. \\ 1.1167 > 0.4403 \end{array} \right.$$

## 參 攷 文 獻

## LITERATURE CITED

- (1) Anonymous—"Student"—(1924)—, On Testing Varieties of Cereals, *Biometrika*, Vol. 15.
- (2) Anonymous—"Student"—(1926)—, Mathematics and Agronomy, *Jour. Amer. Soc.* Vol. 16.
- (3) Anonymous—"Student"—(1931)—, Yield Trials, *Baillière's Encyclopaedia of Scientific Agriculture*, Vol. II.
- (4) Conrad, J. P. (1930)—, A Comparative Study of Student's Method and Bessel's Formula, *Jour. Amer. Soc. Agron.* Vol. 22.
- (5) Eden, T. and Yates, F. (1933)—, On the Validity of Fisher's  $z$  test When applied to An Actual Example of Non-normal Data, *Jour. Agri. Sci.* Vol. XXIII. Part I.
- (6) Engledow, G. D. and Yule, U. G. (1930)—, The Principles and Practice of Yield Trials.
- (7) Fisher, R.A. (1930)—, *Statistical Methods for Research Workers*, 3rd. Edition.
- (8) Fisher, R. A. (1932)—, *Statistical Methods for Research Workers*, 4th. Edition.
- (9) Fisher, R. A. and Wishert, J. (1930)—, The Arrangement of Field Experiments and the Statistical Reduction of the Results.
- (10) Hayes, H. K. and Garber, R. J. (1927)—, *Breeding Crop Plants*.
- (11) Irwin, J. O. (1931)—, Mathematical Theorems Involved in the Analysis of Variance, *Jour. Roy. Sta. Soc.* Vol. xliv.
- (12) Love, H. H. and Brunson, A. M. (1924)—, Student's Method for Interpreting paired Experiments, *Jour. Amer. Soc.* Vol. 16.
- (13) Love, H. H. (1924)—, A Modification of Student's Method for Interpreting paired Experimental Results, Vol. 16.
- (14) Love, H. E. (1932)—, Direction for rice Improvement in China (中國水稻改良法), *Chekiang Agriculturist*, Vol. 1. (新農村創刊號) in English and Chinese.

- 
- (15) Mellor, J. W. (1914)—, Higher Mathematics for Students of Chemistry and Physics.
- (16) Nagasawa, T. (長澤武雄 1932)—, Methods of Calculation for Experiments and Observations, (實驗觀察計算法), in Japanese.
- (17) Pearson, K. (1914)—, Tables for Statisticians and Biometrioians.
- (18) Richey, F. D. (1926)—, The Moving Average as a Basis for Measuring Correlated Variated in Agronomic Experiments. Jour. Agri. Res. Vol. XXXII.
- (19) Sun, V. G. (孫逢吉 1933)—, Modified Bessel's Method for Interpreting Field Experiments (解釋田間試驗結果之貝氏新修改法) in Chinese, Jour. Agri. Assoc. China, (中華農學會報第一〇九期) Vol. 109.
- (20) Tippett, L. B. C. (1931)—, The Methods of Statistics.
- (21) Yamada, Y. (山田陽清 1920)—, The Methods of Least Squares (最小自乘法), in Japanese.
- (22) Yasuta, R. (安田倫也 1932)—, Biometry, (生物測定學) in Japanese.
- (23) Yule, U. G. (1929)—, An Introduction to the Theory of Statistics. 9th, Edition, Revised.

## 勘 誤 表

所 在 處	誤	正
77 頁第二十九表內平方和欄內	38543.556	39743.556
全上	27872.215	26672.215
77 頁第二十九表附內平方和欄內	234901.874	236101.874
全上	27872.215	26672.215
79 頁第二十九表附內變量欄內	8389.3526	8432.2098
全上	899.1037	860.3940
79 頁 c) 四大區集……下之數字	146836	164836
全上	$\frac{15)598177}{39878.467}$	$\frac{15)616177}{41078.467}$
全上	38543.556……3	39743.556……3
81 頁第一行最末二行內數字	$\left\{ \begin{array}{l} 29.970123 \\ 5.474 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 28.679801 \\ 5.355 \end{array} \right.$
82 頁第一行	$\frac{5.474}{504.717} \times 100 = 1.8\%$	$\frac{5.355}{504.717} \times 100 = 1.76\%$
全頁第三行	$\frac{5.474}{12.166} \quad \left  \quad \frac{1.80}{12.166} \right.$	$\frac{5.355}{12.186} \quad \left  \quad \frac{1.76}{12.186} \right.$
全頁第四行	6.712      2.21	6.831      2.25
全頁第五行	$\left( \frac{6.712}{12.166} \times 100 = \right)$	$\left( \frac{6.831}{12.186} \times 100 = \right)$
全頁第六行	55.08%	56.06%
全頁第八行	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \log_e \frac{8389.3526}{899.1037} \\ \frac{1}{2} \log_e 9.311 = 1.1167 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \log_e \frac{8432.2098}{860.394} \\ \frac{1}{2} \log_e 9.8004 = 1.1412 \end{array} \right.$
全頁第十三行	1.1167	1.1412
33 頁第七行	預選者	入選者

## ERRATA

Page 4, 14th. row .....5.474    read    5.355  
 Page 4, 16th & 18th row .....1.1167    read    1.1412

# 中國棉作病理之研究

王善佺

附識 本文曾在廿一年中華農學會年會中宣講，其前半之工作深得袁君仲達之幫助，特此附識。

棉作上困難問題頗多，而病害其一也。棉病之種類頗多，而在中國所發現者則有二：一曰畸形病，乃美人顧克所發現者；一曰芽切病，乃余於研究畸形病之際所發現者。以上二病與棉疽病，為中國棉作之三大病害。我國棉產因受此病，其損失之鉅，難以數計。其於國計民生關係匪輕，爰分別表而出之。上部論畸形病之研究，下部論芽切病之發現，以圖喚起農界之注意。並求海內棉業同志教正焉。

## (上) 畸形病之研究

畸形病亦名捲縮病，一名葉帚病，所以承認畸形病為正名者。一因該名為最早之譯名，二因捲縮及葉帚等字樣均不能概括其病狀也。英名為 Club-Leaf or Cyrtosis 民國八年，美國農部專家顧克，應華商紗廠聯合會之召來華，指導棉作改良事業，於是年秋間，始發見之。且發表其所見於美國遺傳學雜誌，以為畸形病乃中國特有之新且重要之棉病，其病狀大約為（一）枝幹呈叢生狀態，（二）節間及葉柄之縮短，（三）葉之縮小捲皺及變色，（四）中美棉均受此病，惟其

改變形態之力以華棉爲甚，改變生理之力以美棉爲甚，然當受病最烈之時，二者皆不克開花結實，以是棉產低減，惟其病源或因棉作營養上之變亂，或爲蟲害之關係，尙未能確定也。

余於民國九年十年之間任教於南通，卽有意於畸形病之研究，時通州棉作發生此病者甚稀且微，及十一年余任教於南京，適是年畸形病爲害甚烈，始從事於病狀之精細觀察，見小白花棉及愛字美棉罹病特重，且病之輕重及發生時間，隨一種浮塵子或曰棉葉跳虫者之發生與多寡爲轉移，然參考美國經濟昆蟲學家桑德生 Sanderson 關於棉葉跳虫之著述，則稱美國棉株上有數種葉跳虫，雖時時發生，然桑氏本二年之觀察，並未發現其與棉病有任何關係也。今欲求知棉葉跳虫是否與棉畸形病有關，必須以二個罩籠罩住棉株，一籠置虫，一籠不置虫，而觀察其中棉株是否發生畸形病，如二籠均無病，或二籠均有病，或有虫之籠無病，而無虫之籠有病，均不能認棉葉跳虫爲與畸形病有關係也。必須置虫之籠有病，不置虫之籠無病，乃可証明葉跳虫與棉畸形病確有關係耳。余爲確定畸形病之病源起見，始於十二年間，爲病源之初步研究，其法約如下：

- (一)製罩籠 製罩籠四個，高四尺五寸，長寬各三尺，直立兩對方自上至下裝以二尺寬之玻璃，餘裝以夏布，其玻璃頂窗爲活動裝置，以便啟閉，罩架以木製之，下



部各裝以五寸高之木板，全部均塗以漆，下部木板上稍厚。

(二)加罩籠 罩籠既製成，乃於七月以前，當浮塵子未發生時，於研究地內選出健全棉株，去其附近者，而以罩籠罩之，計小白花中棉二籠，每籠二株，愛字美棉二籠，每籠一株，籠之兩玻璃面東西向，土面以布覆之，布之周圍壓於籠下，再於籠之外部下面木板處，培以四寸許高之土。

(三)捕虫入籠 捕法於成虫當其靜止葉面時，以玻璃筒罩之，筒底向上，虫即向上飛而不知下逸，再提起以木塞塞其瓶口，移置籠內，同時一筒可捕三四虫，於幼虫可即採取有虫之棉葉，輕輕以毛筆撥虫置籠內棉株上，自七月十三日起至八月七日止，間日捕浮塵子成虫或幼虫十餘枚入籠，共計十四次。

(四)觀察及記載 自六月二十八日即加罩籠之日起，隨時觀察，詳記各籠棉株受病或不受病之狀況，茲將所得摘要錄如下：

- 一 浮塵子發生時間 七月三日初見發生，七月十三日籠外浮塵子大繁生，籠內無一虫發生。
- 二 籠內浮塵子繁生時期 七月二十五日以前，浮塵子入籠後次日即不見，或因新製之籠油漆氣尚烈，不適其生活之故，八月八日籠內浮塵子漸次繁

生，八月十二日乃大繁生。

### 三 放虫籠內之棉株改變形色時期及狀況

七月十日 嫩葉稍稍捲縮。

七月二十八日 嫩葉漸呈捲縮之狀，以中棉較爲顯明。

八月二日 中棉正幹頂芽及側枝均顯著縮短。

八月五日 美棉捲縮漸次顯著。

八月八日 中美棉葉捲縮漸甚。

八月十三日 中棉正幹節間發生小枝。

八月十七日 美棉正幹節間發生小枝，葉面起始枯黃。中棉葉枝葉腋駢生小枝，果枝葉腋發生小芽，枝及芽均縮短。

八月二十日 美棉葉面枯紅大顯。

八月二十三日 美棉葉枝葉腋駢生小枝，果枝葉腋發生小芽，枝及芽均縮短。

八月二十六日 中美棉正幹及側枝近頂芽部分節間甚形縮短，發生小枝，小枝上節間亦縮短，復叢生小芽，葉均捲縮，狀如帚，正幹節間及葉果枝葉腋所發生之小枝亦如之，正幹大葉亦多捲縮，全株形色與籠外受病者無異。

四 未放虫籠內之棉株形狀 中美棉枝葉幹生長一如常狀，與籠外周圍各受病棉株迥不相同，絕無捲

縮帚葉等狀，惟枝均纖長，葉肉較薄，與尋常未受病者稍異，乃受罩籠之故耳。

由此觀之，畸形病確與棉葉跳虫有關，因無論中美棉，籠中有虫則有病發生，無虫則無病發生也。受病之棉不特全葉捲縮變色，且枝節縮短，叢芽怒生，遂致花蕾不生，是乃徒長不實之徵，亦即棉產低落之大原因也。今欲為病源之探討，則葉跳虫與畸形病之關係，首須明瞭，換言之，即欲求知（一）棉葉跳虫直接致畸形病乎，（二）抑間接致病乎，由前之說承認棉浮塵子為病源虫，則必須證明該虫本身有某種分泌物，足以破壞棉株生長之均衡，該分泌物之性質如何亦須確定。由後之說則葉跳虫本身非能致病也，不過一種致病之媒介物耳，其致病之物或者為一種極細之毒菌或毒素，彼葉跳虫者攜帶此病毒者也，若然則此毒素應可分析出來，而其來源及性質亦當確定也，兩說相較，則後者較為近似，因植物之病由於細小昆虫之媒介者有之。如菸之鑲黃病與菸蚜虫有關，甜菜之捲縮病為甜菜浮塵子所傳佈是，至於昆虫分泌物之足以致深沉之病者，則尙罕先例也。余於是於十三年十四年之間，用注射法，將生活之葉跳虫磨碎成汁，注射於罩籠內棉株之葉中，無論用水溶液或酒精溶液，均未能得有結果，惜當時未曾以受病葉之液體供試驗，亦不知其能否傳染，本年用病葉試驗，

亦未成功，至今病源問題未能完全解決，尙待今後繼續試驗。

葉跳虫之如何致病，雖未能深曉，然而防除畸形病之途徑已得有具體之指針，簡言之即（一）如何驅除葉跳虫以治此病，（二）如何增加品種之抗病力以防此病是也，第一途徑之進行事項，爲求知棉浮塵子之學名生活史及最有效之驅除法，第二途徑爲用品種觀察法，求知富於抗病之品種及其抗病之原因，而後繼續育種焉，茲分別述於後。

（一）棉葉跳虫之學名 此虫之學名據前江蘇省昆虫局長張巨伯先生之鑒定爲 *Chlorita biguttula*, Mats.

（二）飼養幼虫 用胆形瓶盛水，採生長充分且茂盛之棉葉插入之，再至田中棉葉上尋覓本日孵化之幼虫，（白色目纔及見），以毛筆捕之，移置葉上，記明數目及捕獲日期於瓶上，以後每日按定時觀察其生長蛻皮羽化等狀況及時期，所得結果大致爲（一）幼虫期之長短隨溫度爲轉移，在二十九至三十一度爲六日，在二十六至二十九度爲七日，在十七至二十五度延至十二日，幼虫期間共蛻皮三次，幼虫之長度，在孵化後成長一日之幼虫，體長約一公厘，成長四日之幼虫體長約二公厘，成熟之幼虫體長約二·五至二·七公厘，至於成虫之飼養，則因飼養法不良之關係未能成功，而虫卵遍覓未得，

或者因係產於葉內或葉柄內之故，亦未可知，要之關於此虫之全部生活史，有繼續研究之必要也。

(三)虫之驅除法 此虫細小，藏於葉底，微動即飛，不易捕捉，驅除法大致應從毒殺着手，似以每週噴射極細乾硫黃粉一次，最為有效，至於虫之寄主與寄生物等項，均有待於今後之研究。

(四)品種觀察 民國十二年有中棉九十八種，美棉五十餘種，植於南京，以備觀察之用，大多數受病，惟廣西廣東之棉則不受病，或僅少數受病亦極輕微，至於受病之棉，其病之程度亦有輕重。例如美棉中愛字棉受病最烈，隆字棉較愛字棉為輕，脫字棉較隆字棉為輕，而快車棉又較脫字棉為輕，中棉中小白花棉受病最烈，江陰白籽棉病較輕，北京長絨又稍較輕，而浦東紫花棉又較輕，兩廣之棉種中惟廣西象縣之河岸棉則毫不受病。民國十三年十四年之間，余用罩籠法以測驗象縣棉之抗病力，則見置虫之籠雖象縣棉亦罹病焉，以是知象縣棉之不受病，非真能免疫也，不過在一般品種比較之中，較為能抗虫害耳，然則象縣棉之何以能抗禦此種病，則余之解釋乃在葉毛之稠密也。蓋棉葉上有兩種之毛，一為單生細長之毛，一為聚生較短成星芒形之毛，彼多毛之葉乃星芒形之毛特別稠密之葉也，虫行其上如入荊棘中焉，自難活動，不易接觸葉之表皮，故能抗虫。余於

十四年見澳大利亞農業雜誌載有一能抵抗葉跳虫之棉種，亦多毛之種，尤信予說之不誤也。又余於十五年見印度棉亦能抗病，皆因多毛之故也，然而快車美棉乃一比較光滑之品種，何以亦較能抗病乎，此或者因快車棉葉表皮上臘層較厚，不易為虫所侵入，其為用正與葉毛相同耳，夫浮塵子之寄主似不只棉花一種，棉作中如有多毛厚臘之種，使虫難以行動於其上，而不易侵入，則虫將舍而去之，是以能免病也。余根據歷年調查之結果，得知葉跳虫之為害，以長江流域自鎮江以上為甚，黃河流域次之，長江下流之濱海地帶，如通海區域，因氣候潮濕，虫害甚輕，黃河流域之最北部如平津一帶，在顧克原著中以為無虫發生者，今亦見之，惟因氣候較冷，虫來甚遲，均不能為大害，至於關外遼寧省產棉各縣，則罕見矣。兩大流域所栽培之品種，及擬提倡之改良品種，均不能抗病，而兩廣棉及印度棉之以抗病力著者，又因成熟太遲，或其他之困難，未能適於兩區域中之栽培，是以今後若欲從育成抗病種方面為防除之計，則將有賴於品種交配之功，然與其取材於印度，勿寧取材於兩廣之為愈也。

或曰實行早種亦防病之一法，此則未必能也，夫虫害最烈之區在長江一帶，則多行兩熟制，於稞麥之間撒種棉籽，稞麥收時，棉已高寸許，其種期已不為不遲

，種早則傷苗，在黃河流域行一熟制，雖無前作之障，而有霜凍之虞，早種亦傷棉，是以於事實上固鮮有提早播種之可能也，且愚以爲早花之種未必即能避免畸形病害，而繼續開花之種，則於棉作大有裨益。蓋棉之開花性有繼續的，有不繼續的，有種棉花一遇此病，即停止花實之發生，俟後亦無實可結，另有種棉花雖罹此病，其各枝仍可繼續開少數之花，繼續結少數之實，雖爲數不多，但究較不花不實者爲佳，多數中棉受此病之損失較之美棉爲鉅，即此故耳，今後欲改良品種以減少畸形病之爲害，則將於毛稠，臘厚，桃大，花多，早熟，具繼續生長性之品種中求之焉。

### (下) 棉作芽切病的發見及觀察

芽切病發見之經過 余之發見芽切病，乃於繼續研究畸形病時，偶然得之，誠一極有興趣之幸事也，余曾遍查各棉產國之棉病記載，未見有芽切病，惟美國有棉之葉切病之記載，稱幼棉之葉上發生切裂處，如被虫傷者然，但其爲病限於幼苗時期，其切缺又多在子葉，而不在花芽，故余認芽切病乃中國之新棉病，爲我國棉產歉收之一大原因，爰略陳其發見之經過如後：

根據民國十二年及十三年兩年之觀察，棉浮塵子之初發生在六月下旬及七月上旬，而畸形病之表顯，乃在七月中旬

以後，民國十四年七月上旬余之研究助理袁輝(仲達)君，開始捕捉浮塵子以作研究之準備，於七月十三日見棉株已發生病態，細察棉葉上并無浮塵子之存在，乃以求正於余，以爲畸形病無棉浮塵子似亦能發生，余因有民國十二年十三年兩年之研究根據，斷定畸形病爲浮塵子(即棉葉跳虫)，所傳播毫無疑義，及細察袁君所持棉株之病狀，與畸形病有不同處，然當時難以了解其故，及民國十五年繼續觀察始盡明瞭，自信此新病確與畸形病不同。不特病狀有異，即病源亦迥，然有別，祇以此新病與畸形病在南京大約同時發生，病態又有相似處，故查顧克原著，已將兩病混爲一談，無怪袁君誤以爲畸形病也。余以此新病之主要損害在於花芽之切落，故名之曰芽切病。 Bud-cut Disorder, or Ablasty.

芽切病之病狀 芽切病常與畸形病同時爲害於一棉株上，以是不易識別，茲略述其梗概如下：

- (一)罹芽切病之棉株其中部各枝之花蕾大都脫落，多成空枝，致棉株之外狀徒長而不實，如受墨西哥象鼻虫之害者然。
- (二)罹芽切病之棉株中部及上部之葉切裂成不規則之缺口，如被虫嚙者然。頂端之葉，缺刻尤甚。
- (三)罹芽切病之葉，雖有缺裂，但不捲縮，罹畸形病之葉，雖有捲縮，但無缺裂。
- (四)罹芽切病之葉除有缺裂外，其色與普通葉無異，罹畸形



病之葉則變成紅色或黃色而捲縮。

(五) 罹芽切病之棉株中部上部有時發生徒長叢枝現象，與畸形病之叢枝叢芽之現象頗相似。

芽切病在中國之區域的分佈 余於民國十四年在南京發見芽切病後，同年在武昌夏口江陵等處見之，十七年於杭州餘姚蕭山等處見之，十八年見南通亦有此病，二十年暑期余同助教程君侃聲赴遼寧河北山東江蘇河南諸省採選中美棉單桃時，見平津一帶徐州鄭州保定等處均有此病，而定縣農人名之曰破葉瘋，以是知芽切病之爲害甚廣且大也。

芽切病病源的探討 芽切病之發生似非由於虫與菌之關係，因余自發見此病至今未能發覺任何菌與虫與此病之關係也，此病發生於霖雨期間，但據觀察所及，則有牆蔭或樹蔭處之棉株不生此病，一離遮蔭即可罹病，故覺日光之射照，與雨水之時降，似於此病有關，且一地之內其氮肥施用較多處之棉往往罹病較易而烈，似覺氮肥太過可以減低品種之抗病力，茲試爲解釋其病源於後，芽切病者乃因受日射的物理的損傷而致之棉病也，從物理方面着想，日光之光線如被擴大鏡集中於一點時，則其熱力甚強，可以燃紙捻，雨點亦有集光之作用，而增強其熱力，均可以實驗而證明之，例如測候上所用之日照儀，卽利用此原理而製成者也，當霖雨期間，時雨時晴，雨點常集於棉株幼嫩組織之上，烈日射之，益以光線爲水點所集中，其熱力甚強之

點，可以殺初胎組織之細胞而促成分離層之發生，分離層者乃一層之細胞位於葉柄或花梗與棉枝接連之處，若受任何刺激均易於分裂，其分裂後之兩層細胞不相連續，遂致與葉與花之脫落焉，故在葉則為缺裂或脫落，在花芽則促成花梗與棉枝之分離，花芽既多切脫，則棉株轉成徒長而不實，亦生理上自然之趨勢也，是故強烈之日光，與不時之雨點，為致芽切病之主要原因，二者缺一不可，至於氮素肥料太過時，使棉株多液，葉芽肥嫩，故易受病耳。

棉種之抗病力 芽切病之為害於棉作，隨天時品種地利人事而異，無一定之限度，罹此病者望之雖覺高大，而結實極少，棉株中部長約二三尺之間，往往無一鈴可得，我國之中美棉均可罹此病，中棉受病較美棉為烈，因美棉病後尚能繼續開花，可望收之桑榆，中棉因成熟較早，一罹此病，舊生之花芽既被切落，新生之花芽甚少，且多無復能開花結實者，然中棉中能抗禦畸形病者，亦能抗禦芽切病，至為可喜，想因毛茸特密，使雨點與外皮細胞之距離較遠，而分散其集光力，或者臘層較厚，組織較為緊密，是以抗日之力較大而已。

今若吾說果信，則凡可以打破雨點之集光力者，均足以防止此病，然欲於大塊棉地之中，以經濟的設置，為防除的方法，則有待於今後之試驗也，又如棉作抗病力與氮肥有關，則關於氮肥之調節，與鉀肥之施用，亦頗有試驗之價

值也。

結論 棉之芽切病爲中國特有之一種新棉病，長江流域及黃河流域均有之，爲害於華棉尤爲劇烈，每年發生於霖雨期間時雨時晴之候，烈日與雨點，爲其主因，不特使葉面缺裂，且使花蕾特多脫落，而致棉產低減，凡能抗禦畸形病之品種亦能抗禦此病，目下最有效之防治方法，爲慎選品種與注意施肥。

王善佺於北平大學農學院 廿二，十一，十五。

本文所用主要參攷書錄左：

Balls. W. L.;

1. Poisoning by Heat; The Development and Properties of Raw Cotton.
2. Sun Shine Effect: The Development and Properties of Raw Cotton.
3. The Cotton Plant in Egypt.

Brown. H. B.:

Physiology of the Cotton Plant: Cotton, 1927

Cook. O. F.:

1. Club-Leaf or Cyrtosis. a Disorder of Cotton Plantst in China: Journal of Heredity. Vol. XI. No. 3., 1920
2. Leaf-Cut or Tomosis, a Disorder of Cotton seedlings: U. S. D. A. Bureau of Plant Industry Circular 120.

3. Acromania, or Crazy-top, a Growth Disorder of Cotton:  
Jour. Agr. Research 28: (8), 1924
4. Boll weevil Cotton in Texas: U. S. D. A. Agr. Bul.  
1153, 1923

Ewing. E. C.:

A study of certain Environmental Factors and varietal Differences influencing the Fruiting of Cotton: Miss Agr. Exp. Station Tech. Bulletin 8, 1918.

Heagele. R. W.:

The Beet Leaf-hopper: Idaho Agr. Exp. Sta. Bull 156, 1927

Johnson. J. and Ogden. W. B.:

The overwintering of the Tobacco Mosaic Virus. Wisconsin Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 95, 1929

King. C. J. and Loomis H. F.:

Factors influencing the severity of the Crazy-top Disorder of Cotton: U. S. D. A. Dept. Bul. No 1484. 1927

Knowlton. G. F.:

The Beet Leaf-hopper in Utah: Utah Agr. Exp. Sta. Bull, 205, 1928

Kottur. G. L. and Patel. M. L.:

Malformation of the Cotton Plant leading to sterility.

Agr. Jour. India 15, 1920

Lloyd, F. E. :

Environmental changes and their Effect upon Boll

shedding in Cotton : Ann. U. Y. Aca. Sci., Vol. 39,

1921

Marshall, C. E. :

1. On Physical Influences : Microbiology.

2. On Viruses : Microbiology.

Stevens and Hall :

Diseases of Economic Plants.

Sanderson :

Insect Pests of the Farm, Garden and Orchard.

( ) A Jassid-resistant Cotton in Australia : Australia

Journal of Agriculture, 1923

Worrall, L. :

Jassid-Resistant Cottons. Jour. Dept. Agr. Union So.,

Africa 7. 1923

Wang, S. C.

Improvement of Chinese Cotton : Plans for the Improve-

ment of Cotton Industry in China. issued by College

of Agr., National South-eastern Univ., 1923

王善佺，袁 輝：

棉作畸形病之研究：

國立東南大學棉作研究室報告，十二年度，1924

王善佺：

棉作新病害芽切病的發見：

國立中央大學半月刊第一卷第一期，1929

A Synopsis of  
NOTES ON THE RESEARCH OF COTTON DISORDER IN  
CHINA

BY S. C. WANG. ...

Part 1 : On the Cause of Cyrtosis.

The presence of Cyrtosis or Club-leaf, a new disorder of cotton plants in China, was discovered by O. F. Cook in 1920. For a time, the cause of this disorder was unknown. S. C. Wang, in his observations of Acala and Small White Flower, a Chinese Cotton, under insect-proof cage conditions, at Nanking in 1923 had disclosed the fact that a certain species of leaf-hoppers, named *Chlorita biguttula*, Mats., was responsible for the transmission of Cyrtosis. Cotton varieties from Kwangtung and Kwangsi provinces, as well as some Indian varieties, were found to be highly resistant, though not at all immune, to this disorder. The ability to resist the disease has been explained on the ground that such varieties of plants possess dense stellate and villous hairs on their leaves and stems, which act as obstacles and protective coverings to keep away the insects.

Whether Cyrtosis is due to the leaf-hopper itself, i.e. secretions from the leaf-hopper or due to some kind of virus merely carried by the insect, has not been definitely ascertained.

Preventive measures have been suggested by Wang, among which, the selection of resistant, hairy, heavy-cuticled, big-bolled, early varieties possessing the indeterminate habit of growth seems to be highly desirable.

Part 2. : Observations on the Ablasty or Bud-cut Disorder of cotton plants in China.

Ablasty, Square-drop, or Bud-cut, another new disorder of cotton in China, was observed by S. C. Wang in 1924. This disorder is wide spread in China, and is prevalent during the wet-monsoon season. Both Chinese and American cottons are susceptible to this disorder. Its symptoms are : (1) the very early abortion of practically all the cotton floral buds or squares borne on the branches of the middle portion of the stem, and sometimes also those at the top portion, though the bolls borne on the basal branches usually remain intact, (2) the cutting and distortion of leaves especially at the top portion of the stem, and (3) a general tendency towards vegetative growth at the expense of fruiting. The cutting and distortion of leaves is very similar to Tomosis or Leaf-cut which usually appear in the seedling stage.

The disorder may appear simultaneously with Cyrtosis. However, in Ablasty the colour of leaves will not alter, and besides, in Cyrtosis there is no cutting of leaves. This disorder is somewhat similar to Crazy-top or Acromania of cotton in



Arizona, U. S. A., with the difference that in Ablasty the leaves are not reduced in size, nor in the number of lobes, the basal branches usually bear bolls in stead of being sterile, and also it lacks the characteristic shortening of the internodes of upper branches found in Acromania of upland cotton.

That the disorder is influenced largely by weather conditions is shown by the observation that it will not develop when the plants are shaded from the sun by a tree or by a wall. The condensation of the sun-rays by the rain drops falling intermittently on the leaves and branches in the presence of sunshine acting as a stimulus for the formation of the so called abscission layer of cells between the floral pedicel and the branch to cause shedding has been offered as a possible explanation, for the sterility of the mid-portion of the plant. The cutting and distortion of leaves is probably due the killing of the embryonic cells by the condensed sun-rays.

The excessive supply of nitrogenous fertilizers to the plants favors the disorder. Cotton varieties which are resistant to Cyrtosis are found to be least susceptible to Ablasty.



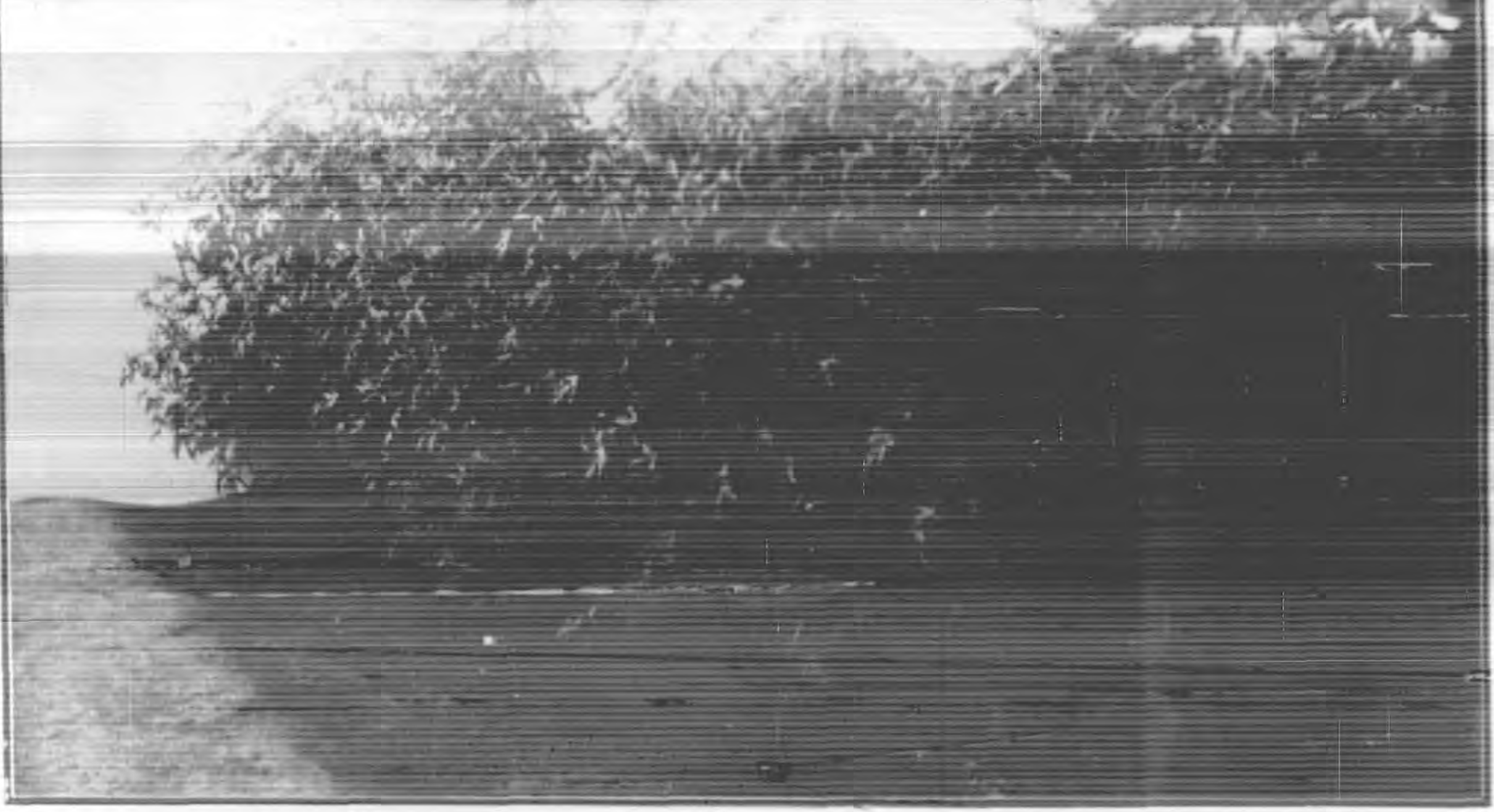
畸形病為害美棉狀況



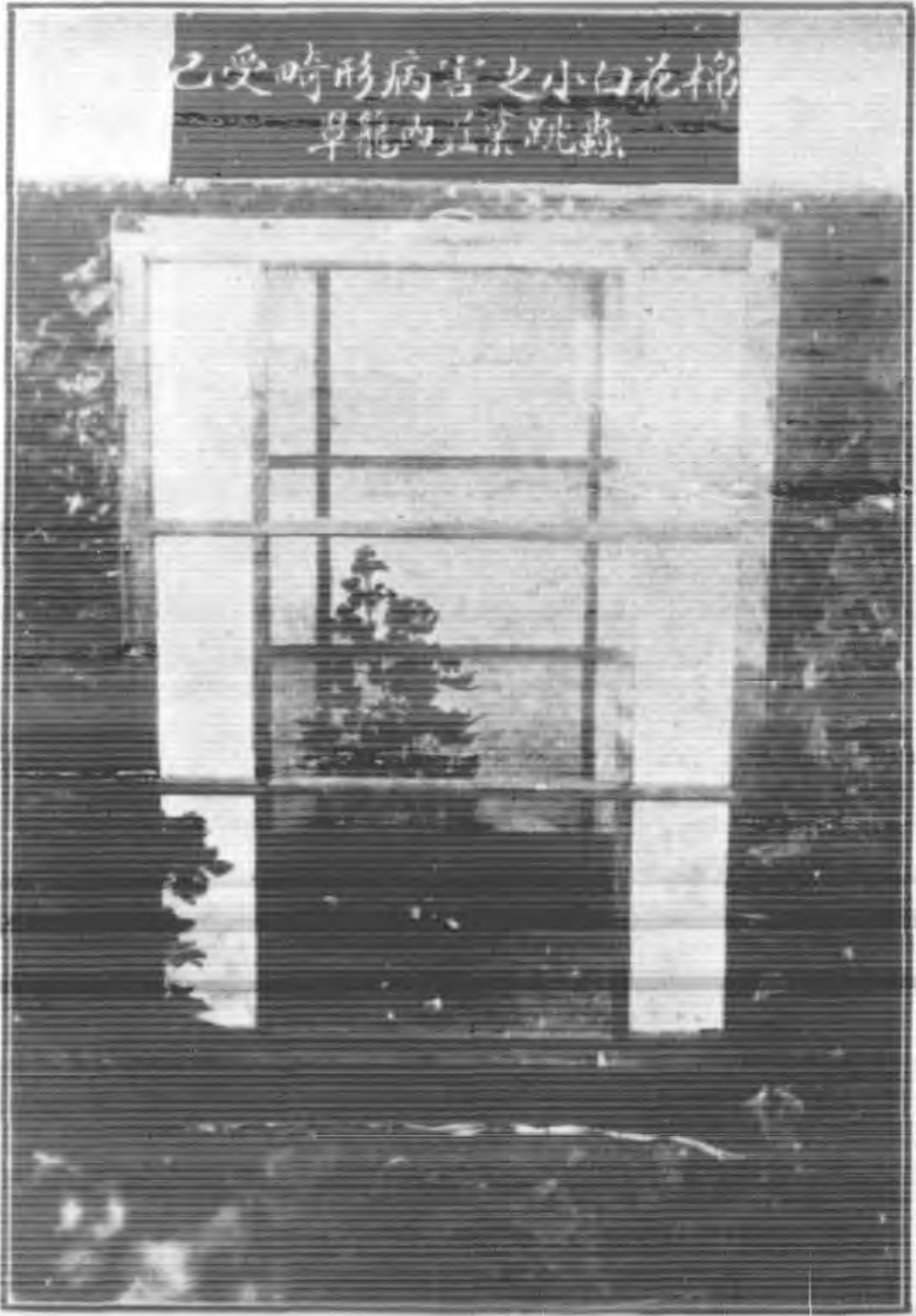
畸形病為害美棉及佈情形  
葉分上



能抵抗畸形病害之印度鴉脚棉



已受畸形病害之小白花棉  
旱能內紅葉跳蟲

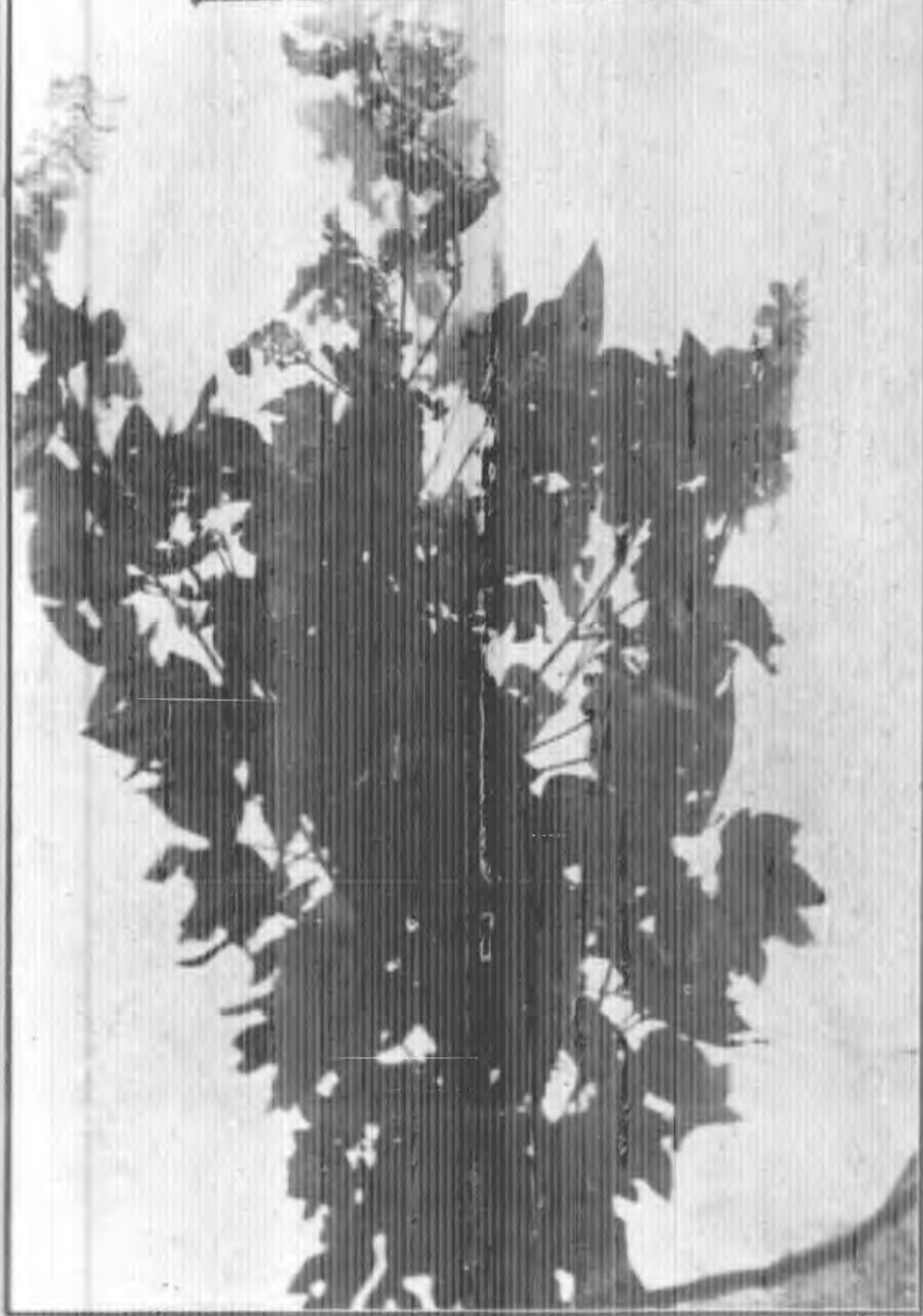


能抵抗畸形病害之廣西毛籽棉



注意籠內外之棉病狀相同

芽切病為害中棉狀況



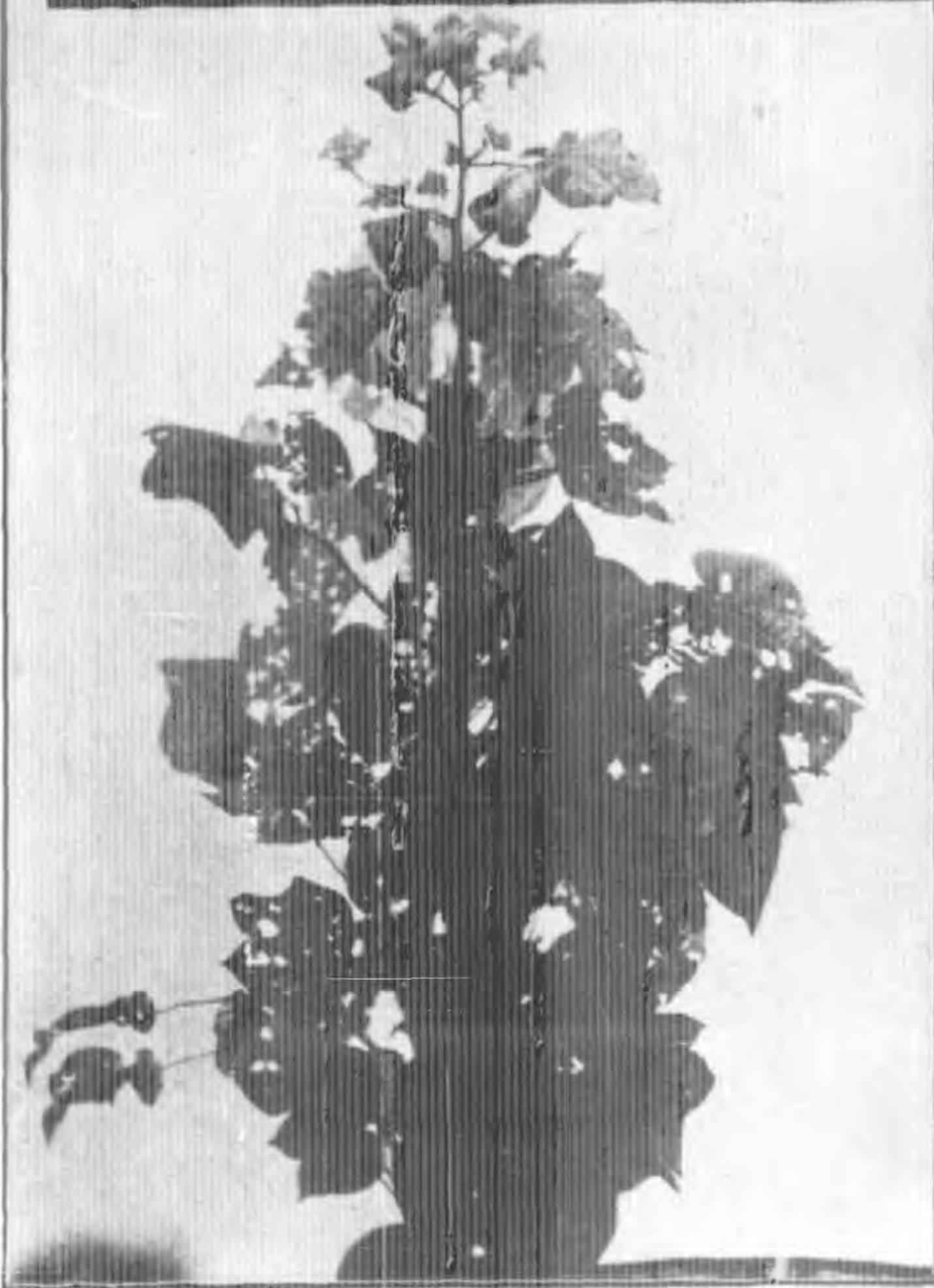
此棉中部之花蕾完全脫落上部之花蕾大半脫落上部之葉切裂殊甚如被虫嚼全株呈徒長現象乃芽切病之表徵

木箱畸形病害之小白花棉  
籠內木箱菜地燕



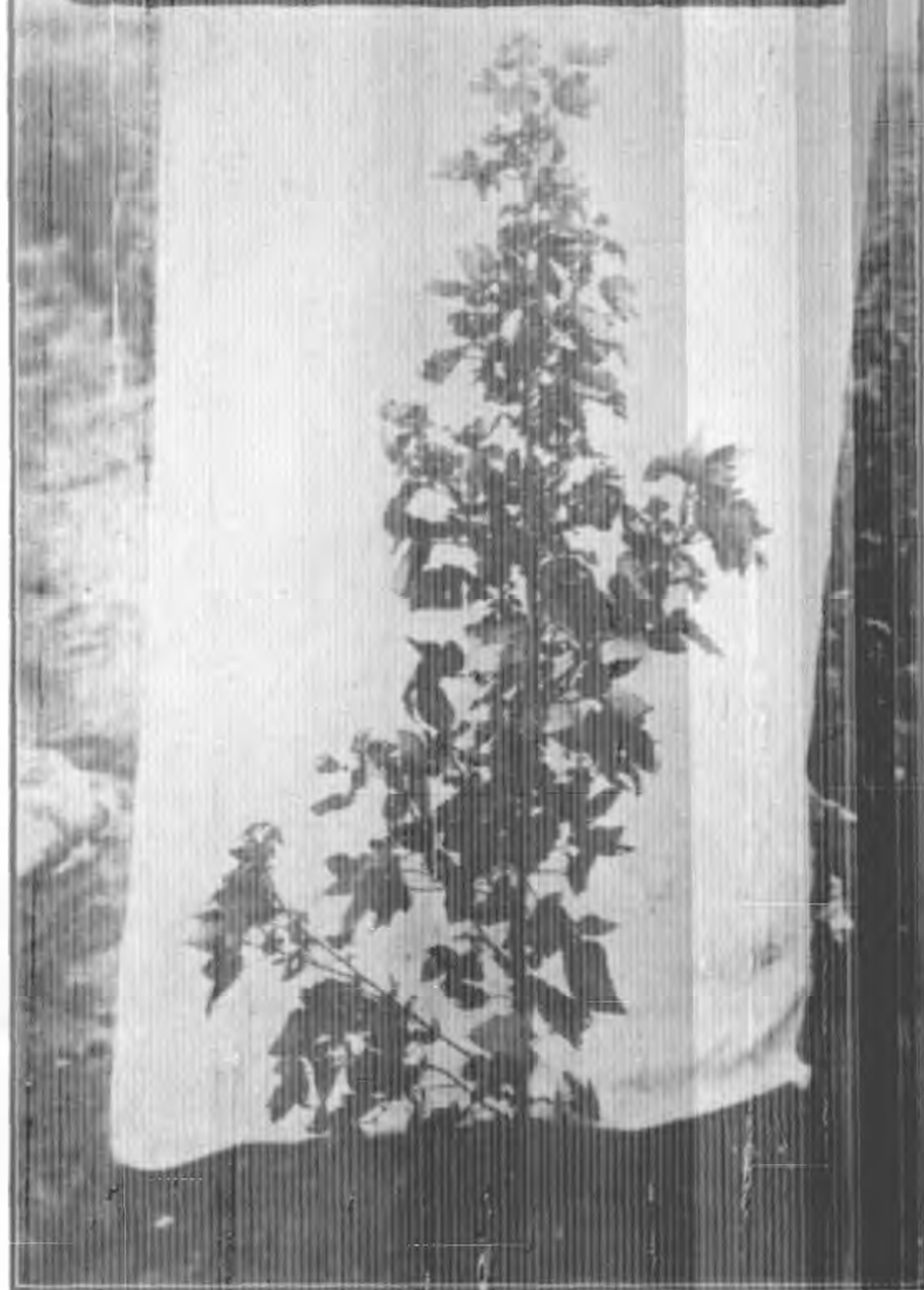
注意籠外之棉病狀畢呈而籠內之棉無有病狀

芽切畸形病同時發見於美棉情形



此棉中上部之葉切裂甚多至呈孔狀中部之花蕾大半脫落惟頂部尚在孕蕾且上部之葉已呈捲縮之狀乃先罹芽切病而後得畸形病之表徵

芽切畸形病同時發見於中棉情形



此棉之畸形病狀較為顯著棉葉捲縮叢芽小枝怒生無花實之可見又細察其葉之在中部以上者切裂頗多乃畸形芽切兩病同在一株之表徵

# 國立北平大學農學院農藝系

## 棉作試驗研究簡報

王善侏 程侃聲

### 簡 目

- I. 品種觀察
  - A. 品種數目及其原產地
  - B. 觀察方法
  - C. 觀察結果
- II. 育種試驗
  - A. 中 棉
  - B. 美 棉
  - C. 餘 論
- III. 栽培試驗
  - A. 脫字棉摘心試驗
  - B. 脫字棉距離試驗
- IV. 其他研究
  - A. 均度試驗
  - B. 棉作試驗中之競爭作用
  - C. 摘花試驗

- 
- D. 中美棉 *Metaxenia* 之研究
  - E. 種籽採收適期之試驗
  - F. X 光線照射試驗
  - G. 斑葉棉
- V. 參攷文獻



# 國立北平大學農學院農藝系 棉作試驗研究簡報

王善佺 程侃聲

(民國二十年至二十一年)

## I. 品種觀察

### A. 品種數目及其原產地

#### I. 民國二十年度

##### a. 亞洲棉

(原產地)	(數目)
河北	38
山東	25
江蘇	7
浙江	4
湖北	1
廣西	1
朝鮮	4
印度	2
不明者	3
總計	85

註：此 85 種後經調查已知確為重複品者種 6 種，故

實祇 79 種。

b. 美洲棉

(原產地)	(數目)
北美	51
南美	1
埃及	1
總計	53

註： 51 北美品種中後經調查知實祇 33 種。

2. 二十一年度

a. 亞洲棉 品種品系數共達 110 計增印度棉新品種 9.

b. 美洲棉 增至 61 種，除淘汰上年度劣種美棉 11 種外復增 19 種，內 Trice 共 10 種，College # 1 共 2 種 Acala 共 5 種，Coker's Cleveland 共 3 種，Delfos 6102 共 2 種，Lone Star 共 2 種，Half and Half 共 2 種，實係 42 品種。

B. 觀察方法

1. 播種用點播，行距美棉 2.5 呎，中棉 2 呎，株距前者 1 呎，後者 8 吋。二十一年因感不便，美棉每株所佔面積遂增至 3' × 1'，中

棉則爲 2.5'×1' 每種至少一行多則四行間有至六行者。

2. 田間觀察隨時行之，所有須測度之性質則於八月中旬至九月中旬前擇成熟棉株測度，由一株之中部取材三次平均。
3. 品質攷驗，於冬季在室內行之。

### C. 觀察結果

#### 1. 亞洲棉

- a. 依二年之觀察，中棉佳者，除曾經在南方育種多年之百萬棉，孝感光籽棉，鷄脚棉，及江陰白籽棉外，其他北京長絨棉，大名棉，遵化小籽棉，贊皇棉，邢台棉，沂水棉，東明大淤花，易縣棉等亦尚各有可取之點，故此數縣之棉或可供將來育種之材料也，茲將後述棉種之品質，就二十年及二十一年所選優良單本表示如下。

表一 民國二十年及二十一年中棉品種試驗中七品種所選單本之品質。

註：表中各品種在二十年度皆選十株，以人工行自花受粉，冬季復就室內攷種結果各選數株，但二十一年度因地積人力所限，僅擇較優者一株播植，即表中所示者 21 年度在此株之後裔中仍挑選十

株，使其自花受粉，考種又後各選 2-4 株，故表上數字均係就單本求出者。

品 種	事 項		衣 分		衣 指		籽 指		絨長 (cm)	
	年 分		20 年	21 年	20 年	21 年	20 年	21 年	20 年	21 年
北 京 長 絨 棉			24.13	21.87 25.48	2.33	2.33 2.66	7.33	8.33 7.66	2.85	2.77 2.59
大 名 棉			31.71	32.55 31.12	4.33	4.72 4.21	9.33	9.81 9.33	2.75	2.90 2.75
邢 台 棉			42.22	41.71 39.69	6.33	6.03 6.18	8.66	8.74 9.40	2.38	2.37 2.40
沂 水 棉			26.83	27.79 25.49	3.66	3.84 3.36	10.00	9.93 9.81	2.75	2.83 2.98
東明大淤花黃絨			29.41	30.79 27.05	3.33	4.02 3.36	8.00	8.97 9.03	2.27	2.76 2.77
遵化小籽棉			22.86	24.47 22.57	2.66	3.05 2.76	9.00	9.38 9.44	3.17	3.17 3.25
贊 皇 棉			36.58	33.80 39.11	5.00	4.18 5.61	8.66	8.17 8.74	2.50	2.60 2.34

觀上表而知邢台棉所具之優點獨多，實華北諸省最有希望之中棉品種，故本院將對於此棉之育種，特與注意。

- b. 朝鮮棉則內地棉當成，及內地棉森岡，均尚早熟，絨亦在一吋以上，惟衣分略低耳。
- c. 印度棉 11 種只 3 種尚有少數棉鈴可以成熟，其他則以生育期短多不結實。

## 2. 美洲棉

- a. 陸地美棉二十年之五十一種中有 32 種係新自 Georgia 農院徵來，因種子到時為時已晚，播種甚遲(6/6)，故多不成熟，僅 Stoneville# 1 及 Stoneville # 2 與 Rowden 40

號略有成熟棉鈴，二十年度觀察結果則雖均可成熟，然為期頗晚，收量不多，仍以前述三種與 Willet's Red Leaf, King's Improved, 及 Trice 數種較有希望，品質則略如下表。

表二 民國二十一年美棉品種觀察中 10 品種所選單本之品質。

品 種	品 質	衣 分	衣 指	籽 指	絨長 (cm)
Trice	# 1	30.00	6.00	14.00	2.99
		30.16	6.33	14.66	2.88
	# 2	29.68	8.03	19.03	3.11
		32.15	7.83	16.53	2.98
	# 3	30.16	6.33	14.66	3.03
		29.06	6.50	15.87	2.50
	# 4	30.98	5.66	12.66	2.87
		28.31	5.00	12.66	3.13
	# 5	31.81	7.00	15.00	3.04
		29.76	7.03	16.60	3.58
	# 6	29.05	6.70	16.37	3.06
		29.34	6.37	15.33	2.89
Stoneville	# 1	33.38	8.20	16.37	3.05
		32.15	7.53	15.90	3.23
	# 2	31.81	7.00	15.00	3.21
		31.23	6.66	14.66	3.37
Rowden	40	31.71	8.90	19.17	3.12
		33.67	10.13	19.97	2.94
Willet's Red Leaf		32.67	7.63	15.73	3.16
		35.83	8.00	14.33	3.04

- b. 海島棉易染炭疽病，益以晚熟，十一株中只一株有成熟棉鈴，尙僅一鈴。
- c. 埃及棉較海島棉成熟略早，然成熟之鈴亦少。

## II 育種試驗

## A. 中棉

1. 義縣棉 係遼寧義縣原產，其特點在早熟絨長而細，植科小，利於密植(每畝可至 6000 株以上) 其缺點則衣分低，鈴小，籽小，二十年秋在義縣農田採單鈴 255 個，經二十一年度之鈴行試驗後共選 45 系，鈴行試驗中每行行長 10 呎，行距 2 呎，株距 8 吋，每穴用種子 2 至 4 粒，與大豆同播，以助發芽，出土後，剪去豆苗，聽棉生長，因每系地積甚小穴數不一，且有缺科，故本年不計產量。

表三： 民國二十一年育種區義縣棉 45 選系之品質。

衣 分			衣 指			籽 指			絨 長 (cm)		
平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
26.89	29.00	23.75	2.33	2.70	1.80	6.50	7.35	5.77	2.70	2.94	2.50

2. 晉縣棉 本院王堯臣教授鑑於中棉之棉絮於成熟後極易脫落，為栽培一大不利點，而南方風雨較多之區損失尤甚，故亟欲育成一種棉鈴保絮力較強之品種，據調查河北晉縣棉，具此性狀，遂於二十一年秋，往該地採集，至後知該地品種雖非盡合理想，但有數種抗風雨性狀，確較優於普通中棉，(參看附圖一) 因採單鈴 175 鈴，以備研究，其缺點則為纖維太短，最

長才 22.5 mm 而最短者則僅達 15 mm。

### B. 美棉

美棉所用品種係脫字棉，(Trice) 二十年秋計在本院，徐州省立麥作試驗場，鄭州中大農院棉場及河南省立棉場等處共採單鈴若干，決選得 465 個。經二十一年度之鈴行試驗後，凡選 32 系，(因籽色變綠者甚多，故結果選系甚少，)

表四： 民國二十一年育種區脫字棉 32 選系之品質。

衣 分			衣 指			籽 指			絨 長 (cm)		
最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
32.28	28.10	30.03	6.77	5.30	6.01	16.17	12.10	14.03	3.45	2.86	3.03

### C. 餘論

1. 依二十一年鈴行試驗之觀察，則各行雖係單鈴所出，而多數變異程度仍甚顯著，故美棉之育種試驗以鈴行為出發點，似較一般以單本為出發點為優也。
2. 育種試驗中各系之早熟度，本院係以前數次收量之和(依收花次數定之)，佔全收量之百分率表示，同時以開花及開鈴期之早晚及鈴期，(Bell period)之長短作為參攷，故對於此三者與早熟度之關係，並是否可以直接以此三者之一，決定棉之早熟程度，而不必實際計算其早熟

度，有如次之研究。

表五： 民國二十一年育種區義縣棉及脫字棉各系開花期及開鈴期及鈴期與早熟度之相關係數。

品 種	與 早 熟 度 之 相 關 係 數			個 體 數
	開 花 日 期	開 鈴 日 期	鈴 期	
義 縣 棉	— . 4181	— . 4651	— . 3775	86
脫 字 棉	— . 5471	— . 7630	— . 7350	170

註 1： 就 Fisher 氏之 Statistical methods for Research Workers 附表 V. A. 可知上表所列各相關係數其 P 均小於 0.01，亦即所得結果確有意義也。

註 2： 各系之開花期及開鈴期，係自播種日起算至該系開第一花及第一鈴所需之日數，而後者減去前者即為鈴期，與真正之鈴期稍異。

依本年結果，似早熟度與開鈴期之關係，最為密切，開花期及鈴期關係較小之故，想係其間又有落鈴之因子在也。

### III. 栽培試驗

#### A. 脫字棉摘心試驗。

1. 當地農人之植棉皆認非摘心不足以促早熟，而增產量，我國近年試驗，則結論並不一致，同時美國各試驗場所得結果，且以為摘心反可致產量之減少，獲得有利結果者，似僅祇 North



Carolina 之試驗場耳。

## 2. 二十年度之試驗

- a. 處理方法分二種，一摘心，一不摘，本年摘心之期為 7/30 日，(同時去其藥枝，) 8/21 日又去藥一次。
- b. 佈置用 “Student” 氏駢比法，重複三次，共計四區，每區六行，行長 22 呎，行距 2.5 呎，計地 0.5 畝，(依照舊制 6600 平方英尺為一畝計算，下全。)
- c. 結果分析亦用 “Student” 氏法得  $Z=1.833$ ，優勢比 (odds) 約 40 : 1，摘心實優於不摘心，其產量之增加為 13%。

## 3. 二十一年度之試驗

- a. 處理方法同前，但摘心日期為 7/21 日，去藥日期為 7/25 日。
- b. 佈置法亦同前，仍共四區，每區 6 行，但行長 42 呎，行距仍舊，收穫時行端各去一呎，計地約  $\frac{1}{11}$  畝。
- c. 結果分析方法同前，得  $Z=1.058$ ，優勢比約 11:1，故摘心對不摘心之差別並不顯著，實際上摘心者產量之增加亦不及 1% 也。

4. 討論 依二年試驗所得結果似摘心固未必有利，（即未必可償工資），然亦尚不能即謂其有減低產量之影響，查美國摘心試驗多係播後60餘日至70日即行摘心，而我國北方摘心則較此為晚，（二十年試驗此期間為97日，二十一年則為88日，）故覺摘心對於產量之影響與摘心時期當有關係，我國近年對摘心之二試驗，（中華棉產改進會月刊第一卷八九期合刊）其所以舉相反之結果者，亦似與摘心之日期不無關係，故二十二年本院之摘心試驗，即分三期行之矣，至一般所承認之摘心與早熟之關係，則在二年之試驗中均不明顯。

#### B. 脫字棉距離試驗

1. 附近農民其植棉主稀，每株（美棉）佔地達4平方呎在右者有之，據我國各地試驗結果，則過疏過密均不適宜，至最適距離則又因所用品種而各異，即在美國雖Cook氏之單桿植棉法，頗為各試驗場所推重，然在Arizona及Texas二州之試驗，亦有以留苗較稀為佳者，且美國植棉行距遠較我國為寬，是以本年試驗最密之距離僅及 $\frac{1}{2}$ 呎為止。
2. 處理方法分四種，即株距0.5呎，1.0呎1.5

呎與 2.0 呎。

3. 佈置方法用隨機區集法，(Randomised blocks method) 每區 5 行，行長 50 呎，行距均 2.5 呎，每區約計 1 分，重複二次，各計三區，區外雖均有保護行，但收花時各行端亦去一株，(50 呎係實收者)。

#### 4. 結果分析

表五： 民國二十年脫字棉距離試驗各試區之產量  
(以全區計算)

	第一區(斤)	第二區(斤)	第三區(斤)	平均(斤)
株距 0.5 呎 (A)	9.95	13.11	11.26	11.44
.. .. 1.0 呎 (B)	12.48	14.94	15.58	14.33
.. .. 1.5 呎 (C)	12.51	13.50	8.20	11.40
.. .. 2.0 呎 (D)	12.35	13.34	7.90	11.20

表六： 全上試驗各區之產量(依每區中間三行計算)

	第一區(斤)	第二區(斤)	第三區(斤)	平均(斤)	平均每分產量(斤)
(A)	4.52	7.25	6.96	6.24	10.40
(B)	8.05	8.85	9.58	8.83	14.70
(C)	7.54	8.03	6.08	7.22	12.05
(D)	7.49	8.83	4.08	6.80	11.35

表七： 表五結果之變量分析

(Analysis of variance)

變異誘因	D. F.	平方和	平均平方和	S. E.	Z.
區 集	2	20.1737	10.0869		
處理方法	3	18.2905	6.0968		0.1947
試驗誤差	6	24.7821	4.1304	2.032	
總 和	11	63.2463	20.3141		

表八： 表六結果之變量分析

(Analysis of variance)

變異誘因	D. F.	平方和	平均平方和	S. E.	Z.
區 集	2	5.7273	2.8137		
處理方法	3	11.1030	3.7010		0.2309
試驗誤差	6	13.9943	2.3324	1.527	
總 和	11	30.8246	8.8471		

依 Fisher. 氏 z 表  $n_1=3, n_2=6$  時,  $P=0.05$  所須之 z 值為 0.7798. 此試驗之 z 值均較此數為低, 故各處理之差不能認為顯著。

表九： 民國二十一年脫字棉距離試驗各區之早熟度  
(以全區計算)

	第一區	第二區	第三區	平均
(A)	48.5	61.3	52.7	54.17
(B)	48.3	63.1	56.3	55.90
(C)	52.1	59.4	51.2	54.23
(D)	51.5	57.0	47.6	52.03

表十： 表九結果之變量分析

變異誘因	D. F.	平和方	平均平方和	S. F.	Z.
區 集	2	231.33	115.665		
處理方法	3	22.60	7.533		-0.036
試驗誤差	6	48.63	8.105	2.847	
總 和	11	302.56	131.303		

故各種距離對於早熟，亦無顯著之影響，然就產量及早熟言，似均以行距 2.5 呎株距 1 呎者為佳。

V. 其他研究

A. 均度試驗(Uniformity test)或亦稱空白試驗，(Blank test)

1. 此試驗所用材料共 60 行，行長 50 呎，行距 2.5 呎，計地 1.1 畝餘，每行係分五段收穫，兩端皆先各去一株，(不在所穫 10 呎內，)此試驗此後因故將不再繼續舉行，故計算其結果如下，每一最小單位等於 0.00379 畝。

2. 一般結果

表十一： 試區組合法對於單區試驗誤差之影響

全試地 1.1365 畝 (依 6600 Sq.ft. 計算)

## 寬向單位(行)行距 2.5 呎

		1	2	3	4	5	6	10	12	15	20	30	60
1	S. E. %	42.36	35.35	31.30	30.81	28.95	28.24	23.84	20.64	21.08	16.82	17.15	8.17
	區數	(300)	(150)	(100)	(75)	(60)	(50)	(30)	(25)	(20)	(15)	(10)	(5)
	面積	.00379	.00758	.01137	.01516	.01895	.02274	.0375	.04548	.05685	.0758	.1137	.2274
2	S. E.	34.56	29.16	26.60	25.88	23.65	23.43	20.38	16.53	18.00	14.32	15.77	
	區數	(120)	(60)	(40)	(30)	(24)	(20)	(12)	(10)	(8)	(6)	(4)	
	面積	.00758	.01516	.02274	.03032	.0379	.04548	.0758	.09096	.1137	.01516	.2274	
3	S. E.	34.18	30.72	29.26	28.37	27.02	27.00	24.24	19.22	23.57			
	區數	(60)	(30)	(20)	(15)	(12)	(10)	(6)	(5)	(4)			
	面積	.01137	.02274	.03411	.04548	.05685	.06822	.1137	.13644	.17055			
4	S. E.	28.08	24.06	22.71	22.08	20.52	21.31	19.47	13.43	13.44			
	區數	(60)	(30)	(20)	(15)	(12)	(10)	(6)	(5)	(4)			
	面積	.01516	.03032	.04548	.06064	.0758	.09096	.1516	.18192	.2274			
5	S. E.	26.51	23.76	22.52	21.68	20.52	21.26	19.92	13.16	18.03			
	區數	(60)	(30)	(20)	(15)	(12)	(10)	(6)	(5)	(4)			
	面積	.01895	.0375	.05685	.0758	.09475	.1137	.1895	.2274	.38425			

長向單位(段)段長 6 呎

## 3. 增加試區面積與試驗誤差之關

表十二： 增加試區面積對於單區試驗誤差之影響 (民國二十一年)

組合法 (長×寬)	面積 (畝) 及其比例	重複次數	形狀	S. E. %
1×1 a b c	1:4 .00379	59	4:1	46.01
				49.05
				33.80
2×2	.01516			29.16
1×1 a b c	1:9 .00379	19	4:1	38.79
				73.61
				23.58
3×3	.03411			29.20
1×1 a b c	1:16 .00379	14	4:1	66.15
				86.81
				69.26
4×4	.06064			21.31
1×1 a b c	1:25 .00379	11	4:1	38.50
				99.75*
				21.12
5×5	.09475			20.52
1×2 2×4	1:4 .00758 .03032	29	2:1	39.49
				25.88
1×2 3×6	1:9 .00758 .06822	9	2:1	27.65
				26.99
1×2 5×10	1:25 .00758 .1895	5	2:1	96.41*
				19.92
1×3 4×12	1:16 .01137 .18192	4	1.33:1	37.19
				13.43
1×5 2×10	1:4 .01895 .0758	11	1:1.25	36.08
				20.38
1×5 3×15	1:9 .01895 .17055	3	1:1.25	12.15
				23.57
1×15 2×30	1:4 .05685 .2274	3	1:3.75	25.77
				15.77

註：有 \* 點之 S.E. 因係個體數少而變異範圍恰又甚大使然，譬如計算

99.75 之誤差時共才 12 個體，其收量最低者為 18 gr. 而高者則竟達 570 gr. 以上，此數特例蓋以示面積甚小重複甚少時其結果必不可靠也。

#### 4. 變更試區形狀與試驗誤差之關係。

表十三 變更試區形狀對於單區試驗誤差之影響

組合法 (長×寬)	形狀 (長:寬)	面積	重複次數	S. E. (%)
1×2 2×1	2:1 8:1	.0076	119	36.09 34.56
1×3 3×1	1.33:1 12:1	.0114	59	35.65 34.18
1×4 2×2 4×1	1:1 4:1 16:1	.0152	59	31.55 29.16 28.08
1×6 2×3	1:1.5 2.67:1	.0227	39	28.54 26.60
1×6 3×2	1:1.5 6:1	.0227	29	32.01 30.72
1×10 2×5	1:2.5 1.6:1	.0379	23	23.19 23.69
1×10 5×2	1:2.5 10:1	.0379	29	23.84 23.76
1×12 2×6 4×3	1:3 1.33:1 5.33:1	.0455	19	21.04 23.43 24.40
1×12 3×4	1:3 3:1	.0455	14	23.96 28.37
1×15 3×5	1:3.75 2.4:1	.0569	11	23.43 27.02
1×15 5×3	1:3.75 6.67:1	.0569	19	21.08 22.52
1×20 2×10 4×5	1:5 1:1.25 3.2:1	.0758	11	25.17 20.38 20.52
1×20 5×4	1:5 5:1	.0758	14	16.82 21.68
1×30 2×15	1:7.5 1.2:1	.1137	7	19.60 18.00
1×30 3×10	1:7.5 1.2:1	.1137	5	19.84 24.24
1×30 5×6	1:7.5 3.33:1	.1137	9	17.15 21.26
1×60 2×30 4×15	1:1.5 1:3.75 1.07:1	.2274	3	5.39 15.77 13.44
1×60 5×12	1:15 1.67:1	.2274	4	8.17 13.16



5. 在一定面積內變更重複次數，與試驗誤差之關係

表十四 在一定面積內增加重複次數對於單區試驗誤差之影響。

組合法 (長×寬)	重複次數 (N-1)	總面積	形狀	S. E.	N區平均 值之S. E.
1×1	239	.9092	4:1	44.15	2.85
2×2	159			29.16	2.30
4×4	14			22.08	5.70
1×1	179	.6819	4:1	26.49	3.47
3×3	19			29.20	6.52
1×1	299	1.1365	4:1	42.36	2.45
5×5	11			20.52	5.92
1×2	119	.9092	2:1	60.20	5.50
2×4	29			25.88	4.72
1×2	89	.6819	2:1	61.64	6.50
3×6	9			27.00	8.54
1×2	149	1.1365	2:1	35.35	2.89
5×10	5			19.92	8.13
1×3	79	.9092	1.33:1	31.86	3.563
2×6	19			23.43	5.241
4×12	4			13.43	6.00
1×3	99	1.1365	1.33:1	31.30	3.13
5×15	3			18.03	9.02
1×4	44	.6819	1:1	61.65	9.19
3×12	4			19.22	8.58
1×5	47	1.1365	1:1.25	29.19	4.74
2×10	11			20.38	5.89
1×5	35	.6819	1:1.25	32.56	5.43
3×15	3			23.57	11.79
1×10	23	.9092	1:2.5	23.19	4.732
2×20	5			14.32	5.84
1×15	15	.9092	1:3.75	15.77	3.94
2×30	3			17.15	8.58
2×5	23	.9092	1.6:1	23.69	4.834
4×10	5			19.47	7.95
2×6	19	.9092	1.33:1	23.43	5.26
4×12	4			14.43	6.44

6. 綜合以上數表結果，可得結論如次

a. 增加試區面積或其長度均可致試驗誤差之

減少，但後者遠不及前者之顯著。

- b. 增加重複次數，亦可致試驗誤差之減小，然重複次數，恐非多至 15 以上，其效不著(表 12)，在一定面積以內，則單區之試驗誤差，隨重複增加而增大，平均值之試驗誤差，隨重複增加而減小。
- c. 在此試地上試區之寬向增加，似較長向增加為有利。
- d. 棉作試驗試區之面積，形狀，及重複次數，本院尚擬對此問題作更進一步之研究，但此試驗之結果，已略可示明棉作試驗之行長，決不可短於 20 呎，而本院栽培試驗所採用者，亦尚無甚大缺點。

B. 棉作試驗中之競爭作用 因二十一年度之距離試驗，所獲之結果(參看 III B 節)由依全區計算之產量，改用依中間三行計算之產量時，距離最密區之平均，每分產量大減，而其他則各略有增加，故疑及此試驗中有競爭作用存在，以下為研究結果，此試驗之排列如下。

$B_1 A_1 C_1 D_1 A_2 D_2 B_2 C_2 D_3 A_3 C_3 B_3$

理想中之競爭作用應係 A 陵 B, B 陵 C, 而 C 陵 D, 故 B 之末行(由西至東)應較其中間三行之平均產量為低，而 A 之第一行應較其中間三行之平均產量為高，蓋前者每株所佔之面積較內行每株所佔之面積減少，而後者則

較內行爲多也，下表中之各差數，均係依此假設以低產者減高產者，設競爭作用極端顯著，則各差數之符號應均爲負號，然此例中之實際產量，尙頗有例外，如 B<sub>1</sub> 末行其產量爲1607.5g，減去中間三行之平均產量(1600.8g) 卽反得正數， 6.7g 也，然結果差數之平均仍爲 -186.9727. 其 S. D. 爲 369.514. odds 且在 90:1 之上

十五表 棉作距離試驗中之競爭作用

區號	行數	各邊行產量及中間三行平均產量之差數	差數平方
B <sub>1</sub>	第五行	+ 6.7	44.89
A <sub>1</sub>	第一行	-1099.9	1209780.01
	第五行	- 339.9	115532.01
C <sub>1</sub>	第一行	- 346.6	120131.56
	第五行	- 309.9	96038.01
D <sub>1</sub>	第一行	+ 158.0	24964.00
	第五行	- 236.5	55932.25
A <sub>2</sub>	第一行	- 172.5	29756.25
	第五行	- 441.5	194922.25
D <sub>2</sub>	第一行	+ 131.8	17371.24
	第五行	- 689.8	475824.04
B <sub>2</sub>	第一行	- 12.5	156.25
	第五行	- 103.5	10712.25
C <sub>2</sub>	第一行	- 93.6	8760.96
	第五行	- 167.4	28022.76
D <sub>2</sub>	第一行	+ 731.2	534653.44
	第五行	- 76.8	5898.24
A <sub>2</sub>	第一行	+ 367.0	134689.00
	第五行	- 160.0	25600.00
C <sub>2</sub>	第一行	- 549.5	301950.25
	第五行	- 610.5	372710.25
B <sub>2</sub>	第一行	- 97.9	9545.29
總數		22   4113.4	22   3772995.20
			186.9727   171499.7818
$S. D. = \sqrt{171499.7818 - 186.9727^2} =$ $= \sqrt{171499.7818 - 34958.7905} =$ $= \sqrt{136540.9913} = 369.514$ $Z = 186.9727 \div 369.514 = .54$ $n = 22$ $odds = 90:1$			

但同時對摘心試驗各區邊行之研究，則無顯著競爭作用之存在

C. 摘花試驗

1. 此試驗係仿照美國農部 Eaton 氏方法舉行，主要目的，為求知摘花對於籽棉收量及纖維品質之影響，但僅於一次摘去較大花蕾，以後則聽其自由着花。
2. 民國二十年試驗結果

表十六 棉株摘花對於收量及品質之影響

株數	King's Improved		朝鮮在來棉		齊東細絨棉		
	不摘花	7/4摘花	不摘花	7/9摘花	不摘花	7/6摘花	
平均每株收量	38.17 ± 0.629	40.70 ± 2.057	42.58 ± 1.087	21.38 ± 1.247	18.70 ± 1.168	24.37 ± 1.6738	25.13 ± 1.7477
摘花與不摘之差		+2.23 ± 2.569	+4.21 ± 3.376		-2.58 ± 1.376		+4.56 ± 2.4195
衣分	33.160 ± 2.926	32.552 ± 3.136	33.042 ± 3.219	26.031 ± 1.892	26.134 ± 3.171	32.545 ± 2.516	31.978 ± 3.163
摘花與不摘之差		-0.608 ± 4.289	-1.18 ± 4.350		+0.103 ± 3.693		-1.567 ± 4.042
衣指	4.590 ± 0.661	4.664 ± 0.757	4.376 ± 0.668	3.170 ± 0.369	3.135 ± 0.540	3.967 ± 0.692	3.740 ± 0.573
摘花與不摘之差		+0.074 ± 1.105	+0.286 ± 0.898		-0.035 ± 0.654		-0.227 ± 0.898
籽指	9.283 ± 1.295	9.731 ± 2.064	9.943 ± 1.727	8.903 ± 0.827	8.858 ± 1.002	8.193 ± 0.908	7.936 ± 0.704
摘花與不摘之差		+0.448 ± 0.654	+0.360 ± 1.299		-0.045 ± 1.299		-0.257 ± 1.150
絨長 (mm)	51.204 ± 3.075	52.016 ± 5.166	50.764 ± 3.395	49.078 ± 3.453	47.304 ± 3.317	49.072 ± 2.787	52.012 ± 2.562
摘花與不摘之差		+0.812 ± 5.012	-1.440 ± 3.210		-1.774 ± 4.788		+0.294 ± 3.745

註：各表平均前後之數值均係標準誤差 (Standard error) 又絨長一項應以 2 除之以得實際長度

## 3. 民國二十一年試驗結果

表十七 棉株摘花對於收量及品質之影響

品 種	脫 字 棉		江 陰 白 籽 棉	
	不 摘 花	7/2 摘 花	不 摘 花	7/2 摘 花
平均每株收量 摘花與不摘之差	42.37±3.0768	49.86±3.7119 + 7.49±4.8241	29.00±2.4573	31.75±2.0424 + 2.75±3.1953
衣 分 摘與不摘之差	28.88±0.3357	29.06±0.3241 + 0.18±.4695	36.32±0.4516	37.03±0.3983 + .71±0.6022
衣 指 摘與不摘之差	4.77±0.0728	4.72±0.0728 - 0.05±.1030	4.97±0.1017	4.89±0.1917 - .08±0.2165
籽 指 摘與不摘之差	11.79±0.1573	11.58±0.1853 - 0.21±.2432	8.72±0.1474	8.32±0.2751 - .40±0.3121
絨長 (C <sub>m</sub> ) 摘與不摘之差	5.80±0.0325	5.72±0.0649 - 0.08±.02783	4.98±0.0378	5.01±0.0376 + .03±.0533
鈴重 (g) 摘與不摘之差	4.98±0.0912	5.24±0.1018 + 0.26±.1367	3.02±.0613	3.11±.0272 + .09±.0671
* 開鈴期 摘與不摘之差	61.2±.8477	63.4±1.5783 + 2.2±1.5576	48.6±.8362	50.3±.3228 + 1.7±1.0769
株 數	49	49	50	48

註：\* 上表開鈴期所用株數，江陰白籽棉，摘花者十四株，不摘花者十五株，脫字棉則均係 27 株。

4. 結論 依第十六表及第十七表數字所示，則二年之試驗中無論中美棉品種，其收量均因摘花略有增進，雖與其誤差相較未見顯著，然如二十一年，脫字棉摘花與不摘花者，平均每株之差，乃達 7 g. 以上，是亦未可忽視之矣，其中惟一例外，為朝鮮在來棉，原因恐係該棉原為早熟品種之故，因而摘花結果收量品質兩覺不良也，至其他品質則似無固常之差異，但二十一年之試驗，無論中美棉品種其摘花者鈴多較重，但開鈴期則略長耳。

## D. 中美棉 Metaxenia 之研究

1. 此試驗係仿照美國農部 Harrison 氏方法舉行，所用材料雖為純種。但非純系。目的在求知異品種鄰植時自然雜交，對於各品種品質之影響。
2. 民國二十年試驗結果。

表十八 中美棉當代雜交棉鈴與自花受粉棉鈴各項品質之比較（二十年度）

品 種	King's Improved.		Acala.		朝鮮在來黃棉	
	自花受粉	K. × Acala	自花受粉	A. × King	自花受粉	朝黃 × 孝感 光籽棉
衣 分	33.28 ± 2504	33.13 ± 2508	29.36 ± 2128	31.25 ± 3337	24.10 ± 1380	24.72 ± 1558
雜交與未雜 交者之差		-15 ± 3544		+1.39 ± 3958		+0.62 ± 2082
衣 指	4.748 ± 8038	4.516 ± 0593	6.743 ± 0595	6.182 ± 1096	2.59 ± 0186	2.52 ± 0249
雜交與未雜 交者之差		-132 ± 1026		-561 ± 1247		-07 ± 0311
籽 指	9.58 ± 1764	11.69 ± 2247	15.78 ± 1058	13.57 ± 2855	8.17 ± 0556	7.68 ± 0615
雜交與未雜 交者之差		+2.11 ± 2877		-2.11 ± 3049		-0.49 ± 0829
絨 長 (mm.)	53.189 ± 0266	54.144 ± 0252	66.06 ± 0659	65.45 ± 0224	50.32 ± 0251	45.43 ± 0259
雜交與未雜 交者之差		+0.955 ± 3666		-0.61 ± 0696		-0.89 ± 0361
鈴 重 (g.)	4.588 ± 0932	4.710 ± 0807	7.557 ± 0710	7.556 ± 2587	2.309 ± 0326	2.426 ± 0433
雜交與未雜 交者之差		+0.122 ± 0123		-0.001 ± 2683		+0.117 ± 0542
開 鈴 期	51.70 ± 5244	55.41 ± 5004			46.97 ± 4221	50.28 ± 3983
雜交與未雜 交者之差		+3.71 ± 7248				+3.31 ± 5809
鈴 數	66	71	49	22	65	92
備放 孝感光籽棉 30 鈴 衣分平均 30.22 衣指平均 3.56 絨長一項 應以 2 除之以得實長籽指平均 6.97						

註：孝感光籽棉，因染受炭疽病甚烈，雜交者多不能用，數目亦少，茲備將自花受粉者 30 鈴之性狀之平均值，列于表後，以作參攷，鈴重及開鈴期雖未以數字表示，然亦以孝感光籽棉為重且長。

3. 民國二十一年試驗結果

表十九 中美棉當代雜交棉給與白花受粉棉給各項品質之比較(廿一年度)

品 種	Acala		K 56		百 萬		義 縣	
	白花受粉	A×K 56	白花受粉	K 56×A	白花受粉	百萬棉× 義縣棉	白花受粉	義縣棉× 百萬棉
衣 分	34.6285±.4131	34.6357±.3411	33.8917±.2677	34.2269±.2311	36.2171±.4206	35.2648±.4550	33.3619±.4033	22.7072±.3493
雜 交 之 差	—	-.0028±.3357	—	+.0352±.3536	—	-.3523±.6201	—	-.6547±.5335
衣 指	7.6305±.1893	7.5703±.1762	4.7719±.0553	4.8285±.0634	4.9617±.3704	4.2064±.3090	1.2905±.0345	1.2919±.0430
雜 交 之 差	—	-.0602±.2386	—	+.0569±.0266	—	-.0353±.1822	—	-.0386±.0531
衣 指 與 未 雜 交 之 差	14.3885±.2699	14.2743±.2830	9.3200±.1055	9.2870±.0998	8.7115±.1699	8.6726±.1199	6.5406±.0797	6.6329±.0810
雜 交 之 差	—	-.1142±.3911	—	-.0350±.1453	—	-.0389±.2080	—	+.0923±.3595
衣 指 與 未 雜 交 之 差	5.7990±.3122	6.1513±.5702	5.1884±.0297	5.0618±.0274	5.3950±.0439	5.2036±.0356	5.1711±.0546	5.2272±.1633
雜 交 之 差	—	+.3523±.3174	—	-.1266±.0405	—	+.0086±.0565	—	+.0561±.0837
鈴 重 與 未 雜 交 之 差	7.1378±.2522	7.2111±.2764	4.3514±.0659	4.5623±.0701	3.9235±.1339	4.2604±.1342	1.4905±.0332	1.4267±.0304
開 鈴 期 雜 交 之 差	66.9500±.9046	68.3000±.6884	53.1744±.5025	55.2058±.6698	53.7391±.3260	54.7058±.7890	45.6666±.5210	43.3917±.1798
鈴 數	20	30	86	85	46	68	93	97

4. 結論 依第十八表所示數字，則十七項結果之中，其差之方向與預期吻合者，計十四項，其中顯着者凡十一，而與預期相反之差，則無一大於其 S.E. 之二倍者，故依本年結果，似雜交確可影響當代棉鈴之品質，而相異品種同植一處之害，無論在當年及以後，均有不利之影響甚明，但二十一年結果，則大有差異，其差之方向與預期相合及相反者各半，前者無一顯着，而後者之中則尚有顯着者二，故依本年結果，又似因雜交所生之當代影響，並不顯着也。

E. 種子採收適期之試驗

1. 材料方法所用品種為脫字棉，方法係於開花之日，將各花誌以牌號上記日期，自開花後 20 日起，每五日採收一次。
2. 二十一年及二十二年之發芽結果撮述如下

表二十 棉子採收日期與發芽率之關係

		採收時期(開花後日數)													
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
發芽率	21 年	8.5	53.5	62.0	60.0	73.0	86.0	89.0	86.0	88.0	92.0	81.5	82.5	89.0	82.0
	22 年	7.5	19.0	60.0	77.5	83.5	84.5	90.5	86.5	93.5	94.5	94.0	92.5	92.5	91.0

3. 依上表結果，則脫字棉於開花後 65 日，採收者其棉籽之發芽力最強，亦即普通採棉之時間



，尚無不適之處，而二年陳籽在北方之情況下，不特無損於成熟棉籽之發芽力，且可增進發芽百分數。

#### F. X. 光綫照射試驗

1. 1931年 Horlacer 及 Killough 二氏發表“棉株因受短波放射而起之變異”一文云，棉之染色體數，可因受 X 光綫之照射而發染體迷行，(Chromosomal aberration) 產生單染體，(monosomic) 及三染體 (trisomic) 之染體組，本院王堯臣先生，認為 X 光綫之照射，既可以影響染體之數目，則受照棉株亦未必不可發單組染體(haploid) 及三組染體 (triploid) 之配偶子，或使中美棉可行有效之雜交，因於該年各以中美棉籽若干，由清華大學葉企孫先生及陸學善先生之盛意代為照射，而於開花後行以人工交配。

#### 2. 二十一年所獲之結果

- a. X 光綫照射，對於棉籽之發芽力，並無影響其施射量 (Dose) 如次：

表二十一 二十一年 X 綫照射試驗所用品種及施射量

品 種	施 射 量			
脫 字 棉	Mo target	50 K. V.	5 m. a.	60 min.
脫 字 棉	" "	" " "	" " "	" "
King	" "	" " "	10 " "	2 hrs. & 20 min.
King	Mo target	" " "	5 " "	60 min.
小 白 花 棉	" "	" " "	10 " "	90 "
朝鮮在來黃棉	" "	" " "	5 " "	60 "
朝鮮在來黃棉	" "	" " "	5 " "	60 "

- b. Horlacer 及 Killough 二氏所發現之子葉及葉形變異，此試驗俱未發現，亦無其他特點，此與施射量之強弱，恐不無關係，然尙使繼續試驗。
- c. 二氏所發現之葉色變化，此試驗僅小白花棉有之，其他三種均無此現象，（參看附圖二）
- d. 交配結果與普通之中美棉交配結果相同，成功極難，而此試驗則無一成功者。

#### G. 斑葉棉

二十一年在曾施 X 線照射之棉株中，雖未發現葉色異常之棉株，然在普通田間，却曾發現斑葉美棉約五株，此種棉以前本院汪厥明先生亦曾在田間

覓得，惟其種子不幸喪失，故未得加以研究，此五株中其斑葉情形多相類似，凡主幹上之葉有變斑葉者，其腋芽所生之枝必為斑葉，枝上着生斑葉，及具有條紋之棉鈴，(參看附圖三)其花尚未發現有特異處，惟甚易脫落耳，其斑葉情形凡有數種，(參看附圖三，四，五，)Horlacer 及 Killough 二氏所云之斑點形及局部畸形者均有，而全葉均變異色者亦間有之，(附圖三)，其色則有深綠(即普通葉色)淡綠黃，淺黃(幾近白色)不等，其葉綠之分佈葉背葉面亦不一致，一面黃色，而他面仍綠者有之，其遺傳關係現已知者為在一棉株上正常枝之棉鈴，仍生全綠棉株，斑枝上之斑鈴所生者，則有全綠者，斑葉者，及淺黃葉者，(此種祇生子葉未及發生真葉時即死去，)此殆與 Correns 就草茉莉 (*Mirabilis jalapa*) 所獲結果相同，(據 Babcock 及 Clausen 二氏之引証) 現已進行繁殖斑葉者之棉鈴，以作遺傳研究，同時並以交配方法決定其是否胞質之變異也，上述各項結果之整理得范保奎，范希中二先生之助力甚多，關於 *Metaxenia* 之研究，亦得本院先後畢業同學李世俊先生，時成周先生，鍾仕楫先生，劉印侯先生，宋本榮先生等之合作，一併致謝於此。



## 參 考 文 獻

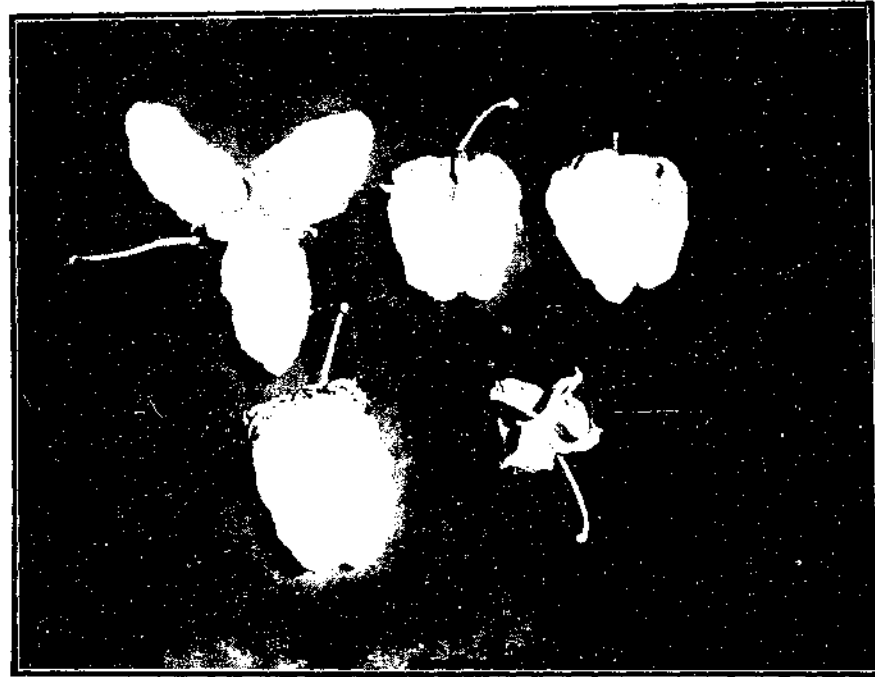
1. 王善佺（民國十二年）棉作純系選種全國棉場聯合會叢刊第三冊
2. 又（民國十三年） 國立東南大學農科棉作研究室報告 中央大學農學院
3. 胡長準（民國十二年）播種距離之試驗 全國棉場聯合會叢刊第四冊
4. 程侃聲（民國二十一年）棉株因受短波放射而起之變異（譯文） 科學十六卷八期
5. 又（民國二十二年） 圃場試驗之技術（未刊行）
6. 農商部第二棉業試驗場要覽（民國九年）
7. 中華棉產改進會月刊八九合期（民國二十一年）
8. Bailey, M. A. & Templeton, J. (1926)—A note on the abnormal behaviour of cotton plants when subjected to handling. Tech. and Sci. Service Bul. 61. Ministry of Agr., Egypt.
9. Bailey, M. A. & Trought, T. (1926)—An account of experiments carried out to determine the experimental error of field trials with cotton in Egypt. Tech. and Sci. Service Bul. 63. Ministry of Agr. Egypt.
10. Bledsoe, R. P. (1929)—Cotton fertilizers and cultural me-

- thods. Ga. Agr. Exp. Sta. Bul. 152.
- 11 Brannen, C. O. (1929)—Forty-first annual report. Ark. Agr. Exp. Sta. Bul. 246.
  - 12 ———(1931)—Forty-third annual report. Ark. Agr. Exp. Sta. Bul. 268.
  - 13 Brown, H. B. Cotton spacing. Miss. Agr. Exp. Sta. Bul. 212.
  - 14 Cook, O. F. (1932)—Cotton improvement through type selection. U. S. D. A. Tech. Bul. 302.
  - 15 Eaton, F. M. (1931)—Early defloration as a method of increasing cotton yields and the relation of fruitfulness to fiber and boll characters. Journ. Agr. Res. 42: 447-62.
  - 16 Fisher, R. A. (1932)—Statistical Methods for Research Workers. Oliver & Boyd Co. Edinburgh.
  - 17 Hall, E. E. & Armstrong, G. M. (1926)—Cotton experiments at Florence. S. C. Agr. Exp. Sta. Bul. 225.
  - 18 Harrison, G. J. (1931)—Metaxenia in cotton. Journ. Agr. Res. 42: 521-44.
  - 19 Hawkins, R. S. (1930)—Field experiments with cotton. Ariz. Agr. Exp. Sta. Bul. 135.
  - 20 Humbert, E. P. & Mogford, J. S. (1927)—Variation in certain lint characters in a cotton plant and its progeny. Texas Agr. Exp. Sta. Bul. 349.

- 
- 21 Karper, R. E. & Jones, D. L. (1927)—Varieties of cotton in north west Texas. Texas Agr. Exp. Sta. Bul. 364.
  - 22 Killough, D. T. & Hafner, V. E. (1927)—Varieties of cotton for the Gulf Coastal Plains of Texas. Texas Agr. Exp. Sta. Bul. 354.
  - 23 Ludwig, C. A. (1927)—Some effects of late defloration on cotton. S. C. Agr. Exp. Sta. Bul. 238.
  - 24 McNamara, H. C. (1927)—Cotton spacing experiment at Greenville, Texas. U. S. D. A. Dept. Bul. 1473.
  - 25 Miss. Agr. Exp. Sta. Bul. 178 (1916)—Cotton experiments.
  - 26 Overpeck, J. C. & Conway, W. T. (1932)—Cotton Investigations. N. M. Agr. Exp. Sta. Bul. 201.
  - 27 Phipps, I. F. (1929)—Inheritance and linkage relations of virescent seedlings in maize. Cornell Agr. Exp. Sta. Memoir 125.
  - 28 Reynolds, E. B. (1926)—The effect of spacing on the yield of cotton. Texas Agr. Exp. Sta. Bul. 340.
  - 29 Stroman, G. N. (1925)—Biometerial studies of lint and seed characters in cotton. Texas Agr. Exp. Sta. Bul. 332.
  - 30 ———(1930)—Biometrical relationships of certain characters in upland cotton. Jour. Amer. Soc. Agron. 22: 327-340.

- 
- 31 ———& Mahoney, C. H. (1925)—Heritable chlorophyll deficiencies in seedling cotton. Texas Agr. Exp. Sta. Bul. 333.
- 32 Templeton, J. (1932)—Watering and spacing experiments with Egyptian cotton. Tech. and Sci. Service Bul. 112.
- 33 Ware, J. O. (1929)—Cotton spacing, I. Ark. Agr. Exp. Sta. Bul. 230.
- 34 ———(1930)—Cotton spacing, II. Ark. Agr. Exp. Sta. Bul. 253.





附圖一 富於含絮力之晉縣棉棉籽此棉之鈴頗富於籽棉膠着力，其三室之鈴乃故意扯開但其籽棉仍粘住不脫，又各室籽棉，拉力頗大，鈴柄短，鈴殼開裂作卍字形。



附圖二 經 X 光線照射之小白花棉所發生之葉色變化



附圖三 斑葉美棉之一



附圖四 斑葉美棉之二



附圖五 斑葉美棉之三

# 蓮子成分之研究

周 建 侯

## 1. 緒 言

蓮 (Lotus, *Nelumbo nucifera* Geertn) 爲水生植物，其地下莖之常埋沒於泥中者曰藕，其漂浮於水面者曰荷葉，其花曰荷花又曰蓮花，其實曰蓮子，又曰蓮米。凡此各部，或作觀賞，或爲食物，我國自古重之。而蓮子尤有藥品上之使用，所謂建蓮者在藥材中爲珍品也。惜其化學成分，研究者少，幾不知其作爲食物及醫藥之效用何在。余往年在日本北海道帝國大學農藝化學教室，曾就藕與蓮子加以研究，知二部分均含有多量之非還元性糖，而其中尤以蔗糖含量爲最多。藕中含量殆達 2% 以上。而蓮子中尙有 Raffinose 之存在，其分量未能決定。余因之有悟我國自昔所謂補品者，殆皆含有蔗糖分，高麗參及人參中均含有之。醫者謂蔗糖性溫，頗宜於補，豈其然乎。

繼余之後而研究者，有日人逸見氏，謂蓮子中實含有三糖類之 Raffinose 而藕中無有，載在札幌農林學會報十三卷第五十六號中。又有日人高橋氏，其研究成績略同。此二君者皆余同門。茲覺此物之含糖分尙多不明之點，有再加調查之必要。且余之意我國天然植物生產品中含有如何之化學的

成分，宜全加以調查。至於此等成分在各植物中如何生成，有何生理的意義，現在尚為科學之謎，只好俟諸異日。近聞友人云 Bertrand 氏最近工作全在分析各物，調查其成分。余意中之工作，與此公不謀而合，誠可喜也。

蓮有白花紅花二種，白花者藕佳而產蓮子實少，且其質亦劣。紅花者完全相反。皆成熟於九十月間。至其蓮子之生食，則六七月間已有之矣。本草云，秋收陽乾之，可以止痢利腸胃。歐人謂之 Sacred bean 者，良有以也。

## 2. 供試品之調製

供本研究之蓮子，採自杭州，為紅花種。其皮亦紅色。但到余手時，此物已為乾狀，無由知其收穫時之乾燥法。據云通常蓮米之乾燥，為晒乾，而藥用者大概為火乾也。本品似為晒乾者。

蓮子之構成，為三部分，即外種皮 (testa)，幼芽 (plumule)，子葉 (cotyledon) 是也。供食用者為子葉部，故余之研究亦限於此部焉。先將全物浸水，使之膨脹，然後取出除去其外種皮，并分而為二以去其內之幼芽。各乾而秤之，知為次之比率所成。

外種皮.....	3.74%
幼芽.....	3.03%
子葉部.....	93.23%

平均每百粒之重量爲 87.35grams, 而一粒之重量爲 0.87 gram 也。似爲大粒而成熟良好者。

取風乾之子葉部而注意碎爲粉末。務使其全部通過直徑 0.5mm 之篩孔，然後盛以玻璃瓶，標記稱量并擱諸冷室中以供研究。

### 3. 定性實驗 (qualitative experiments)

#### A. 顯微鏡的檢查 (microchemical tests)

爲得供試物中所含成分之概念起見，先作成切片 (thin sections) 以顯微鏡檢查，其法及結果如次：一

##### a. 檢查澱粉 (Starch)

澱粉遇碘則現藍色 (blue)，以此法試之，則見全切片之細胞中皆呈此色。是以知含澱粉甚多也。

##### b. 檢查蛋白質 (Protein)

鏡檢蛋白質，以 Raspail 氏反應，Biuret 反應，Xantho proteic 反應，及 Millon 氏反應爲最便。余用以檢查本試品，全現反應，而首二反應尤爲明顯。

##### c. 檢查脂肪 (Fat)

鏡檢脂肪，通常使用 Sudam III 及 Osmic 酸兩種藥品。余用之以檢查本試品，皆現顯明之反應。又用 Cyanin 染色，亦現綠色 (green)。

##### d. 檢查糖分 (Sugar)

Molisch 氏  $\alpha$ -naphthol 反應顯著，Fehling 氏還元性反應亦現，足証有還元性糖之存在。

e. 檢查纖維素 (cellulose)

纖維素遇碘現黃色，以綠化鋅轉化後則成爲遇碘染藍色之物。以之檢查本品，則後一反應不速。約二十小時後始見紫色也。又 haematoxylin 亦能染色。

f. 檢查粘膠質 (Pectine Substance)

一般粘膠質遇 Ammonia ruthenium 則現紅色，余用此反應以檢查本品，則紅色異常顯明。

g. 檢查單寧 (Tannin)

鏡檢單寧，通常用鐵鹽之反應。但余以綠化第二鐵檢之，則見於外皮處稍現藍色外，餘不現反應。

B. 化學的檢查 (Chemical tests)

自前項顯微鏡的檢查結果，吾人已知此供試品中含有多數炭水化物矣。但此炭水化物包括甚廣。似覺於分析此炭水化物之先，有決定爲何種炭水化物之必要。爲此目的，而行有如次之檢查。

a. 檢查澱粉

取少許供試粉末於試驗管內，加數滴碘液於其中，則現異常顯著之藍青色。此乃證明有多量澱粉之存在者。

b. 檢查 Pentosan 及 pentose.

取少許供試粉末於試驗管內而以數 c. c. 稀綠酸加入振

盪之。然後煮沸，並加入同容積之濃綠酸及少許phloroglucin。更如前振盪。又於小火焰上熱之，則發生櫻紅色。

最後更根據 Tollens's Absatz 法而將此溶液煮沸少許時間，而見其有 humic 質物發生。五分時後，將此沈澱濾過，而以水洗至濾液無色為止，則溶解此沈澱物於 95% 之酒精中。如是生成之褐紫色溶液，以 Spectro-scope 檢之，則見其 Spectrum 之綠黃間有一吸收帶。

以上均證明供試粉末中有 pentosan 及 Pentose 之存在。

c. 檢查 Methylpentosan 及 Methylpentose.

余使用 Tollens and Oshima 氏法，取 3g 供試粉末於燒瓶內加比重 1.06 之綠酸 100c.c. 而蒸餾之。調節火焰至每 10 分間得餾液 30c.c. 爲度。所得餾液裝以劃度量液管內，每得 30c.c. 餾液之後，更以同濃度之綠酸於不礙沸騰之下加入。至餾出 150c.c. 時，余取其後之餾液 5c.c. 於試驗管內，加 5c.c. 濃綠酸及少許 Phloroglucin, 放置 5 分間後面濾過之。此濾過之濾液，則稍呈黃色。以分光器檢之，則見其 blue 部分微現暗黑之吸收帶。此證明供試品中微有 Methylpentosan 或 methylpentose 存在。

d. 檢查 Galactan 及 Galactose.

取約 3gr 供試品於濾紙中，放入漏斗上，用 ether 洗去其所含之脂肪。然後放於玻璃盃內加比重 1.15 之硝酸 60c.c. 於水浴上以 94—96°C 熱之，俾蒸去其硝酸到三分之二爲止，

不斷施行攪拌。其殘物則濾過之，洗以熱水。其濾液放一夜後，於次朝加 10c.c. 水放置 24 時間，見有舟形之小結晶，將其濾過，水洗乾之，檢查其融點為 213—214°C, 證明其為粘液酸(mucic)。是知供試品中有 Galactan 或 galactose 之存在。

#### e. 檢查 Ketose

根據 Seliwanoff 氏法，取少量供試品於試驗管中，加數 c.c. 水而振盪之。然後加強綠酸四分之一容及少許 resorcin, 於小火焰上微微加熱，則火紅色立即發生。此乃證明有 ketose 或 ketose 根團之存在者也。

### C. 結果

由上顯微鏡的檢查及化學的檢查，所得各項結果，摘記如次表。

第 一 表

成分	存 (十) 否 (一)
澱粉	十
蛋白質	十
脂肪	十
纖維素	十
Pectine Substance	十
單寧	—
糖分	十



Pentosan 或 Pentose	+
Methylpentosan 或 methylpentose	+
Galactan 或 Galactose	+
Ketose 或 Ketose group	+

#### 4. 定量試驗 (Quantitative experiments)

由前之定性的試驗，則本供試品中所含各成分之概念已得之矣。至各成分之含量如何，則研究甚為重要。茲分此工作為二部。

##### A. 一般部分

##### 甲 分析方法

本實驗所用之方法如次。

##### a. 水分 (moisture) 之定量

取供試品 3gr 於水分測定管中，放諸乾燥箱 (Water oven) 內，以 110°C 熱之，每隔 4 時間一秤，至達恒量為止。取其差以為水分之量。

##### b. 粗灰分 (Crude ash) 之定量

取供試品 5gr 於白金坩堝中，先以低溫熱之，然後送入燃燒爐內燒為灰。但此時之灰不成白色。余加少許蒸餾水，於水浴上蒸乾，然後再如前燃燒，所得之灰殆成白色。

##### c. 粗蛋白質 (Crude protein or total nitrogen) 之定量

取供試品 2gr 於 Kjeldahl 氏分解瓶內，加濃硫酸 30c.c. 及少許水銀而於燃燒室內煮沸，至完全分解成為白色時為止。

然後準據 Kjeldahl 氏法以通常方法蒸餾 Ammonia, 吸入於標準硫酸內以標準苛性鈉液滴定之。計算所得之氮素以爲總氮素量。以 6.25 乘之爲粗蛋白質量。

d. 純蛋白質 (Pure protein or protein nitrogen) 之定量

根據 Stutzer 氏法取 2gr 供試品於玻璃盃內，加蒸餾水 100 c.c. 於水浴上熱十分間（因爲含有多量澱粉）。然後加輕養化銅之計算量於其中而將蛋白質沈澱。煮沸，冷卻，並放置六時間後濾過。俟其沈澱物稍乾後隨同濾紙放入分解瓶內，如前定量全氮素時法定量氮素，仍以 6.25 乘之爲純蛋白質量。

e. 粗纖維 (Crude fiber) 之定量

取供試品 5gr 用 Weende 法，以 1.25% 硫酸，蒸溜水，1.25% 苛性鉀液，蒸溜水，各 200c.c. 順次各煮沸三十分間，濾過，計四次後，其殘渣收集於已知分量之濾紙上，初以水洗，繼以酒精洗，最後以 Ether 洗，然後乾燥秤量。自此秤得之分量中，將灰分減去，是爲粗纖維量。

f. 粗脂肪 (crude fat) 之定量

取 5gr 供試品於濾紙製筒內，放諸乾燥箱中乾燥四時間。然後放入 Soxhlet 氏脂肪浸出器內，用純 Ether 浸抽約十六時間。所得之浸出液於水浴上蒸發至恆量時爲止。

g. 可溶無氮物 (N-free extract) 之定量。

可溶無氮物，通常以水分粗灰分粗蛋白質分粗脂肪分粗纖維分等之百分率合，自 100 分中減去之差，計算爲之。

### (乙) 分析結果

由上各項方法，得有次表之結果：一

第 二 表

成 分	風乾物中 %	無水物中 %
水分	7.75	
粗灰分	3.89	4.22
粗蛋白質	18.71	20.28
粗脂肪	2.05	2.22
粗纖維	2.70	2.93
可溶無氮物	64.90	70.35
全氮素	2.99	3.24
蛋白質氮素	2.93	3.18

### B. 特別部分

觀上之一般成分，則知蓮子之重要成分爲蛋白質及炭水化物。前者之含量達 20% 以上，後者達 70% 以上。蛋白質之研究，留俟異日。而炭水化物之研究，爲此次之目的。是以決定各種炭水化物之分量，頗爲必要。其方法及結果如次：  
：一

### (甲) 實驗方法

## a. 糖類 (Sugars) 之定量

## (子) 還元性糖 (Reducing Sugar)

取供試品 10gr 於三角瓶 (Erlenmyer flask) 內，加 95% 酒精 200c.c. 於水浴上浸抽約一時間，然後濾過。其殘渣又如前浸抽，濾過。反復行三度。所得之酒精浸出液，蒸發濃縮，以 70 c.c. 蒸餾水溶解，濾過，盛於割度瓶內作成 100c.c.。取其中之 25c.c. 用 Allihn 氏法如次定量其還元性糖。

余用 30c.c. 硫酸銅液及 30c.c. 酒石酸鉀鈉溶液，并 60 c.c. 蒸溜水於玻璃盃內，煮沸後加上記溶液 25c.c. 而熱之，沸騰二分間後而急冷之。其盃底所沈積之紅色養化銅用 Allihn 氏管濾過初用熱水洗滌數次，繼用酒精，最後用醇精洗滌。然後放於乾燥箱內以 100°C 乾燥十五分間。更用輕氣將養化銅還元為金屬銅。秤後照 Allihn 氏表由銅量算成葡萄糖 (dextrose) 量以為還元性糖量。

## (丑) 非還元性糖 (Non-reducing sugar)

取前記糖液 25 c.c. 於容 100 c.c. 之量液燒瓶內，加比重 1.125 之綠酸 5c.c. 放諸水浴上熱一時間以行轉化。所得之轉化液以輕養化鈉中和至微酸性，濾過以水作成 100 c.c.，取其中之 50 c.c. 而照 Allihn 氏法定量 dextrose，將 (子) 項直接定量之 dextrose 減去，即為非還元性糖，乘以 0.95 而作蔗糖計算之。

## b. 糊精 (dextrin) 之定量

前記酒精浸抽後之殘渣，加冷水 100 c.c. 於其中，添加 toluol 數滴放置二十四時間，以行浸抽，然後濾過。此水浸抽液加比重 1.125 綠酸 10 c.c. 於熱水浴上轉化一時間。用輕養化鈉中和之後，作成 250 c.c. 盛於量液瓶內。取其中之 25 c.c. 照 Allihn 氏法定量 dextrose，以 0.9 乘之，是為糊精量。

#### c. 澱粉之定量

取供試品 3 gr 於三角瓶內，加 10 c.c. 水，於水浴上沸煮一時間，其澱粉初變為糊狀。然後加 15% 之酒石酸 5 c.c. 將其放入壓蒸器 (autoclave) 內，以三氣壓熱三時間，俾成為可溶性。自壓蒸器內取出，乘其尚熱時用 Nutsch 濾器濾之，而以水洗至濾液不呈碘反應為止。其含有糖分與糊精之溶解澱粉，加比重 1.125 之綠酸於水浴上轉化三時間。綠酸之加量對於每 100 c.c. 溶液加 10 c.c. 可也。以輕養化鈉中和至微酸性後，濾過作成 250 c.c. 盛入量液瓶內。取其 25 c.c. 照 Allihn 氏法以定量 dextrose。

將上分別定量之糖分及糊精減去後，所餘之 dextrose 以 0.9 乘之，是為澱粉量。

#### d. Pentosan 之定量

取供試品 3 gr 於燒瓶內，加比重 1.06 之綠酸 100 c.c. 而用定量 Pentosan 或 Pentose 之蒸餾器以行蒸餾。其火焰之加減，以每十分間瀘出 30 c.c. 為度。瀘液以劃度筒受之，

每收得 30 c.c. 後，即行以同濃度之綠酸 30 c.c. 在不得蒸溜之條件下加入。如是蒸餾至以醋酸 Anilin 紙試驗不呈 furfural 之紅色反應爲止。約三時間後收得 400 c.c. 濾液時已可。

對於如此蒸溜收得之含有 furfural 溶液，漸次加溶有 0.5 gr 純粹 Phloroglucin 於比重 1.06 之綠酸中者而充分攪拌之。其溶液初轉爲黃色，其次綠色，即刻變爲無定形之綠色沈澱，更迅速變爲暗色，最後成爲黑色。加比重 1.06 之綠酸使此溶液爲 400 c.c. 靜放一夜。

如此生成之黑色無定形沈澱，以 Gooch 氏坩堝填充石綿而既知分量者濾之，并以 150 c.c. 蒸溜水注意洗滌後，放之乾燥箱內乾燥四時間，於硫酸乾燥器上放冷，秤量至恆量爲止。

所得之 Furfural phloroglucide，將次項定量之 methyl furfural phloroglucide 量減去，照 Kröber 氏表計算 Pentosan (或 Pentose) 之量。

#### e. Methyl pentosan 之定量

將前項 Pentosan 定量時含有 Phloroglucide 之秤量 Gooch 坩堝放入小玻璃盃內，注入熱至 60° C 及 95% 酒精 30 c.c. 於其坩堝中，擱置熱水浴上熱至 60° C 約 10 分間。然後將玻璃盃及 Gooch 坩堝取下，以吸引唧唧吸濾其中所存在之酒精溶液。如此浸抽反復行之，至濾液無色爲止。最後浸抽之後，將坩堝放於乾燥箱內乾燥四時間，如 Pentosan 定量時樣

秤量。此分量爲坩堝與 Furfural phloroglucide 之和量，而 Methylfurfural phloroglucide 則溶解於酒精中矣。

最初所得之 Furfural phloroglucide 加 Methylfurfural phloroglucide，與以酒精浸抽後所殘存之 Furfural phloroglucide 間之重量差，乃表示現存之 Methylfurfural phloroglucide 量者，由此照表計算 Methylpentosan (或 pentose) 可也。

#### f. Galactan 或 Galactose 之定量

取 3 gr 供試品於濾紙上而以 Ether 浸抽之，將浸抽後所得之殘渣放於小玻璃盃內，又以比重 1.15 之硝酸 60 c.c. 行浸抽。所得之浸出液於水浴上以 94—96°C 之溫度并時加攪拌蒸發至正確三分之一容爲止，然後濾過以熱水數度洗之。更將此濾液蒸發至前容積之三分之一。放二十四時後，加蒸餾水 10 c.c. 於此沈澱中而又放置二十四時間。在此期間內，粘液酸 (mucic) 於是以舟形結晶析出。用已知重量之濾紙濾過，最初以濾液洗滌，其後用 30 c.c. 蒸溜水洗之，所得之結晶擱於乾燥箱內乾燥秤量。乘 1.33 於粘液酸量，是爲 Galactose，以 0.9 乘之則爲 Galactan 量。

### 乙 結果

自上六項實驗，則得有次第三表之結果。

第 三 表

	風乾物中 %	無水物中 %
還元性糖(作爲葡萄糖)	0.12	0.14

非還元性糖(作為蔗糖)	5.53	5.99
糊精	4.18	4.53
澱粉	44.13	47.84
Galactan	3.16	3.43
Pentosan	2.11	2.29
Methylpentosan	十	十

此中 Methyl pentosan 量，如從全酒精溶性 phloroglucide 計算，在無水物中應有 1.11%，但可確實推定此酒精溶性 phloroglucide 非原因於 Methyl furfural 而原因於綠酸蒸餾時自六炭糖炭水化物形成之 Oxy-methyl-furfural，以本研究之供試品中含有多量澱粉糊精，及他炭水化物故也。

## 5. 酒精浸出液之研究

### A. 浸抽法

秤取 300gr 供試品於內容二公升之燒瓶中，以 85% 之酒精 600c.c. 處理之。其燒瓶上接冷縮裝置，放諸熱水浴上沸煮一時間半。所得之浸出液以濾紙濾之，最初之濾液為濃黃色。其殘渣更用 85% 之酒精如法浸抽，濾過。如是反復施行四次。最後之濾液已不呈黃色，足以證明 85% 酒精可溶之糖類已完全抽出。

如是製得之酒精浸出液，全體混合，而行減壓蒸發。其中混存之脂肪，用 Ether 於分液漏斗中將其除去，最後於蒸發皿中蒸發而成為 Syrup. 秤之約得 32gr. 將其放置於硫酸



乾燥器上使之結晶，但數週間後仍不見有結晶析出也。

### B. Syrup 之定量試驗

余對所製得之 Syrup，曾施行次之數種試驗。

#### (甲) 一般部分

##### a. 味

其味極甜。

##### b. Molisch 氏反應

取少許 Syrup 於試驗管內而以少許蒸餾水溶之。別以試驗管取此糖液 1—2c.c.，加  $\alpha$ -naphthol 之 20% 酒精溶液 2—3 滴而振盪之，更從管壁添加無色濃硫酸數 c.c.，則見其有深紫色環起於此兩液之接觸面。

##### c. 還元反應

用 Fehling 氏液試驗其直接之還元力不甚強，但用比重 1.125 之綠酸將此 Syrup 轉化後以輕養化鈉中和之，則其還元力極強也。

##### d. Seliwanoff 氏反應

取 8 c.c. 糖液於試驗管內，加 2c.c. 強綠酸而混合之，然後加少許 resorcin. 微以小火焰加熱，則呈現火紅色極為顯著。暫時之後，有 humic 物沈澱。

##### e. Pinoff 氏反應

取 0.1gr Syrup 於試驗管內，加 10 c.c. 蒸餾水溶解之，更加 10 c.c. 之 4% Ammonium molybdate 溶液及 0.2 gr 之

冰醋酸，而於熱水浴上熱以 95-98°C 其藍青色 (blue) 之呈現，非常迅速。

f. Pentose 反應

取 4—5 c. c. Bial 氏試藥於試驗管內而煮沸之，然後加糖液 1—2 滴於其中，不見有鮮明綠色發生。用 Tollens 氏之 Absatz 法試之，亦屬陰性。

g. 粘液酸反應

取此 Syrup 如前定量 Galactan 時樣以硝酸處理，則得多量粘液酸 (mucic acid) 之結晶，檢查其融點為 214—216°C

h. Mannose 反應

根據 Oshima 氏法，取 1 gr Syrup 於小玻璃盃中，加 5 c. c. 蒸餾水及 5—6 滴 Phenyl hydrazine 而以玻璃棒強攪拌十分間後，以通常溫度暫時置之。然後以顯微鏡檢查，並不見有 Mannose phenyl hydrazone 之結晶。又放一夜後檢之，亦不見此種結晶發生。

(乙) 特別部分

a. Osazone 試驗

根據 Fischer 氏法取 1 gr Syrup 溶解於 20 gr. 之水中，加 2 gr 綠酸 phenylhydrazine 及 3 gr 結晶醋酸鈉。如是混合後，將試驗管及內容物一併放入沸水浴中而隨時攪拌之。熱一時間半後放冷，Osazone 之結晶已有多量發生。其結晶色黃，以熱水，50% 熱酒精，80% 熱酒精，分別純粹再結

晶之後檢查其融點如次，但其能溶於熱水之 Osazone 則極少量也。

1) 沸水可溶而再結晶者，融點為  $180^{\circ}-182.5^{\circ}\text{C}$

2) 50% 沸酒精可溶而再結晶者，融點為  $192^{\circ}-195^{\circ}\text{C}$

3) 80% 沸酒精可溶而再結晶者，融點為  $205^{\circ}-208^{\circ}\text{C}$

自此融點及結晶形以斷定，余認為有 Galactosazone 及 Glucosazone 存在。

#### b. 糖酸試驗（對於葡萄糖）

取 3 gr Syrup 於陶製盃中而以比重 1.15 之硝酸 30 c. c. 處理之，其混合物放之熱水浴上不斷攪拌蒸發至成爲 Syrup. 然後加數 c. c. 蒸溜水不斷攪拌蒸發將過濃之硝酸除去。如是製得之 Syrup. 加以少許蒸溜水攪於熱水浴上熱至乾狀然後加粉狀碳酸鉀至以試驗紙檢查能現鹼性反應爲止。加數滴冰醋酸後放置冷所一夜。於次晨即見有多量酸性糖酸鉀 (acid potassium saccharate) 之結晶。

余將此結晶鋪諸不發光之磁製板上，用水數次純製，至不現蓆酸 (Oxalic) 反應爲止而收集乾燥秤之，得 0.4205 gr.

更將此純粹酸性鉀鹽溶解於少量之熱水中，濾過，以輕養化銦中和，以冷硝酸銀溶液沈澱，放置暗所少時，以已知重量之濾紙濾過，乾燥，秤量，得有 0.5694gr 糖酸銀 (Silver Saccharate). 灰化後得有 0.2844 gr 銀，與糖酸銀之 50.74% 相當。此與理論數之 50.91% 略相一致也。

## c. 蔗糖試驗

根據 Schulze 氏法，取 5 gr syrup 溶解於 95% 之酒精中，加輕養化鎳 (Strontium hydroxide) 之熱飽和溶液而沸煮之。 (對於每一分 Syrup. 加三分  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ )。斯時有多量白色沈澱發生。沸煮三十分間後，乘熱時並用熱水漏斗濾過，而以 95% 酒精洗滌，其濾液再以輕養化鎳沸煮三十分間，濾過洗滌如前。如此製得之沈澱，於水中擴散之，通自用硫酸加入碳酸鈣而生成之  $\text{CO}_2$  氣而行分解。此時之分解溶液中將碳酸鎳 (Strontium carbonate) 濾去，然後蒸發為 Syrup. 以 95% 酒精如常法純製。其酒精溶液再蒸發為 Syrup. 再如前純製。最後之 Syrup. 余以 Fehling 氏液試驗，見其無還元力。但以綠酸如常法轉化後，則還元力甚強。且此 Syrup 能顯著的呈現 Seliwanoff 氏反應，與 Phenylhydrazine 生成 Glucosazone。但將其放諸硫酸乾燥器上，數週之後，亦不見有結晶。

余根據此試驗，斷定有蔗糖 (Sucrose) 之存在，但不能取得結晶，無由定其分量。

## C. 85% 酒精浸抽物研究之結果

由上各項實驗綜合觀之，可得如次之結果：—

## 第 四 表

Molisch 氏反應	十
還元力(直接)	弱

還元力(轉化後)	强
Seliwanoff 氏反應	十
Pinoff 氏反應	十
糖酸 (Saccharic) 試驗	十
Schulze 氏糖酸錫試驗	十
粘液酸 (mucic) 試驗	十
Pentose 反應	一
Mannose 反應	一
Osazone 試驗	

自熱水中再結晶者.....M. P. 180° —182°C

自 50% 酒精再結晶者.....M. P. 192° —195° C

自 80% 酒精再結晶者.....M. P. 205° —208° C

## 6. 水浸抽物之研究

### A. 浸抽法

將第 5 節酒精浸抽後之殘渣全部用三公升水加入，不斷攪拌，放置二十四時間，然後濾過。如是施行四次。最後將各水浸抽液混合蒸發至 Syrup 狀，而以十倍容量之 95 % 酒精處理之。至充分混和之後，將所生之白色沈澱收集於濾紙上，而以 95 % 酒精洗滌。然後乾燥作次之各項試驗。

### B. 水浸抽物之試驗

#### a. 還元力

取上製之白色沈澱少量於試驗管內，而加入比重 1.125 之綠酸少量以行水解。暫時之後，自火焰取開，而以碳酸鈉中和之。如是製造之溶液，以 Fehling 氏液檢之，其還元力甚強。

#### b. Pentose 反應

取少量水浸出物於試驗管內而以強綠酸及少許 Phloroglucin 加入沸煮之，有紅色色彩反應發生，但就 Tollens 氏之 Absatz 法以試驗之，則不現分光反應，(Spectroscopic)。

#### c. Ketose 反應

用 Seliwanoff 氏法試之，現微火紅色。

### C. 水浸抽物之加水分解

#### 甲 加水分解法

取上製白色沈澱物約 2 gr 於三角瓶內，加 3% 硫酸 100 c. c. 於熱水浴上加凝縮裝置煮沸至溶液不呈碘反應（紅褐色）為止。所得之分解溶液以碳酸鈣中和，放冷，濾過，其濾液蒸發至成爲稍稀之 Syrup. 順次以過膿之 85% 酒精，95% 酒精振盪除去不純物後，於減壓下蒸發爲 Syrup.

#### 乙 Syrup 之試驗

##### a. Osazone 試驗

根據前述之 Fischer 氏法作成 Phenyllosazone. 檢查其融點如下：—

- 1) 50% 沸酒精可溶而再結晶者爲 188.5°—190°C

時融解，此應為 Galactosazone

- 2) 80% 沸酒精可溶而再結晶者，其融點為 202—204.5°C. 此應為 glucosazone

b. Galactose 試驗

使用粘液酸法而取得舟形結晶甚多，檢查其融點為 213°—216°C. 証明為有 Galactose 存在。

c. 葡萄糖試驗

使用糖酸 (Saccharic acid) 法而取得多量之菱形酸性糖酸鉀晶，於無光之陶製板上以水純製之後，用礮精水中和，加硝酸銀溶液則生成白色沈澱。為有葡萄糖存在之証。

d. Ketose 反應

用 Seliwanoff 氏試驗及 Pinoff 氏試驗，均無甚顯著之反應。

e. 偏光試驗

用半影檢糖鏡檢之，見其為右旋性。

D. 水浸抽物研究之結果

由前 B. C. 各項試驗，得次表之結果：—

第 五 表

還元力 (轉化後)	強
Seliwanoff 氏反應 (水浸出物)	十
Seliwanoff 氏反應 (前項水解產物)	弱
Pinoff 氏反應 (水浸出物)	十

Pinoff 氏反應(前項水解物中)	弱
Galactose 之粘液酸試驗	十
Pentose 試驗	一
偏光試驗	右旋
葡萄糖之糖酸試驗	十
Osazone 試驗	

自 50% 酒精再結晶者.....M.P. 188.5°—190。

自 80% 酒精再結晶者.....M.P. 202°—204.5°C

由上三四五各表結果觀之，則蓮子中之糖分，直接者還元力弱，轉化後者還元力強，呈 Seliwanoff 氏及 Pinoff 氏各反應，並生粘液酸而有 Galactose 存在，可為有 Raffinose 存在之証。

## 7. 澱粉之分離

水浸抽後之殘渣全部，盛入三公升之燒瓶內，加水於水浴上沸煮一時間。然後取下放冷至 65°C. 加麥芽浸汁 400c.c.。此麥芽汁之製法，乃將一公斤綠芽粉加一公升水以 40°C 浸抽二時間，初用 Nutsch 濾器，後用濾紙濾過者也。麥芽汁加入之時，將內容物充分振盪，俾硬塊碎散。然後放入恆溫器 (thermostat) 內保持 65°C 至不現碘呈藍青色之澱粉反應時為止。如是處理完全之後，取出濾過，洗滌，乾燥以供次之實驗。



## 8. 加水分解產物之研究

### A. 加水分解法

將前第 7 節分離澱粉後之殘渣約 270 gr 放入磁製燒瓶內，加 4% 硫酸二公升，於熱水浴上附以逆流冷却器而沸煮之，約六時間繼續施行。所得之黃褐色溶液以麻布袋濾過而注入於大陶製蒸發皿中，殘渣更以 4% 硫酸如法熱六時間濾過。後之濾液色已淡於前次者，只此二度而止。所得各濾液混合後以 Feblig 氏液試之，還元力甚強。以計算量之純粹沈澱性炭酸鈣行中和，至以 Congo. 赤紙檢驗不現遊離酸反應時為止，然後放冷仍以麻布袋濾過。其濾液於有少許沈澱性炭酸鈣存在之下，不斷攪拌，蒸發為淡 Syrup. 然後用 85% 酒精及 95% 酒精順次處理以除去其中之樹膠(Gums)炭酸鈣及其他不純物。最後將酒精溶液於減壓之下蒸發為 Syrup. 秤之約得 22 gram. 其色深褐，放於硫酸乾燥器內使之結晶。但久未見有結晶出現。

取此 Syrup 之半量用單寧酸以除去其中之蛋白質及其他不純物而濾過之，其濾液中加醋酸鉛將過捲之單寧酸除去，再行濾過。此時之濾液更以硫化氫氣通入將殘存之鉛沈澱濾過，然後始蒸發為稀 Syrup. 以強酒精除去其不純物後，更蒸發其酒精溶液為 Syrup. 放諸冷所令其結晶，但仍無結晶發生。

## B. 就此 Syrup 施行之定性試驗

## 甲 一般試驗

## a. Molisch 氏反應

以  $\alpha$ -Naphthol 照常法行 Molisch 氏試驗，暫時之後，見兩液之接觸面有紫色環呈現。

## b. 還元反應

以 Fehling 氏液試之，其還元力極強。

## c. Pentose 試驗

用 Tollens 氏 Absatz 法檢查 pentose，不明顯，而以 Bial 氏試藥檢之亦極曖昧。唯 furfural 反應則極顯明而已。此當然爲自 Hexose 炭水化物誘導之 Hydroxymethyl furfural，而非有 Pentose 存在也。

## d. Ketose 試驗

用 Seliwanoff 氏法檢之，無反應，又用 Pinoff 氏銅酸銻法試驗亦然，証明無 Ketose 存在。

## e. Galactose 試驗

使用粘液酸法檢之，無舟形結晶發生。僅見有蓆酸結晶而已。

## f. Mannose 試驗

以 Phenylhydrazine 處理此 Syrup，不見有 Mannose phenylhydrazone 生成。

## g. 旋光性試驗

以半影檢糖鏡檢之，此 Syrup 之溶液呈右旋性。

## 乙 特別試驗

### a. Osazone 試驗

用綠酸 Phenylhydrazine 照 Fischer 氏法處理此 Syrup，則得有多量之 Osazone。以常法將其精製分離後，所得各物之融點如次：—

- 1) 溶解於沸水而自其中再結晶者融點 158—161° C
- 2) 溶解於 80% 沸酒精而自其中再結晶者融點 203—206.5° C

後之 Osazone 應為 Glucosazone，但前者不明，因此 Syrup 不呈 Pentose 反應也。

### b. 糖酸試驗

取 2.5 gr syrup 照 Tollens 與 Gans 氏之方法行之，則收得 0.1785 gr 酸性糖酸鉀。將此酸性糖酸鉀溶解於熱水中，以礫精中和之，并加冷硝酸銀溶液，則生成糖酸銀沈澱。暫時之後濾過，洗滌，放於硫酸乾燥器內，置諸暗所。然後秤得 0.2480 gr 糖酸銀。燒灰之後得有 0.126 gr 銀，與糖酸銀之 50.80% 相當，頗與理論數相符，應為葡萄糖存在之証。

## 丙 水解產物試驗之結果

由上各試驗，則得如次表之結果：—

### 第 六 表

Molisch 氏反應 十

還元性反應	十
Pentose 試驗	一
Ketose 試驗	一
Galactose 試驗	一
Mannose 試驗	一
Glucose 試驗	十
旋光性試驗	右旋
Osazone 試驗	

自熱水中再結晶者.....M. P. 158°—161° C

自 80% 酒精中再結晶者.....M. P. 203°—206° C

## 9. 摘要及結論

總上各節所實驗之結果而摘要記之，有次之各點。

- 1) 蓮子成分中最重要者為蛋白質與炭水化物，前者約為乾物質之 20%，後者則達 70%。
- 2) 炭水化物之中，澱粉實佔重要位置，約為 47%。其次則為約 6% 糖分，及 4% 糊精。
- 3) 還元糖與非還元性糖均有存在。而非還元性糖尤為多量。
- 4) 還元糖中大約 Galactose 及 Glucose 為最多量。
- 5) 非還元糖中似 Raffinose 與 Cane sugar 為多，其他糖之存否，則尚待決定。

- 6) 除去糖分及澱粉後之物質，經加水分解結果，決定有 Glucose 之存在，此表示蓮子中於澱粉之外尚含有少許 Glucosan 也。此 Glucosan 之性質如何，則待研究。
- 7) Pentosan 及 methylpentosan 亦有存在，但其量甚少。

由此觀之，則蓮子之價值可知矣。蓮子與藕俱屬含澱粉多量之食物，而含糖則大有差異。藕中無 Galactose 及 Galactan 存在之證明，故不能發見 Raffinose 之存在，而蓮子中則此糖似多也。



# 筍中含氮物之研究

藍夢九

## 一 緒 言

筍爲竹根之芽，以籜包裹，嫩者可食，味極鮮美，營養分又頗豐富，我國南方農村中種竹者甚夥，常煎筍佐食，且有種竹以採筍爲業者。筍之鮮者味極佳，製爲罐頭出賣者次之，曝之使乾，裝包運售者又次之，然皆爲都市筵席間優美之食品。日本內地於大正三年產食用筍約中國一千九百四十萬五千八百七十八斤，我國大於日本凡數十倍，筍之產量當在一萬萬斤以上，對於民食及農村經濟之補益，誠有不可忽視者。

余素喜食筍，復念其對國民經濟，及食物營養之重要，當肄業於日本東京帝國大學農學部時，特請教授麻生慶次郎博士指導，即在學校側蔬菜店內購新鮮孟宗筍，除研究其一般組成分外，更對於其中含氮素之化合物一一加以分離，所有經過，尙稱妥適，借此披露，或可作初步研究者之一助也。

## 二 一般的分析

秤新鮮孟宗筍 10 克，截成細塊，先用攝氏 80 度乾燥至風乾狀態，秤量之，更使粉碎，秤取其 1 克，置秤量管中

，以攝氏 100 度乾燥至達恆量，秤量後，以最初及最後重量之差為符中之含水量。

將水分定量後之乾物質用 Kjeldahl 氏法定量其中氮素，以 6.25 係數乘之，為符中粗蛋白質量。

取符之風乾狀態粉末 3 克，納於脫脂紙筒中，在蒸氣浴內以攝氏 95 度充分乾燥後，就 Soxhlet 氏脂肪浸出器，用純 Ether 浸出十六小時，取脂肪定量瓶置熱水鍋上，使 Ether 蒸散，更置入蒸處浴內乾燥之，每 30 分鐘秤量一次，初因 Ether 蒸散，重量漸減，後因脂肪氧化，重量反增，脂肪之重量為其中之最小量。

以 Ether 浸出脂肪後之殘渣，置磁製皿中，加 1.25 % 之硫酸 200 c.c.，以漏斗倒置其上，用火焰熱之，至沸騰後，精密繼續沸煮半小時，傾瀉並濾過浸出液，殘物加蒸溜水 200 c.c.，與前同樣沸煮半小時，濾過，此時殘物加 1.25 % 之氫氧化鉀液 200 c.c.，與前同樣沸煮半小時，濾過殘物加蒸溜水 200 c.c.，又半小時沸煮濾過，最後將殘物移於豫先秤量之濾紙上，用溫水冷水酒精 Ether 次第洗滌，置蒸氣浴內，以攝氏 100 度乾燥成恆量，燃燒成灰，再秤量，其前後量之差為粗纖維之量。但符中之粗纖維中常含有少量之含氮物，余乃以一部用 Kjeldahl 氏法定量其中氮素，以 6.25 係數乘為粗蛋白質，自粗纖維量中減去而正訂之。

取粉末狀之檢體 5g，置白金皿中，用火焰在赤熱以下灰



化之，至灰成白色，置乾燥器內冷卻後，秤量之，為筍中所含之灰分。

通常可溶無氮素物，不直接定量，而以供試品之重量 100 減去水分，灰分，粗蛋白質，粗脂肪，粗纖維等含量之餘數表示之。余照上述之手續，分析孟宗筍中之普通組成分如下：

水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗纖維	可溶無氮素物	灰分
91.21%	3.28%	0.15%	0.92%	3.39%	1.05%

### 三 含氮物之分離

上述之分析結果，粗蛋白質之含量佔全筍成分中百分之三·二八，幾與可溶無氮素物之含量相等，足證營養成分之優良。余更依 Stutzer 氏法，取供試風乾粉末物 2g，置玻璃盅內，注蒸溜水 100 c.c. 熱至沸騰後，加相當於氧化銅 0.3—0.4g 之氫氧化銅液，將蛋白質悉行沈澱，冷卻後，濾過，充分洗滌，待稍乾時，將沈澱與濾紙共同置入分解瓶內，定量氮素，另以濾紙分解之，同樣定量氮素，自前氮素量中減去，以 6.25 係數乘之，定量筍中之純蛋白質量。上述粗蛋白質中，含有非蛋白質之含氮化合物，故自粗蛋白質量中減去純蛋白質量之餘數，為非蛋白質之含氮化合物，余分析結果，孟宗筍中之蛋白質量與非蛋白質之含氮物量如下：

蛋白質物 30.50% 非蛋白質之含氮物 69.50%

非蛋白質之含氮物約佔全含氮物百分之七十。余仍仿古

在由直，吉村清尚及藤瀨氏等所用之方法，用新鮮孟宗筍 1.5kg. 剝去其殼，用鋼齒板磨碎成粥狀，裝入布袋中，用壓榨器榨取其汁，殘渣用攝氏 60—80 度溫水浸漬，更同前壓出其汁，如是浸漬壓汁凡三次，榨出之汁，均集合於大玻璃筒中，加鹽基性醋酸鉛，沈澱其中不純物，如蛋白質，有機酸，單寧質，粘液汁等。

此沈澱使分布於水中，通  $H_2S$  分解之，濾過，濾液蒸發至達舍利別狀，卒未見有結晶物析出。

鹽基性醋酸鉛沈澱之濾液，通  $H_2S$  除去過剩之鉛，濾別後，濾液蒸發濃縮，得多量有絹絲光澤之白色針狀結晶物，對 Millon 氏試藥呈赤色，知其為 Tyrosine。乃取其乾燥物一定量，用 Kieldahl 氏法分解之，定量其氮素含量，並取此品適量用水加熱溶解後，加入炭酸銅粉末，俟炭酸銅徐徐溶解，液呈藍色後，乃濾去過剩之炭酸銅，濾液蒸發濃縮，析出藍色之結晶，此結晶除檢查其晶形外，並取乾品一定量灼熱後，定量其銅含量，茲將檢查之結果記載於下：

#### 1. 單體

- a. 外觀——有絹絲光澤，狀如柳絮。
- b. 顯微鏡下性質——無色針狀結晶，成團集團。
- c. 熔解點——攝氏 300 度
- d. 氮素百分率——

實驗數.....N. 8.02 %

理論數 (Tyrosine  $C_9 H_{11} NO_3$  .....N. 7.94 %

## 2. 銅鹽

- a. 外觀——有鋒芒之深藍色小片。
- b. 顯微鏡下性質——呈淡藍色之長柱狀結晶。
- c. 分解溫度——攝氏 236—237 度
- d. 銅百分率——

實驗數.....Cu 15.58 %

理論數 [ Tyrosine Copper ( $C_9 H_{11} NO_3$  )<sub>2</sub> Cu ] ....Cu 14.94 %

故知此析出之結晶物確為 Tyrosine，乾品約 4.5g.

分離 Tyrosine 之濾液，加  $H_2 SO_4$  達約 5% 後，加燐錳酸水溶液，得多量之沈澱，此沈澱用 Baryta 分解之，使成遊離鹽基液，以硝酸中和後，並濃縮之。

此濃縮液加硝酸銀，生多量之褐色沈澱，此沈澱用 HCL 分解之後，濾液濃縮，得鹽酸鹽之白色結晶，以少量水溶解之，加 Sodium picrate 水溶液，得毛髮狀之黃色結晶，此結晶檢查所得如下：

- a. 外觀——黃色，狀如棉花。
- b. 顯微鏡下性質——呈毛髮狀結晶形。
- c. 熔解點——攝氏 280—281 度
- d. Picric acid % ——

取一定量之乾燥品溶於熱水，加鹽酸分解之，使 Picric acid 遊離，乃加 Ether 振盪，盡量使 Picric acid 移行於

Ether 中，蒸去 Ether 後，以水洗入分解瓶內，用 Gunning 氏變法分解之，定量氮素，以算出 Picric acid 之百分率。此法余於半途中失敗，不得已乃將分離 Picric acid 後之鹽酸溶液蒸發濃縮，加入氯化金溶液，繼續蒸發，得氯化金複鹽之結晶析出，檢查此結晶物，所得如下：

- a. 外觀——淡黃色，如柳絮狀。
- b. 顯微鏡下性質——細短針狀結晶，成圓集團。
- c. 熔解點——攝氏 215 度
- d. 金百分率——

取乾品一定量灼熱之後，秤量殘留之金，以算出金之含量百分率。

實驗數 ..... Au 22.37 %

理論數 [Adenin chloraurate ( $C_5H_5N_5$ )<sub>4</sub>  
H Au Cl<sub>4</sub>] ..... Au 22.41 %

故知此次析出之結晶為 Adenine，而其 Picrate 乾品約 0.14 g.。

分離 Adenine 之母液，繼續蒸發濃縮，有如菊花之圓形針狀集團結晶物析出，但其量甚少，又混於粘稠物中，頗難取出只得於顯微鏡下窺其形狀，依分析之順序，應為 Hypoxanthin 或 Xanthin 之 Picrate。

上記硝酸銀沈澱之濾液中，加硝酸與 Baryta 生成之沈澱，以鹽酸與硫酸分解之，濾液加磷鎢酸，得少量之沈澱，

此沈澱依常法用 Baryta 分解之，作成遊離鹽基溶液，通  $\text{CO}_2$  除去過剩之鋇，濾液加昇汞飽和水溶液，得少量之沈澱，此沈澱用  $\text{H}_2\text{S}$  分解之，濾液蒸發濃縮後，仍未見有結晶析出，乃傾於玻璃片上，蒸發至乾，得黃白色之殘留物，在顯微鏡下窺之，見有呈現針狀集團結晶，狀如菊花，雜於黑黃色之粘稠物中，為數不過十餘團，依分析順序，應為 Histidine 之鹽酸鹽結晶。

昇汞沈澱之濾液，通  $\text{H}_2\text{S}$  除去過剩之汞，濾液蒸發濃縮後，傾入表皿中，繼續蒸發至乾，在顯微鏡下窺之，見有多數結晶物夾雜於粘稠物中，依分析順序，應為 Arginine 之鹽酸鹽。

上記硝酸銀及 Baryta 沈澱之濾液，以鹽酸及硫酸除去銀及鋇後，加磷鎢酸溶液，生成較多之沈澱，此沈澱依常法分解之，作成遊離鹽基溶液，蒸發濃縮，得多量之白色結晶物，此結晶物以木精處理之，除去不溶解殘留之氯化鉀，濾液蒸發以除去木精，殘渣以無水酒精處理之，得不溶解性之無色板狀結晶物，此結晶物應為 Betain 之鹽酸鹽。更取此品適量，加入氯化金水溶液，使轉化為氯化金複鹽而檢查之，所得結果如下：

#### 1. 鹽酸鹽

- a. 外觀——無色透明長方塊。
- b. 顯微鏡下性質——透明長方形，板狀結晶。

c. 熔解點——攝氏 228 度

## 2. 氯化金複鹽

a. 外觀——黃色疎鬆片塊。

b. 顯微鏡下性質——淡黃色片狀結晶。

c. 熔解點——攝氏 120 度熔融成金黃色液體，  
238 度分解變黑。

d. 金百分率——

實驗數..... Au 43.90 %

理論數(Betain chloraurate  $C_5 H_{11} NO_2 HAu Cl_4$ )

.....Au 43.14 %

故知此次析出之鹽酸鹽結晶為 Betain，其乾燥量約 0.25g.

Betain 分離後之酒精濾液，加昇汞之酒精溶液，得少量之沈澱，此沈澱以  $H_2 S$  分解之，濾液蒸發濃縮後，加 Sodim Picrate 之濃厚液，繼續蒸發，得多數黃色結晶粒，此結晶物檢查所得如下：

a. 外觀——深黃色顆粒。

b. 顯微鏡下性質——呈橙黃色柱狀結晶。

c. 熔解點——攝氏 240—241 度

故知此物為 Cholin 之 Picrate，因量甚少，未秤。

昇汞酒精溶液沈澱之濾液，以  $H_2 S$  除去過剩之汞後，濾液蒸發至濃縮，因粘稠物甚多，除去困難，乃傾入表皿中，蒸發至乾，置顯微鏡下窺之，見無數之複葉狀結晶集團，

與三角形之粒狀晶形混雜，依分析順序，應為 Lysine 與 Guanidin。

綜結以上，余自 1.5Kg 孟宗筍中分離之非蛋白質含氮物量，合計如下：

Tyrosine	4.5g.	Betain	0.25g (鹽酸鹽)
Adenine	0.14g. (Picrate)	Chclin	未秤 (Picrate)
Arginine	存在	Histidine	存在
Xanthin	存在	Hypoxanthin	存在
Lysine	存在	Guanidin	存在

#### 四 結言及文獻

我國珍貴食品極夥，而烹調術又自信在各國之上，然關於食物組成分及營養價值等均從未加以科學研究，故所謂補品美味，不啻盲亂附會其說耳。常觀擁資之家，日食不離補品美味，而反多早死或且缺乏後嗣，又一般人民之選擇食物，每有棄營養價值高者而食其低者，市中食品列價，常不合理，凡此種種，小則害及一人一家之營養衛生，大則害及民族之健全及國民經濟。雖以筍之分析而有是感，若全國食物皆有詳細之研究，則飢荒之來，必可另闢新徑以救濟之，現在人民身心之萎頓，必亦可由營養之改良以漸臻健康也。

關於筍汁成分之研究，最初為古在由直，伊用孟宗筍 50 kg, 分析結果，得 Tyrosine 約 2.5g., Guanin 約 0.015g.,

Xanthin, Asparagin, Hypoxanthin 未秤, Adenine 亦存在。(註一) 其後吉村清尚用孟宗筍 20 kg. 分析結果, 得 Tyrosine 約 60 g., Asparagin 約 3g., Adenine (picrate) 約 2 g., Betain (鹽酸鹽) 約 16g., Cholin (鹽酸鹽) 未秤。(註二) 又藤瀨氏用孟宗筍 27.5 kg., 分析結果, 得 Tyrosine 20 g., Adenine (鹽酸鹽) 0.9 g., Betain (鹽酸鹽) 4 g., Cholin (鹽酸鹽) 1-4g., Arginine 亦存在。(註三)

余作此實驗, 對於非蛋白質含氮素物之分離, 因所用供試品過少, 以致多數之結晶物不能一一析出試驗之, 殊為遺憾!

(註一) 日本東京農林學校學術試驗彙報第七卷 1889 年

(註二) 日本鹿兒島高等農林學校學術報告第一號 1916 年

(註三) 日本鹿兒島高等農林學校學術報告第七號 1929 年



# 甜菜與我國的糖問題

王 謨

我國物產的最大缺陷爲銀與糖，這大的國家，而且是用銀本位的國家，產銀的量極少，實在是我國經濟上的一個很痛的打擊。我國目前不但貨幣是用銀，並且裝飾品的大部也是用銀，每年所消耗的銀量可驚，這都是從海外輸入的（主由墨西哥和美國輸入），每年購買生銀所費的數目，雖乏正確的統計，但據估定，總在五千萬元以上。我國並非全不產銀，不過產量極少，並且還未開採。產銀的地方，大約與金略同，多在西北二部的邊境山地，這些地方的銀，不但尙未開採，並且藏量極少，卽或開採，也無多大的希望，所以我國的幣制，有速圖改爲金本位的必要。

糖的不足，也是我國目前最急的一個問題，在從前，人均以糖爲可用不可用的一種嗜好品，需要的量極少，但與海外交通發達，國人文化增高以後，糖的需要額逐年激增，然而我國的產糖額有限，故外糖的輸入年年增加，利權的外溢極鉅。據近年海關的統計，每年外糖的輸入額，竟達六七十萬噸，價值約八九千萬元，卽是我國僅砂糖一項，每年就須報效外國八九千萬元之多（點心的糖菓尙不在內）。但是糖的需要，差不多隨生活程度的增高而增加的，若不急圖振興本

國的糖業，增加製糖原料的產量，則僅糖的自給不足一項，就可致國家於貧弱的地位。

製糖的原料 大概的植物，在其發育期中，都含有多量的糖分，不過因含糖量的多少，和所含糖的種類，有可以製糖的，有不可以製糖的。能用為製糖原料的植物很多，有的是用牠的澱粉發酵而製糖，有的是直接取其體中的糖分，直接取糖的植物，體中都含有多量的結晶糖分，如甘蔗，含糖蜀黍(高粱之一種)，玉蜀黍，稷等之禾本科植物，莖中蓄有多量的糖分，又如甜菜，楓(槭 Maple——產於北美北部寒溫帶的喬木)椰子，和各種果實中，也含有多量的糖分，但含糖量最多，最適於製糖的植物，只有甘蔗和甜菜兩種。甘蔗為熱帶和亞熱帶的主要製糖原料，而甜菜則為溫帶和寒溫帶的主要製糖原料，在目前，甘蔗比較甜菜所占的地位重要，這是因為甘蔗的栽培歷史比甜菜遙長的緣故。

甘蔗的分布與我國產甘蔗的區域 甘蔗的原產地，似乎是印度支那和印度，因為在此等地方，今日尚可發見野生甘蔗的。自此以東，傳至我國，朝鮮，日本，自此以西，經阿拉伯人的手，傳到地中海岸，以後經歐洲人的手，更傳到西非洲和南北美。產甘蔗的地方，須有溫暖而潤濕的氣候，和多腐植質的石灰土或火山質土壤，所以在高溫多雨的熱帶亞熱帶低濕地，都是甘蔗的產地。精密的說來，甘蔗的生長，需要強烈的日晒，高溫乾燥的空氣，常常潤濕不乾的肥

細土壤，所以產甘蔗的地方，並不限定多雨的區域，只要日光充足，氣溫常高，而能行灌溉的地，就是理想的生產地，並且能行灌溉的乾熱地，其生產量反較多雨的濕熱地為多。甘蔗在成長期間所需的溫度，須在攝氏二十度以上，年平均雨量須在一千五百公厘以上，若在冬季凍冰的地方，其根與芽容易凍死，故每年都有另種的必要。甘蔗因係好溫暖多水的植物，故其分布的臨界，止於南北緯三十五度之間的熱帶和亞熱帶，超過此限度以上的高緯度，不但日晒和溫度不足，並且雨量不足，冬季地面有凍冰之患。雨量不足的地方，土壤常有過乾之虞，雖可行灌溉，但所費的地人力太多，利益微薄。現時栽培甘蔗最盛的地方，為熱帶美洲和熱帶亞洲，至於非洲和海洋洲，雖有盛產甘蔗地資格，但因多未開拓，栽培不盛，將來大有發達的希望。此等地方中，尤以西印度諸島中的古巴 Cuba, 波多黎各 Porto Rico, 墨西哥灣沿岸，南美北部的每岸地方，太平洋中的夏威夷群島 Hawaiian Islands, 印度，爪哇，菲律賓等地為最盛。內中的古巴，美國南部，夏威夷，印度，爪哇等地，為世界屈指的甘蔗產地。

我國產甘蔗的地方，約在北嶺山脈以南的亞熱帶，而尤以閩粵川三省為最著，惟以我國農民不諳栽培方法，且製糖業不發達，故栽培者少，僅限於一局部，若果加以提倡，則在北嶺山脈以南，凡有長期的高溫多雨而冬季少凍冰的地方

，皆可栽培。我國蔗糖的產額，未嘗無增加的希望。尤以高溫多雨的兩湖盆地，江西盆地，四川盆地，和雲貴廣西等區爲最有望。但是我國人口衆多，縱將蔗糖業盡量發展，亦恐難於自給自足，非待外糖的供給不可，故不得不於蔗糖之外，另想補救的方法，補救之方，唯有賴於甜菜的栽培。從甜菜的地理環境推定，我國能產甜菜的地方，較甘蔗的產地遙廣，北嶺山脈以北固爲甜菜的主產地，即北嶺以南的地方，亦有產甜菜的可能。

世界甜菜糖業的發達史 甜菜中含有糖分，是德國柏林的藥劑師馬格刺夫 Marggraf 氏於一七四七年所發見的，但是由甜菜中取糖的方法，乃是一七九九年德國的化學者亞哈爾德 Achard 氏所發明的，氏於一八〇一年，曾得該國政府的援助，設立工場從事製造，但未見大成功。至一八〇六年，拿破崙一世宣布大陸封鎖令後，熱帶地方的蔗糖供給杜絕，歐洲各國都感糖慌，法國政府始提倡獎勵甜菜糖業，自此遂告成功，至一八二〇年頃，歐洲各國均廣栽培甜菜，設大工場製糖，由甜菜製糖的事業，至此乃告大成。但自拿破崙失敗後，熱帶的蔗糖又行輸入，因蔗糖競爭的結果，甜菜糖業遂衰，幾至全滅。至十九世紀中葉，經各國的提倡，始漸復活，與蔗糖成競爭之勢，其後各國復行砂糖的保護稅制，於是甜菜業大事發達。最初的甜菜，糖分頗少，德國在一八三六年頃，製一磅的糖，需十八磅的甜菜，其後經學者的研究

，將品種，栽培法，及製造法改良的結果，所含的糖分漸漸增加，至一八八二年，每取糖一磅，僅需甜菜十磅，一九〇四年僅需七磅，一九二二年僅需五·八磅。自歐洲各國的甜菜糖業成功後，遂漸次蔓延於世界各地，現時已經傳播到亞洲和新大陸。

甜菜的地理環境和分布 甜菜為十字花科，萊菔屬的植物，乃萊菔和蕪菁間的一個變種，由種子蕃殖的一年生草本，原產地似在地中海的東岸。此植物生於較瘠瘦而深細的土壤，雖由熱帶以至於寒溫帶均可生長，但其最適宜的地方，乃在溫帶與寒溫帶，寒帶因太冷，固不能生存，但到亞熱帶和熱帶，因生長太速，糖分缺乏，且因日光過強，氣溫過高，有枯死之虞，故在熱帶亞熱帶，僅秋冬春三季始能栽培。甜菜理想的適宜氣候，為溫暖而雨量中等的氣候。在幼苗時期，需較低溫而繼續降雨，至成熟時則需較強的日晒和溫涼的長期乾燥，不然則成長過速，糖分減少。據在歐洲經驗的結果，在發芽後二個月間，平均氣溫須在攝氏十一度，平均雨量須在一千公釐，至成長旺盛的夏季，則需十八度的平均氣溫和一千四百公釐的平均雨量，到成熟時，氣溫須低，僅十六度即已稱足，雨量亦須減少，不能超過一千公釐。須低溫，蓋以延長其成長時間，須少雨，所以使其水分充分蒸散，糖分集中的緣故。由上所述甜菜生存所需的氣候條件觀之，可知凡春季溫和中雨，夏季高溫多雨，秋冬天氣清朗，氣

候乾涼的地方，都可以產甜菜。全世界能滿足此條件的地方，占極廣大的面積，由回歸線以至極圈間的大陸地方均產之。但因甜菜的栽培歷史尚短，尚未十分普及，所以分布的區域也極有限。現時產甜菜的地方，主在北溫帶，尤以歐洲為最盛，而歐洲又以沿北緯五十度附近的中歐地方，即法比之間，荷蘭，易北河 Elbe 流域與黑海北岸為最盛。北美的中部，即地緯四五十度之間，甜菜的栽培業亦漸發達。亞洲產甜菜的地方極有限，僅日本的北海道，和朝鮮東三省而已。至於南半球則尚未萌芽，但南半球因能產甜菜的溫帶地方甚狹，將來恐亦無大希望。

我國能產甜菜的地區 甜菜既為溫帶產的植物，而我國領土的大部又在溫帶，故我國實為世界的大甜菜產地，滿洲，華北，華中均為其主產地。如前所述，甜菜在一生涯中，需要比較平穩的溫涼中雨氣候，過於冷熱多雨均不適宜，並且在成熟時期，需要長期的溫涼而晴朗的乾燥氣候。我國的國土，能適合此條件的地方很多，唯因國土廣大，所占的緯度極多，各地能合於此條件的氣候所在的季節各不同，故栽培甜菜的季節又各不一致，今依栽培的季節，分為次之數區。

(1) 夏甜菜區 即春季下種，夏季成長，秋冬收穫的地方，滿洲和華北全部都屬此區。此等地方均屬稍帶海洋性的半大陸氣候，因位於蒙古西伯利亞高氣壓區的邊境，夏季溫

暖，秋冬有長期的晴朗涼乾季，雨量適中，且均有極深而細鬆的黃土和黑土，土中鹽類甚多，為適於甜菜栽培的理想地區，但因各地的季候稍有不同，又可分為次之數亞區。

(A) 滿洲熱河亞區 此區為接近寒溫帶的溫帶地方，氣候土質都與中歐產甜菜區相類似，為我國甜菜業最有希望的地方，在清末已經試植，並已有良好的成績。此區春季溫和多雨，夏季氣溫不甚高，秋冬有日光充足的乾涼季，惟春晚冬早，較中歐稍遜耳。但甜菜的栽培，需要多量的勞力，滿洲人工的豐富，此點較中歐為優。至於北滿，即松花江流域，因緯度較高，凍冰時長，且雨量又較少，較之南滿與熱河稍遜。

(B) 華北平原亞區 即山東，河南，河北，和淮河流域的北部屬之。此區位於溫帶的中部，為真正的溫帶氣候，秋冬雖亦有長期的晴朗乾涼季，但春夏二季的氣溫較高，甜菜的成長過速，收穫較滿洲或稍遜。而冬季低溫，結冰時長，又不適於種植。但在接近海岸的方，如山東，河北的東部，因有海洋的調節，夏季比較的低溫，或較距海岸遠的內地稍良亦未可知。

(C) 山陝亞區 即汾河盆地，渭水流域，和漢水上流屬之，因係高地，冬季雖較冷，但夏季比較溫涼，單從氣溫說來，為適於甜菜種植的方，惟因雨量較華北平原尤少，且冬稍早，是其缺點。又此二區的土質鹽類過多，腐植質少，作

甜菜時需要多量的肥料，是又一缺點。

(D) 綏察亞區 即山陝高地北方，蒙古高原南方的高台地屬之。此區在各區中最遜，雖勉強可栽培，但成績恐不良，必經極繁的手續始能達其目的，蓋以氣候既乾冷，土質亦不良（因鹽分過重）故也。

(2) 冬甜菜區 即秋季下種，冬季成長，晚春收穫的地方，北嶺山脈以南，南嶺山脈以北的華中地方屬之。此區因接近亞熱帶，雖隆冬亦僅有輕微的霜雪與凍冰，甜菜在冬季亦能緩慢成長，此點甚感便利，唯春夏氣溫過高，雨量過多，且秋冬的乾季極短，故不宜在熱季種植。若在秋季下種，在溫涼微雨的冬季成長，在其成熟的春季，恰值一年中較乾燥而日晒充足的季候，故亦能得良好的收穫。唯華中地方，因係多雨地，土中鹽類缺乏，需施多量的鹽類肥料方可。此區除少數的高地，和無大山脈以禦北方冷風的地方外，大概都能收相當的成績，而尤以冬季暖和的盆地，丘陵地，如兩湖盆地，江西盆地，江，浙，皖平原，四川盆地，和雲貴廣西丘陵地為最宜。

此等地的甜菜栽培業，或者遜於華北和滿洲亦未可知，但從甜菜與甘蔗共生的一點觀之，糖業地前途，當較華北為有希望。

(3) 華南區 南嶺山脈以南的海岸地方屬之，此區因氣候對於甜菜有過於溫濕之感，雖亦能栽培，但成績恐不見佳



，固不及華北，當尤遜於華中。此區因係亞熱帶季候，春夏秋均高溫多雨，僅由晚秋經冬夏以至早春因吹大陸風的緣故，為溫涼季，但其時間頗短，究竟能收多少的成績，非經實驗不可得而知也。唯就其地理環境推之，因甜菜能生長的時太短，即能收果，恐亦遠不及華北的優良。

以上乃專就推廣栽培製糖原料而言，但是不能謂製糖原料加多，糖的問題即可解決，製糖事業也須加緊的提倡。我國現有的製糖業，僅能製造粗糖，方法極陋，故精糖都是仰給海外。若果製糖業不發達，縱有多量製糖原料的產出，也是無用，農家作出的原料，也不能獲利，結果甘蔗和甜菜的栽培業仍不能發達。故提倡製糖原料的栽培，須與製糖事業的提倡並進。



# 中國北方主要林木耐陰性之研究

賈成章

## 第一章 緒言

林業爲經濟事業之一，務以利用最小之資本，而獲得最大之收益爲目的，是以經營林業之初，對於土地之調查，樹種之選擇，施業之方針，均應審慎周詳，妥爲決定，務求達於最有利益爲歸，然於同一土地同一氣候用同一樹種栽培森林，而其收益有大小之異者何也，蓋經營林業者，對於陽光與林木之認識程度不齊，實利用陽光之量未能盡同，有以致之，不但林業如此，即集約之農業亦莫不如是，蓋因農作物須栽培於平曠之地，務期多受陽光，其自朝至暮享受毫無阻礙之陽光者，則生高大之莖幹豐滿之果實，反是則必株形矮小，產量歉薄，此農作物之所以重視各個株間之配置與距離也，然農業僅爲平面之普遍受光植物也，若林業則因樹形高大，其享受陽光之量，不僅爲平面的，且爲垂直的，雖皆伐跡地之更新林，祇平面一致之光線即足，然一旦成長，高達十公尺至三十餘公尺時，除樹冠上方享受平面之陽光外，其由地面至樹冠垂直空間之光線，尙須利用之，由是觀之，林業利用光線之效能，較集約之農業尤爲進步，經營林業者，對於陽光之利用，如何始達最大效能，收最豐之產量，實爲

深邃之技術，明興法布瑞齊晤斯教授 Proff, Fabricius 曾謂近代之林學家應具有鑑別光線之目力，蓋因林中光線層層互異，在森林上方各個樹冠互相接觸，競求享受直接光線，生長緩慢者較之不堪庇蔭之樹種，生於林冠下方，其享受之光線，生有階級之差，究於何種光線之下施行促進材積增長之伐採，於何種光線之下，栽培適宜生長之下木，對於林木之耐陰性須有深功之認識，庶可因地選樹，處理得宜，對於林中縱橫之光線充分利用，在層層光線下之種種樹木，皆能順應環境，適宜生育，始可達到最高之生產量，由是可知鑑定光線，為撫育森林之技術，而研究林木之耐陰性，尤為造林學上之先決事件也。

我國地處溫帶，林木種類何止千百，因南北氣候之差，各地方均有其鄉土之樹種，設將全國樹種集於一處，研究其耐陰性，不但勢不可能，且因氣候關係，恐亦殊不精確，著者有鑑於此，爰就北方主要樹木，選十餘種，着手實驗以事研究，今將成績表而出之，或於我國造林上不無萬一之裨益焉。

## 第二章 林木耐陰性研究之設置

關於林木耐陰性之研究，著者曾於一九二六年在德國明興大學林業試驗場，就德國主要樹木，為第一次之研究，歸國後因在瀋陽創辦農林專科學校，事務紛忙，未暇顧及，迨

九一八事變後，復來平大農院，於授課之餘，選北方林木十餘種，繼已往之志願，而研究及耐陰性焉，關於光線之測定，乃利用愛德黑希特創製之灰鏢測光器，Eder—Hechtsche Graukeilphotometer 計算光線度數，係依布恩生饒司考之單位法，Bunsen Roscoe Einheiten（此器之構造及裝置詳見於二十二年十一月文化學社出版之林木耐陰性之研究第八十四頁至八十八頁）此種研究，在國內係屬初次，雖北方林木多至數十種，然為審慎研究計，祇選十餘種，將來擬繼續研究，擴大設備，廣採樹種，從事試驗，庶可收益較宏，而於學理與實際上之互證，亦更饒興趣也。

### 第一節 林木之種類

就北方習見之樹木，選擇十四種，而研究其初年間耐陰之程度，其樹類如次，(1) 白皮松 *Pinus bungeana* (2) 檜 *Juniperus chinensis* (3) 側柏 *Thuja orientalis* (4) 馬尾松 *Pinus sinensis* (5) 柾柳 *Pterocarya stenoptera* (6) 胡桃 *Juglans regia* (7) 槭楓 *Acer pictum* (8) 梣葉楓 *Acer negundo* (9) 榆 *Ulmus pumila* (10) 梓 *Catalpa ovata* (11) 刺槐 *Robinia Pseudacacia* (12) 槐 *Sophora japonica* (13) 皂莢 *Gleditsia sinensis* (14) 欒 *Koelreuteria paniculata*

### 第二節 實驗之地方

實驗地方於北平大學農學院林木標本園前左方之曠地，

東面開闢，陽光之射來也毫無阻礙，南面距垣牆兩丈對陽光之射來也亦無防礙，西面雖有樹木相距達五丈遠，祇於下午五時半以後，被樹影遮斷直接之陽光，幸此時直接射來之陽光對於地面已成銳角，光勢甚弱，散射光線已充滿宇內，故此時稍有阻礙，並無妨害也。

### 第三節 光線及土壤之配置

此試驗係將第一節所述樹種栽於一尺徑口之盆內，將地面掘深三寸許，置盆其內，俾得接受地中濕氣，至於光線之配置，則分爲三級，其第一級（I）乃毫無遮覆而直接接受全光線者，第二級（II）則利用木框張覆紗網，以減却光線之強度，實測其光強爲全光線  $\frac{1}{8.1}$ ，第三級亦如第二級之設置，張覆更厚之紗網，其光線減爲全光線  $\frac{1}{67}$ ，每級分爲二列，其第一列爲園土，（其土壤爲取自苗圃內者）第二列爲砂土，（乃取自河灘之淨砂）兩列並排，俾便於比較，又爲謀試驗安全計，定每三級爲一組，共備甲乙兩組，以資參証，而免遺誤焉。

各級光線之測定，乃利用灰鑿測光器，於六月十五日正午十二時，實測光線之強度，在裸地測得感光痕跡爲一百三十度，依愛德恒數表，檢得其數字爲四四四〇以十分鐘時間除之得商爲七·四，（布恩生饒司考單位）於第二級測得之度數，爲一百度，檢表得數字五五三·四，以時間除之，得

○·九二，其第三級光度爲七十度，依表檢得數字爲六七·四六，以時間除之，得○·一一，以第一級與第二級比較，設第一級爲一，則第二級爲  $\frac{1}{8.1}$ ，第一級與第三級比較，則第一級爲一，第三級爲  $\frac{1}{67}$ 。

上述光線之度數，因張覆紗網後，利用灰鏢測光器測得如上之結果，於是此三級度數，即依 1 與  $\frac{1}{8.1}$  與  $\frac{1}{67}$  相互爲比例，試觀危思諾氏所訂松之享光最小限爲  $\frac{1}{9}$  至  $\frac{1}{11}$ ，今吾人所訂之第二級光度  $\frac{1}{8.1}$  仍在最小限以內，藉此可察出各種樹木對於此種光線影響下生長之情形，至於第三級光度  $\frac{1}{67}$ ，參酌危氏所測耐陰較強之樹種，如掬與針樅，其需光最小限皆在  $\frac{1}{60}$  至  $\frac{1}{85}$ ，與  $\frac{1}{60}$  至  $\frac{1}{90}$  之間，今本試驗第三級因張覆紗網之結果，減弱其光度，達全光線  $\frac{1}{67}$ ，緣就此光度，以瞻各樹種，對此弱光下生長之情形，而確定何種爲最能耐陰者。

#### 第四節 播種及結算

本試驗之種子，皆取自農院林場者，栽植方法，除檜皂莢白皮松爲移植苗，其餘皆爲點播，播種期普通爲二十一年五月十七日，祇白皮松及檜之種子爲例外，因其發芽遲緩，非至蒞年不能發芽，故選上年播種今歲發芽之幼苗，以充試驗，皂莢則因種子不足，故取用本年五月二日在苗圃發芽之幼苗，移來試驗者，結束期有十月十五日將全體幼苗掘出，分別鑑定。

學名	播種日期	發芽日期	全光線	全光線之		備考
				$\frac{1}{8.1}$	$\frac{1}{6.7}$	
白皮松 <i>Pinus bungeana</i>	12 V 1920	30 V 1921	粒數	H S	H S	H S
檜 <i>Juniperus chinensis</i>	30 VI 1920	4 V .. ..	10	10	10	10
側柏 <i>Thuja orientalis</i>	17 V 1921	30 V .. ..	.....	.....	.....	.....
馬尾松 <i>Pinus sinensis</i>	.. .. .	1 VI .. ..	.....	.....	.....	.....
柾柳 <i>Pterocarya stenoptera</i>	.. .. .	6 VI .. ..	.....	.....	.....	.....
胡桃 <i>Junlans regia</i>	.. .. .	7 VI .. ..	.....	.....	.....	.....
楓 <i>Acer pictum</i>	.. .. .	27 V .. ..	.....	.....	.....	.....
膠葉楓 <i>Acer negundo</i>	.. .. .	28 V .. ..	.....	.....	.....	.....
榆 <i>Ulmus pumila</i>	.. .. .	24 V .. ..	.....	.....	.....	.....
梓 <i>Cotalpa ovata</i>	.. .. .	31 V .. ..	.....	.....	.....	.....
洋槐 <i>Robinia pseudacacia</i>	.. .. .	24 V .. ..	.....	.....	.....	.....
槐 <i>Sophora japonica</i>	.. .. .	26 V .. ..	.....	.....	.....	.....
皂莢 <i>Gleditsia sinensis</i>	2 V 1921	16 V .. ..	.....	.....	.....	.....

### 第五節 鑑定方法

各種試驗苗木，移入檢定室，分別掘出，按五種手續施



行鑑定，(一)爲測量總長，用公尺測量由苗冠至根尖之長度，作每株之檢定而詳記之，(二)爲測量莖長，乃測量苗冠主軸至沒土處之長度，(三)爲根長之測定，乃測量由苗木沒土處至根尖之長度，(四)爲重量之秤測，每株分秤以公分計算，(五)爲綠葉顏色之鑑定，因缺乏精細之顏色，鑑定表，故就肉眼能識別者，分葉綠之深淺度爲四級，第一級爲淺綠色，(或紅綠色)第二級爲適中之綠色，第三級爲深綠色，第四級爲淡綠色，即因光線減弱而綠色淡薄，與第一級之淺綠色稍有區別也，每株苗木，經以上諸種鑑定後，將同光度同土壤生者，就其相加總數，而求其平均值焉。

### 第三章 實驗之結果

試驗苗木經分別鑑定，求得其平均結果數，復將甲乙兩組，互相比較，而確證其平均值之準確無訛，茲將試驗之結果數，列表以明之如次，以 H 示園土，以 S 示砂土，以 I 示全光線爲第一級，以 H 示全光線之  $\frac{1}{8.1}$  爲第二級，以 III 示全光線之  $\frac{1}{67}$  爲第三級。

樹 種	受光量	土 壤	植物之 總長 cm.	植物之 莖長 cm.	植物之 根長 cm.	重 量 gr.
白皮松	I	S	23.7	3.0	20.7	0.61
		H	24.6	4.0	20.6	0.70
	II	S	5.7	3.4	2.3	0.58
		H	13.2	3.6	9.7	0.60
	III	S	12.3	2.7	9.6	0.45
		H	13.2	3.1	10.1	0.45
馬尾松	I	S	43.8	4.8	39.4	0.62
		H	30.0	4.5	25.5	0.66
	II	S	44.5	4.9	39.6	0.63
		H	38.9	5.3	33.6	0.64
	III	S	24.2	3.2	21.0	0.40
		H	19.5	3.8	15.7	0.42
檜	I	S	30.2	9.5	20.7	0.85
		H	29.9	10.3	19.6	1.60
	II	S	26.2	7.7	18.5	0.65
		H	26.6	10.1	10.5	0.66
	III	S	17.0	6.9	10.1	0.31
		H	16.1	5.8	10.3	0.32
刺 槐	I	S	59.8	10.8	49.0	5.0
		H	54.8	18.5	36.3	8.2
	II	S	49.7	12.2	37.5	3.3
		H	48.1	16.8	31.3	5.1
	III	S	38.8	12.3	26.5	2.0
		H	39.2	15.5		2.5
梓	I	S	39.0	8.3	30.7	4.1
		H	51.0	16.0	35.0	11.0
	II	S	35.6	9.7	25.9	4.0
		H	46.8	19.3	27.5	6.2
	III	S	29.9	12.5	17.4	1.3
		H	20.4	7.2	13.2	1.5
楓	I	S	58.0	6.8	51.2	2.8
		H	60.0	18.4	41.6	7.0
	II	S	60.0	11.2	49.2	2.5
		H	57.2	15.3	41.9	4.5
	III	S	33.5	9.5	24.0	1.1
		H	23.4	11.7	11.7	3.0
榆	I	S	67.2	15.6	51.6	3.4
		H	54.4	11.2	43.2	5.8
	II	S	64.3	20.1	34.2	2.7
		H	56.5	13.0	43.5	5.0
	III	S	50.5	24.7	25.8	0.9
		H	49.9	26.1	23.8	1.0

樹種	受光量	土壤	植物之總長	植物之莖長	植物之根長	重量
胡桃	I	S	57.9	16.3	41.6	24.6
		H	72.5	18.5	54.0	42.0
	II	S	64.2	17.0	47.2	20.0
		H	66.5	26.5	40.0	23.0
	III	S	57.7	23.7	34.0	15.0
		H	76.4	31.2	36.2	24.0
皂莢	I	S	47.8	11.2	36.6	6.0
		H	14.3	5.1	9.2	7.7
	II	S	37.2	13.8	23.4	4.0
		H	15.3	5.9	8.8	5.4
	III	S	28.4	12.2	16.2	2.1
		H	14.3	7.0	7.3	3.6
柞柳	I	S	45.7	9.3	36.4	4.8
		H	57.2	13.3	43.9	6.4
	II	S	48.1	10.1	38.0	3.7
		H	56.4	25.2	31.2	8.9
	III	S	39.5	15.5	24.0	2.5
		H	45.6	17.0	28.6	2.6
椴葉楓	I	S	55.5	19.6	35.6	5.8
		H	56.8	24.7	32.1	7.4
	II	S	51.1	23.9	27.2	3.5
		H	59.3	31.4	27.9	8.2
	III	S	50.4	18.8	21.6	2.8
		H	27.0	16.0	11.0	2.9
槐	I	S	37.7	7.5	30.2	8.0
		H	82.2	24.0	58.8	13.0
	II	S	42.5	13.4	29.1	7.0
		H	75.9	31.7	44.2	14.5
	III	S	38.6	16.3	22.3	3.0
		H	31.5	11.5	20.0	4.0
側柏	I	S	32.3	7.0	25.0	0.65
		H	30.8	10.0	20.8	0.75
	II	S	36.6	6.6	30.0	0.70
		H	27.6	8.7	18.9	0.65
	III	S	33.9	5.7	18.2	0.41
		H	22.3	10.0	12.3	0.60

關於試驗之結果，依數字詳記生長之情形，如上表，今將所記重量總長莖長根長葉綠等數量之結果，分別比較而討論之。

### 第一節 重量

觀察各樹種在重量方面之比較，其重量生長之最大者，率為全光線下生活者，祇槐、椴、葉楓、柾柳及側柏之園土第一級生長者，較第二級生長者略少，為例外耳，唯各樹種第三級生者，其重量比較一二兩級生者為最少。

各樹種於各級光度下，其砂土生者，因光線之遞減而減少其重量，（祇側柏之第 II 級生者較第 I 級生者重量稍大為例外）各級光度下之園土生者，亦因光度遞減，而減少其重量，祇椴、葉楓及柾柳二種之第二級生者，較第一級生者重量稍大為特異耳，園土生者，於第一級及第二級間，其重量率較砂土生者為大，但於第三級，則園土生者，與砂土生者，其重量或稍大，或相等，無大差異，甚至砂土生者之重量，更大於園土生者，如槐及椴、葉楓之第三級生者是也。

針葉樹在最初一二年生時，常祇生子葉或叢針，生長極為緩慢，其重量恒少，闊葉樹則葉片廣大，常有二度至三度分生之葉，故其體質重量較大，而各級之差數，亦自較針葉樹類為顯明，今為便於比較計，以各種針葉樹種，列為一比較級，另將闊葉樹為一比較級。

針葉類，各級重量差數最大者爲檜樹，觀其園土生者，第一級約二倍半多於第二級，而五倍多於第三級，即其砂土第三級生者，亦較彼第一級生者約少三倍，（土質瘠薄差數亦減少）其次爲白皮松及馬尾松，無論園土生及砂土生者，皆因光之次第減弱，而其重量亦爲之遞減，馬尾松之第二級砂土生者，較第一級生者重量稍多，而園土第二級生者，較第一級生者減少之量亦甚微，以馬尾松與白皮松之各級重量比較觀之，則馬尾松耐陰之情形，似稍深於白皮松，故就重量言之，白皮松之位置，在馬尾松前也，再其次則爲側柏，觀側柏各級間重量之差甚微，其園土生者，第二級較第一級之差不及五分之一，即第三級與第一級之比較，其差亦不過四分之一而已，祇其砂土生者，各級間稍有差異，蓋側柏對於土壤肥沃性要求甚大，若於優良土壤，雖光線減弱，猶能得相當生長，但於不良土壤，則對於光線之需要量較大，觀此砂土生者之實例，更証上說之不虛矣。

闊葉樹中，就各級光度下重量之差數觀之，其相差最大者爲梓樹，彼梓樹之第一級園土生者，較第三級園土生者約大七倍之多，即第二級園土生者亦較第一級園土生者少三分之二，又砂土生之第一級，較第三級亦多三倍，故於各樹種比較重量之結果言之，以梓樹之耐陰性爲最少，選居第一位焉，闊葉樹中，次於梓者，則爲榆樹，榆之園土生者，第一級約五·八倍大於第三級，即砂土生者，其第一級亦四倍大

於第三級，然其第二級生者，無論園土砂土較第一級不過少三分之一而已，故就重量比較關係，列於梓樹之後，第三級為刺槐，刺槐之園土生者，第一級約三倍大於第三級，而三分之一，多於第二級，即砂土生者，第一級約二倍半大於第三級，而三分之二多於第二級，故以重量比較言之，位於榆樹之後也，第四為槐樹，槐樹之園土生者，與砂土生者，其一級與三級之比，恰與刺槐相同，祇園土生之第二級，較第一級重量為多，即砂土生者，一級與二級亦無大差異，故比較槐能較前種樹苗，稍多耐陰也，第五為楓樹，楓之園土生者，第一級約二·三倍大於第三級，而三分之一大於第二級，其砂土生者，第一級亦二·八倍大於第三級也，第六為皂莢，皂莢園土生者第一級約二倍餘大於第三級，而三分之一多於第二級，其砂土生者，則第一級約三倍大於第三級，而三分之一多於第二級也，第七為栲葉楓，此樹園土生者，第一級約三倍餘大於第三級，砂土生者則二·五倍大於第三級，至於園土生之第二級重量，較多於第一級生者，是栲葉楓於第二級之減弱光線，不但無妨其生長，而正為其適宜發育之光線也，第八為柎柳，此種苗木，無論園土生者，與砂土生者，第一級較第三級約多二倍餘，而園土生之第二級生者，較第一級生者約多出三分之一，由此可見柎柳，雖於第三級重量稍為減少，而其第二級，確為有利之光度也，第九為胡桃，此種無論園土生者，與砂土生者，均無大差異，其第

一級生者，較第三級生者，重量之差，僅多三分之二，而園土生之第二級生者，尚較第三級生者為少，可見胡桃雖然於全光線下生長良好，但於光線減弱至六十七分之一，仍得良好生長，雖第三級兩種土質生者，均較第一級少達三分之二，亦為減弱光線後，重量當然減少之結果，故由重量一方面觀之，除針葉樹之側柏外，當以胡桃較苗較能耐陰也。

## 第二節 總長

各種苗木之總長，大約於直接光線下者為最大，但松槐側柏楓榆及栲葉楓之第二級生者，稍大於第一級生者，蓋因第二級之光線，僅八分之一少於全光線，或此種散射光線，對於此種樹苗，尚呈有利之效用歟。

總長為莖長及根長之總合，可比較各光級量而參證之，針葉樹中馬尾松，園土生之第三級，雖較第一級約少二倍，而其第二級生者，無論園土生，與夫砂土生者，均較長大，按危思諾之試驗，松之需光最小限，為九分之一至十一分之一，蓋此八分之一光線，尚為適度享受之光度，至於第三級，則已嫌其光線之微弱，檜及馬尾松均依因光度之減去而遞減，側柏遞減之數，園土生者甚微，砂土生者二級及三級均較第一級之總長為大，由此可見其較以前諸種，更能多耐微弱之光線，闊葉樹中，各級差數較大者如梓楓槐栲葉楓等，其次則為刺槐及榆，其差數最少者為柆柳胡桃及皂莢三種而

已。

### 第三節 根長

根長與總長有關係，精密測量由沒土痕處，至根之尖端之長度，許多樹種，在砂土中生有較長之細根，蓋因砂土磯薄，根之組織特別延長，以爲搜求養料計也，今就各根長比較觀之，多數樹種，因光線之減弱，而根長亦次第減少，祇側柏楓柵柳胡桃馬尾松爲例外，側柏第二級之砂土生者，較第一級生者，有較長之根，楓之二級園土生之根，較一級園土者略長，柵柳第二級砂土生者，較第一級砂土生者略長，胡桃砂土第二級生者，較第一級生者較長，馬尾松園土第二級生者，較第一級生者稍長，又砂土生者，與園土生者相比較，大致砂土生者，根略長，祇槐梓柵柳胡桃稍爲例外，各樹種中，因光線減弱，而根長之差最大者爲白皮松檜楓柵葉楓及榆，其次無論在園土生與砂土生者，第一級與第三級約差二倍之數，其次則爲馬尾松刺槐及梓，無論砂土生與園生者，其第一級與第三級之差皆近二倍，故就根長數之大小，而評樹木之耐陰性，則側柏柵柳及槐之差數最小，而皂莢砂土生者，三級中之差數雖較多，而園土生者，三級則無甚差異，故以根長差數論，皂莢亦可列於陰性之列也。

### 第四節 莖長

各種樹木之莖長，亦因光級之不同，而有顯然之差數，



多數樹類於全光線下，有高大之生長，唯白皮松馬尾松槐榆梓皂莢柳相等，其第一級生者，較第二級或第三級生者為少，許多植物固喜多受陽光，然若在良好環境，而所受光線又在其最小限界以內，則雖在被減光線之下，亦有良好生長，觀白皮松及馬尾松雖同為陽性樹類，因第二級之光度，尚在其適宜生活限度以內，故白皮松之砂土生第二級，較第一級為高，即園土生者，一二級相差亦甚微，第一級與第三級，已有五分之一至十分之一之差數，馬尾松無論砂土生者，與園土生者，其第二級均較第一級為多，第三級則比較突減，檜樹各級雖因光線遞減，而減少高之生長，但第一級與第二級相差不大，而第三級與前二級相比較，約減少三分之一，至三分之二之高度，側柏於砂土生者，雖為遞減之象，而其差數甚微，至於園土生者，第二級生者，雖較第一級生者稍減，但第三級生者，與第一級生者有相同之高度，以上四種相較，就高差而言耐陰性，則檜居第一，白皮松居次，馬尾松再次，而以側柏為最能耐陰，但側柏在三級中，於砂土為遞減，于園土為相等，可知側柏於不良土壤，復減少其光線時，高之生長為遞減，若土質良好，則雖減弱光線，亦有與全光線同樣之生長量，是側柏在良好土壤，能更有較大之耐陰也，闊葉樹中之梓苗，於園土生者，雖第二級較第一級為多，然第三級則較第一級少二倍，而較第二級少二倍半，至其砂土生者，雖一二三級成遞增之現象，蓋為綠苔及濕潤氣

候增加綠肥之故耳，類似於梓者，則爲槐，槐之園土生者，第二級較一級爲高，而第三級則較一二級減少二倍至三倍矣，至於砂土生之各級，又稍呈遞增之現象。

刺槐園土生者，於三級光度下，成遞減之勢，至砂土生者，第二級較第一級稍高，第三級又與第二級相似，觀此可見刺槐之能耐瘠地也，楓樹於園土生三級光度成遞減之勢，其第三級生者，較第一級生者少三分之一，砂土生者，皆於遞減光線下，而葉莖稍高，桤葉楓砂土生者，與楓同，土園生第二級，較第一級爲大，而第三級之莖長，則較第一級少三分之一，榆皂莢柾柳胡桃四種，無論園土生砂土生，皆於遞減光度中，有增高之生長，就此點論之，此等樹種，幼時雖光線減至六十七分之一，猶能充分生長，可見其能耐庇蔭之度矣。

### 第五節 葉綠

各樹種直接曝於陽光下之第一級生者，較其次級被覆而生者。率爲較淺之綠色，其理由乃爲直接照射之強光，具有破壞葉綠之威力，故當陽之葉，嘗呈淺綠色，或微帶紅色，至於第三級之植物，因光線之大減，而葉片薄，綠色減弱者居多數，但亦有數種樹苗，雖光線減至第三級，而仍擁有深綠者，如針葉樹之側柏，闊葉樹中之胡桃皂莢柾柳等，雖第一級爲淺綠，而側柏與柾柳無論砂土生與園土生，自第二級

至第三級皆屬深綠色，皂莢及胡桃在第二級為適綠，在第三級為深綠，可見以上四種，比較其他種類，實堪多受庇蔭也，楓榆及栲葉楓等兩種土質中，二三級生者，均為適度之綠色，並不因光線減弱而退色，然詳細檢查，以上六種在第三級生者，雖為深綠或適綠，其葉片之厚度，較諸第二級生者，已顯然減薄，蓋光線減弱，柵狀組織縮短也，又楓及榆之第一級砂土生者，呈紅綠色，其原因蓋於缺乏養料之砂土葉綠，本已稀薄，豈能再受強光之破壞，故生出紅色，以防禦之，園土生者，楓呈適綠，榆呈淺綠，此亦樹種，對土壤要求相異之點也。

槐於第二級之砂土生者為適綠，園土生者則為深綠，至於刺槐於第二級無論砂土生與園土生者，皆為適綠，而槐及刺槐兩者中之第三級生者，於砂土為淡綠，於園土為適綠，與此等相似者為梓樹，其第二級之砂土生者為適綠，而園土生者為深綠，至第三級則砂土生者，與園土生者，皆能呈淡綠色，此足顯示槐梓對於土壤之要求度量，若土質不良，則耐陰性亦減少，土質良好則耐陰性亦自增高矣，白皮松馬尾松檜諸種幼樹，無論砂土生者，園土生者，於第一級為淺綠，第二級為適綠，第三級則為淡綠，足以表示其對於第三級之光線，有不足之感矣。

### 第六節 結果之總評

以前五節對於各種結果之鑑定已詳加比較，各就其光線

遞減後，所生成之重量形長及綠色等而討論之，茲將各種情形下研究之結果，互相比較，就其耐陰度，列為順序，以為總評之結論。

1. 幼苗耐陰性研究之結果，於總比較之下觀之，其耐陰性最大者，當推側柏，因其耐陰性較其他所有種類為強也，觀側柏於各級中，無論重量全長莖高根長上，其相差皆甚微，可見其雖於六十七分之一微光下，仍有良好之生長，即葉綠之色，仍為深綠，可知其耐陰性之強矣。
2. 次於側柏者，比較耐陰性，當以胡桃為較強，蓋胡桃在重要之結果上，雖第三級無論園土生者與砂土生者較第一級生者僅少三分之二而已，但於總長，則無甚差異，於莖長尚有較大之生長，而根長於三級中相差甚微，就葉綠言，則其減弱光線，至第三級尚有深綠之色，由上種種証諸各樹種中，除側柏外無出其右者。
3. 三為柺柳，此種幼苗於重量間，一與三級之差，雖達二倍餘，而於全長及根長則無大差異，於莖長方面，尚有比較微大之生長，於葉綠色無論園土生者及砂土生者，皆有深綠之顏色，可知柺柳於幼苗時代，尚耐六十七分之一微弱光線，而得相當之生長也。
4. 次於柺柳者為皂莢，此種在重量結果，雖於遞減之光線而重量亦隨之漸減，但於總長及根長則無甚差異，在莖長生長上，於減弱光線，有較高之生長，並於葉綠色上

- ，雖於第三級弱光線下，尙有深綠之色，故知皂莢於幼時頗能耐陰。
5. 及 6. 爲栲葉楓及楓，此兩種在重量之結果數上相較，其第一級生者，均較第三級生者大兩倍餘，於總長亦甚相似，砂土生者三級相差甚微，而園土生者第一級約較第二級多兩倍餘，其根長兩種極相近，似無大區別，而葉綠之情形亦相同，祇此兩種之稍異者爲莖長生長，在栲葉楓莖長各級於砂土生者幾相等，其園土生者在第二級較第一級增高三分之一，即一級與三級相較亦祇多三分之一而已，至於砂土生者，各級中雖無大差異，而園土生者則各級中成遞減之數，故列栲葉楓於五，而列楓於六也。
  7. 其次爲榆，此種幼苗之總長及根長雖於各級減弱光線之下，遞減甚微，並於莖高生長，在二級與三級有較大之生長，但於重量之結果數上，園土生者，第一級較第三級大五倍餘，而砂土生者，第一級亦較第三級大四倍，祇於葉綠色之區別上，雖第一級爲淺綠，而第二普及第三級皆爲適度之綠色，似能較堪庇蔭也。
  8. 次於榆者則爲槐，此種在重量之差異，無論園土生者，與砂土者，第一級較第三級約多三倍，其總長雖於砂土生者有遞增之象，但於園土生者，則一級較三級多二倍餘，至莖長亦如是，根長則爲遞減之象，其葉綠在第二

級之砂土生者爲適綠，而園土生者爲深綠，又第三級之砂土生者爲淡綠，而園土生者爲適綠，此與以前相異之點也。

9. 次於槐者爲刺槐，此種之重量，在一級生者較第三級生者大近三倍，總長及根長各級成遞減之勢，祇莖長三級中，於園土相差甚微，於砂土比較的增高其葉綠，第一級爲淺綠，第二級爲適綠，第三級在砂土爲淡綠，在園土爲適綠，蓋槐及刺槐於優良土壤能增加其耐陰性也。
10. 及 11. 爲馬尾松及白皮松兩種幼苗，在重量方面，皆因光線之漸弱而遞減其重量，在總長及根長方面，白皮松於全光線生長量最大，莖長在砂土生者，第二級稍增，而第三級又較第一級爲少也，園土生者各級遞減，馬尾松則於總長莖長及根長，無論砂土生者與園土生者，均於第二級有較大之生長，至於葉綠，則兩種均於第二級爲適綠，第三級爲淡綠，故置馬尾松於十，而置白皮松於十一也。
12. 其次爲梓，梓苗雖於重量之結果，土園第一級生者大於第三級生者幾八倍，砂土生者第一級亦大於第三級者約三倍，在總長及根長之數目相較，皆成遞減之象，祇於莖長在砂土三級中，成遞升之象，即園土生者，亦於二級有較多之生長，三級則較一級減少二倍，其葉綠在第二級之砂土生者爲適綠，而在園土生者爲深綠，至第三

級則皆爲淡綠色矣。

13. 次於梓者爲檜，檜之重量各級之差較大，其園土生者第一級約五倍大於第三級，砂土生者第一級亦三倍大於第三級，至總長莖長及根長皆因光線之漸少，而依次遞減其葉綠之色，於一級爲淺綠，二級爲適綠，三級爲淡綠，故就各種比較觀之，在此十三種中，以檜樹之耐陰性爲較少也。

依據研究之結果，將上述諸樹種幼時耐陰之程度由淺及深列爲順序如次。

1. 側 柏 *Thuja orientalis*
2. 胡 桃 *Juglans regia*
3. 栌 柳 *Pterocarya stenoptera*
4. 皂 莢 *Gleditsia sinensis*
5. 梣 葉 楓 *Acer negundo*
6. 楓 *Acer pictum*
7. 榆 *Ulmus pumila*
8. 槐 *Sophora japonica*
9. 刺 槐 *Robinia pseudacacia*
10. 馬 尾 松 *Pinus siensis*
11. 白 皮 松 *Pinus bungeana*
12. 梓 *Catalpa ovata*
13. 檜 *Juniperus chinensis*

---

歷來學者，對於樹木與光線之關係，或依陰陽而分類，（一八四九年翟登斯提克氏 Seidensticker 之分類法）或依樹木之耐陰性而作級數之序分，（一八五二年古斯搭夫亥義耳氏 Gustav Heyer 之序分法）後法爲法布瑞齊晤斯教授 Fabricius 所稱許，因其比較精密，對於森林之天然更新上有極大之補助，是以本試驗亦依後法分爲順序如前表。



# 讀美人潘德頓氏綏遠薩拉齊區土壤

## 報告後之我見

王 正

綏遠薩拉齊區者，即中外俱聞之民生渠所在地也。是渠于民國二十年六月完成，且行放水禮，潘氏受實業部地質調查所之命，亦于是時調查該區之土壤，以作本區內農業發展方法之指導。其報告書已載在實業部地質調查所土壤專報第四號，于去年五月公佈。關於該區土壤之種類及土層之狀況等，自予吾人不少之貢獻，特其于農業之建議方面及學理方面，有為吾人所不敢苟同者數端，今逐一述之于後，以供商榷。

綏遠地非磽角，乃農事不甚發達，收穫不甚豐裕者，端在雨量之缺乏。據韓憲章先生之報告云。自民國四年至十八年之全年平均雨量為三八八公厘。（見綏遠的農業，二十年七月一五，二三日天津大公報）其亢旱可知。在此乾燥而不適于農業之區域內，有黃河通過之。自宜開渠引水而行灌溉，以補天然雨量之不足。其裨益于農業者盡人皆知。而潘氏一則曰『向以土壤中積聚之全年水量極少，因之被水帶至土壤表面之可溶鹽類，亦不甚多。但今以大規模灌溉系統之建

設，使全年無冰期中，增加極豐富之水量，則由此引起之危險，恐必甚為重大。』

二則曰『民生渠告成之後，豐富之水量必將溶解土中全部鹽類，此自幹渠及支渠滲出之水，經過疏鬆之土壤，必將使全區潛水面上升至于約同渠中水面之高，于是水分在土壤表面上，繼續不斷，蒸發，在土壤表面之塊類，遂有繼續不斷之增加，現存于地面下若干公尺處土壤所含之鹽類雖僅萬分之幾或千分之幾，終將上升聚集于土壤之表面，其結果將無適宜作物能生長之土壤，因此豐富之灌溉水量，其結果之危害，殆將過于此所預期之利益。』此吾人不得不據理辨論，以正國人之觀聽者也。

據潘氏第一見解，伊以為土壤中之水量少，則土壤中之水溶鹽類達于地表者亦少，土壤中之水分富足則土壤中之水溶鹽達于地表者亦多。其實則正與學理及事實相反。在濕潤氣候下之土壤，(Humide Klimate)，當然其中之水分充足，但無論何種土壤，其上層之易溶鹽類咸被滲透水沖洗而達于深處。(見 Ramann, Bodenkunde, 3 aufl. 1920 S. 19 及 84)因土壤水滲透之力大于毛細管上升之力，其上層之水分多則須向下滲透故也。在乾燥氣候下之土壤(Aride-Klimate)，則其中之水分少，故其下層之易溶鹽類得藉毛細管引力而于其可能範圍內，達于地表，(見 Ramann, Bodenkunde, 3 aufl. 1920, S. 88及535.)。固土壤上層之水分少，其滲透作用停止而毛細管

之引力，得以暢行無阻也。故常年含有充足水分之土壤其水溶鹽類自地表上向下而輸送。常年水分缺乏之土壤，則水溶鹽類多集于表層（見 Ramann, Bodenkunde, 3 aufl. 1920, S. 535.）。

。綏遠農業莫大之危險，係天氣乾燥雨量太少，其土壤中所含之水分，不足供農作物生長之需求，而非土壤中所含鹽類之過多。即使該處農業之不振，係因土壤所含水溶鹽類過濃之所致。則吾以為用大規模之灌溉，正可使土壤中之過量易溶鹽類，由表層得以隨滲透水而入于地中，以減地表之有害作用，而得冀適合于作物之生長。例如土壤所含之水分為10%而此水分中含水溶鹽類為2%，則對於一切之作物皆可致之于死地。今將此土壤，灌溉以水，而使其中之水分增至20%或20%以上，則其水溶鹽類之濃度必減至1%或1%以下，況此稀薄之溶液又得被滲透水携入于較深層乎。平津附近低下之處在春冬兩季，地表之常有白色結皮而夏秋兩季則反缺如。非以春冬旱乾，土壤水分少下層之易溶鹽類向上行，夏秋雨水足，土壤水分多而表土之可溶鹽類向下行之明証乎（由本人之試驗，同處同樣之表層土壤，所含水溶鹽類，在秋季與春季所採者，其含量常有至一與十之比者）。乃潘氏竟謂水量充足將惹起極大之危害，似不無疑問。潘氏報告書中曾言『粘質壤土上作物較粉砂壤土者為佳，此或以水量較多也』（見土壤專報第四號第九頁）又云『緊接表土之下，有時有石礫之斷續層，于植物根部之水分減少殊甚，如非加以灌溉

，則可引起植物之凋零旱死』(專報第一十二頁)又云『農作物有高梁罌粟……據云如施以灌溉，則每畝可出小麥一石，地價在不灌溉之地每畝約自七至十六元，在可以灌溉之地，則爲二十元至四十元』(專報 $\frac{13}{14}$ 頁)。又云『本區農業發展極壞，蓋原于雨量之不充足……在薩拉齊北灌溉優良之果樹區域，其農業較爲進步……屬于天主教堂之村莊，其繁茂亦未如預期，則殆純由雨量不足之故』(見土壤專報四號第一六頁)。按以上所述則灌溉之益多弊少潘氏已屢言之，今吾人將其灌溉區域擴充，灌溉工程擴大(民生渠)。乃潘氏則云將引起絕大之危險。豈用小規模之灌溉則有益于農作，用大規模之灌溉則爲有害也歟。或者潘氏以爲從前之灌溉多用井水或泉水，此等水不含可溶性鹽(見專報第十七頁)，用以灌溉，不能使土壤易溶鹽類加增，故無損也。殊不知地球上，除蒸溜水外，未有不含多少之溶鹽者(Ramann, Bodenkunde, 3. aufl. 1920, S. 18) 卽雨水爲蒸溜水之一，尙含有多少之易溶鹽類(見 Ramann, Bodenkunde, 3 aufl. S. 306)。況井水或泉水乎。總之綏遠農民之用井水或泉水以行灌溉爲淡水而非爲不含鹽類者可斷言。黃河之水亦爲淡水而非爲鹹水用以灌溉，除其所含之泥沙有問題外，其他似無損于作物。若潘氏指此而云有害，則用黃河水以行灌溉者非只民生渠，何以至今未聞因灌溉而形成爲不毛之田者哉。

據潘氏第二見解伊以爲『民生渠告成之後，因土壤中水

分豐富之故，必將溶解土壤中全部鹽類。此鹽類之水由幹渠及支渠滲出，經過疏鬆之土壤，必使全區潛水層上昇而至渠中水面之高。于是土壤表面蒸發不斷遂致地下層若干公尺處之鹽類上昇聚集于土壤之表面，其結果將無適于作物能生長之土壤。』此尤予吾人以極大之異議。無論何種岩石，總無有不多少溶解于水者（見 Ramann, Bodenkunde, 3. Aufl. 1920, S. 18）。但以十四道（民生渠南北共開十四條水渠）水渠而能將南北長約四十公里東西寬約八十公里土壤之鹽類盡行溶解有是理乎。非特此三百二十餘平方公里土壤內之難溶鹽類不能盡溶，即其所含易溶于水之鹽類亦不能悉行溶解。至其所謂由幹渠及支渠滲出之水必使全區潛水層上升至渠中水面之高。亦似勢有所不能，理有所不許者在。蓋水渠之水能使全區之潛水層上昇者，必具有兩種力量。（一）由水渠之水，按橫的方向向四周傳送使其隣近及全區之土壤水分超過該土壤含水量之飽和點後，再向下滲透而達于潛水層，使其水面上升。（二）渠中之水，按縱的方向滲入地中而達于潛水層，藉潛水層流動之力，而使全區內之潛水層上昇。

由第一種力量說來，則藉十四條水渠之水，使其自身之旁壓力而傳達于三百二十餘平方公里大面積之土壤，使其含水量過于飽和點而得向下滲透已屬難能，何況再滲至于潛水層而使其上昇乎。10.99 平方公里大之湖，于離湖濱 500 米處掘井，下至湖內水平面十二米後，尤未得潛水層（見 Ra-

mann, Bodenkunde, 3. Aufl. 1920, S. 371)。非其明証歟。綏遠薩拉齊區之土壤，大概均爲砂質壤土或粘質壤土（見土壤專報第四號第二七頁）使其由渠水而傳達水分于隣近處，則理有所不能。（見 Ramann, Bodenkunde, 3. Aufl. 1920, S.371）黃河之水面最低處，高出于地面者九尺餘，（見大公報開封通訊民國二十二年三月十二日）其兩岸之堤，厚不過兩丈，且以高屋建瓴之勢，何以不能將其堤外附近之土壤的潛水層，突出地面而與河中之水面平乎。以高臨下尙不能如潘氏所言，何況以微高之渠水，而使其擠入附近之土中，以昇高其廣大區域內之潛水層，不待智者而知其勢有所不能矣。

由第二種力量說來。若潛水層距表土之面較近，或可由渠內之水滲入土中而達潛水層，否則難以奏效。因水向下滲入甚緩故也。考拍司旗 (Kopecky) 氏云十生的米厚之土壤，須歷一日方可滲透。（見 Phys. Eig. der Boden, S. 46）若土壤之層積緻密，則滲透更難。在粘質壤土或砂質壤土，其滲入之深度，亦不過一或一米半，過此即停止。（見 P. M. Müller, Naturl. Humusformer）。是由渠水滲入地下而至潛水層，雖有可能，然須視滲透之水能否達到潛水層爲斷。薩拉齊區之潛水層有遠至二十米以下者，以十四條溝渠之滲透水，而將三百二十餘平方公里之潛水層，漸使之上升，而與渠中之水面齊，殆不可能。平西由永定河所開之水渠，其附近農田之井，雖距渠僅百餘米，但其潛水層則深至十米以下（例如勞山

西北地方)。何以其渠水面與井水面相差甚懸殊也。或者潘氏以爲值夏秋之時，引渠水而行灌溉，每月數次可使渠水散布于全區土壤之表層，因此則可使潛水層上升而達于渠面。此更爲事實所不許者也。天降大雨，其得滲入于地中者亦不過百分之幾十而已，非盡入于地中也。例如在英國平均之滲入量爲 25 至 42% 在德國爲 28 至 59% 奧國則由 27 至 64% (見 A. Büller, der Waldbau, I. Bd, S. 312, 1918)。其滲入之量，各國雖不能一致，但平均約僅 48% 得滲入地中者無疑。若每年之平均雨量爲 769 耗，其得滲入者不過 369 耗而已。引水灌溉其不得全行透入地中可知。灌溉之時，天氣乾燥，其蒸發作用急劇，其透滲之機會少。降雨之時，其地表上之蒸發作用停止，而雨水始得充分而行滲透。查民生渠之灌溉法，每月可行四次或五次。每次所灌之水，其得滲入于地中者，亦不過深達二十生的米而已。待至第二次灌溉，則土壤中前次所滲入之水，已藉土壤之自身吸收及蒸發，幾無餘量而得繼續向下滲入，其何能復使潛水層上升乎。據 Wollny 氏之試驗。謂一百平方生的米之壤土，在十日內，其地表蒸發之水分，可達 508 至 580 gr.。以此計算，則三百二十餘平方公里，在十日內可蒸發 152.560.00000 立特，至 1856000 0000 立特。其蒸發之巨可知。不特此也。植物攝取地中水分，由葉蒸發而達于大氣中者亦多。高與人齊之向日葵，在日光之下，每日可蒸發一立特之水分，(見 Schütt, Die Peridin,

der Planktonexpedition, 1853)。以此計算，則以三百二十餘平方公里之作物，其每日之蒸發量又如何。總之潘氏所云民生渠之水，可使全區之潛水層升至渠面者。按諸學理事實均為難能。

再潘氏以為由土壤水分之不斷的蒸發，遂致地下層若干公尺處之鹽類聚集于土壤之表面，其結果將不適于作物之生長。此亦與學理有相衝突之處。何以言之，因土壤下層之水分，藉毛細管之引力而達于地表層，係有限制的，非地下水無論離地表多遠而俱能引到于地表者也。Mitscherlich 氏曾用多種土壤，作詳細之試驗。但歷經三月之久，其由毛細管上升之水分，未有過于 0.8 米者 (Mitscherlich, Bodenkunde für Land-und Forstwirte, S. 141, 1923)。N. Tulaikow 氏亦有詳細之試驗。謂土壤經五一三日之久，其毛細管水上升之最高者為一，三米。細粒粘質之土壤其高不過由 0.6 至 0.7 米而已。(N. Tulaikow, Einige Laboratoriumsversuche über die Kapillarität der Böden, Russ. Journ. f. experim. Landwirtschaft, 1907. Bd. VIII)。潘氏謂由地下層數公尺深處之鹽類，得達于地表層者，有何根據。此吾人所深願明晰者也。乾燥氣候下之土壤，其地表層之水溶鹽類常多于其下層者。因其土壤之水分向上蒸發之量多，向下滲透之量少故也。向上蒸發之量多，故在毛細管引力所能達之範圍內，其水溶鹽類可聚集于地表層。向下之滲透量多，故上層之水溶鹽類，隨滲透水



能達于下層而聚集于該處。此土地之所以有A B C層也。(但A B C層未有深至二米以下者)。薩拉齊區，在未有民生渠前，因旱乾故其表層之鹽類必多。今用灌溉以濟旱乾，其表層之土壤，被水向下滲透之機會多，因之其上層之鹽類必漸漸少于地下層(在行灌溉之時期)。是民生渠既不能使潛水層上升，而下層深數公尺處所含之鹽類，又不能藉毛細管引力而達于地表，而謂其將有害于作物者其誰信之。潘氏在其報告書中，又引數段他人之驗地著述以作行灌溉而惹起危害之証明(見專報二三及二五頁)。殊不知各國之氣候土壤及地形等諸問題，皆與吾國不同(例如吾國北部，其土壤層積有厚至百餘米者，而歐美土壤未有也。吾國土壤，在秋夏之時，常數週不雨，其禾稼尤可勉強支持，而在歐美不能也。)不可以之而繩吾國綏遠之黃土也。



# 經濟昆蟲分類表及附釋

盛 成 季 士 儼

昆蟲之分類表多矣，或偏于一方面之研究，或偏于純粹科學之主觀，欲求其統系井然，明於一覽，既便於初學之檢查，更切乎實用，誠難能矣！至於取歐美之分類，實用之於中國，又每感削足就履之痛。茲特考世界各大昆蟲學家，取其適合於我國者，更以日本之符合於我國者，末後，再參考國中近作，爰草此表！尚希海內先進多賜教焉！編者謹識。

## 昆 蟲 在 動 物 界 之 位 置

昆蟲為多細胞動物，各細胞皆有分工作用，隨器官之功用，而異其組織，以成身體上之各機關，故郝開爾 Haeckel 依薛抱德 Siebold 及羅卡特 R. Leuckart 分動物界為二大亞界：原生動物亞界，皆單細胞動物，後生動物亞界皆多細胞動物，昆蟲即屬於動物界後生動物亞界。

後生動物亞界中，又可分出有腔腸動物類與無腔腸動物類。有腔腸動物類 Coelenterata 之消化器官，已有分工組織，非如海綿動物尚無此類之分工，昆蟲即屬於動物界後生動物亞界有腔腸動物類。

昆蟲身體內部之消化器與循環器分立，各有各的組織，

絲毫不相混合，有腔腸動物類分出體腔動物類與無體腔動物類。無體腔動物類 Acoelomata，消化器與循環器合而為一，有體腔動物類 Coelomata，消化器與循環器分而為二，消化器浸入於循環器所含血液之中，昆虫即屬於動物界後生動物體腔動物首門 Superphylum of Coelomata。

昆虫身體外部皮層含有角質，即幾丁質，甚堅韌，故對脊椎動物，有「外部骨骼」 Exoskeleton 之稱。體腔動物又分為角皮動物與非角皮動物，角皮動物 Chitinophora 分頭胸腹三部，體由多數環節構成，內部神經系，有腦神經球連鎖及交感神經；循環器有血管，血液，由直管輸送；體腔內充滿血液，營養各種內部器官。消化器極完備，昆虫即屬於動物界後生動物體腔動物角皮動物門 Phylum of Chitinophora.

角皮動物包括環節動物及節足動物兩亞門，環節動物亞門 Annelida. 足不分節；體有環節器，司排尿作用，兼代生殖功用；神經系中感官，不甚發達。節足動物亞門 Arthropoda. 足部分節，普通無環節器，神經系充分發達，感官亦比較完備，昆虫足部分節，無環節器以後腸部發生之馬爾堡氏盲管泌尿，生殖器掌生殖，神經系且有平均器官，故屬於動物界後生動物體腔動物角皮動物門，節足動物亞門。Subphylum of Arthropoda.

節足運動亞門，以成虫有足之多寡，以及其他異同點。分類如下：

	體部	足數	觸角	眼	翅	吸呼器	排尿管	變態
1. 甲殼綱 Crustacea	頭胸部 (十三節) 腹部 (六節)	每節約一對 (步足) 每節約一節 (有棹足)	二對	單眼 複眼 (有柄)	無	鰓 (水)	觸角腺 (或腺) (或腺)	有
2. 有爪綱 Onychophora = 有鈎綱 = 軟足綱 = malacopoda	頭部環節分界 胸腹部不明	十七對 至三十對 (足有二爪鈎)	一對	單眼 一對 無複眼	無	氣管 (空氣)	環節器	無
3. 多足綱 Myriapoda = 馬陸綱 = Diplopoda	頭部全體 胸腹部 二十節或二十多節	每節一對 或二對	一對	單眼 (數枚)	無	氣管 (氣)	馬爾壁氏管	有
4. 八足蟲綱 Octapoda = 蜘蛛綱 = 無角綱 = Acerata = Arachnoidea	頭胸部六節 腹部六節 (或不分)	四對	無	單眼	無	氣管 (氣) 肺囊	馬爾壁氏管	有
5. 六足蟲綱 Hexapoda = 昆蟲綱 = Insecta	頭六節 (現不分) 胸三節 腹十一節	三對	一對	單眼 複眼 (無柄)	有	氣管 (氣)	馬爾壁氏管	有

昆蟲有六足四翼，體在胚胎期，具二十節：頭六節，胸三節，腹十一節。成蟲之期，至多僅十五節：頭一節，胸三節，腹十節，或十一節。觸角一對，有複眼，為無柄狀，亦有單眼。以氣管呼吸，排尿管用馬爾壁氏管，有變態。故昆蟲屬於動物界後生動物門節足動物亞門六足蟲綱 Class of Hexapoda。

昆蟲在動物界中之位置既定，昆蟲與脊椎動物門哺乳綱有胎盤亞綱靈長目二手亞目的人類，有甚麼關係？人自霸佔

宇宙征服自然界自稱萬物之靈以來，無時無地，不以人類爲中心，而俯視萬物！昆虫自然也在此人神同形支配一切主觀之下，受支配之一種，經濟昆虫學，即專門研究這種支配方式，使其惟妙而盡善，使昆虫與人類之經濟上，有利無害。在自然界的立場，有生即有食，在萬物之靈的立場，祇有人類生而後始有衣食住行，且因昆虫之生活，在平時即與人類以一成之損失，人類更以其人造幣制統計之曰，“有百元之收入者，實則僅得九十元耳，奈何真正之實際，仍超出此一成耶”！

所以人說：凡昆虫能直接或間接有益於人類之衣食住行者，或防除有害於人類者，或直接與人類以快感者，均謂之曰：益虫 Beneficial Insect.

反是，凡昆虫直接或間接有害於人類之衣食住行者，或直接與人以痛苦者，皆謂之曰害虫 Injurious Insect.

以上所謂有益無害，均以人爲對象，且以其所需各種物品之生產爲標準，今仍依自然分類，將昆虫分類如下，其爲益虫則以白圈指明之，其爲害虫則以黑圈示別之；大益大害皆加以雙圈，其他與人類不直接發生經濟關係者，一概不加記號。

害虫 ● 大害虫 ● ●

益虫 ○ 大益虫 ○ ○

## 分 類 表

布勞愛氏 Brauer 分昆蟲綱爲有翅無翅兩大亞綱：

昆蟲綱 Hexapoda  $\left\{ \begin{array}{l} \text{無翅亞綱 Apterygota} \\ \text{有翅亞綱 Pterygota} \end{array} \right.$

無翅亞綱又經柏涅氏 Börner 分成三日如下：

無翅亞綱 Apterygota	}	I <u>彈尾目</u> Thysanura..... <u>衣魚科</u> Lepismidae ● 衣、書、紙
		II <u>雙尾目</u> Diplura
		III <u>劍尾目</u> Collembola $\left\{ \begin{array}{l} \text{節肢亞目 Arthropleona ...擬跳蟲科 ● 溫室花木根部} \\ \text{合腹亞目 Symphypleona ...圓跳蟲科 ● 園蔬} \end{array} \right.$

彈尾目 (亦稱纓尾目) 之害虫，例如衣魚 *Lepisma villosa* F. 害衣紙書物等，驅除可用二硫化炭及除虫菊粉。

劍尾目中之擬跳蟲 *Aphorura inermis* Tullb. 害溫室中植物，亦可用除虫菊粉驅除之，此外亦可用硫黃華與石灰粉末混合撒布，本日尚有圓跳蟲即地蚤 *Sminthurus hortensis* Fitch. 害園蔬，驅除法與上同，亦可應用石油乳劑。

有翅亞綱先分兩大類半變態類 Hemimetabola 及全變態類 Holometabola. 半變態類又依生活狀態及尾部形態分成三個首目 Superorders: 甲·兩棲首目 Amphibiotica, 成虫陸生，幼虫水生，尾有尾毛，幼虫與無翅亞綱相彷彿。乙·雙節首目 Diplomerata 或又作直翅首目，成虫與幼虫普通陸生，亦有水生者，尾毛分節。丙·無尾首目 Acercaria 亦作有吻首

目，成虫與幼虫，大多數陸生，亦有水生與寄生者，尾部無附屬器。甲，乙兩首目皆具咀嚼口器，第三首目即在咀嚼與吸收之過程中，而變為吸收口器矣。

全變態類亦分兩個首目：丁，具尾首目 Cercophora 及戊，肛尾首目 Proctanura。具尾首目包含雙翅目與膜翅目等。又可稱為雙膜首目，翅膜狀，口器或咀嚼或吸收，腹端有尾，肛尾首目包含鱗翅目與鞘翅目，故又稱鱗鞘首目，翅形極不相同，或脈紋增多，或翅上生變化，有鱗有毛，或角質化，口器或咀嚼或吸收，多數體之腹端呈尖頂狀，肛部形成尾狀。

有翅亞綱 Pterygota	{	A. <u>半變態類</u> Hemimetabola	甲. <u>兩棲首目</u> Amphibiotica (蜻蛉首目)
			乙. <u>雙節首目</u> Diplomerata (直翅首目)
			丙. <u>無尾首目</u> Acercaria (有吻首目)
		B. <u>全變態類</u> Holometabola	丁. <u>具尾首目</u> Cercophora (雙膜首目)
			戊. <u>肛尾首目</u> Proctanura (鱗鞘首目)

### A. 半變態類 Hemimetabola

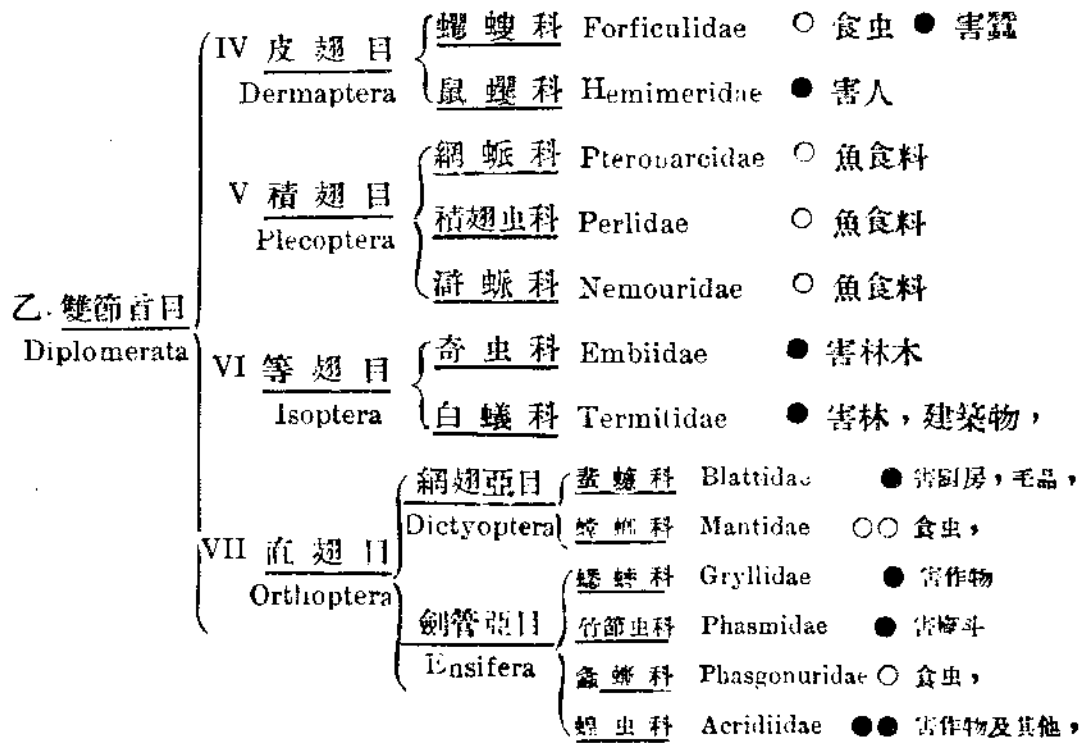
甲，兩棲首目包括 IV (連前) 猶齒目 Odonata 亦作蜻蛉目，口器發達，V 無唇目 Aenatha 亦作蜉蝣目，成虫口器退化。以上兩目，俱為農業之益虫。



甲. <u>兩棲首目</u> Amphibiotica	{	IV <u>猶齒目</u> Odonata	蜻蛉科 Libellulidae	○ 食虫，蚊，蠅
			蜻蜒科 Aeschnidae	○ 食虫，蚊，蠅
			豆娘科 Agrionidae	○ 食虫，蚊，蠅
	V <u>無唇目</u> Agnatha	蜉蝣科 Ephemeraeidae	○ 魚食料，	

乙，雙節首目包括 VI 皮翅目 Dermaptera 或作革翅目前翅硬化，成革狀，尾毛普通為鈇狀，分八科，其中兩科一為蠓蝮科 Forficulidae 食虫，農之益虫蠶之害虫，又鼠蠓科 Hemimeridae 寄生於鼠，能傳染病菌，VII積翅目 Plecoptera. 前後翅可縱疊，尾毛甚長，分節甚多，幼虫水生，成虫口器退化，分七科，中國有三科：網蝥科 Pteronarcidae. 積翅虫科 Perlidae 及澗蝥科 Nemouridae 皆為農業之益虫，VIII 等翅目 Isoptera 前後翅相等，同形同大，膜質；咀嚼口器，尾節有尾毛一對，依其生活之獨居與羣生分成奇虫 Embiidina 及白蟻 Termitia 兩亞目，皆為農業之害虫，驅除法可用二硫化炭，青酸加里，亞硫酸瓦斯，及石炭酸等。IX 直翅目 Orthoptera, 前翅硬如鞘 Tegmina. 後翅如扇狀，咀嚼口器，雌雄皆有尾毛，雄有尾針；雌有產卵器。分二亞目：網翅亞目 Dictyoptera. 前翅網狀，產卵管不現於外，劍管亞目 Ensifera 前翅鞘狀，產卵管多見於外，第一亞目中，分兩科：蜚蠊科 Blattidae-(Blattela) 食臭虫，其餘皆害虫，加害廚房食物及毛品，驅除可用燻蒸法，藥料可使青酸加里，二硫化炭或硫黃均可，亦可利用寄生蜂 Evania. 螳螂科 Mantidae 為昆虫界之

老虎，爲農業上之益虫，宜保護其蝶蛸 *Ootheca*。不使螳蟻 *Tetrastychus* 寄生，而助其傳佈。第二亞目，即劍管亞目包含四科：蟋蟀科 *Gryllidae* 害作物及豆類，竹節虫科 *Phasmidae* 害檉斗。均可用石炭酸，二硫化炭以及油類誘殺之。螽斯科 *Phasgonuridae* 食小虫，爲農家益虫，蝗虫科 *Acrididae* 則有大害於農作物，其防除法甚多，都不見有效，葯劑可用柏油，水田亦可用石油加用除虫菊，并可用網兜打，掘溝遮斷蟪之去路，使其集聚一塊，俾便消滅。（請參閱張景歐尤其偉兩先生所著「飛蝗之研究」十四年江蘇昆虫局專門報告第一號）



丙，無尾首目包括 VIII 嘴虫目 *Corrodentia* 分直顯 *Copeognatha* 與食毛 *Mellophaga* 兩亞目。第一亞目中，有白書

生 Atropos 害標本，驅除法可用青酸加里，預防可用樟腦，片腦油等，第二亞目中有長羽虱科 Philopteridae, 獸虱科 Trichodectidae 及羽虱科 Liotheidae。長羽虱與羽虱害家禽，驅除法可用青酸加里，二硫化炭，除虫菊及亞麻子油等，獸虱科害家禽，可用石鹼水浸出除虫菊，揮發油浸出除虫菊。 IX 總翅目 Thysanoptera 或作纓翅目，分有錐 Terebrantia 與有管 Tubulifera 兩亞目：第一亞目中之縞薊馬科 Aelothripidae，害各種植物，又薊馬科 Thripidae 害煙草蔬菜與果樹，防除法可用石灰硫酸尼古丁。第二亞目包括管薊馬科 Phlaeothripidae 害作物，驅除法可用硫酸尼古丁，尼古丁粉，成石油乳劑稀釋二三十倍。 X 有吻目 Rhynchota 包含兩大亞目：第一，同翅亞目 Homoptera. 第二，異翅亞目 Heteroptera (或作半翅目 Hemiptera)。同翅亞目，前後翅同形同大，分兩類頸角類 Auchenorrhyncha 及腹角類 Sternorrhyncha, 頸角類中，有蟬科 Cicadidae 幼虫吸食植物根部，可用油類在根之四圍掘穴灌注防除之，吹沫虫科 Cercopidae 害果，花，喬木與作物，角蟬科 Membracidae 害果樹及喬木，尚有浮塵子科 Jassidae 或 Cicadellidae. 大害於作物，果，蔬，林木等等，防除法可用除虫菊加用石油乳劑撒布，或除虫菊石鹼液，煙草石灰粉，硫酸尼古丁等，施行之時，最好在未化成虫前之蛹期中。白蠟虫科 Fulgoridae，益虫，能產生白蠟，害虫，害甘蔗，與作物，可使用石油。腹角類 Sternorrhyncha 分木虱科 Psyllidae 害

桑樟及喬木，防除法可用石油乳劑或千分之一的硫酸尼古丁等。粉虱科 Aleyrodidae 害柑橘及咖啡樹，女貞，紫丁香等；防除法可利用寄生菌，撒布機械油乳劑，冬季可用蜻酸氣燻蒸。蚜虫科，Aphididae 害花木果蔬及竹林，驅除葯劑以尼古丁爲最佳。此科亦有益虫一種，即五倍子虫 *Schlechtendalia Chinensis* Bell. 棲於監膚木 *Rhus Semialata*. var. *osbeckii*. 虫癭即爲五倍子，可以製墨水與染料，介殼虫科 Coccidae 此科也有益虫與害虫兩種，如胭脂虫 *Coccus Cacti*, L. 及加曼蟪 *Leucanium ilicis* L. 皆可製造洋紅，此外尚有漆虫 *Carteria Lacca* 可以產漆，害虫甚多，害果樹，松桑茶等，驅除法，可用蜻酸氣燻蒸，或在春季孵化期間用稀釋之硫酸尼古丁液（千分之一至八百分之一）石油乳劑（七至八倍）。此外尚可利用病菌。綿虫科 Pemphigidae 害果木及作物，毬虫科 Chermesidae. 害松檜森林，及癭虫科 Phylloxeridae 專害葡萄，皆可用石油乳劑，土氏合劑，揮發油加用除虫菊，又專治瘤虫，可於樹根周圍，穿穴，以二硫化炭，或煙草粉，或硫黃粉注入；有吻目之第二亞目爲異翅亞目，分兩大類：顯角類 *Gymnocerata* 及隱角類 *Cryptocerata*. 顯角類又分三首科 Superfamilies; 鞭角 *Seticornia*, 絲角 *Filicornia*. 絛角 *Clavicornia*. 第一鞭角首科包含：盲椿象科 *Capsidae* 或 *Miridae* 害果蔬麻及作物，可用硫酸尼古丁，除虫菊石鹼液，石油乳劑，石灰硫黃液，石油，石灰酸乳劑等等驅除之。床蝨科(臭虫)

Cimicidae 害人且能傳染病菌，驅除法有二：一，灌注，用桐油石灰混合劑，灌注牆壁天花板地板以及一切隙縫，而阻其外出，以悶死之；磚牆可用石灰塗抹，床桌傢具，可澆以沸水或以汽油 Gazoline 或洋油均可。二，燻蒸，用二硫化炭，或蟄酸氣，用量每一千立方尺，蟄化鈉一磅，濃硫酸二磅，清水二磅配合，約三四小時之久，臭蟲雖多，必殺盡矣。

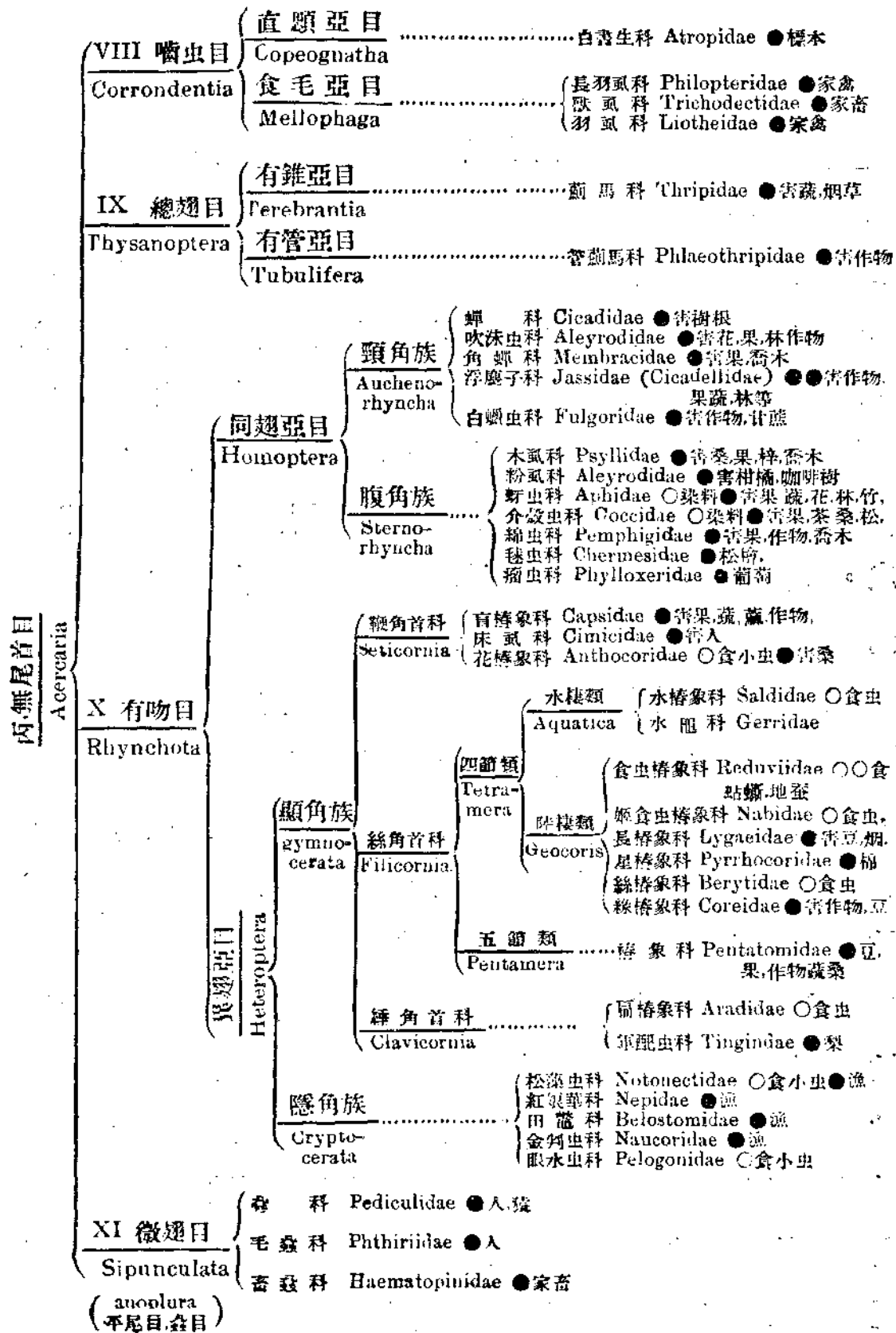
花椿象科 Anthocoridae 害桑樹爲害虫，食小虫爲益虫。第二絲角首科分四節類 Tetramera 觸角四節，分水棲與陸棲兩組，水棲組 Aquatica 包含水椿象科 Saldidae. 爲食小虫之益虫，及水黽科 Gerridae。陸棲組 Geocoris 中有食虫椿象科 Reduviidae 著名之有益椿象，食虫如蛄蜥，蠋，地蚕，蚜虫等，有姬食虫椿象科 Nabidae 其習性與食虫椿象同，此外尚有絲椿象科 Berytidae 亦食虫，爲益虫，其餘椿象，屬此組者，皆爲害虫，例如長椿象科 Lygaeidae 害烟草及豆類，星椿象科 Pyrrhocoridae 害棉花，緣椿象科 Coreidae 害作物及豆類，防除法，撒布石油乳劑(十至十五倍水)硫酸尼古丁或除虫菊石鹼液均可。

五節類 Pentamera 觸角五節，中有椿象科 Pentatomidae 害豆，果，桑，蔬及作物，防除法可用石油乳劑或石灰硫黃液均可。

第三錘角首科包括兩科：一益虫，扁椿象科 Aradidae 食虫，一害虫，軍配虫科 Tingidae 害梨，用石油乳劑十至十五倍液驅除之。

第二大類隱角類，大都水生。危害於漁業，例如紅娘華科 Nepidae 田

鱘科 Belostomidae. 金判虫科 Naucoridae。皆爲害虫。他如眼水虫科 Pelogonidae 捕食小虫，則爲益虫，松藻虫科 Notonectidae 又害魚又食小虫，又爲害虫又爲益虫。XI 微翅目 Sipunculata 又名平尾目 Anoplura, (吸虱目及虱目) 爲一小目，包含虱類，分三科：人虱科 Pediculidae 害人與猿，頭虱可用石炭酸(百分之二)或石油，和橄欖油於晚間洗滌頭髮，翌晨用肥皂水洗數次，或用醋酸(百分之二十五)洗頭，或用除虫菊粉塗抹髮內均可。體虱可用汽油浸漬衣服，或用二硫化炭燻蒸。畜虱科 Haematopinidae 寄生于犬豕之身，可用亞麻子油塗抹，或以尼古丁之稀釋液中浸漬之，毛虱科 Phthiriidae 害人，寄生於陰毛之中，其頭深入皮膚內，吸食血液，發生奇癢，且可傳佈花柳病 Venereal disease. 最好將陰毛剃去，亦可用除虫菊之揮發油塗抹。或用白蒲 (Scirpus Lacustris. L.) 根加乾酒煎汁塗抹，立即止癢，虫亦遂被殺死。



## B. 全變態類

丁，具尾首目包括四目：XII, 蠍虫目 Mecoptera 包含一科：舉尾虫科 Panorpidae 食小虫爲益虫害梨櫻爲害虫，XIII 雙翅目 Diptera. 分直裂 Orthorrhapha 與圓裂 Cyclorrhapha 兩亞目。第一直裂亞目包括長角 Nematocera 及短角 Brachycera 兩首科。第一長角首科包括五科：蚋科 Simuliidae 害人畜，可用石炭酸，二硫化炭等驅除之。癭蠅科 Cecidomyiidae 害森林及作物。白蛉科或蝶蠅科 Psychodidae 害人，可用拒蚊劑驅除之。大蚊科 Tipulidae 害稻及森林，可用 Creolin 或蜻化鈣於不同時撒布之，（育秧與收穫之前）。蚊科 Culicidae 害人，並傳染病菌，防除法須排除一切積水，最好種 Eucalyptus 有加利樹，又可注石油於水面，可以殺其幼虫子下，食水宜加蓋，防蚊產卵於水中，宜常除庭院雜草，以免天雨時留水，而生子下，池塘宜養魚，尚有拒蚊劑以驅除蚊虫，枸橼油，樟腦精，各一份，西洋松油 Cedar oil 半份，合成塗抹於體上，可以拒蚊，第二短角首科下分三科食虫虻科又作虫曳虻科 Asilidae 食虫爲益虫，長吻虻科 Bombyliidae 食蝗卵及小幼虫，且寄生於蛄蠊，蜂，及浮塵子。小蛹虻科 Empidac. 捕食小虫，先斃虻科 Leptidae 或作鵠虻科 幼虫食鱗鱗，成虫食小虫，長脚虻科 Dolichopodidae 捕食小虫，均爲益虫，劍虻科 Therevidae 食虫爲益虫，虻科 Tabanidae 食虫爲益虫，害畜爲害虫，用拒蠅劑塗抹畜體。第二圓裂亞目包括無裂 Aschiza 有裂 Schizo-

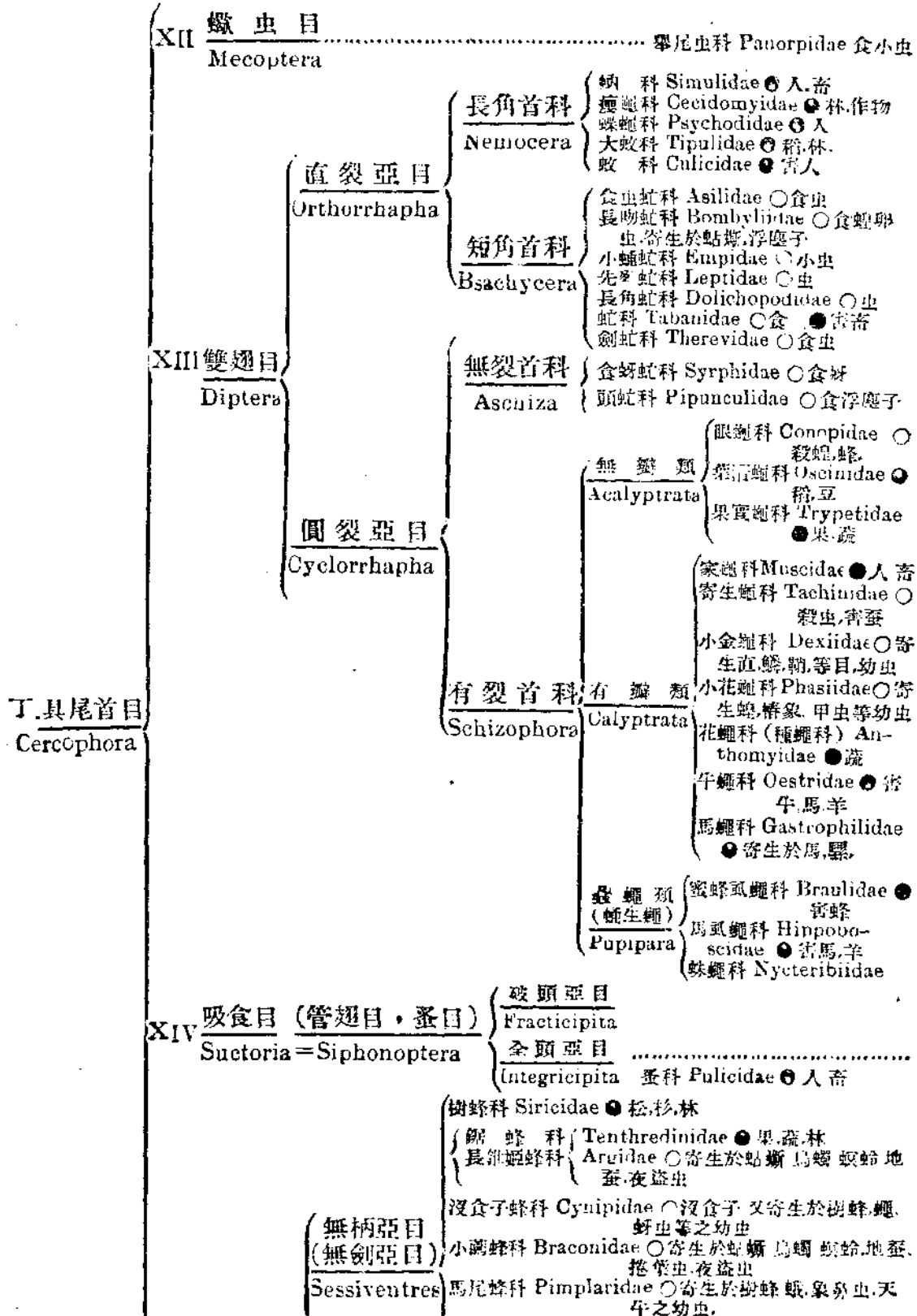


phora 兩首科：第三有裂首科下分二科皆益蟲，食蚜虻科，或稱食蚜蠅科 Syrphidae 專食蚜蟲，頭虻科 Pipunculidae 專吃浮塵子。第四有裂首科下分無瓣 Acalyptrata 有瓣 Calyptrata 蛹生 Pupipara 三類：第一無瓣類包含眼蠅科 Conopidae 害蜂，胡蜂，細腰蜂，亦害蝗蟲，害蜂時宜捕殺之，葉潛蠅科 Oscinidae 害稻及豆，果實蠅科 Trypetidae 害果實及蔬菜，防除法皆可用砒酸鉛稀釋劑，第二有瓣類中分家蠅科 Muscidae 害人及畜，防除法宜用沸水或石灰撒於糞中，窒死蠅蛆，或用亞砒酸鈉一磅糖漿九升，清水四斗五升（將亞砒酸鈉溶於水中，加入糖漿即成）噴撒毒殺之。寄生蠅科 Tachinidae 又稱益蠅科寄生於夜盜蟲，蛄蠲，螟蛉，烏蠅又寄生蠅包括兩小科：小金蠅科 Dexiidae 寄生於直翅目，鱗翅目及鞘翅目之幼蟲，及小花蠅科 Phasiidae 寄生於飛蝗，椿象，甲蟲等之幼蟲，此科中皆為益蟲，僅蠶蛆為害蟲。花蠅科或稱種蠅科 Anthomyidae 害園蔬，可用石炭酸乳劑，波爾多油乳劑或拒蠅劑防除之，牛蠅科 Oestridae 害牛與馬羊，可塗抹黑油或石灰粉，馬蠅科 Gastrophilidae 害馬騾，幼蟲在胃內寄生，可以石炭酸塗抹畜體，第三蛹生蠅類或作虱蠅類下分二科一害蜂，為蜜蜂虱蠅科 Braulidae. 一害畜，為馬虱蠅科 Hippoboscidae. 害馬羊等，可用粗製石炭酸，黑油，或尼古丁，浸洗畜體。XIV，吸食目或作管翅目 Suctoria (Siphonaptera) 包含蚤科 Pulicidae 害人與犬貓及畜，可用 Creolin 百分之三

浸洗之，房間可用避瘟腦五磅，經一晝夜即可全部驅除。

XV，膜翅目 Hymenoptera 大多數皆為益虫。此目分無柄 Sessiventres 及有柄 Petiolata 兩亞目：第一無柄亞目：樹蜂科 Siricidae 害松杉林木，葉蜂科（或鋸蜂科）Tenthredinidae 害果蔬及森林。此科有數屬為寄生蜂，寄生於蛄蠲，烏蠅，螟蛉，地蠶，夜盜虫。故有另列一科為長錐姬蜂科 Argidae 或 Cryptidae，樹蜂與鋸蜂皆可用砒酸鉛液驅除之，寄生蜂分小繭蜂科 Braconidae 寄生於蛄蠲，烏蠅，螟蛉，地蠶，捲葉虫，夜盜虫。（有由此科中分出馬尾蜂科 Pimplaridae 包含五屬，寄生於樹蜂，蛾，象鼻虫，天牛等之幼虫。）小蜂科 Chalcididae 卵蜂科 Proctotrypidae，姬蜂科 Ichneumonidae 寄生於鱗翅目，蛄蠲，烏蠅，螟蛉，夜盜虫，地蠶，有人又列飴蜂科 Ophionidae 其習性完全與姬蜂科同。細蜂科 Evanidae 寄生於直翅目之蜚蠊科及蛄蠲，螟蛉，與螟虫。此外尚有沒食子蜂科 Cynipidae 所產生之沒食子，可以入藥，故為益虫，又寄生於樹蜂，蠅，蚜虫等之幼虫體中。第二有柄亞目，蜜蜂科 Apidae 為著名益虫，且有養蜂學 Apiculture 專研究之。胡蜂科 Vespidae 偷蜜及害果實，故為害虫，可利用 Stylopiis 撚翅虫驅除之。細腰蜂科 Sphegidae 食虫為益虫，最後為蟻科 Formicidae 在農業上為最大益虫，竊取室內食物時，可以石炭酸滴入蟻穴中空殺之。

### B. 全變態類



XV 膜翅目 Hymenoptera	有柄亞目 (有劍亞目) Petiolata	小蜂科 Chalcidae ○寄生於蝸蟻, 螞蟥, 捲葉虫 沒食子蜂
		卵蜂科 Proctotrypidae ○捲葉虫 蛾之卵中寄生 姬蜂科 Ichneumonidae 寄生於蝸蟻, 烏蠅, 螞蟥, 地蚤, 夜盜虫。
		節蜂科 Ophionidae 習性同上 細蜂科 Euclyptidae ○寄生於螞蟻, 蝸蟻, 螞蟥, 螞虫。
		蜜蜂科 Apidae ○蜜, 蠟。 胡蜂科 Vespidae ●蜂巢 細腰蜂科 Sphegidae ○食虫 土蜂科 Scolidae ●蜘蛛巢中產卵。 清蜂科 Chrysididae ●竊取蜂等食物。 蟻蜂科 Mutilidae ○●寄生他種蜂類。 蟻 科 Formicidae ○○廢, ●蜜內食物

戊，肛尾首目包含五目：XVI 脈翅目 Neuroptera 為益虫，食害虫，僅擬螳螂科 Mantispidae 喜食蜘蛛卵；蛟蜻蛉科 Myrmeleonidae 喜食蟻及小虫外，餘皆為絕對益虫，分草蜻蛉科 Chrysopidae 姬蜻蛉科 Hemorobiidae 皆食蚜虫及小虫，長角蜻蛉科 Coniopterygidae 皆食小虫。以上屬脈翅目 長顎亞目 (平羽亞目) Emmenognatha。此外尚有蛇蜻蛉科 Sialidae 及駱駝蛉科 Raphiidae 食小虫，皆屬斑翅亞目 Megaloptera。XVII 毛翅目 Trichoptera 為害虫目，分同鬚 Aequipalp 及異鬚 Heteropalpi 兩亞目。第一同鬚亞目筒石蚕科 Hydropsychidae 害稻，驅除法可用石油灌注，第二異鬚亞目中有石蚕科 Phryganidae 及剝石蚕科 Limnophilidae 皆害作物，驅除法同前。XVIII 鱗翅目 Lepidoptera 分二亞目：同脈亞目 Homoneura 與異脈亞目 Heteroneura。同脈亞目包含兩科：其一科為蝙蝠蛾科 Hepialidae 害桃及白桐，可用砒酸鉛液殺幼虫，燈火誘殺成虫，異脈亞目分八個首科：一，穀蛾首科 Tineina, 二，捲葉蛾首科 Tortricina, 三，螟蛾首科 Pyralidina 四，避債蛾首科 Psychina, 五，枯葉蛾科 Lasiocampina, 六，

天社蛾首科 Nododontina, 七, 夜蛾首科 Noctuina, 八, 鳳蝶首科 Papilionina. 第一首科包含十科, 均為害虫; 穀蛾科 Tineidae 害米及絹絲, 以二硫化炭燻蒸驅除之, 潛蛾科 (潛葉蛾科) Lyonetidae 害桃梨蘋果, 用燈火誘殺成虫以防除之。○細蛾科 Graciliaridae 害櫻桃蘋果, 桃梨李等, 用燈火誘殺成虫, 用砒酸鉛液噴撒殺幼虫。○筒蛾科 Elachistidae 害梨李蘋果及松類, 搜尋箘筒, 以殺越冬幼虫, 春初再用砒酸鉛液噴撒以防除之。○麥蛾科 Gelechiidae 害棉麻, 芙蓉, 秋葵及作物等, 產卵期以砒酸鉛或硫酸尼古丁, 或用二硫化炭燻蒸。○硝子蛾科 Sesiidae 或作 Aegeriidae. 害果樹及葡萄, 可用二硫化炭, 除虫菊揮發油注入虫孔以窒殺之。○柿實蛾科 Momphidae 害柿, 用硫酸尼古丁於柿開花期噴撒, 又於七八月間噴撒砒酸鉛, 波爾多液二三次。○菜蛾科 Plutellidae 害蔬菜及棗, 防除法用燈火及砒酸鉛。○巢蛾科 Yponomeutidae 害果, 用砒酸鉛, 波爾多液, 或石油乳劑稀釋三十倍。此外, 尚有細潛蛾科 Phyllocnistidae 害柑橘及柳, 防除法同前。第二首科為捲葉蛾首科包含三科如下: 擬捲葉蛾科 Glyphipterygidae 害果, 撒布砒酸鉛加用波爾多液二三次以驅除之。○捲葉蛾科 Tortricidae 害柑橘, 果樹, 森林, 桑豆等, 可以砒酸鉛驅除之。○木蠹蛾科 Cossidae 害果及柳, 治法同前。第三螟蛾首科包含多螟蛾科 Orneodidae 害忍冬花, 鳥羽蛾科 Pterophoridae 害葡萄菜豆等, 宜在七月間多噴撒砒酸鉛波爾多液合劑。○螟

蛾科 Pyralidae 爲稻及作物最大害虫，也有害瓜果桑蔬者，用燈火誘殺成虫，用硫酸尼古丁(千分之一)加用石鹼以驅除之，(請參閱專書)。第四避債蛾首科包含避債蛾科 Psychidae 害果樹與茶棉，可用砒酸鉛加用波爾多液，除虫菊加用石油乳劑等驅除之。刺蛾科 Cochlididae 害柿及其他果葉，驅除法與前同，斑蛾科 Zygaenidae 害梅李蘋果梨葡萄及茶，驅除法同上，第五枯葉蛾首科包括兩科：枯葉蛾科 Lasiocampidae 害果樹及松(松蛄癩)燈火誘殺成虫，砒酸鉛噴殺幼虫，鈎蛾科 Drepanulidae 害茶，治法同前。第六，天社蛾首科包含尺蠖蛾科 Geometridae 害桑茶棉花及果杉等。燈火誘殺成虫，砒酸鉛殺幼虫，水蠟蛾科 Brahmaeidae 害水蠟樹治法與前同。家蚕蛾科 Bombycidae 家蚕爲益虫，有蚕桑學(Sericulture)專研究之。他如野蚕及桑蠶皆害桑，可用石油乳劑稀釋十五倍至二十五倍噴射。天蚕蛾科 Saturnidae 有益虫，例如天蚕蛾 *Antheraea yamamai*, Guerin, 柞蚕 *Antheraea pernyi*, Guerin; 樺蚕 *Saturnia boisduvalii*, Evers. 樗蚕 *Attacus Cynthia*, Drury; 樟蚕 *Caligula japonica*, Moor; 櫟蚕 *Rhodia fugax*, Butl; 皆可製絲。害虫如栗毛虫 *Dictyoploca Japonica* Moor, 被害植物爲果樹，驅除法用砒酸鉛波爾多液。天蛾科 Sphingidae 害果蔬麻薯等，治法：成虫用燈火誘殺，幼虫用砒酸鉛，帶蛾科 Eupterotidae 害忍冬花，天社蛾科 Notodontidae 害果樹及榆、櫟等，治法同前，亦可用砒酸鉛與除虫菊合劑。第七夜蛾首

科包含燈蛾科 Arctiidae 害桑麻果菊等，幼虫甚大，可捕殺。成虫以燈火誘殺。實蛾科 Cymbidae 害棉花，在天明有露水時捕殺其成虫。夜蛾科 Noctuidae 害豆，煙草，麻，棉，瓜，蔬，玉蜀黍，及稻作物等。驅除法，用石油乳劑或砒酸鉛等殺幼虫，用燈火殺成虫。毒蛾科 Lymantridae 大多數為蛄蠲，害杉，茶，果樹，楊，柳，桑，薔薇等，撒布砒酸鉛或石油乳劑殺幼虫，用燈火殺成虫。第八鳳蝶首科包含鳳蝶科 Papilionidae 害蔬菜，樟樹，防風，茴香，柑橘等，幼虫可以砒酸鉛或砒酸鉛與波爾多液合劑噴殺之。粉蝶科 Pieridae 害蔬菜，弄蝶科 Hesperidae 害稻，竹，蔬菜，蕎麥，牛皮消，小灰蝶科 Lycaenidae 害菜蔬亦害果樹，其驅除法皆與上同，小面積可用石油乳劑。

XIX 鞘翅目 Coleoptera 包括肉食 Adepaga 與多食 Polyphaga 兩亞目。第一肉食亞目分步行虫首科 Caraboidea 與水螢首科 Hydrocanthares. 第一步行虫首科含斑蝥科 Cicindelidae 食虫，步行虫科亦食虫，多食蠅與蠕蟲及各種草食之幼虫，以上均為益虫。第二水螢首科含龍虱科 Dytiscidae 食虫，亦可供作食料為益虫，害漁為害虫。牙虫科 Hydrophilidae 食虫為益虫，豉虫科 Gyrinidae 食虫為益虫。第二多食亞目分五節 Pentamera 異節 Heteromera 四節 Tetramera 及三節 Trimeria 四大類。第一五節趾類含短鞘 Brachyelitrata 絛角 Clavicornia 鋸角 Serricornia 櫛角 Pectinicornia 扇角 Lamelli-

cornia 軟皮 Malacodermia 蠹虫 Teredilia 七首科。第三（連前）短鞘首科含隱翅虫科 Staphylinidae 司掃除，保持自然之清潔，又食害虫，故為益虫。第四絛角首科含菊虎科 Nitidulidae 司清潔為益虫，穀盜科 Trogoitidae 害貯穀及種子，穀倉可用蜻酸氣，二硫化炭，可羅皮克林燻殺之。埋葬虫科 Silphidae 司清除為益虫。蝨蠹科 Dermestidae 害標本與貯藏物，以及博物館陳列品，可用安息香油或二硫化炭驅除之。木虱科 Cryptophagidae 生於菌類。第五鋸角首科含閻魔虫科 Histeridae 司清除為益虫，吉丁虫科 Buprestidae 害林木及果樹，可用安息香油或二硫化炭用毛筆蘸滴於虫孔中驅除之。叩頭虫科 Elateridae 害作物，自今尚無切適驅除方法，可用深耕或輪種，必要時以毒餌誘殺幼虫。郭公虫科 Cleridae 食松樹之小蠹虫，又司清除故為益虫。第六櫛角首科含蝟螂科 Lucanidae 為森林果樹之害虫，可用二硫化炭驅除之。第七扇角首科含金龜子科 Scarabaeidae 其幼虫為著名之螻蛄，害果蔬林木豆桑棉等，可撒布砒酸鉛波爾多液，二硫化炭，蜻化鉀，避瘟腦種種。又金龜子成虫，司清除為益虫。第八鞭皮首科含螢科 Cantharidae (Lampyridae) 食虫為益虫。第九蠹虫首科含啄木虫科 Otinidae 及木蠹虫科 Anobiidae 皆害林木，可用二硫化炭等驅除之。第二異節趾類含朽木虫科（偽步行虫科，擬蚊科）Terebrionidae 害穀，穀粉，棉子，藥材等，防除法同上。扁虫科 Cucujidae 害果，穀，麵粉，



糖，烟草，葯材等，驅除法同前。芫菁科 Meloidae 入葯爲益蟲，害豆與蜂爲害蟲，可用砒酸鉛噴撒。第三四節趾類 Tetramera 含兩首科草食首科 Phytophaga 及有吻首科 Rhy-nchophora. 第十草食首科金花蟲科 (葉蟲科) Chrysomelidae 害葡萄，瓜，果蔬菜，林木與作物，可用石油乳劑加用除蟲菊，可用砒酸鉛，波爾多液噴撒以防除之。天牛科 Ceramby-cidae 害桑，果，林木，柑橘，枇杷，葡萄等，注入二硫化炭，除蟲菊，蟄化鉀，或紅燐以殺之。豆象蟲科 Bruchidae (Mylabridae) 害豆實可用二硫化炭燻蒸，可用砒酸鉛灌注以防除之。第十一有吻首科象鼻蟲科 Curculionidae 害棉，豆，果樹及作物等，燒毀根株或輪作，撒布砒酸鈣粉，近來用氟砒酸鈉以驅除之，小蠹蟲科 Scolytidae 害桑及林，燒毀枯枝，以防除之。第四三節趾類含有瓢蟲科 Coccinellidae 除 Epilachna 一屬外，餘皆食蟲，食蚜蟲介殼蟲爲益蟲。七星瓢蟲 Epilachna admirabilis Fab. 害瓜類，二十八星瓢蟲 (擬瓢蟲) Epilachna 28-maculata Motsch. 害瓜類，茄子，馬鈴薯等。大二十八星瓢蟲 Epilachna niponica Lew. 被害植物與前同，此三種皆可用砒酸鉛波爾多液，或巴黎綠波爾多液，或除蟲菊加用石油乳劑以驅除之。

XX, 撚翅目 Strepsiptera 含撚翅蟲科 Xenidae (Stylopidae) 寄生於胡蜂爲益蟲。蜂蠹科 Elenchidae 害蜂爲害蟲。

以上防除法，如欲按種類以切實應用，及配製方法請參考專書。

戊肌尾首目 Proctanura	XVI 脈翅目 Neuroptera	Emmenobatha (Planipennia)	長額亞目 (平羽亞目)	擬蜂螂科 (蜂蛉科) Mantispidae ○食虫, 食蜘蛛卵 草蜻蛉科 Chrysopidae ○食若, 小虫 姬蜻蛉科 Hemerobiidae ○食 蚜, 小虫 廣翅蜻蛉科 Osmyliidae ○食小 虫 粉蜻蛉科 Conopterygidae ○ 食小虫 長角蜻蛉科 Ascalaphidae ○ 食蚊 蛟蜻蛉科 Myrmeleonidae ○ 小虫, 蟻	
			斑翅亞目 Megaloptera	蛇蜻蛉科 Sialidae 駱駝虫科 Raphididae ○食小 虫	
			同鬚亞目 Aequipalpi	長角石蠶科 Leptoceridae 筒石蠶科 Hydronychidae ● 害稻 流石蠶科 Rhyacophilidae 姬石蠶科 Hydroptilidae	
			異鬚亞目 Heteropalpi	石蠶科 Phryganeidae, 害稻, 作物 劍石蠶科 Limnophilidae ●害 稻作物 毛石蠶科 Sericostomidae	
	XVII 毛翅目 Trichoptera	Homoneura	同脈亞目	小翅蛾科 Micropterygidae 蝴蝶蛾科 Hepialidae ●桃, 白桐 穀蛾科 Tineidae ●害米, 絹絲, 潛蛾科 Lyonetidae ●害桃, 李 蘋果, 梨 細潛蛾科 Phyllocnistidae ● 柑橘柳 細蛾科 Gracillanidae ●害, 櫻桃, 蘋果, 桃李, 梨 ● 筒蛾科 Elachistidae ●李, 梨, 蘋果, 松 麥蛾科 Gelechiidae ●棉麻, 作 物, 芙蓉, 葵 硝子蛾科 Sesidae (Aegeriidae) ●果, 葡萄 柿實蛾科 Momphidae ●柿 菜蛾科 Plutellidae ●菜, 蔬菜 巢蛾科 Yponomeutidae ●果	
			捲葉蛾首科 Tortricina	捲葉蛾科 Tortricidae ●害柑 橘, 果, 林, 桑, 豆, 等 木蠹蛾科 Cossidae ●果, 柳, 多翼蛾科 Orneodidae ●忍冬 鳥翼蛾科 Pterophoridae ●葡 萄, 菜, 豆, 等 螟蛾科 Pyralidae ●作物, 瓜, 果, 菜, 蔬, 窗蛾科 Thyrididae 避債蛾科 Psychidae ●果, 菜, 棉, 刺蛾科 Cochlididae ●果, 柿, 葉) 斑蛾科 Zygaenidae ●柿, 李, 蘋 果, 葡萄, 茶,	
			螟蛾首科 Pyralidina	窗蛾科 Thyrididae	
			避債蛾首科 Psychina	避債蛾科 Psychidae ●果, 菜, 棉, 刺蛾科 Cochlididae ●果, 柿, 葉) 斑蛾科 Zygaenidae ●柿, 李, 蘋 果, 葡萄, 茶,	
			異脈亞目 Heteroneura	枯葉蛾首科 Lastocampina	枯葉蛾科 Lasiocampidae ●果 松 鱗蛾科 Drepanulidae ●茶
			XVIII 鱗翅目 Lepidoptera		

肛尾首目 (續)	XIX鞘翅目 Coleoptera	內食亞目 Adephaga	天社蛾首科 Notodontina	尺蠖蛾科 Geometridae ● 桑, 茶, 棉, 果, 杉 水蠶蛾科 Brohmaeidae ● 水蠶樹 家蚕蛾科 Bombycidae ○ (野蠶, 桑蟻) ● 害桑 天蚕蛾科 Saturniidae ○ (栗毛虫) ● 害果 天蛾科 Sphingidae ● 果, 蔬, 麻等 帶蠶科 Eupterotidae ● 忍冬 天社蛾科 Notodontidae ● 果, 榆, 櫟
			夜蛾首科 Noctuina	燈蛾科 Arctriidae ● 桑, 麻, 菊, 果 實蛾科 Cymbidae ● 棉 夜蛾科 Noctuidae ● 豆, 烟, 麻, 棉, 瓜, 蔬, 作物 毒蛾科 Lymantridae ● 杉, 茶, 果, 柳, 楊, 桑, 薔薇
			鳳蝶首科 Papilionina	鳳蝶科 Papilionidae ● 蔬, 柑, 橘, 防風, 茴香, 樟 粉蝶科 Pieridae ● 蔬 蛱蝶科 Nymphalidae ● 蔬 小灰蝶科 Lycaenidae ● 蔬, 果 弄蝶科 Hesperidae ● 蔬, 稻, 竹, 蕎麥, 牛皮消
多食亞目 Polyphaga	五節類 Pentamera	步行虫首科 Caraboidea	斑蝥科 Cicindelidae ○ 食虫 步行虫科 Carabidae ○ 食虫, 蠅, 蟻, 蝨	
		水螢首科 Hydrocanthares	龍虱科 Dytiscidae ○ 食虫, 食品 ● 漁 牙虫科 Hydrophilidae ○ 食虫 鼓虫科 Gyrinidae ○ 食虫	
		短鞘首科 Brachyentrata	隱翅虫科 Staphylinidae ○ 食虫, 清除	
		絛角首科 Clavicornia	菊虎科 (出尾虫科) Nitidulidae ○ 清除 穀盜科 Trogositidae ● 害穀種子 埋葬虫科 Silphidae ○ 清除 齧魚科 Dermestidae ● 標本, 貯藏物 木虱科 Cryptophagidae 圓變虫科 Histeridae ○ 清除 吉丁虫科 Buprestidae ● 林果	
		鋸角首科 Serricornia	叩頭虫科 Elateridae ● 作物 郭公虫科 Cleridae ○ 清除, 食虫	
		櫛角首科 Pectinicornia	蠹蝨虫科 Lucanidae ● 果, 林	
		扇角首科 Lamellicornia	金龜子科 Scarabaeidae ● ● 果, 蔬, 森林, 豆, 桑, 棉 ○ 清除	
		硬皮首科 Malacodermia	蠶科 Cantharidae ○ 食虫 (Lampyridae)	
		蠹虫首科 Teredina	啄木虫科 Otinidae ● 林 木蠹虫科 Anobiidae ● 林	

	異節類	朽木虫科 (偽步行虫科, 擬枝科) Terebri- onidae ● 穀粉, 棉 藥
	Heteromera	花蚤科 Mordellidae 芫青科 (地胆科) Meloidae ● 害虫 蜂, C 藥
		扁虫科 Cucujidae ● 果, 穀粉, 糖, 烟 等
		獨蠅科 (擬天牛科) Oedemeridae
	四節類	草食首科 { 金花虫科 (葉虫科) Chryso- melidae ● 葡萄, 瓜果, 蔬 作物, 林
	Phytophaga	天牛科 Cerambycidae ● 桑, 果林, 葡萄, 柑橘, 枇杷, 豆象虫科 Bruchidae ● 豆
	Tetramera	象鼻虫科 Curculionidae ● 棉, 豆, 果, 作物
	有吻首科	小蠹虫科 Scolytidae ● 桑, 林
	Rhynchophora	瓢虫科 Coccinellidae ● 食虫
	三節類	瓢虫科 Coccinellidae ● 食虫
	Trimera	瓢虫科僅此屬 Epilachna ● 瓜, 茄, 馬鈴薯 (在中國所 謂二十八星和十星瓢虫)
XX 燃翅目	瓜蠹科 Megeridae	
Strepsiptera	燃翅虫科 Xenidae (Stylopidae) ○ 害胡蜂	
	露蜂蠹科 Halictophagidae	
	蜂蠹科 Elenchidae ● 蜂	

# 豆餅營養價值之研究

劉 拓 陳朝玉

## 引 言

豆餅者，大豆取油後所餘之殘渣也，爲吾國東三省特有之農業副產品，每年輸出約一百七十八萬噸，其用途以肥田爲主，飼畜次之，製作工業用品及食品更次之。

大豆含蛋白質甚富，而價又極廉，故有「貧民肉」之稱；取油後之豆餅，其蛋白質並不減少，然其價則更廉（每噸約五十元），倘能用作人類食品，對於吾國糧食問題之解決，必有相當裨補。蓋吾國一般人民之主要食物爲禾穀類，缺乏肉類乳類，而禾穀類所含之蛋白質，量既甚少，質復不佳，若增加肉類乳類，則又厄於國民經濟，難期實現。且年來西北各地，饑饉薦臻，餓殍遍野。故設法利用豆餅，補充民食，似爲刻不容緩之舉。作者有鑒及此，爰於三年前開始從事研究，擬第一步確定豆餅之營養價值，第二步用豆餅製造種種食品。不意第一步工作尙未十分完竣，「九一八」之事變忽起，豆餅之大宗來源斷絕，半途而廢，誠屬憾事！

本試驗已結束之工作，計有四部：即（1）豆餅蛋白質之營養價值，（2）豆餅膳式之簡易化，（3）豆餅食料之消化率，（4）豆餅中維他命 A 之含量，茲依次分述於下：

## I. 豆餅蛋白質之營養價值

### 1. 試驗之方法

估計蛋白質之營養價值，共有數法；如麥氏(Mc Collum)之生長生育法，米氏(Mitchell)之氮素儲留法，及奧氏(Osborne)之每食蛋白質一公分所增加之體重法，等等皆是。本試驗係採用奧氏法而略加修改者，試驗動物，概為白鼠，其體重各為四十至六十公分，年齡在四週至五週以內，分別置鐵絲籠中飼養之。供試驗用之飼料，磨碎調配後，攪以蒸溜水，製成糊狀，盛於飼料杯中，任白鼠自由取食，並逐一記載其每週所食之淨量（扣除水分）。又各鼠之體重，除試驗起始日及終了日外，每週測定一次，以察其生長之狀況。試驗時間，均歷十二星期。

本試驗所用之豆餅，係購自瀋陽，長春，龍江，三處之油坊（用壓榨法製得者），其普通成分如下：

第一表：豆餅之普通成分，(平均數)

水分	8.7%
灰分	4.7%
蛋白質	43.0%
脂肪	7.1%
粗纖維及碳水化合物等	36.5%
共計	100.0%

本試驗為比較豆餅蛋白質與普通動物性蛋白質之優劣起

見，曾將白鼠分爲五組：第一組飼糧中之蛋白質純屬豆餅，第二組者純屬乾酪質，第三組者純屬猪肉粉，第四組者純屬牛肉粉，第五組者純屬肉鬆。各組飼糧中蛋白質之含量，均爲百分之十。

飼糧中之礦物質，係用奧氏混合鹽，佔飼糧之 4%；A、D 兩種維他命，係由乳脂供給；B 種維他命，則由酵母補充之。故各組飼糧中之營養要素，皆完備無缺。其詳細配合，如第二表：

第二表： 各組膳式之組成

飼糧	豆餅粉	乾酪質	牛肉粉	猪肉粉	肉鬆	礦物質	澱粉	酵母	乳脂
第一組	23.5	—	—	—	—	4	62.5	5	5
第二組	—	10.5	—	—	—	4	75.5	5	5
第三組	—	—	—	14.3	—	4	71.7	5	5
第四組	—	—	13.5	—	—	4	72.5	5	5
第五組	—	—	—	—	28.5	4	57.5	5	5

## 2. 試驗之結果

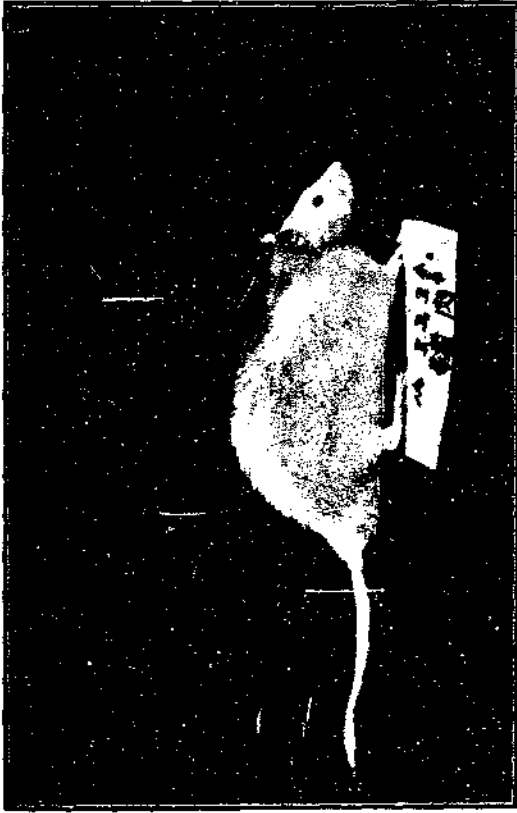
本試驗所得之結果，可總括如下：

第三表：豆餅與肉類蛋白質營養價值之比較

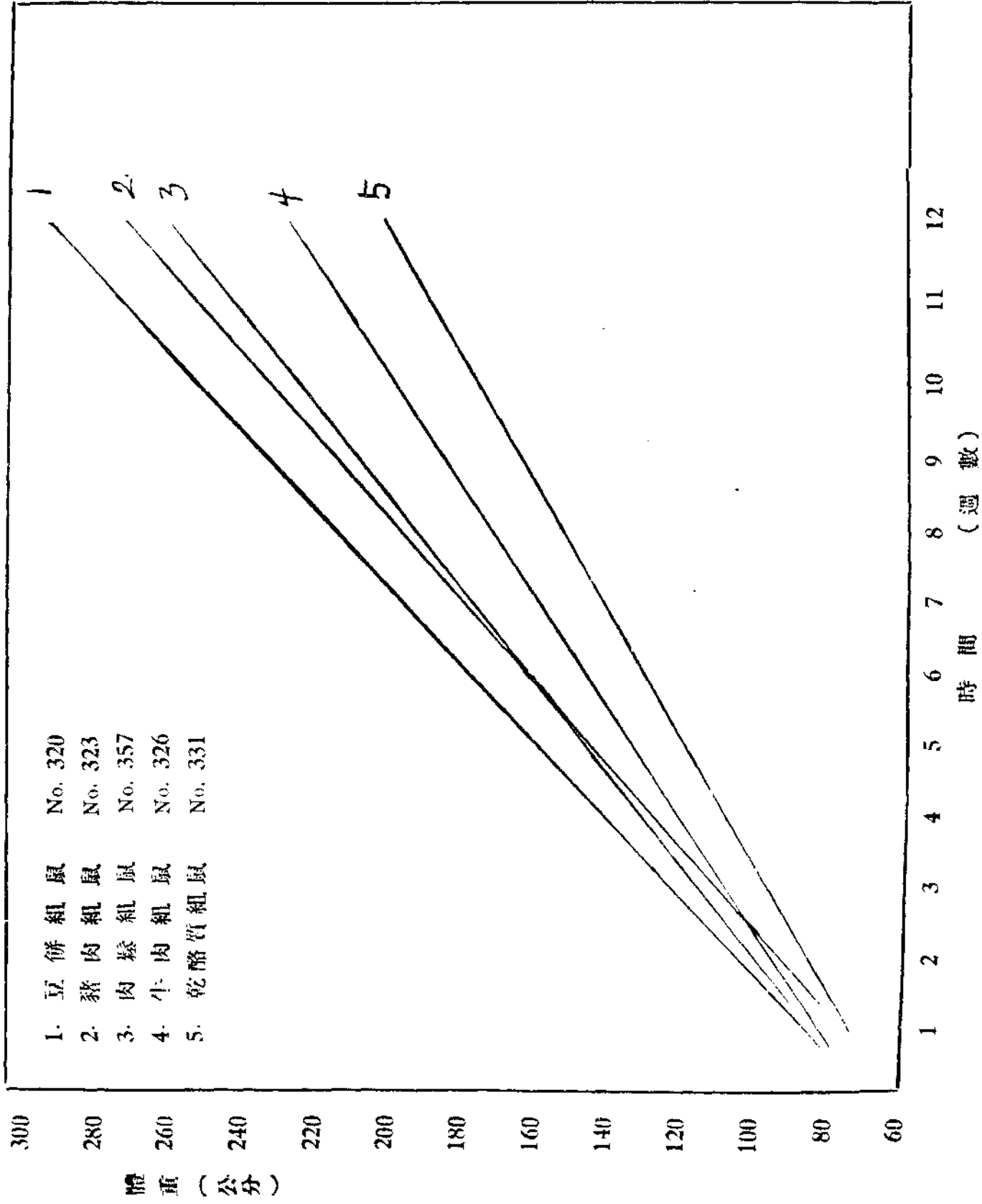
蛋白質之來源	蛋白質在飼糧中之含量	白鼠	體重		12週增加之體重	食物消費量	每食一公分蛋白質所增加之體重
			號數	起始			
第一組豆餅	10%	320 ♂	公分	公分	公分	公分	公分
			70	291	221	1351	1.64
		321 ♂	60	204	144	1032	1.40
		322 ♂	68	202	134	1179	1.13
		718 ♀	60	182	122	961	1.27
		719 ♀	70	200	130	955	1.35
		720 ♀	70	197	127	808	1.57
平均			66	213	146	1049	1.39
第二組乾酪質	10%	329 ♂	60	182	122	957	1.21
		330 ♂	55	177	122	987	1.20
		331 ♀	65	200	135	1012	1.33
		332 ♀	62	140	78	764	0.98
平均			60.5	174	114	930	1.13
第三組豬肉粉	10%	323 ♂	62	270	208	1287	1.62
		324 ♀	62	193	131	1150	1.14
		325 ♂	60	202	142	1177	1.20
		726 ♀	53	123	70	760	0.92
		727 ♂	53	122	69	790	0.87
		728 ♀	45	132	87	810	1.08
		729 ♀	48	137	89	827	1.07
平均			54.7	168	113	971	1.13
第四組牛肉粉	10%	326 ♂	70	225	155	1293	1.20
		327 ♂	65	197	132	1098	1.20
		328 ♀	58	190	132	1106	1.19
		722 ♂	52	162	110	925	1.19
		723 ♀	65	150	85	895	0.95
		724 ♀	60	166	106	889	1.19
		725 ♀	55	166	101	942	1.06
平均			62.1	179	117	1021	1.14
第五組肉鬆	10%	357 ♂	70	257	185	1137	1.60
		358 ♂	70	215	145	1031	1.41
		359 ♀	66	208	142	1006	1.41
		360 ♀	50	192	142	1012	1.39
平均			64	218	153	1046	1.45



第一圖 各組白鼠發育之狀況



第二圖 各組白鼠之生長曲線



上述結果，為容易明瞭起見，茲再用照片及曲線表示之（第一圖及第二圖）。

根據以上結果，可知豆餅所含之蛋白質，其營養價值，匪獨不亞於牛肉，豬肉之蛋白質，且駕乎二者之上。惟肉鬆組之結果，較其餘四組均優（就每食一公分蛋白質所增加體重言），頗出人意外，或因肉鬆受特別烹製之影響，其味較美，能增進動物之食量所致歟？

考蛋白質營養價值之高下，不僅視其「量」之多寡，並須視其「質」之優劣；蓋蛋白質之基本組織，乃由二十餘種氨基酸所化合而成，就中以胱氨酸（Cystine），鬆氨酸（Lysine），色氨酸（Tryptophane），酪氨酸（Tyrosine），阿金氨酸（Arginine），組氨酸（Histidine），普樂氨酸（Proline）等七種為最要，故蛋白質營養價值之大小，恆視此等氨基酸完全與否及其含量之多寡而定。觀第四表可知大豆中之主要蛋白質（Glycinine），就上述各氨基酸而論，並不亞於牛乳中之主要蛋白質（乾酪質）及鷄蛋黃中之主要蛋白質（Ovovitellin），此豆餅蛋白質營養價值之所以高也。

第四表：大豆蛋白質所含重要氨基酸之比較

氨基酸	大豆主要蛋白質	牛乳主要蛋白質	鷄蛋黃主要蛋白質
胱氨酸	1.18 %	0.50 %	0.83 %
鬆氨酸	9.06	7.62	4.81
色氨酸	1.66	2.20	2.42
酪氨酸	1.86	6.50	3.37
阿金氨酸	8.07	3.81	7.46
組氨酸	2.10	2.84	1.90
普樂氨酸	3.78	7.63	4.18

## II. 豆餅膳式之簡易化

在上部份試驗中，配合膳式所用之酵母，乳脂，及混合鹽等，價均甚昂，絕非一般民衆所能採用。但本研究之目的，在求其結果，可推行民間，使一般貧民，能利用之以受實惠。故在第二部份試驗中，遂擯去酵母，乳脂，混合鹽等不用，而改用本地小麥麵或玉蜀黍粉以替代澱粉與酵母，使供給碳水化合物與維他命 B，用鷄蛋替代乳脂，使供給維他命 A, D 等等；至礦物質則僅用食鹽，餘由小麥麵（或玉蜀黍粉）及豆餅等供給之。惟同時尚有用混合鹽者二組，藉資比較。茲將膳式之混合，及飼養之結果，分別列表如下：

第五表：豆餅之簡易膳式

飼料	豆餅	食鹽	混合鹽	鷄蛋	本地小麥麵	黃玉蜀黍
	%	%	%	%	%	%
甲	23.5	0.5	—	9	67.0	—
乙	23.5	0.5	—	9	—	67.0
丙	23.5	—	4	5	67.5	—
丁	23.5	—	4	5	—	67.5

第六表：簡易豆餅膳式飼鼠之結果

膳式	白鼠號數	體 重		12週增加之體重	飼料消費之總量
		起 始	終 了		
		公 分	公 分	公 分	公 分
	730 ♂	50	170	120	896
甲	731 ♀	70	210	140	922
	732 ♂	52	225	173	855
	733 ♀	50	190	140	873
	平 均	55.5	199	143	886.5
乙	734 ♂	70	185	115	947
	735 ♀	45	150	105	878
	736 ♂	70	200	130	952
	737 ♀	60	168	108	933
	平 均	61	176	114.5	927.5
丙	490 ♂	73	195	152	1159
	491 ♀	92	170	78	1147
	492 ♂	80	170	90	1106
	平 均	82	178	107	1137
	丁	493 ♂	82	215	133
494 ♂		102	193	91	1183
495 ♀		82	167	85	1093
平 均		88.7	192	103	1138

由上表觀之，用豆餅，本地小麥麩，9% 雞蛋，及少量食鹽所配成之簡易膳式飼鼠，所得之結果，與第三表第一組者相差甚微，然飼料之價，與該組相比，則低至極點（因不用酵母，乳脂，混合鹽等），故此種膳式，頗適合於一般民衆之採用。唯飼料中雞蛋若減至百分之五，則白鼠生長稍劣，雖加入混合鹽，亦無裨補，是殆因維他命 A, D, 等之含量

不足所致。茲將各組結果，再用照片及曲線表示之。

### III. 豆餅食料中蛋白質之消化率

#### 1. 試驗之方法

普通測蛋白質消化率之簡單方法，為用供試驗之食料飼養動物，視其每日所食之食料中含蛋白質若干，所排出之屎中含蛋白質若干，然後由下式計算之：——

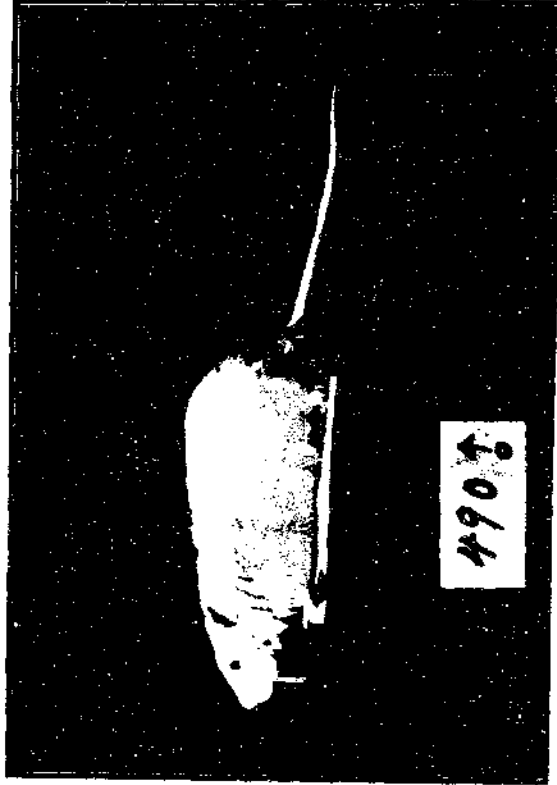
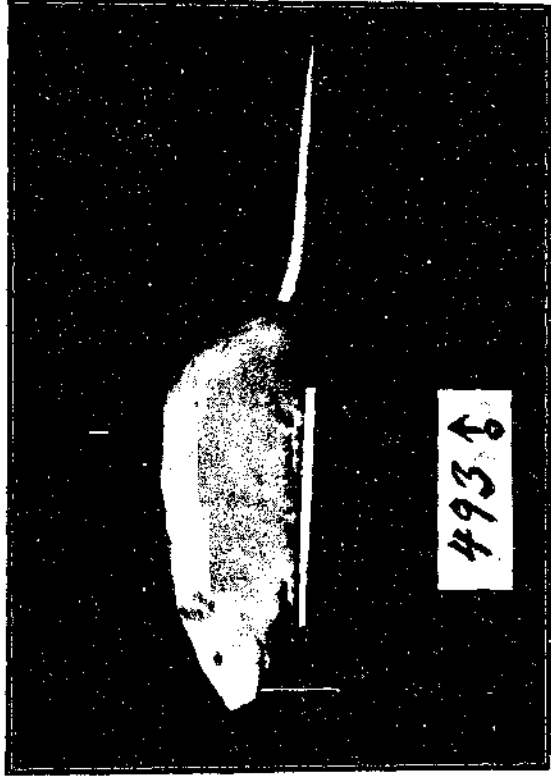
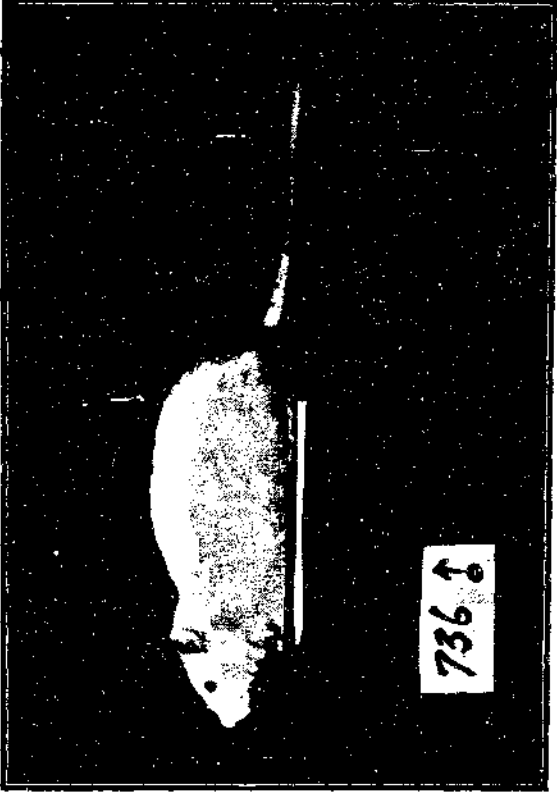
$$\text{消化率(\%)} = \frac{\text{已消化或吸收之蛋白質}}{\text{已食之蛋白質}} \times 100 = \frac{\text{食中蛋白質} - \text{屎中蛋白質}^*}{\text{食中蛋白質}} \times 100$$

\* 為簡便起見，屎中蛋白質，可用以代表未消化或未吸收之蛋白質。

本消化試驗，曾分兩方面進行，一方面用鼠，一方面用人。所用之鼠，每組雌雄各一，年方四十日左右，正值生長時期。受試之人，為孟李二君，係本試驗室訓練有素之強健工友，忠實可靠，能服從管理，其年齡均為二十歲。用鼠試驗之期間，均為七日，用人試驗之期間，則為五日。鼠之屎尿，藉鼠籠之雙層鐵絲籠底（上稀下密）分開；人之屎尿，亦各用玻璃器具收集。食物及屎尿等所含之蛋白質，概用克樂達法（Kjeldahl method）測定之。至屎之「分界物」（即用以識別試驗前與試驗後之屎者），普通多用洋紅，木炭，惟因孟李二君，不願食此二物，故遂改用牛乳，使屎呈乳白狀態，其界限亦頗易辨識。茲將試驗鼠所用之飼糧及試驗人所用之食品表列於下：

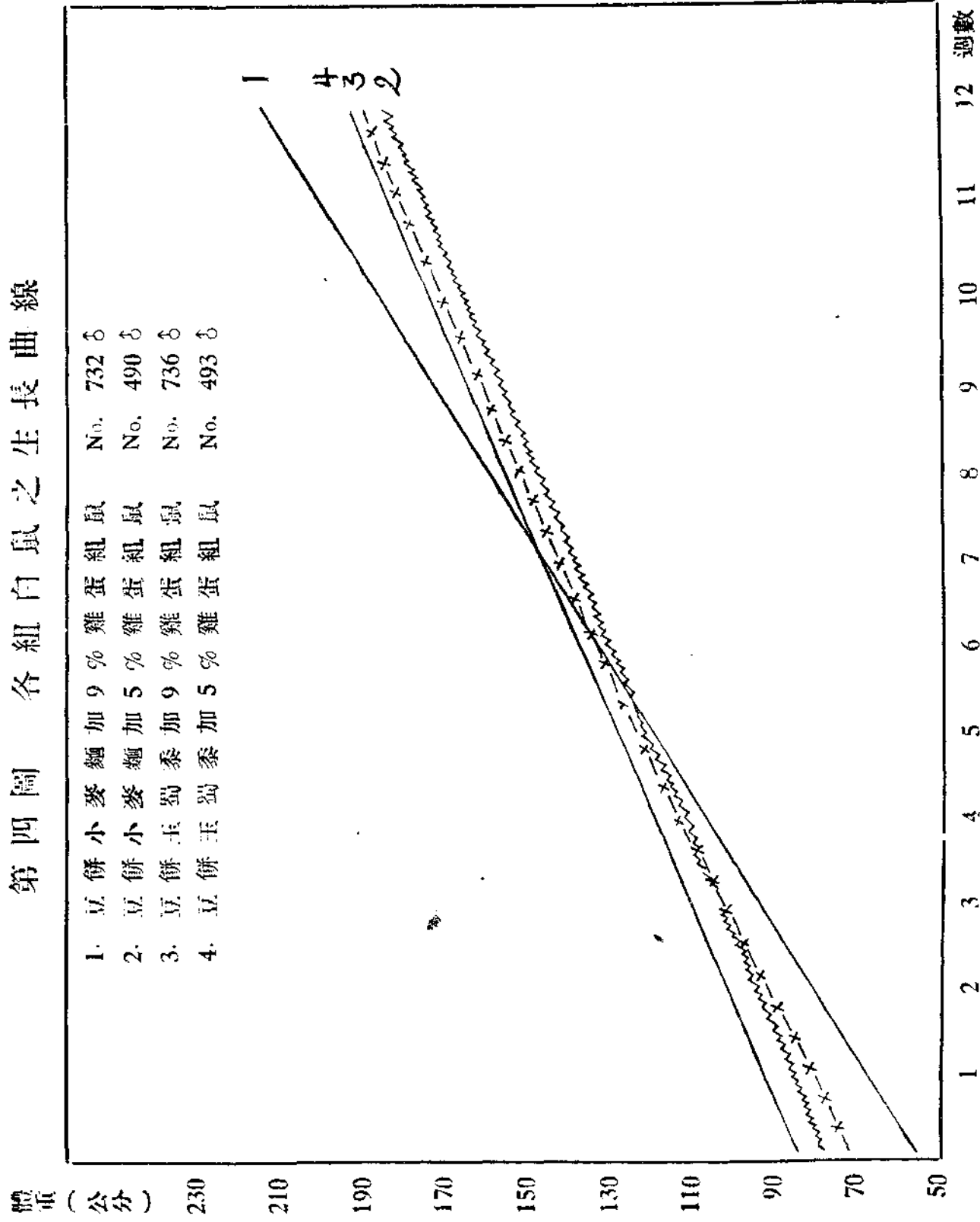


標準鼠↑





第四圖 各組白鼠之生長曲線



第七表：白鼠消化試驗之膳式

膳式	豆餅	本地小麥麵	玉蜀黍粉	雞蛋	食鹽
	公分	公分	公分	公分	公分
子	23.5	71.0	—	5	0.5
丑	23.5	—	71.0	5	0.5

第八表：工友消化試驗之膳式

膳式	豆餅	本地小麥麵	玉蜀黍粉	雞蛋	豬油	食鹽
	公分	公分	公分	公分	公分	公分
寅	46	40	—	6	5	3
卯	46	—	40	6	5	3

上膳式配合後，加適量之蒸餾水，蒸成饅頭食之；食下之實量，則以原來乾粉之重量計算之。

2. 消化試驗之結果

本試驗所得之結果，如第九，第十兩表所示。

第九表：白鼠消化試驗之結果

試驗期	膳式	體重			蛋白質之分佈			蛋白質之淨存		蛋白質之利用
		起始	終了	年齡	甲	乙	丙	丁	戊(全量)	己(%)
		公分	公分	日	食物 公分	尿 公分	尿 公分	(甲-乙-丙)	(甲-乙)	$\frac{\text{戊} \times 100}{\text{m}}$
七	子	62	70	40	6.308	0.9040	2.683	+2.7240	5.404	80.7
		58	74	40	6.973	0.9442	2.684	+3.3418	6.027	80.6
	平均	60	72	40	6.639	0.924	2.682	+3.033	5.715	80.65
日	丑	57	71	40	5.733	0.7083	2.417	+2.9531	5.162	80.8
		53	59	40	6.027	0.7069	2.422	+2.5537	5.182	80.0
	平均	55	65	40	5.880	0.7076	2.419	+2.7534	5.172	80.4

第十表： 工友消化試驗之結果

試驗期	膳式	受試者	體 重		年 齡	蛋白質之分佈			蛋白質之淨存	蛋白質之利用	
			起始	終了		甲	乙	丙	丁	戊(全量)	己(%)
			磅	磅		歲	食物 公分	尿 公分	尿 公分	(甲-乙-丙) 公 分	(甲-乙)
五日	寅	李君	130	131	20	212	40.0	151	+21.0	172	81.3
五日	卯	孟君	125	126	20	233	52.0	129	+52.0	181	77.7

觀上列二表，知豆餅與本地小麥麵混食，其蛋白質之消化率，在人類為 81.3%。在白鼠為 80.65。若與黃玉蜀黍粉混食，則前者之消化率為 77.7%，而後者為 80.4%。美人艾氏 (Atwart) 研究禾穀類蛋白質之消化率，平均為 85%，豆類為 78%。蓋食物消化率之高下，每受其所含粗糙雜質之影響，豆餅與本地小麥麵及黃玉蜀黍粉，含皮屑麩糠頗多，故其消化率均不甚高。

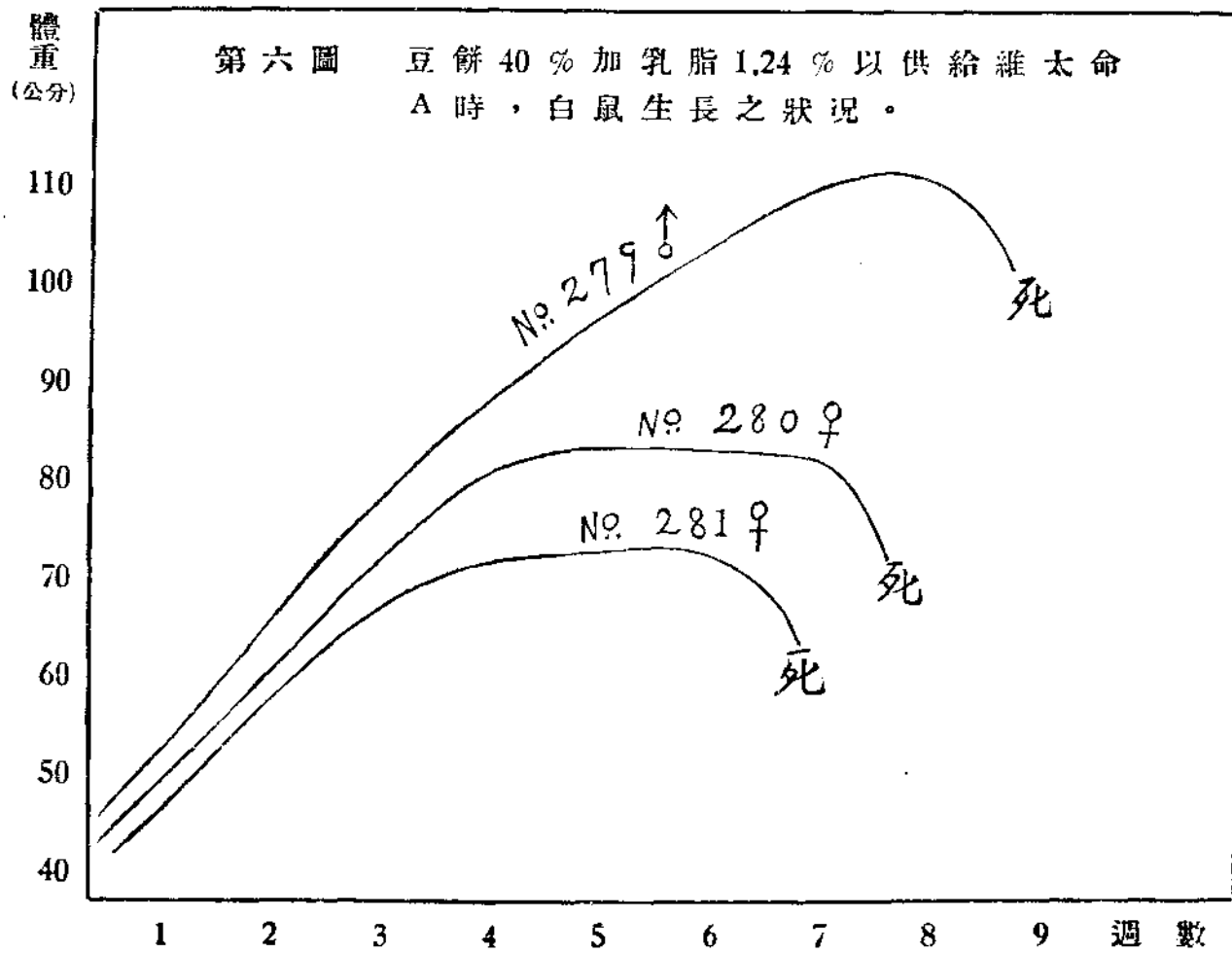
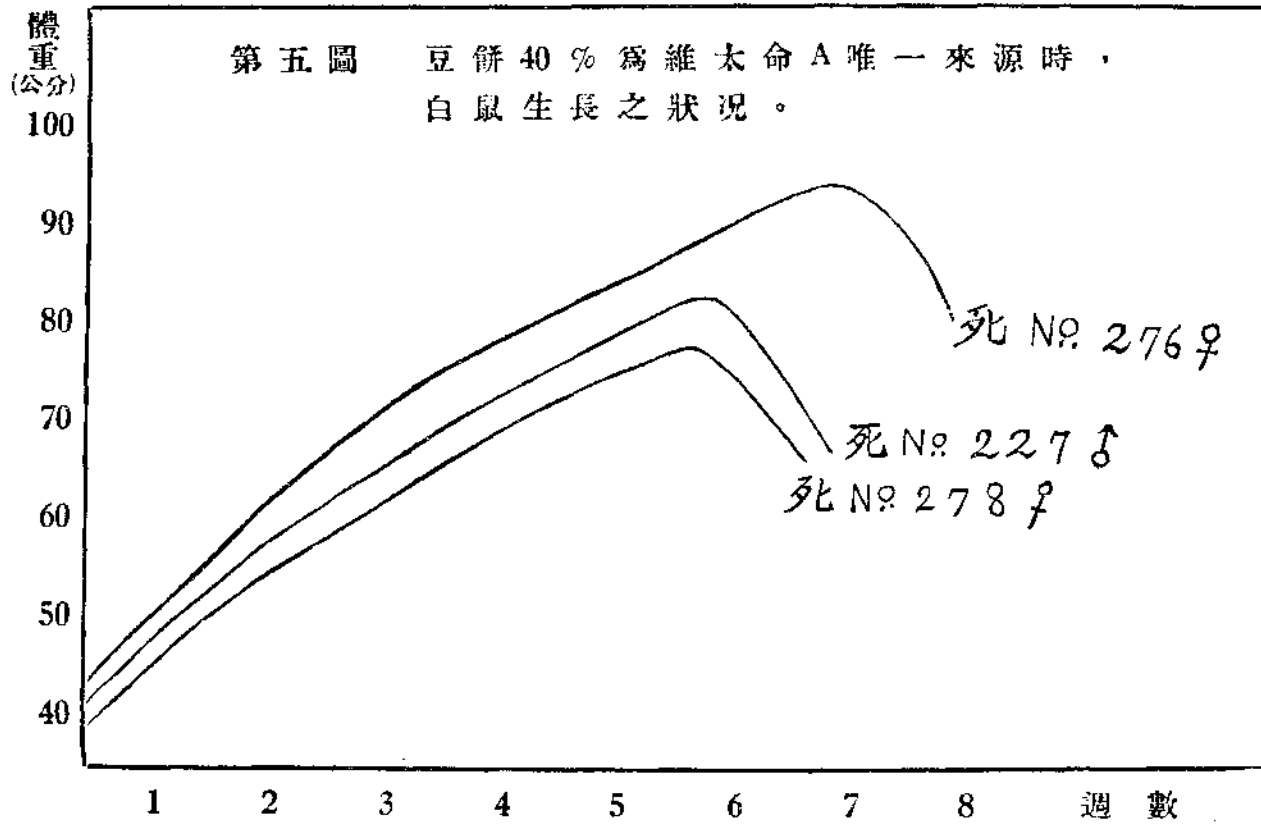
#### IV. 豆餅中維他命 A 之含量

##### 1. 試驗之方法

大豆油中含有少量之維他命 A，本研究所用之豆餅中尚餘油 7.1%，其是否仍有維他命 A 存在，似頗有證明之必要。至豆餅中之維他命 B，則已經有人測定，茲不贅。

本試驗所用之方法，即普通所謂維他命 A 之生物學分析法是也。試驗動物，為健康之白鼠，年齡四週左右，體重 40 至 50 公分，其膳式之組成如下：

豆餅 40.0%



---

混合鹽	4.0%
花生油	1.24%
酵母	4.00%
澱粉	50.76%

此膳式中除脂溶性維他命外，其餘營養要素，似均完備；設豆餅中含有維他命 A，應能維持白鼠之正常生長，否則含量太微，恐無實際之價值。

## 2. 結果

本試驗所得之結果，茲以第五，六兩圖表示之。

觀第五圖，可知豆餅佔膳食中 40%，為維他命 A 之唯一來源時，不克維持幼鼠之生命，蓋經四週後，生長遂即停止，眼病亦隨之發現，旋即衰損而死。然若膳式中 1.24% 之花生油，改為富於維他命 A 之乳脂，則有第六圖之結果，白鼠之生長稍佳，但十週以內，仍不免於死亡。此點似可視作豆餅不含維他命 A 或含量太少之明證，故雖加少量乳脂補充之，亦無濟於事。

## 摘 要

1. 本研究共分四部：即 (1) 豆餅蛋白質之營養價值，(2) 豆餅膳式之簡易化，(3) 豆餅食料之消化率，(4) 豆餅中維他命 A 之含量。

2. 豆餅蛋白質之營養價值甚高，堪與動物性蛋白質如乾酪質，牛肉粉，猪肉粉，及肉鬆等並列。

3. 豆餅 23.5 %，與本地小麥麵 67 %，雞蛋 9 % 及食鹽 0.5 % 所配成之飼料，其營養價值頗高，約與加有酵母，乳脂，混合鹽等之飼料相埒。

4. 豆餅蛋白質之消化率，與本地小麥麵合食時，在白鼠為 80.65 %，在人為 81.3 %；與玉蜀黍粉合食時，在白鼠為 80.4 %，在人為 77.7 %。

5. 豆餅佔膳食中 40% 時，不能供給白鼠生長所需之維他命 A，縱加 1.24 % 之乳脂，亦無甚顯著之改良功效。

# 華北菌類目錄預報

## A PRELIMINARY LIST OF THE FUNGI IN NORTHERN CHINA

賀峻峰 T. F. HO 王明德 M. T. WANG

In 1932 professor F. L. Tai of The University of Nanking published a summary of the Chinese fungi collected and studied by foreign explorers in "Nanking Journal" Vol. 1, 1932 in which he has described practically all the Chinese fungi listed by these collectors, the foreign collectors had visited seventeen provinces of China collected over one thousand numbers out, of which however only a few hundreds species including some ten-per-cent of new ones were enumerated.

Ever since the beginning of the present century, a large number of our parasitic fungi have been collected and studied by professors F. L. Tai and C. Tu. The reports of these works were published in "Nanking Journal" Lingna Journal of Science and others.

In the course of the taxonomic study on the Chinese fungi, the writers have examined quite a number of specimens, which were collected at different places in the province of Hopei,

Jehol, Liaoning, Shantung etc. and recognized 109 species belonging to 37 genera. These are listed below:—

**1. *Albugo candida* (Pers.) O. Kuntze**

Hab. On *Brassica cernua* Thunb. (白菜). Peiping University farm. (323, Oct. 13, 1931. 727, Sept. 28, 745' Oct. 4, 1932.)—On *Brassica pe-tsai* Bailey. (芥菜). Peiping University farm. (746, Oct. 4, 1932.)—On *Gynandropsis pentaphylla* DC. (白花菜). Ting Hui Szu, Peiping. (958, August 1, 1932.)

**2. *Albugo spinulosus* Reg.**

Hab. On *Cirsium japonicum* DC. (小薊). Peiping University farm. (571, July 20, 1932.)

**3. *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroet.**

Hab. On *Setaria italica* Kth. var. *germanica* Trin. (穀子). Pu Hui Szu, Peiping. (655, August 27, 1932.)—On *Panicum miliaceum* L. (稷). Lo Tao Chuang, Peiping. (499, June 13, 1932.)

**4. *Peronospora manchurica* (Nacum.) Syd.**

Hab. On *Glycine hispida* Maxin. (大豆). Lo Tao Chuang, Peiping. (505, June 14, 1932.) Pu Hui Szu, Peiping. (625, August 12, 1932.) Lung Wang Miao, Peiping. (628, August



---

13. 1932.) Peiping University farm. (564, July 15, 629, August 13, 635, August 15, 1932. 933, August 15, 1933.)

**5. *Peronospora Spinaciae* Laubert.**

Hab. On *Spinacia oleracea* Will. (菠菜). Peiping University farm. (398, April 27, 1932. 875, April 20, 1933.)

**6. *Rhizopus nigricans* Ehr.**

Hab. On *Solanum tuberosum* L. (馬鈴薯). Peiping University farm. (735, Sept. 29, 1932.)

**7. *Mucor stolonifer* Ehr.**

Hab. On *Ipomaea batatas* Lam. (甘藷). Lo Tao Chuang, Peiping. (714, Sept. 19, 1932.)

**8. *Taphrina deformans* Tub.**

Hab. On *Prunus persica* S. et Z. (桃). Peiping University farm. (835, Nov. 15, 1932.)

**9. *Cenangium abietis* (Pers.) Rehm.**

Hab. On *Pinus densiflora* Sieb. et Zuck. (赤松). Tao Yu Tai, Peiping. (386, April 20, 1932.)

**10. *Erysiphe communis* (Wallr.) Fr.**

Hab. On *Convolvulus sagittifolius* Com. (箭葉旋花). Pao Ting (621, August 11, 1932.) Yin Tia, Si Shan. (542, July 3, 1932.) Peiping University farm. (772, Oct. 15, 1932.) Botanical garden P. U. Peiping. (766, Oct. 13, 1932.)—On *Polygonum aviculare* L. (蕭蓄). Yin Tia, Si Shan. (541, July 3, 1932.)

#### 11. *Erysiphe polygoni* (DC.) Sawada

Hab. On *Medicago sativa* L. (苜蓿). Yin Tia. (388, June 9, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (737, Sept. 30, 1932.)

#### 12. *Erysiphe cichoracearum* DC.

Hab. On *Artemisia vulgaris* L. var. *indica* Maxim. (艾) Wan Sheng Yuan, Peiping. (760, Oct. 10, 1932.)

#### 13. *Sphaerotheca fuliginea* (Schröt.) Sawada

Hab. On *Bidens bipinnata* L. (鬼針草). Lo Tao Chuang, Peiping. (620, August 10, 1932. 739, Oct. 1, 1933.) Lung Wang Miao, Peiping. (366, April 10, 380, April 19, 1932.) Peiping University farm. (769, Oct. 14, 1932.)—On *Impatiens balsamina* L. (鳳仙花). Peiping University farm. (320, Oct. 10, 321, Oct. 11, 324, Oct. 15, 1931. 676, Sept. 2, 723, Sept. 27, 1932.)—On *Siegesbeckia orientalis* L. (豨薟). Peiping University farm (322, Oct. 13, 1931.)—On *Taraxacum officinale* Wigg. var. *glan-*

cesceus Koch. (蒲公英). Pao Ting. (795, Oct. 27, 1932.—S. C. Wang.)—On *Taraxacum officinale* Web. (蒲公英). Wan Sheng Yuan, Peiping. (730, Sept. 29, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (729, Sept. 28, 731, Sept. 29, 1932.)

**14. Sphaerotheca Humuli (DC.) Burr.**

Hab. On *Lactuca denticulata* Maxim. (苦蕒菜). Yin Tai. (550, July 8, 1932.)

**15. Microsphaera Alni Wint.**

Hab. On *Julans regia* L. (胡桃). Wan Sheng Yuan, Peiping. (759, Oct. 10, 1932.)—On *Rumex crispus* L. (牛舌蘘) Yin Tai. (549, July 7, 1932.)—On *Cucurbita pepo* L. (南瓜) Lo Tao Chuang, Peiping. (736, Sept. 30, 1932.)

**16. Microsphaera Baumleri P. Magn.**

Hab. On *Vicia cracea* L. var. *japonica* Miq. Peiping University farm. (330, Oct. 20, 1931.)

**17. Uncinula kenjiana Homma**

Hab. On *Ulmus pumila* L. (榆). Pao Ting. (791, Oct. 26, 1932.—S. C. Wang.)

**18. Phyllactinia corylea (Pers.) Karst.**

Hab. On *Morus alba* L. (桑). Wan Sheng Yuan, Peiping. (509, June 17, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (513, June 20, 738, Sept. 30, 1932.) Peiping University farm. (728, Oct. 28, 1932.)—On *Ailanthus glandulosa* Desf. (臭椿). Lo Tao Chuang, Peiping. (7, Sept. 10, 1927.) Wan Sheng Yuan, Peiping. (758, Oct. 10, 1932.)—On *Diospyros Kaki* L. (柿樹). Wan Sheng Yuan, Peiping. (757, Oct. 10, 1932.)—On *Pyrus sinensis* Lindl. (梨). Peiping University farm. (810, Nov. 5, 1932.)

**19. *Capnodium salicinum* (Pers.) Kumze.**

Hab. On *Populus tomentosa* Carr. (白楊). Peiping University farm (337, Nov. 12, 1931.)

**20. *Ustilago hordei* (Pers.) Kell et Swin.**

Hab. On *Hordeum sativum* L. var. *vulgare* Hack. (大麥). Nan Sha Kou, Peiping. (893, June 11, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (511, June 19, 1932.) Pu Hui Szu, Peiping. (520, June 23, 1932.)

**21. *Ustilago tritici* Rostr.**

Hab. On *Triticum sativum* L. var. *vulgare* Hack. (小麥). Lo Tao Chuang, Peiping. (418, May 8, 1932.)

**22. *Ustilago crameri* Kcern.**

**Hab. On *Setaria italica* Kth. var. *germanica* Trin. (穀子).** Pu Hui Szu, Peiping. (656, August 27, 1932.)

**23. *Ustilag Avenae* (Pers.) Jens.**

Hab. On *Avena sativum* Jessen. (燕麥). Pao Ting. (263, June 18, 1931—C. S. Wang.)

**24. *Ustilago laevis* Magnus.**

Hab. On *Avena sativum* Jessen. (燕麥). Lo Tao Chuang, Peiping. (510, June 18, 1932.)

**25. *Ustilago Zeae* (Beck.) Ung.**

Hab. On *Zea mays* L. (玉蜀黍). Peiping University farm. (169, August 9, 1930. 309, August 30, 1931.)

**26. *Ustilago Panici-miliacei* (Pers.) Wint.**

Hab. On *Panicum miliaceum* L. (稷子). Peiping University farm. (630, August 13, 1932.)

**27. *Sphacelotheca sorghi* (Link.) Clint.**

Hab. On *Andropogon scrghum* Brot. var. *vulgaris* Hack. (高粱). Lo Tao Chuang, Peiping. (600, August 2, 1932.) Pu Hui Szu, Peiping. (611, August 5, 1932. August 28, 1932.)

**28. *Sorosporium Reiliana* (Kuhn.) Clint.**

Hab. On *Andropogon sorghum* Brot. var. *vulgaris* Hack. (高粱). Lo Tao Chuang, Peiping. (601, August 2, 1932.) Pu Hui Szu, Peiping. (657, August 27, 1932.)

**29. *Melampsora Larici-Polulina* Kleb.**

Hab. On *Populus italica* L. (義大利楊). Peiping University farm. (751, Oct. 7, 1932.)

**30. *Melampsora Rostrupii* Wagner.**

Hab. On *Populus tremula* L. var. *Villosa* Weam. (白楊) Fing Tien Botanical garden. (845, Nov. 20 1932.)

**31. *Melampsora coleosporioides* Diet.**

Hab. On *Salix matsudana* Koidz. (柳). Pao Ting. (717, Sept. 21, 1932—S. C. Wang.)

**32. *Melampsora cynanchi* Thum.**

Hab. On *Cynanchum sibiricum* R. Br. (地稍瓜). Botanical garden Peiping University. (767, Oct. 13. 1932.)

**33. *Melampsora tremulae* Tul.**

Hab. On *Populus tremula* var. *pseudograndidentata*. Peiping University farm. (743, Sept. 30. 1932.)

**34. *Phakopsora Zizyphi-vulgaris* (P. Henn.) Diet.**

Hab. On *Zizyphus vulgaris* Lam. (棗). Lo Tao Chuang, Peiping. (653, August 25, 734, Sept. 30, 1932.) Pu Hui Szu, Peiping. (733, Sept. 30, 1932.)

**35. *Pucciniastrum Potentillae* Kom.**

Hab. On *Potentilla Tanacetifolia* Willd. Yin Tai, Kung Tung Pao. (548, July 7, 1932.)

**36. *Gymnosporangium Haraeanum* Syd.**

Hab. On *Pyrus sinensis* Lindl. (梨). Peiping University farm. (322, Nov. 5, 333, Nov. 6, 1931. 496, June 13, 1932.) Yin Tai, Si Shan. (477, July 3, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (430, May 20, 1932.)—On *Thuja orientalis* L. (側柏). Lo Tao Chuang, Peiping. (354, April 8, 365, April 10, 1932.)—On *Juniperus chinensis* L. (檜柏). Lo Tao Chuang, Peiping. (364, April 10, 1932.)

**37. *Gymnosporangium Yamadai* Miyabe**

Hab. On *Juniperus chinensis* L. (檜柏). Peiping University farm. (367, April 11, 1932.)—On *Malus spectabilis* Ait. (海棠). Peiping University farm. (278, July 15, 1931. 559, June 12, 1932.)—On *Malus pumila* Mill. (蘋果). Peiping University farm. (304, Sept. 9, 1931. 943, Sept. 5, 1933.)—On *Malus com-*

munis DC. (西洋蘋果). Peiping University farm. (942, Sept. 5, 1933.)

**38. Phragmidium Rosae-rugosae Kasai**

Hab. On *Rosa rugosa* Thunb. (玫瑰). Pao Ting. (131, June 1, 1930.—C. S. Wang.)

**39. Uromyces Limonii (DC. ) Lév.**

Hab. On *Statice japonica* S. et Z. (匙葉艸). Yin Tai, Pao Tai Shan. (540, July 3, 1932.)

**40. Uromyces caryophyllinus (Schr.) Wint.**

Hab. On *Dianthus chinensis* L. (石竹). Peiping University farm. (744, Oct. 4, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (765, Oct. 13, 1932.)

**41. Uromyces setaria-italica (Diet.) Yoshino**

Hab. On *Setaria italica* Beauv. var. *germanica* Trin. (穀子). Pu Hui Szu, Peiping. (625, August 12, 697, Sept. 12, 1932.)

**42. Uromyces appendiculatus (Pers.) Link.**

Hab. On *Phaseolus vulgaris* L. (菜豆). Lo Tao Chuang, Peiping. (726, Sept. 28, 1932. 948, Sept. 18, 1933.) Pu Hui Szu, Peiping (658, August 27, 1932.) Peiping University farm.



(314, Sept. 26, 310, Oct. 13, 1931.)

**43. Uromyces striatus Schrcet.**

Hab. On *Medicago sativa* L. (苜蓿). Lo Tao Chuang, Peiping. (660, August 27, 1932.) Wan Sheng Yuan. Peiping. (763, Oct. 12, 1932.)

**44. Uromyces Astragali (O. P.) Sacc.**

Hab. On *Astragalus* Sp. Yin Tai (545, July 5, 1932.)

**45. Puccinia graminis Pers.**

Hab. On *Setaria Viridis* Beauv. (狗尾艸). Peiping University farm. (492, June 10, 1932. 724, Sept. 28, 1932.)—On *Triticum sativum* L. (小麥). Lo Tao Chuang, Peiping. (491, June 10, 1932. 528, June 29, 1932.) Peiping University farm. (512, June 18, 1932.)—On *Hordeum sativum* L. (大麥). Nan Sha Kou, Peiping. (497, June 12, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (524, June 27, 1932.)—On *Setaria italica* Beauv. (穀子). Lo Tao Chuang, Peiping. (756, Oct. 10, 1932. 938, August 25, 1933.)

**46. Puccinia Helianthi Schwin.**

Hab. On *Helianthus annuus* L. (向日葵). Peiping University farm. (308, Sept. 17, 1931. 312, Sept. 26, 1931. 688, Sept. 8, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (618, August 9, 1932.)—On *Helianthus tuberosus* L. (薯蕷). Peiping University farm.

(687, Sept. 9, 1932. 722, Sept. 28, 1932.) Wan Sheng Yuan, Peiping. (661, August. 27, 1932.)

**47. *Puccinia Magnusiana* (Schum) Koern.**

Hab. On *Phragmites Communis* var. *longivalvis* Miq. (葦子). Lung Wang Miao, Peiping. (363, April 10, 1932.)—On *Phragmites communis* Trin. (小蘆葦). Lung Wang Miao, Peiping. (362, April 10, 1932. 143, Oct. 4, 1932. 317, Oct. 13, 1931.)

**48. *Puccinia phragmitis* (Schum.) Koern.**

Hab. On *Phragmites communis* var. *Longivalvis* Miq. (葦子). Lung Wang Miao, Peiping. (361, April 10, 1932.)—On *Phragmites communis* Trin (小蘆葦). Peiping University farm. (316, Oct. 13, 1931.)

**49. *Puccinia caricis* (Schum.) Reb.**

Hab. On *Carex lanceolata* Boott. Wan Sheng Yuan, Peiping. (755, Oct. 10, 1932.)—On *Carex brunea* Thunb. Peiping University farm. (387, April 20, 1932.)

**50. *Puccinia Cirsii* Lasch.**

Hab. On *Cirsium Segetum* Bge. Yin Tai, Si Shan. (538, July 3, 1932.)—On *Cirsium arvense* Scop.—On *Cirsium japonicum* DC. Yin Tai, Si Shan. (536, 537, July 3, 1932.)

**51. *Puccinia Convolvuli* (Pers.) Cast.**

Hab. On *Calystegia soldaella* R. Br. (腎葉天劍). Yin Tai, Si Shan (551, July 8, 1932.)—On *Calystegia japonica* Choisy. (日本天劍). Peiping University farm. (326, Oct. 13, 1931. 328, Oct. 15, 1931.) Lo Tao Chuang, Peiping. (698, Sept. 13, 1932.)

**52. *Puccinia suaveolens* Rostr.**

Hab. On *Cirsium arvense* Scop. Lo Tai Chuang, Peiping. (738, Sept. 30, 1932.)

**53. *Puccinia Absinthii* DC.**

Hab. On *Artemisia sievossiana* Willd. (白蒿). Wan Sheng Yuan, Peiping. (797, Oct. 28, 1932.)

**54. *Puccinia augustata* Pers.**

Hab. On *Cyperus Iria* L. (三稜艸). Lo Wan Miao, Peiping. (360, April 10, 1932.)

**55. *Puccinia polygoni* Pers.**

Hab. On *Polygonum Mite schrank.* (蓼). Peiping University farm. (327, Oct. 13, 1931. 782, Oct. 20, 1932.) Wan Sheng Yuan, Peiping, (754, Oct. 10, 1932.)

**56. *Puccinia lactucae* Diet.**

Hab. On *Lactuca denticulata* Maxim. (苦蕒菜). Wan Sheng Yuan, Peiping. (753, Oct. 10, 1932.)

**57. *Puccinia aucta* Berk. et Mull.**

Hab. On *Lobelia* Sp. Yin Tai, Si Shan. (543, July 3, 1932.)

**58. *Puccinia Calletiana* Barcl.**

Hab. On *Robia cordifolia* L. Wan Sheng Yuan, Peiping.  
(654, August 27, 1932.)

**59. *Puccinia Oenanthes* Miyake**

Hab. On *Oenanthe stolonifera* DC. (水芹). Peiping  
University farm (770, Oct. 14, 1932.)

**60. *Puccinia ematutata* Schw.**

Hab. On *Eragrostis ferruginea* Beauv. (知風艸). Pei-  
ping University Botanical garden. (692, Sept. 10, 1932.)

**61. *Puccinia Hemerocallidis* Thaem.**

Hab. On *Hemerocallis dumortieri* Mors. (金萱). Pao  
Ting. (783, Oct. 21, 1932.—C. S. Wang.)

**62. *Puccinia himalensis* (Bar.) Diet.**

Hab. On *Agropyrum semicostatum* Nees. (鵝觀艸).  
Lung Wang Miao, Peiping (752, Oct. 9, 1932.)

**63. *Puccinia Arachiclis* Spcg.**

Hab. On *Arachis hypogaea* L (落花生). Lo Tao Chu-  
ang, Peiping. (716, Sept. 30, 1932.)

**64. *Puccinia coronata* Corda.**

Hab. On *Rhamnus Crenata* S. et Z. (磯木). Lin Chang, Peiping University. (749, Oct. 6, 1932.)

**65. *Puccinia caricis-bruneeae* Diet.**

Hab. On *Carex Brunnea* Thunb. Wan Sheng Yuan, Peiping. (150, Oct. 10, 1932.)

**66. *Puccinia iridis* (DC.) Wallr.**

Hab. On *Iris ensata* Thunb. (馬蘭). Pao Ting. (160, July. 19, 19 30. 570, July. 19, 1932.—C. S. Wang.)

**67. *Aecidium elegans* Det.**

Hab. On *Rhamnus parvifolius* Bunge (叫驢子刺). Ti Shui Ya, Peiping. (460, May 26, 1932.) Chin Shan, Peiping. (453, May 25, 1932.)—On *Rhamnus glabrescens* Bunge. Miao Fung Shan, Peiping. (461, May, 26, 1932.)

**68. *Aecidium Clematidis* Barcl.**

Hab. On *Clematis apiifolia* DC. (女萎). Pao Ting. (490, June 10, 1932.)

**69. *Aecidium Compositarum* Mart.**

Hab. On *Lactuca denticulata* Maxim. (苦蕒菜). Tiao Yu Tai, Peiping. (462, May 26, 1932.) Wan Sheng Yuan, Peiping. (750, Oct. 10, 1932.)

**70. *Aecidium Coronata* Corda.**

Hab. On *Ehamnus orenata* S. et Z. Tiao Yu Tai, Peiping. (555, July 10, 1932.)

**71. *Aecidium* sp.**

Hab. On *Atractylis ovata* Thunb. (蒼朮). Tiao Yu Tai, Peiping. (465, May 27, 1932.)

**72. *Aecidium Mespili* DC.**

Hab. On *Mespilus cuneata* S. et Z. (山榿子). Miao Fung Shan, Peiping. (449, May 20, 1932.)

**73. *Aecidium Rhamni* Gmel.**

Hab. On *Rhamnus* Sp. Miao Fung Shan, Peiping. (459, 26, 1932.)

**74. *Aecidium convallariae* Schum.**

Hab. On *Polygonatum giganteum* Dielr. var. *Thunbergii* Mazim. (黃精). Cean Kc. Peiping. (463, May 26, 1932.)

**75. *Helicobasidium mompa* Tanaka**

Hab. On *Morus alba* L. var. *indica* Bus. (桑). Pao Ting. (345, March 20, 1932.)

**76. *Phyllosticta potamogetonis* Rostr.**

Hab. On *Potamogeton polygonifolius* pourr. (眼子菜) Peiping University farm. (634, August 15, 1932.)

**77. Dendrophoma Convollariae Cav.**

Hab. On *Convollaria majalis* L. Peiping University Botanical garden. (636. August 15, 1932.)

**78. Septoria glycines Hemm.**

Hab. On *Glycine hispida* Maxim. (大豆). Peiping University farm. (638. August 17, 1932.)

**79. Septoria piricola Deom.**

Hab. On *Prunus armeniaca* L. (杏). Chin Shan, Peiping. (464. May 26, 1932.)

**80. Glaeosporium inconspicuum Cav.**

Hab. On *Sagittaria sagittifolia* var. *sinensis* Mak. (慈姑) Lung Wang Miao, Peiping. (741, Oct. 3, 1932.)—On *Ulmus pumila* L. (榆). Lung Wang Miao, Peiping. (631, August 13, 1932.)

**81. Gloeosporium laeticolor Berk.**

Hab. On *Prunus persica* Siel et Zucc. (桃). Peiping University farm. (645, August 20, 1932.)

**82. Piricularia oryza Cav.**

Hab. On *Oryza sativa* L. (稻). Lo Tao Chuang, Peiping. (720, Sept. 28, 1932.)

**83. Helminthosporium turcicum Pass.**

Hab. On *Andropogon sorghum* var. *Vulgaris* Hack. (高粱). Peiping University farm. (500, 13, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (699, Sept. 13, 1932.) Pu Hui Szu, Peiping. (652, August 27, 1932. 663, 28, 1932.)

**84. *Helminthosporium setariae* Sawada**

Hab. On *Setaria italica* Kth. var. *germanica* Trin. (穀子). Lung Wang Miao, Peiping. (486, June 8, 1932, 651, August 27, 1932.)

**85. *Helminthosporium panici-miliacei* Nisikado**

Hab. On *Panicum miliaceum* L. (稷). Lung Wang Miao, Peiping. (633, August 14, 1932.)

**86. *Macrosporium phaseoli* Fautr.**

Hab. On *Phaseolus vulgare* L. (菜豆). Lung Wang Miao, Peiping. (507, June 16, 1932.)

**87. *Macrosporium alliorum* Cke. et Mass.**

Hab. On *Allium fistulosum* L. (葱). Peiping University farm. (623, August 12, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (356, April 9, 1932.)

**88. *Altermaria brassicae* (Berk.) Sacc.**

Hab. On *Triticum vulgare* L. (小麥). Peiping University farm. (748, Oct. 6, 1932.)



**89. *Cercospora Sesami* Zimm.**

Hab. On *Sesamum indicum* L. (胡麻). Lo Tao Chuang, Peiping. (692, Sept. 10, 1932.)

**90. *Cercospora Daizu* Miura**

Hab. On *Glycine hispida* Maxim. (大豆). Lo Tao Chuang, Peiping. (721, Sept. 30, 1943.)

**91. *Cercospora tosenis* P. Henn.**

Hab. On *Solanum nigrum* L. (龍葵). Lo Tao Chuang, Peiping. (719, Sept. 28, 1932.)

**92. *Cercospora baticola* (Sacc.) Nakata**

Hab. On *Beta vulgaris* L. (菠菜). Peiping University farm. (619, August 10, 1932.)

**93. *Cercospora Timorensis* Cke.**

Hab. On *Ipomaea aquatica* Forsk. (水生甘藷). Lo Tao Chuang, Peiping. (771, Oct. 14, 1932.)

**94. *Cercospora acerina* (Hart.) Cotyled.**

Hab. On *Acer negundo* L. (多寶楓). Peiping University farm. (762, Oct. 14, 1932.)

**95. *Cercospora personata* (B. et E.) Ellis.**

Hab. On *Arachis hypogaea* L. (落花生). Pu Hui Szu,

Peiping. (664, August 27, 1932.) Lo Tao Chuang, Peiping. (911, July 2, 1933.)

**96. *Cercospora althaeina* Sacc.**

Hab. On *Althaea rosea* Cav. (蜀葵). Peiping University farm. (773, Oct. 15, 1932.)

**97. *Cercospora Sorghi* Ell. et Ev.**

Hab. On *Andropogon Sorghum* var. *Vulgaris* Hack. (高粱). Lo Tao Chuang, Peiping. (669, August 29, 1932.)

**98. *Cercospora* sp.**

Hab. On *Chrysanthemum Sinense* Sab. (菊). Lo Tao Chuang, Peiping. (718, Sept. 30, 1932.)

**99. *Streptococcus mesenterioides* (Clank) Mig.**

Isolated from a Sugar broth agar (Sept. 15, 1931.)

**100. *Bacterium Campestre* Smith**

Isolated from the bacterial disease of *Brassica Campestre* L. (白菜). (Nov. 2, 1932.) *Rhaphanus Sativus* (蘿菔) (Oct. 13, 1933.)

**101. *Bacterium Sojae* Wolf**

Isolated from the bacterial disease of *Glycine hispida maxim.* (大豆). (Sept. 20, 1932.)

**102. Bacterium Glycinenum Coeper**

Isolated from the bacterial disease of *Glycine hispida* maxim. (大豆). (Sept. 20, 1932.)

**103. Bacterium viridificiens Tisdale.**

Isolated from the *Vigna Sinensis* Hassk. (豇豆). (June 2, 1932.)

**104. Bacterium Tumefaciens Sm. et Towns.**

Isolated from the crown gall of *Prunus persica* S. et L. var. *rulgaris* maxim. (桃). (April. 12, 1932.)

**105. Bacterium pruni Smith**

Isolated from the bacterial disease of *Prunus persica* S. et Z. var. *Vulgaris* maxim (桃). (Sept. 2, 1932.)

**106. Bacillus phaseoli Smith**

Isolated from the disease leaf of *Phaseolus vulgaris*. (菜豆). (August 10, 1932.)

**107. Bacillus Megaterium de Bary**

Isolated from a general soil. (Oct. 14, 1932.)

**108. Bacillus aroideae Towns.**

Isolated from the bacterial disease of *Brassica campestre* L. (白菜). (Nov. 21, 1932.)

**109. Rhizobium radicicola (Berijerink.) Bergey**

Isolated from the root tubercles of *Glycine hispida* Maxim. (大豆). (Sept. 12, 1932.)



單純或混合之動植物蛋白質飼料對於白鼠滋長生殖壽命  
之影響的初步報告

**A PRELIMINARY REPORT ON THE GROWTH, REPRODUCTION, AND LONGEVITY OF ALBINO RATS AS EFFECTED BY THE SEPARATE OR COMBINED FEEDING ON ANIMAL AND PLANT PROTEINS**

陳宰均 T. C. CHEN, 陳朝玉 C. Y. CHEN

INTRODUCTION

It has been repeatedly demonstrated that a small amount of animal proteins, when fed together with the proteins of plant origin, may make up the deficiencies of the latter. But experimental data are scarce which concern the supplementary effect of the proteins of different sources, not fed in a combined form, but fed separately on alternative days, or one day with animal proteins followed by a few days of food derived from plant tissues. In view of the fact that the diet of the majority of the Chinese people is composed mainly of cereals, beans and vegetables, meat or meat products being taken only occasionally, say, once a week or even still less frequently than this, the question arises whether such a small amount of animal foodstuffs can supplement a diet of strictly a vegetarian nature in the following days. In other words, can the essential amino-acids contained in the animal proteins be stored up in the body for certain period of time so that they may be gradually utilized to

meet the shortcomings of plant proteins taken afterwards? This experiment is planned with an attempt to throw some light on this problem. Albino rats were employed as experimental animals, their rate of growth, record of reproduction and longevity being used as criteria for the ascertaining of comparative nutritive efficiencies of proteins of plant and animal origin when fed separately or in union.

#### EXPERIMENTAL METHOD

It was planned to pattern our study after those of Osborne and Mendel, feeding the rations *ad libitum* and then adopting either the one or the other of their recommended methods of comparison according to the data obtained.

The animals used were five weeks old white rats reared from mothers on the same adequate stock diets. The young rats of each litter were so distributed that approximately an equal number of litter mates of about the same average weight is comprised in every group. Each rat was fed in an individual wire cage with raised bottoms, receiving its ration and *libitum* and distilled water. To avoid scattering, the feed was moistened with distilled water and packed into the feeding dish. Any food not eaten collected, dried to a moisture-free basis weekly, and deducted from the dry matter fed. The rats were weighed weekly.

•

All the rats received a diet in which only the protein factor was variable, and which are hitherto considered to be satisfactory in calorific value and salt content, and also known to contain abundance of the essential vitamins, etc. The protein content of the diets were as a rule at a nine per cent level. For the sake of convenience, the diet in which the proteins were derived solely from maize was called a vegetarian one; and when only beef powder was used as source of protein, it was called a meat diet; whilst with both maize and beef powder together, the diet was called a mixed one. The reason why we should choose maize as the source of plant protein is that it is well known to be deficient in the essential amino-acids, such as lysine and tryptophane, and that its nutritive quality can be improved by the addition of beef proteins.

The method of making up the ration is illustrated as follows:

**Table I.** The composition of basal ration of all groups

Source of proteins, on 9% level	Ration I maize protein	Ration II beef protein	Ration III 1/3 beef protein 2/3 maize protein	Ration IV 1/5 beef protein 4/5 maize protein	Ration V 1/7 beef protein 6/7 maize protein
	grams	grams	grams	grams	grams
Maize	75.0	—	150.0	300.0	450.0
Beef powder	—	13.5	13.5	13.5	13.5
Salt mixture *	4.0	4.0	12.0	20.0	28.0
Butter fat	5.0	5.0	15.0	25.0	35.0
Yeast	5.0	5.0	15.0	25.0	35.0
	11.0	72.5	94.5	116.5	138.5
Total .....	100.0	100.0	300.0	500.0	700.0

\* Osborne and Mendel's formula.

Eight groups of rats were fed as the first series. For the first group Ration I was fed in which the proteins were entirely supplied by maize meal. On analysis it was found that 75 per cent of it was required to supply the specified protein, i.e. 9 per cent. For the second group, fed on Ration II, the source of protein was derived from dry beef powder, and it was found that 13.5 per cent was enough for the 9 per cent level of protein. The animals in the third group were fed one day on Ration II containing beef proteins, followed by two days on Ration I, the maize diet, and so on alternatively throughout the whole experimental period. In the fourth group, the protein content and sources were the same as in the third group, the only difference lying in the method of intake. There one-third of beef protein mixed with two-thirds of maize protein was fed, as indicated by Ration III. Thus, for the third group protein of plant and animal sources were fed on separate days, but for the fourth, they were fed always in a mixed form at the same time. In the same manner, the 5th and 6th groups also only differed in the way of presenting animal proteins. In the 5th group, the rats were kept four days on Ration I and one day on Ration II; while in the 6th group, Ration IV was fed which comprised of  $\frac{1}{5}$  of beef protein and  $\frac{4}{5}$  of maize protein. In the 7th group, the rats were put on Ration I for six days and then on Ration II for one day. In the 8th group, Ration V, a mixed diet, used was a sole diet throughout their whole life. There-



fore, in the third, 5th and 7th groups proteins of animal and plant sources were eaten separately, while in the 4th, 6th and 8th group, these proteins were taken together. It is to be noted that, the third group is to be compared with the 4th; the 5th group with the 6th, and the 7th with the 8th in ascertaining their nutritive behavior.

Each rat was fed in an individual wire cage and the weight of food consumed was recorded. The gain of weight per gram of protein eaten during a period of twelve weeks was taken as a criterion for comparison of the efficiencies of proteins. After this time no food record was kept, but we did not ignore the importance of the effect of protein differences on reproduction and lactation and the influence of food upon longevity, as suggested by McCollum. So careful constant observation on these points were also made and reported.

At the end of the test of the above listed eight groups, it was discovered that when beef protein comprised only 1/5 or 1/7 of the total protein content, no satisfactory growth could be obtained. It seemed advisable to start a second series. In order to lengthen the intervals between the separate intakes of beef proteins and maize proteins, and still to keep the proportion of the former to the latter at 1:2; another two groups, XI, and XII, were put on test. Group XI was fed two days on beef proteins followed by four days of maize proteins both at the level of nine per cent. Group XII was fed in a similar way, the

only difference being that three days of beef protein intake were followed by six days of maize protein. These two groups should be comparable with group III as described before.

Again we should like to see how the rats behaved nutritively when only one day of higher intake of beef proteins was followed by intervals of different length of feeding maize proteins. Still to keep the proportion of the both kinds of proteins at 1:2, a group XIII was then fed one day on a diet containing 18 per cent of beef protein, followed by four days on a Ration of 9 per cent of maize protein. But here the protein content in the diet was raised to 10.8 per cent. So another group XIV was put on a new ration containing 10.8 per cent of mixed proteins, of which  $1/3$  was derived from maize and the rest from beef. Group XV and XVI were started likewise, except that in group XV the feeding of beef proteins at 27 per cent on one day was followed by six days of feeding maize proteins at nine per cent, and that in group XVI, the content of mixed proteins was raised to 11.57 per cent, in order to be comparable with group XV.

Another group of rats, group IX, was put on test, which was one day on a Ration containing 27 per cent of beef protein, followed by two days on a protein-free diet. This would help us to determine whether the animal body could actually store up amino-acids.

Group X was exactly the same as group II, fed throughout on a diet containing 9 per cent of beef protein, serving only as a check.

#### RESULTS OF EXPERIMENT

Growth. In the first group all the rats fed on the ration in which the proteins were supplied solely by maize meal, gained only 38 grams in twelve weeks, and each gram of the protein consumed caused an increase of body weight of only 0.67 gram (Table II). Thus, the nutritive efficiency of the maize protein is exceedingly low, as compared with that of beef protein. In the second group all the rats in average increased 137 grams for the same period, and per gram of the protein eaten caused an increase of 1.26 grams of body weight.

In the third and 4th groups the nutritive value of the proteins is found nearly to be equal. The average increase of body weight in the former group was 103 grams and in the latter, 99 grams; while the gain per gram of protein consumed in the one was 1.15 grams and in the other, 1.23 grams. It is, however, obvious that the proteins of beef exert an efficient supplementary effect on the proteins of maize, and these proteins whether supplied separately or in combination, produced almost the same beneficial influence.

In the 5th, 6th, 7th and 8th groups the rats did not gain their body weight so rapidly as in the other groups with the exception of group I, and the efficiency of proteins was somewhat low. It is because here the beef protein comprised only one-fifth or one-seventh of the total protein content, thus its supplementary effect being not so obvious.

But it is interesting to note that although the rats fed on diets of mixed proteins gained a little more rapidly than those which ate beef proteins and maize proteins in separately, as shown by the growth records of group V and VII as compared with groups VI and VIII, yet no difference in the efficiency of proteins, when judged on the basis of gain per gram of protein consumed, could be observed. Thus, a mixed diet may increase the total consumption of food, inducing somewhat more rapid growth, but a small amount of animal protein though eaten separately from plant proteins, may have some residual effect in improving the qualities of the plant proteins eaten on the following days, so that the supplementary effect may be shown just as efficiently as when the two kinds of proteins are taken together in a mixed form.

**Table II.** The gain in body weight of rats of the first series and their consumption of food in 12 weeks

Groups	Basal Ration	Rat No.	Gain in 12 weeks	Food intake	Gain per gram of protein
I	I maize protein diet, 9 %	156	grams 37	grams 607	grams 0.70
		157	45	660	0.71
		158	30	564	0.60
		159	38	618	0.62
		160	39	628	0.71
Average			38	615.4	0.668±0.02
II	II beef protein diet, 9 %	326	155	1203	1.21
		327	128	1078	1.20
		328	132	1106	1.32
		404	130	1100	1.31
Average			136	1122	1.26±0.02
III	I day beef protein diet, 9 % and 2 days maize protein diet, 9 %	166	108	1038	1.11
		167	105	1080	1.02
		188	96	832	1.30
		189	102	828	1.11
		200	105	1080	1.11
Average			103	971	1.13±0.04
IV	III 1/3 beef protein diet mixed with 2/3 maize protein diet 9 %	190	90	895	1.10
		191	104	899	1.30
		192	105	885	1.20
		193	98	875	1.30
		194	90	895	1.10
Average			97	888	1.20±0.03
V	I day beef protein diet, 9% and 4 days maize protein diet, 9%	261	108	1131	1.07
		262	77	933	0.83
		263	73	1015	0.81
		264	84	993	0.90
		265	87	1027	0.90
Average			86	1018	0.90±0.03
VI	IV 1/5 beef protein diet mixed with 4/5 maize protein diet, 9 %	266	88	1113	0.80
		267	74	1022	0.89
		268	92	1029	1.00
		269	114	1169	1.08
		270	107	1125	1.06
Average			95	1111	0.94±0.04
VII	I day beef protein diet, 9 % and 7 days maize protein diet, 9 %	292	90	1011	1.00
		293	85	1007	0.90
		294	115	1065	1.02
		295	95	984	1.00
		296	80	965	0.90
Average			93	1006	0.97±0.01
VIII	V 1/7 beef protein diet mixed with 6/7 maize protein diet, 9 %	287	96	1034	1.00
		288	80	997	0.90
		289	112	1113	1.02
		290	109	1019	1.02
		291	94	1060	0.91
Average			98	1044	0.97±0.02

As seen from Table III, there was no difference in either the rate of growth or the efficiency of the utilization of proteins among the groups XI and XII, as indicated by their respective total gain in body weight in twelve weeks and by their gain per gram of protein eaten. Compared with the result of group IV, which was fed on a mixed diet containing partically the same percentage and quality of proteins, but the interval between the giving of animal proteins and plant proteins was shorter, these two groups made a decidedly better record, showing that separate feeding of animal proteins and plant proteins may at least equal in efficiency the giving of these proteins in combination at the same time.

A comparison of groups XIII with XIV, XV with XVI, as judged from the total gain in the body weight and gain per gram of protein eaten, does not reveal any pronounced difference, although group XVI seems to have grown in average a little more rapidly than the others. From these observations, we may say again that when a certain amount of animal proteins is used to supplement the proteins of plant derivation, there is no nutritive difference which may be induced by the difference in the way of feeding.

It should also not pass without a word that these last four groups, as a rule, gained more rapidly, than groups XI and XII; and yet their gain per gram of protein eaten was less. It seems contradictory. However, if we consider that these groups were put on a diet of a higher protein percentage than 9 per cent, difficulties of interpretation disappear, since when the protein level was arised to 10 per cent, the rats attained normal growth, and utilization of proteins would be naturally less efficient.

**Table III.** The gain in body weight of rats of the second series and their consumption of protein in 12 weeks

Groups	Basal Ration	Rat No.	Gain in 12 weeks	Protein intake from		Gain per gm. of protein
				beef	maize	
IX	1 day beef protein diet, 27% and 2 days protein-free diet	717	gms. 55	gms. 58.05	gms.	gms. 0.94
		718	42	53.46		0.78
		719	40	57.51		0.69
		720	37	50.96		0.72
		721	57	58.15		0.98
Average			46.5	58.62		0.82
X	Beef protein diet, 9%	722	75	67.05		1.11
		723	85	72.00		1.04
		724	118	81.45		1.44
		725	80	70.65		1.13
		726	75	67.05		1.13
Average			86.6	71.60		1.17
XI	2 days beef protein, 9% and 4 days maize protein, 9%	687	118	26.01	50.40	1.55
		688	113	26.01	49.51	1.49
		689	108	27.09	51.03	1.39
		690	118	25.02	52.65	1.53
		691	100	25.79	50.62	1.34
Average			111	25.96	50.80	1.46
XII	3 days beef protein, 9% and 6 days maize protein, 9%	692	118	25.74	53.94	1.92
		693	100	22.59	49.14	1.39
		694	126	23.58	55.98	1.58
		695	120	25.29	58.05	1.44
		696	111	24.48	54.18	1.41
Average			115	24.37	55.26	1.54
XIII	1 day beef protein 18% and 4 days maize protein, 9%	697	137	31.86	65.70	1.41
		698	135	31.32	63.00	1.40
		699	110	30.96	67.05	1.12
		700	112	30.78	69.75	1.11
		701	110	28.26	61.65	1.22
Average			121	30.63	65.43	1.26
XIV	18 grams beef protein mixed with 36 grams maize protein in 500 gms. of the total ration	702	150	34.02	68.04	1.43
		703	140	35.28	70.56	1.33
		704	112	35.00	70.20	1.06
		705	107	35.48	70.92	1.00
		706	120	35.28	70.56	1.13
Average			126	35.02	70.05	1.19
XV	1 day beef protein, 27% 6 days maize protein, 9%	707	130	34.08	69.30	1.25
		708	144	32.13	74.88	1.31
		709	110	29.97	68.76	1.11
		710	115	28.62	68.88	1.17
		711	132	33.29	72.00	1.23
Average			126	31.62	68.96	1.22
XVI	27 grams beef protein mixed with 54 grams maize protein in 700 gms. of the total ration	712	120	35.29	70.58	1.13
		713	131	34.52	69.04	1.27
		714	141	36.25	72.50	1.31
		715	150	37.22	74.44	1.34
		716	140	36.25	72.50	1.28
Average			136	35.92	71.81	1.26

Group IX, fed one day on a high plane of beef protein and two days on a protein-free diet, gained little, and their efficiency of utilizing proteins was only a little higher than those rats fed maize protein alone. So we rather doubt that the rat could actually store up in its body for future use a significant amount of certain essential amino-acids which are taken at a time in large quantities.

Reproduction and Lactation. As shown in the Table VI, the three females of the group III gave to birth 24 young in total, of which only two were raised to the time of weaning. Thus, 9 per cent of protein which has been made complete by the inclusion of one-third of beef proteins, though given separately, was already sufficient to satisfy the requirement of reproduction, but was not able to meet the needs of lactation and raising of young. The reproduction record and the mortality percentage of the young of the fourth group were exactly the same. That is to say, a mixture of one-third of beef proteins and two-thirds of maize protein, whether fed in combination at once or each fed on separate days, produced no pronounced difference in reproduction and infant mortality. The number of young born decreased as the proportion of beef proteins to the total protein content decreased. when beef proteins comprised only  $1/5$  of the total proteins, none of the young could be raised. At such low levels of beef proteins, a comparison of the effects of combined and separate feeding of proteins from different derivation is rendered unavailable.



**Table IV.** Comparison of number and mortality of the young from mothers on various rations

Ration	No. of female	Av. age of reproduction	Total no. of yung born	Av. wt. of mother after birth of yung	No. of yung raised to weaning	Mortality
1 day beef, protien diet, 9 % 2 days maize protien diet, 9 %	3	140	24	gms. 180	2	% 91
1/3 beef protein diet mixed with 2/3 maize protein diet	3	145	24	170	2	% 91
1 day beef protein diet 9 % & 4 days maize protein diet, 9 %	3	150	21	165	0	100
1/5 beef protein diet mixed with 4/5 maize protien diet	3	156	19	170	0	100
1 day beef protien diet, 9 % & 6 days maize protien diet, 9 %	3	150	15	155	0	100
1/7 beef protien diet mixed with 6/7 maize protein diet	3	153	16	155	0	100

Longevity. In order to determine the ultimate effect of the proteins of animal origin intaken separately or in combination with plant proteins, some of the groups were fed on their respective diets until death occurred. The average weights and ages at death of both sexes in each group are given in Table V. The results that the life of the rats is in following order: groups III, 648 days; IV, 500 days; V, 431 days, VII, 428 days; VI, 426 days; VIII, 409 days.

**Table V.** Comparison of longevity of rats on various rations

Ration	Rat No.	Weight of death	Length of life
		grams	days
I day beef protein diet,	166	180	480
9% & 2 days	167	135	485
maize protein	188	160	490
diet, 9%	189	150	481
	200	155	565
Average .....		161	648
1/3 beef protein diet	190	180	480
mixed with	191	135	485
2/3 maize	192	160	490
protein diet	193	150	481
	194	155	565
Average .....		156	500
I day beef protein diet,	261	180	490
9% & 4 days	262	270	255
maize protein	263	150	330
diet, 9%	265	140	491
	265	182	590
Average .....		183	431
1/5 beef protein diet	266	240	232
mixed with	267	160	392
4/5 maize	268	180	535
protein diet	269	192	535
	270	140	435
Average .....		183	426
I day beef protein diet,	292	140	385
9% & 6 days	293	140	393
maize protein	294	162	481
diet, 9%	295	145	404
	296	187	481
Average .....		155	428
1/7 beef protein diet,	287	200	330
mixed with	288	220	350
6/7 maize	289	156	481
protein diet	290	140	442
	291	170	443
Average .....		177	409

It is remarkable to note that any and every one of the rats in group III lived longer than in group IV. The average difference amounts to nearly five months. It could not be otherwise than some significance must be attached to the difference in the way of feeding, since the amount of proteins both of beef and maize was practically the same in the two groups. As for the other groups, no pronounced difference in longevity could be observed, and this may be due to the lower levels of beef proteins.

The rats showed a different order of death weights. Arranged in descending order, they were as follows: groups V, and VI, 183 grams; groups VIII, 177 grams; group IV, 161 grams; group VI, 161 grams and group VII, 155 grams. It seems that death weights were not influenced by the different methods of feeding.

#### DISCUSSION

It has been shown that a certain amount of beef protein supplementing proteins of maize, either fed separately on alternative days or fed in combination at once, produced the same effect on the utilization of proteins. The question to be debated is whether the animal body possesses the ability to store up certain amino-acids taken in with animal proteins so that they are hereafter gradually called for to make up the deficiencies of plant proteins, or whether it has in certain organs, a

“selective power”, by which proteins of better quality are taken for replacement in the wear and tear factor or are built up into the tissues immediately, while plant or other incomplete proteins are deaminized at once. For the time being, we were in favor with the latter hypothesis, although we can draw no definite conclusions from the normal procedure of these experiments. From this hypothesis, we may suggest that in the case of animal proteins, there undergoes at first digestion and hydrolysis, followed perhaps by a limited extent of oxidation, and then they are separated into individual “building stones”, and incorporated immediately into new tissues; while in the case of plant proteins there is also digestion and hydrolysis in the beginning, but then follows a larger scale of katabolism or oxidation. We may then consider the proteins of animal and plant origins, either taken in separately or in combination, as consisting of two fractions—one containing certain amino-acids essential for growth and usable to replenish or enlarge the supply of nitrogenous substance in the tissues, the other destined to be deaminized because of its lack of certain important amino-acids. When proteins of animal and plant origins are fed together at the same time, the rat may exercise its peculiar selective ability to pick out, so the first fraction of the proteins for repair and growth, and the second fraction for deamination and oxidation. When these proteins are fed separately, the rat may then utilize the first fraction to the very maximum extent within a very

limited time, or to state it in another way, the whole part of the first fraction of the proteins may immediately be built up into the tissues. Thus practically no remarkable difference in the efficiency of utilizing proteins could be told, no matter the proteins of animal and plant origins are separately or combinedly fed.

The poor results of proteins on lactation of the groups V, VI, VII and VIII are probably due to low content as well as poor quality of the proteins, as a protein level of 9 per cent, though of excellent quality, can hardly meet the normal requirements of lactation, yet here only a small amount of beef protein was used in supplementing the proteins of maize.

All of the rats were also probably suffering somewhat from a deficiency in vitamin B complex, but not to such extent as to influence their rate of growth and record of reproduction, merely the infant mortality is high. Since the requirements of vitamin B are greater for lactation than for growth, the incapability of raising young may be due to the insufficiency of that substance besides the inadequacy of proteins in the rations.

It is difficult to explain why the longevity was longer of the rats which were fed proteins of animal and plant origins in separate on alternative days than of those that were fed on a mixed diet. It may be suggested, however, that a mixed diet may afford more chances for intestinal putrefaction than does

the separate feeding, thus producing more toxic substances belonging to the purine group in the former case. Unfortunately there is no simple method for the accurate qualitative determination of these bases. But observations on whether there would be any renal injuries in the rat by these substances, and whether disturbances would be found in the alimentary tract, especially in the large intestine and colon, may help solve this problem.

#### SUMMARY

Altogether sixteen groups of rats were fed on diets containing 9 per cent or more of proteins. The proteins were derived from maize or from beef, and were fed either in a mixture of them at the same time, or separately on alternative days. Some of the groups were thus fed throughout their life. From the results obtained it may be concluded:

1. Proteins of beef powder did supplement the proteins of maize efficiently.

2. Separate or combined feeding of beef and maize proteins, either separately or in combination, produced no pronounced differences in the efficiency in the utilization of proteins, showing that proteins of better quality taken in previously may have a beneficial residual effect.

3. Reproduction records were good, but infant mortality was high. Here again no remarkable divergence could be ob-

served as caused by the separate or combined feeding of plant and animal proteins.

4. The average and individual life span was longer when the rats were fed two days on maize protein and one day on beef protein separately than when fed the same proteins given in a mixed form.





# 中國常用食物中維生素之測定

## DETERMINATION OF VITAMIN CONTENTS OF VARIOUS FOOD ARTICLES COMMONLY USED IN CHINA

By

CH'AO YU CHEN (陳朝玉)

### INTRODUCTION

This research attempts to determine, by the so-called "biological analysis of food," the vitamin contents in different Chinese common food articles. Vitamins are the most recently discovered food factor, and there are now six vitamins known. In case there is a deficiency of one or more vitamins in our diet, our health will be impaired, and some characteristic "deficiency disease" will appear. Food articles are mostly derived or manufactured from agricultural products. In as much as the vitamin contents in agricultural products vary according to varieties, soils, and climate, and as the methods of preparation also exert some influence on the vitamin contents, an analysis of the vitamin contents in Chinese common food must be a problem of China's own. At the onset, the food articles taken up in this experiment include roots and tubers, vegetables and cereals. Different varieties and different parts of each food article will be separately analysed. In view of the fact that with the danger of over population, the food problem is be-

coming urgent in China, and that there is a total ignorance as regards the adequency of vitamins in our diet, it is a matter of extreme importance to take up such an analysis as described.

When I was beginning to take up this experiment I designed to analyze six vitamins so far discovered, but as the fund and time available for this research are both limited. I had to eliminate determination of vitamins E and G which bear relatively minor importance in our health. I am specially indebted to the China foundation for the promotion of Education and culture for financial support by which this work could be very regularly carried out.

It is a pleasure to acknowledge the help of Prof. Dr. T. Liu, for helpful criticisms made while the study was in progress, and for reading the manuscript.

#### DESCRIPTION OF TEST FOOD

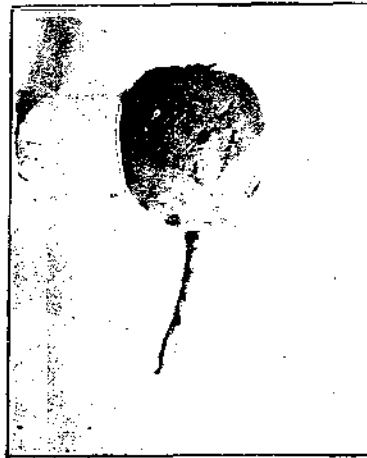
This experiment include seven kinds of root and tuber, namely, yam (山藥) (*Dioscorea Batatas*, L.), lily (百合) (*Lilium Japaniaum*, Thung), carrot (胡蘿蔔) (*Daucus Carota*, L.), sweet potatoes (甘薯) (*Convolvews Bapatos*, L.) taro (青芋) (*Colocasia antiquorum*, Schett), mustard (芥菜) (*Sinapisa wensis*, L.) and four varieties of turnip (蘿蔔) *Raphanus Sativus*, L.), namely, Hsiang Ya Pai turnip (象牙白蘿蔔), Lu Pa Fen turnip (露八分蘿蔔), Hung Hsin Mei turnip (紅心美蘿蔔) and Hsiao Hung Lo Bo (小紅蘿蔔) or the small red turnip. The form and size of the above articles are shown in the figure I. The market value may be compared in the following table.



Small red turnip  
小紅蘿蔔



Lu Pa Fen turnip  
露八分蘿蔔

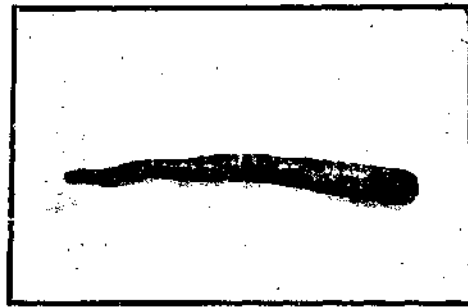


Hung Hsin Mei turnip  
紅心美蘿蔔



Hsiang Ya Pai turnip  
象牙白蘿蔔

Fig. 1. The photograph of various root and tuber



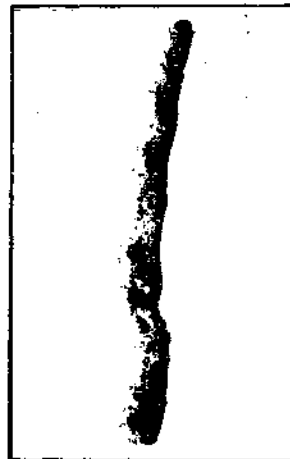
Carrot  
胡蘿蔔



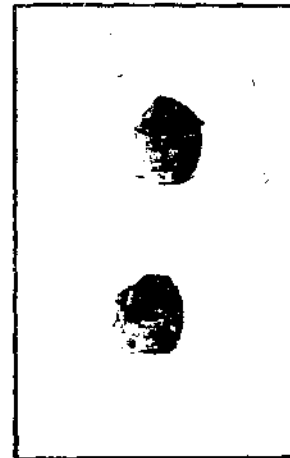
Mustard  
芥菜



Sweet potato  
甘薯



Yam  
山藥



Taro  
青芋

Fig. 1. The photograph of various root and tuber

**Table 1.** The market value of tuber and root crops

Name of food	Market value (cents) (M\$) per lb.
Hsiang Ya Pai turnip	1.5
Hung Hsin Mei turnip	1.5
Hsiao Hung turnip	3.0
Carrot	3.0
Lu Pa Fen turnip	1.5
Yam	9.0
Lily	36.0
Taro	5.0
Mustard	2.5
Sweet potato	2.0

As for the cereals, I have determined the vitamin B contents of nine varieties rice (*Oryzastativa* L.). They are, unpolished rice Nanking rice, glutinous rice, Kiangsi rice, Saigon rice, "New rice", Hsiao chan rice, Chochou rice, Siu rice. These are commonly used among our people. Their market value is as follows:

**Table 2.** The market value of various rice

Name of rice	Market value (dollars) per porcel
Unpolished rice	糙米 11
Nanking rice	南京米 16
Glutinous rice	糯米 14
Kiangsi rice	江西米 17
Saigon rice	西貢米 20
New rice	新稻米 18
Hsiao chan rice	小站米 20
Chochou rice	潯州米 14
Siu rice	栖米

For the vegetables, I have determined the coriander (*Coriandrum Sativum*, L.), the leaves of Hsiang Chung (*Cedrela Chinensis*, Juss.), Ta-Pei-Chai (*Brassica Chinensis*), Cabbage (*Brassica Oleracea*, L.), Lettuce (*Lactuca Sativa*, L.) and its leaves, spinach (*Spinacea Olercea* Mill.) and rape (*Campestris* L.).

#### METHOD AND PROCEDURE OF UNDERTAKING THE EXPERIMENT

It is yet impossible to determine the vitamin contents by means of chemical analysis, and the so-called "biological analysis of food" is for this purpose adopted. This may again be divided into preventive and curative methods. In the former, a basal diet is composed, in which all food factors are adequate except a special kind of vitamin. Along with this basal diet, a certain amount of the test food is fed to young animals observing whether the animals grow normally or some kind of deficiency disease appears. The curative method differs from the former in that the test food is at first withdrawn, and added to the basal diet only when the animals begin to suffer apparently from the inadequency of nutrition. The criterion for judging the richness of vitamins in a certain food will be of course, the growth condition of the animals and the rapidity of curing a disease.

But the chemical composition of bones or histological change of tissues will also be utilized as a means for comparison. In testing on special kind of food, if there are several varieties or if it may be separated into several parts, then separate determination should be made. With each determination the amount of the test food given also varies, in order to find a minimum amount required for the maintenance of perfect health.

1. THE VITAMIN A CONTENT OF VARIOUS FOODSTUFFS, TESTED  
AS ADDITION TO THE BASAL DIET.

Vitamin A was estimated by biological method modified according to Meyer's (5) principle. Young rats weighing 45 to 60 grams and being in an age of a little more than four weeks, were placed in separate cages on a diet free from the vitamin A. When the cessation of growth due to the deficiency of vitamin A become apparent, test food was daily administered previous to the delivery of the basal diet which consists of the follows:

Alcohol extract casein .....	20%
Potato starch .....	55%
Yeast .....	5%
Lard .....	8%
Peanut oil .....	8%
Salt mixture (Osborne & Mendel) ...	4%

The casein was first purified by the alcohol extraction method devised by Osborne and Mendel (6). It was then air-dried for several days and subsequently spread out in the shallow pans and heated for 12 to 24 hours in gas ovens at 100°C (Drummond, 1, 2, 3).

The antirachitic factor was supplied in the food by irradiation of peanut oil in shallow agate pans with sunlight to about its maximum antirachitic activity.

The water-soluble vitamin-B factors were supplied by dried brewer's yeast.

When the rats fed on the above diet ceased to grow, usually after a duration of about 4 to 5 weeks, the first symptom of ophthalmia begins to manifest themselves; the eyes lids become bare, and shallen, the eyes watery and dirty. The rats were weighed once a week for the first three or four weeks and then two or three times a week after the development of ophthalmia and during the succeeding test period. The food intake was carefully noted at the times the animals was weighed and a new supply of food was given; the result is shown in Table 3 and Figure II.



**Table 3.** The effect on ophthalmia and growth of roots and tubers when used as supplements to a vitamin-A deficient rats.

Supplement	am't, fed	Rat	Weight		Effect on	Effect on	Test
food	daily	no.	initial	final	ophthalmia	growth	period
	g.		g.	g.			weeks
Carrot	2	1047M	60	170	rapid cure	good	7
		1048F	52	159	rapid cure	good	
		911F	48	162	rapid cure	good	
		912M	50	150	rapid cure	good	
		913M	60	164	rapid cure	good	
Average			54	161			
Carrot	1	1053M	60	132	rapid cure	good	7
		914F	50	134	rapid cure	good	
		915F	48	127	rapid cure	good	
		916M	50	129	rapid cure	good	
		Average			52	130.5	
Hsiao Hung turnip	2	1051F	50	125	cure	lived	7
		1052M	52	140	cure	lived	
		911M	55	142	cure	lived	
		913F	47	120	cure	lived	
		Average			51	131.7	
Hsiao Hung turnip	1	922M	50	130	slow cure	lived	6
		1053M	55	132	slow cure	lived	
		923F	48	130	slow cure	lived	
		924F	45	127	slow cure	lived	
		Average			49	129	
Lu Pa Fen turnip	2	1054M	60	147	slow cure	not good	7
		1055M	52	132	slow cure	do	
		925F	54	130	slow cure	do	
		926F	47	132	slow cure	do	
		927F	45	121	slow cure	do	
Average			51	132			
Lu Pa Fen	1	1049M	60	130	more slowly cure	not good	6
		1050M	60	131	do	do	
		917F	55	124	do	do	
		918F	59	130	do	do	
		919F	54	129	do	do	
Average			57.6	129			
Hung Hsin Mei turnip	2	1057M	56	147	cure	good	7
		1058F	50	130	cure	good	
		928F	45	132	cure	good	
		929M	48	141	cure	good	
		930F	50	139	cure	good	
Average			49	138			

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight		Effect on ophthalmia	Effect on growth	Test period
			initial g.	final g.			
Hsiang Ya Pai turnip	2	1054M	60	147	more slowly	cure not good	6
		1055F	52	132	do	do	
		925M	54	130	do	do	
		926M	47	132	do	do	
		927F	45	121	do	do	
Average	.....		51.6	132			
Mustard	2	1059M	57	147	slow cure	not good	7
		1060F	43	120	slow cure	do	
		931F	45	120	slow cure	do	
		932F	50	122	slow cure	do	
		933M	54	130	slow cure	do	
Average	.....		50.5	128			
Sweet potato	2	1061M	60	166	rapid cure	good	7
		1062F	55	158	rapid cure	good	
		934F	48	154	rapid cure	good	
		935M	50	158	rapid cure	good	
		936F	52	160	rapid cure	good	
Average	.....		53	159			
Taro	2	1065M	50	137	slow cure	lived	7
		1066F	50	137	slow cure	lived	
		937F	48	128	slow cure	lived	
		938F	45	130	slow cure	lived	
		939F	50	127	slow cure	lived	
Average	.....		48	129			
Lily	2	947M	60	120	slow cure	lived	6
		948F	60	110	do	do	
		949F	55	121	do	do	
		950F	54	120	do	do	
		951M	57	137	do	do	
Average	.....		57	121			
Yam	2	952F	54	115	more slowly	cure not good	6
		953M	60	140	do	do	
		954M	56	121	do	do	
		955M	45	106	do	do	
		956F	53	112	do	do	
Average	.....		53	119			

It will be seen from Table 3 that all roots and tubers contain vitamin A but the carrot and sweet potato are richest in it. This is in harmony with the data founded by Steenbock and Gross (4) that carrots and sweet potatoes, both of which contain much yellow pigment, are far better sources of vitamin A than are any of the roots or tubers which not have a yellow color. In short, they are when raw, an excellent anti-ophthalmia food.

Other roots or tubers, Lu Pa Fen turnip, Hsiang Ya Pai turnip, mustard, taro, lily and yam contain but little vitamin A, they can never permanently cure the ophthalmia of rats, especially the latter. But, they are, however, some effects on the growth of rats.

The relative effectiveness of various foods in increasing the body weight, and in curing the ophthalmia of rats, are shown in the following order: Carrot, Sweet potato, Hung Hsin Mei turnip, Hsiao Hung turnip, Hsiang Ya Pa turnip, taro, mustard, Lu Pa Fen turnip, Yam, and lily.

For coriander, the leaves of Hsiang Chueng, Ta-pei-chai, cabbage, spinach, rape, lettuce and its leaves, see Table 4, and also figure III for the growth curves.

**Table 4.** The effect on ophthalmia and growth of various vegetables when used as supplement to vitamin A deficient rats.

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight initial	Weight final	Effect on ophthalmia	Effect on growth	Test period
	g.		g.	g.			week
Coriander	2	845M	60	190	rapid cure	good	7
		846F	60	190	rapid cure	good	
		940M	50	182	rapid cure	good	
		941F	45	180	rapid cure	good	
Average	.....		54	186			
Coriander	1	847M	50	175	cure	good	7
		848F	50	150	cure	good	
		942M	50	147	cure	good	
		943E	50	160	cure	good	
Average	.....		50	158			
The leaves of Hsiang Chueng	2	849M	60	70	not cured	died	4
		850F	45	60	not cured	died	3
		851M	50	60	not cured	died	3
		852M	52	50	not cured	died	4
		944F	52	50	not cured	died	2
		945F	55	40	not cured	died	3
		946M	56	57	not cured	died	4
Average	.....		53	55			3.3
Ta-pei-chai	1	1126M	122	166	rapid cure	good	7
		1127F	110	157	rapid cure	good	
		1128M	98	140	rapid cure	good	
		1129F	97	152	rapid cure	good	
		1130F	102	149	rapid cure	good	
Average	.....		105	151			
Ta-pei-chai	0.5	1131M	120	152	cure	good	6
		1132F	112	141	cure	good	
		1133M	100	132	cure	good	
		1134F	98	148	cure	good	
		1026F	110	153	cure	good	
Average	.....		108	145			
Cabbage	1	1135M	120	150	cure	good	7
		1136F	112	145	cure	good	
		1137M	100	137	cure	good	
		1138F	98	129	cure	good	
		1139F	103	138	cure	good	

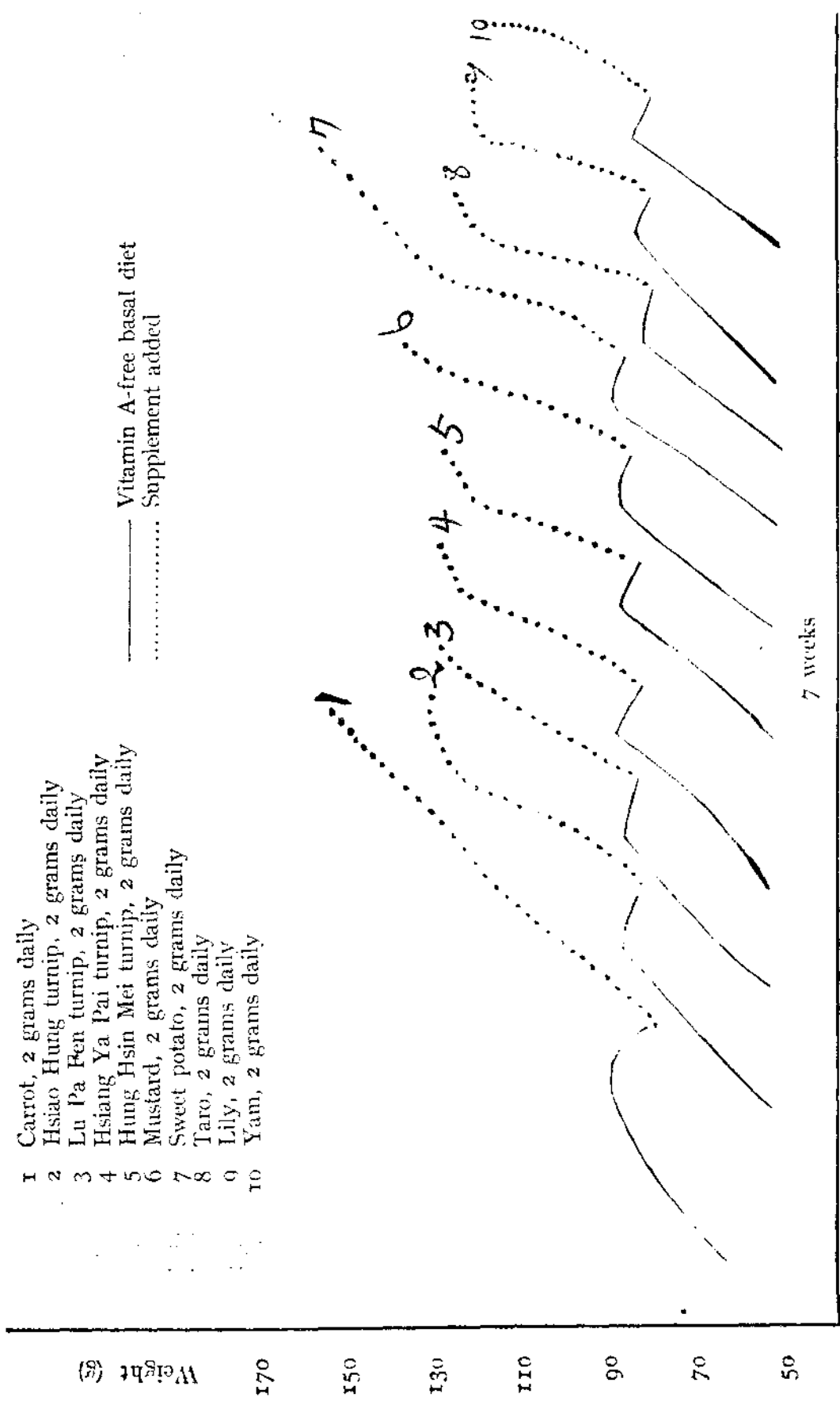


Fig. 11. Weight curves of rats receiving vitamin A-free diets supplemented by root and tuber.

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight initial	Weight final	Effect on ophthalmia	Effect on growth	Test period
	g.		g.	g.			weeks
Cabbage	0.5	1140M	120	130	slow	cure	lived
		1141F	110	132	slow	cure	lived
		1142M	120	145	slow	cure	lived
		1143F	98	121	slow	cure	lived
		1145F	100	128	slow	cure	lived
Average	.....		109	131			
The leaves of lettuce	1	1145M	110	165	rapid	cure	good
		1146F	100	157	rapid	cure	good
		852M	98	147	rapid	cure	good
		1147F	120	157	rapid	cure	good
		1148F	95	148	rapid	cure	good
Average	.....		104.6	154			
The leaves of lettuce	0.5	1149M	90	140	rapid	cure	good
		1150F	98	152	rapid	cure	good
		1151M	102	135	rapid	cure	good
Average	.....		96	142			
Lettuce	1	1152M	120	137	cure	not	good
		1153F	97	120	cure	not	good
		1154M	110	137	cure	not	good
		1155F	98	125	cure	not	good
		1156F	100	129	cure	not	good
Average	.....		105	129			
Lettuce	0.5	1157M	76	104	slow	cure	
		1158F	98	109	slow	cure	
		1159M	102	121	slow	cure	
		1160F	120	137	slow	cure	
Average	.....		98	117			
Spinach	1	1161F	40	130	rapid	cure	good
		1162M	50	145	rapid	cure	good
		1163F	60	162	rapid	cure	good
		1164M	55	158	rapid	cure	good
		1165F	50	145	rapid	cure	good
		1166M	60	158	rapid	cure	good
Average	.....		52	149			
Rape	1	1167F	40	135	cure		lived
		1168F	37	120	cure		do
		1169M	50	140	cure		do
		1170M	69	151	cure		do
		1171F	60	148	cure		do
Average	.....		49	138			

It will be seen from the Table 4 that the coriander, spinach rape, Ta-pei-chai, cabbage, lettuce leaves are an excellent source of vitamin A. The head of lettuce is little of it, but the leaves of Hsiang Chueng deficient in it. The constanted growth condition is shown on Fig. III.

2. THE VITAMIN B CONTENT OF VARIOUS FOODSTUFFS, TESTED  
AS ADDITION TO THE BASAL DIET.

Vitamin B\* (old nomenclature) is estimated according to the principle described by Sherman (12). The experimental animals were albino rats, which are 28 days old and weighing between 45 to 60 grams. Each rat is kept in an individual metal cage with a false bottom to reduce faeces consumption to a minimum. Daily food consumption records were kept and animals weighed every three days. The basal ration consisted of:

Vitamin B-free casein .....	18%
Corn starch .....	68%
Butter fat .....	8%
Agar-agar .....	2%
Salt mixture (Osborne & Mendel) ...	4%

The casein was extracted according to the method devised by Sherman and Spohn (8). The cod liver oil fed separately from the ration. The average daily consumption of the basal diet and the average weight gained or lost by each group of

---

\*The term vitamin B refers to the associated antineutritic and growth promoting factors as they occur in the foods under examination.

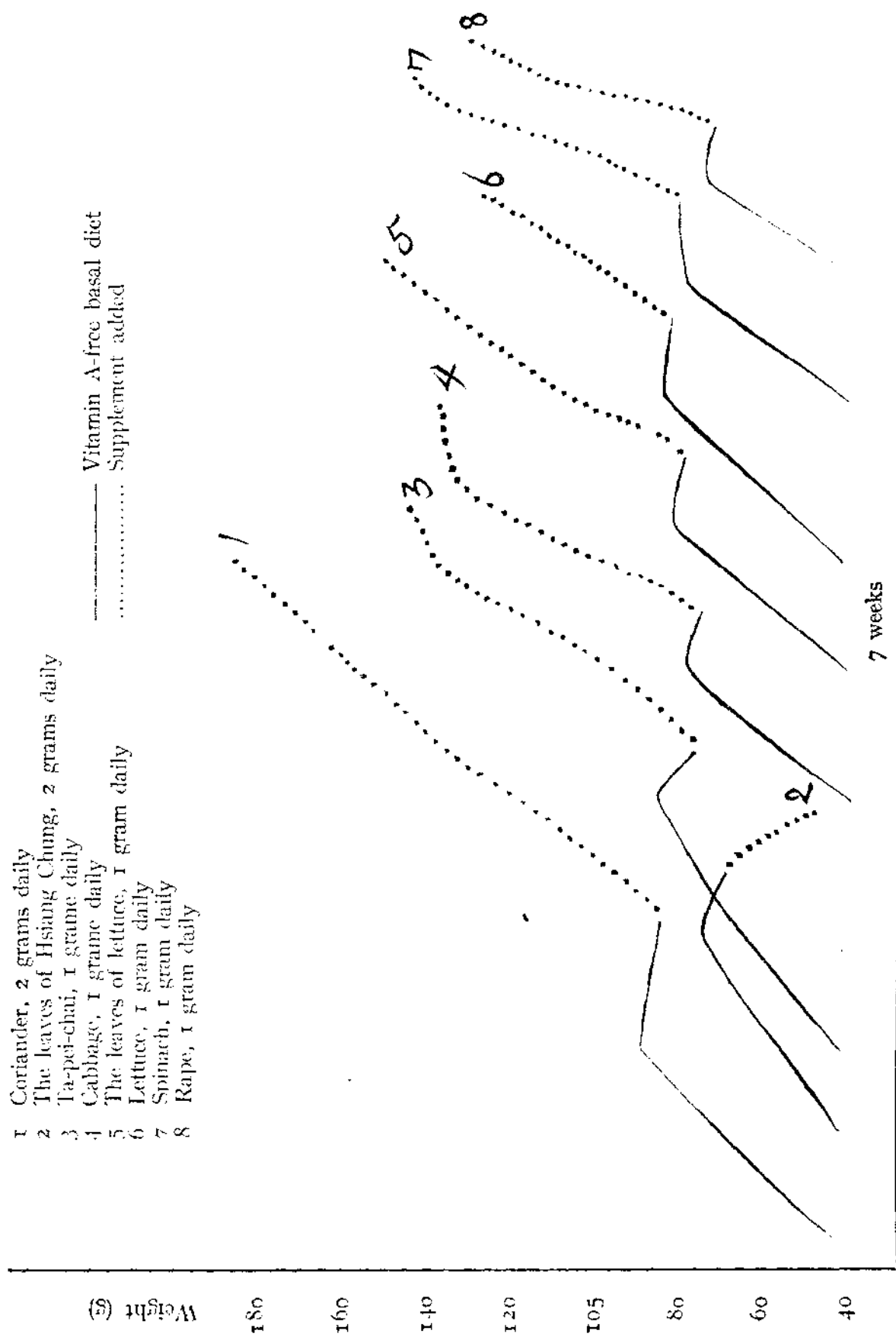


Fig. III. Weight curves of rats receiving vitamin A-free diets supplemented by various vegetables.



rats may be seen in Table 5. Feed daily with various root, tuber and other test foods as the sole source of vitamin B. The basal diet and the feeding technic were identical with that described above.

**Table 5.** Food consumption and weight gain or loss of rats fed with various quantities of root and tuber as the sole source of vitamin B

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight		av. gain during the 8 wks. feeding period	av. basal diet eaten daily	Remark
			initial	final			
	g.		g.	g.	g.	g.	
Lily	3	801M	60	100	40	5.0	slight
		802F	55	85	30	4.7	growth
		803M	40	80	40	5.2	do
		804F	42	86	44	5.0	do
Average.....			49.2	87.7	38.7	4.97	
Lily	5	1067M	50	125	75	5.6	fair
		1068F	40	109	69	5.0	growth
		1075M	43	120	77	5.0	do
		1076F	60	98	38	5.6	do
Average.....			48.2	113	65	5.3	
Sweet potato	2	805F	60	80	20	3.7	slight
		806M	60	84	24	4.2	growth
		807M	40	70	30	4.5	do
		808F	50	78	28	5.0	do
Average.....			52.5	78	25.5	4.35	
Sweet potato	5	1069M	50	140	90	6.0	rapid
		1077F	50	132	82	5.8	growth
		1070M	60	141	81	5.7	do
		1078F	40	135	95	5.8	do
Average.....			50	137	87	5.85	
Hung Hsin Mei turnip	3	809M	55	57	+2	3.0	died
		891F	48	47	-1	2.7	died
		892M	52	50	-2	2.9	do
		890F	50	41	-9	2.0	do
Average .....			50	49	-2	2.65	

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight		av. gain during the 8 weeks feeding period	av. basal diet eation daily	Remarks
			initial	final			
Hung Hsin Mei turnip	5	1071M 1072F 1079M 1080F	50 50 52 47	57 65 60 54	7 15 8 7	3.4 3.7 2.9 3.1	weak, killed do do do
Average.....			49.8	59	9.2	3.27	
Lu Pa Fen turnip		893M 894F 895M 896F	45 60 50 50	42 42 40 37	-3 -18 -10 -13	2.9 3.0 3.1 3.0	died died died died
Average.....			52.5	40.2	-11	3.0	
Lu Pa Fen turnip		1073M 1074F 1081M 1082F	45 60 50 52	90 87 70 74	45 27 20 22	3.9 3.0 3.5 3.9	weak do do do
Average.....			51.8	80.2	28.5	3.6	
Carrot	3	897M 899F 900M 901F	50 47 46 50	40 42 40 41	-10 -5 -6 -9	2.3 2.9 2.0 2.9	died do do do
Carrot	5	1083M 1084F 1085F 1086M	45 50 55 50	100 105 100 110	55 55 45 60	4.2 5.1 4.9 5.2	fair growth do do
Average.....			50	104	54	4.8	
Yam	5	902M 903M 904F 905F 1087F 1088M	48 45 40 50 48 48	110 108 92 100 112 120	62 64 52 50 64 72	5.0 5.1 4.9 4.9 5.3 5.4	rapid growth do do do do
Average.....			46.5	107	60.5	5.0	
Hsiang Ya Pai turnip		906M 907F 908M 909F 1990F	50 45 52 53 50	50 48 52 50 48	00 -3 0 -3 -2	3.0 3.4 3.5 2.9 3.0	All no influ- ence, died
Average .....			50	49.6	-4	3.95	
Taro	5	1092M 1093F 1094M 1095F	42 50 50 52	110 117 98 121	78 67 48 67	4.9 4.7 5.0 5.0	rapid growth do do
Average.....			48.5	111	65	4.9	

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight		av. gain during the 8 weeks feeding period	av. basai diet eaten daily	Remark
	g.		g.	g.	g.	g.	
Hsiao Hung turnip	5	1096M	54	95	41	4.5	weak condition weak condition
		1097F	52	70	22	4.2	
		1098M	59	65	15	3.9	
		1099F	47	57	10	3.2	
Average	.....		50.7	71.7	22	3.95	
Mustard	5	910M	45	130	85	5.7	rapid
		911M	50	142	92	6.0	growth
		912F	45	127	82	5.8	do
		913M	50	134	84	5.9	do
		914F	50	130	80	5.1	do
Average	.....		48	133	84.6	5.7	

It will be seen from the above Table 5 that the sweet potato and mustard are a relatively good source of vitamin B. The taro, lily, yam and carrot contain vitamin B but not so much as the former do. The Hsiang Ya Pai turnip, Lu Pa Fen turnip, Hsiao Hung turnip and Hung Hsin Mei turnip are all very poor sources of vitamin B, particularly the latter. The growth curves are given in Fig. VI. Each curve is a composite made by averaging the weights of the individual animals in each group.

It may show from the Table 5 that those groups of rats fed with the sweet potato or lily, 2 or 3 grams daily, gained in body weight, while the group of those which were fed with carrot and Hsiao Hung turnip behaves otherwise, it lost its body weight and died after nearly four weeks.

It will also clear that the group of rats fed with sweet potato and mustard, not only gained more weight than do the others, but ate more basal diet than did the other groups which are fed with poor sources of vitamin B. This in accordance with House's observations (9), which is simply as follows: there is a positive correlation between the amount of basal diet eaten and the final weight of an animal. In the case previously cited, it is probable that the increase consumption of vitamin B stimulated the appetite, thus more of the basal diet was eaten, and a greater gain in weight was resulted.

Viewing the data at hand, it would seem logical to conclude that the sweet potato and mustard contain somewhat more vitamin B than do the taro, lily, yam and carrot which is again richer in vitamin B than Hsiao Hung turnip, Lu Pa Fen turnip, Hung Hsin Mei turnip and Hsiang Ya Pai turnip. From a practical standpoint, then, sweet potato is a popular food, especially in the northern part of our country.

As for the vegetables, I have analysed the coriander, Ta-peï-chai, cabbage, lettuce and its leaves, spinach, rape and leaves of Hsiang Chueng. The result may be seen in Table 6, and the growth curves are given in Fig. V.

- 1 Lily, 5 grams daily
- 2 Sweet potato, 5 grams daily
- 3 Hung Hsin Mei turnip, 5 grams daily
- 4 Lu Pa Fen turnip, 5 grams
- 5 Carrot, 5 grams daily
- 6 Yam, 5 grams daily
- 7 Hsiang Ya Pai turnip, 5 grams daily
- 8 Taro, 5 grams daily
- 9 Hsiao Hung turnip, 5 grams daily
- 10 Mustard, 5 grams daily

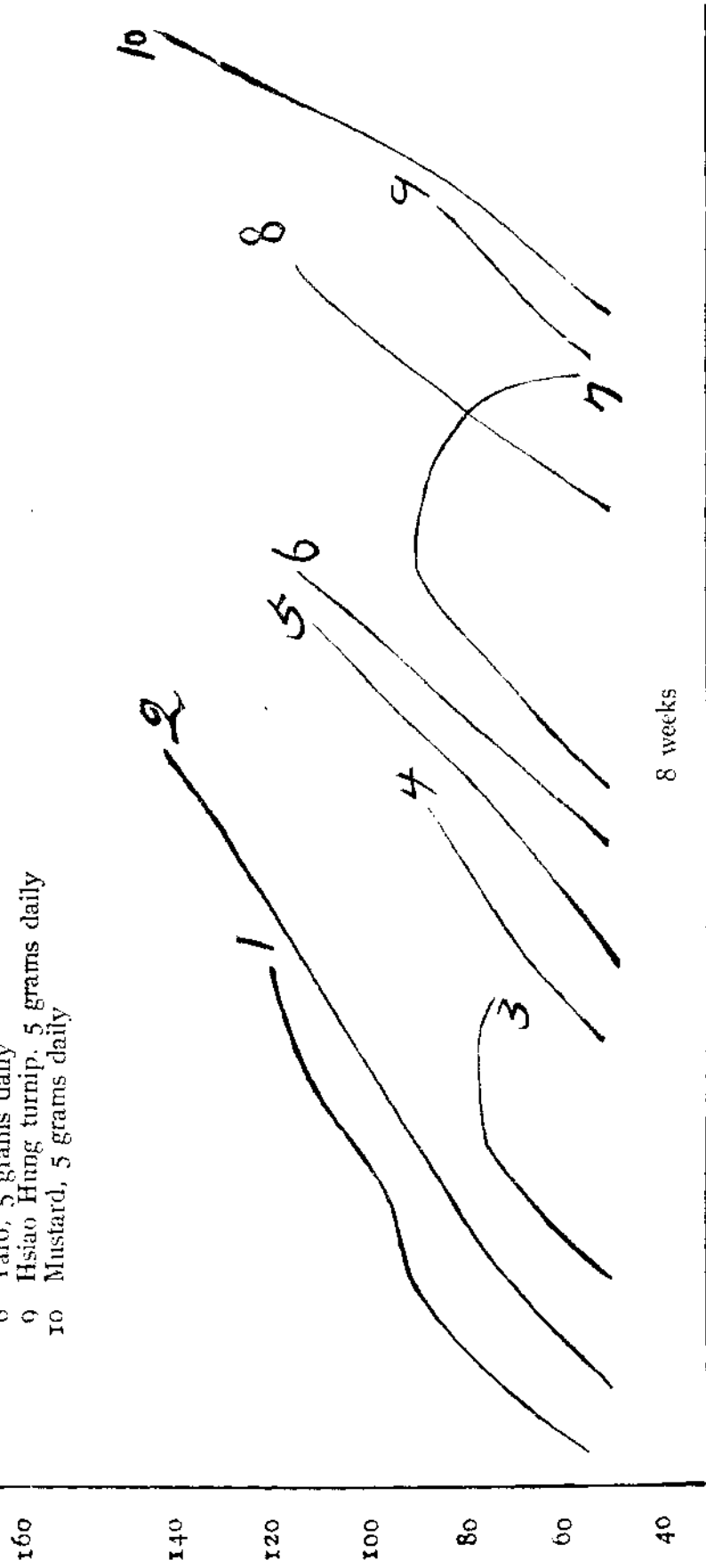


Fig. IV. Growth curves of rats fed of various root and tuber daily as the source of vitamin B.

**Table 6.** Food consumption and weight gains or less of rats fed daily with various quantities of vegetables as the sole source of vitamin B.

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight		av. gain during the 8 wcks feeding period	av. basal diet eaten daily	Remark
	g.		g.	g.	g.	g.	
Coriander	2	819F	52	100	48	5.1	fair growth do do do do do do
		820M	48	102	54	5.7	
		918M	50	108	58	5.8	
		914F	50	98	48	5.1	
		831F	58	105	47	5.1	
		832M	52	104	52	5.4	
		833M	60	118	58	5.8	
		834F	55	102	47	4.3	
Average			53.1	104.6	51.5	5.28	
Coriander	1	821M	50	77	27	5.2	lived lived lived lived lived lived lived
		914F	47	72	25	5.0	
		916M	52	82	30	4.7	
		917M	57	95	38	5.2	
		835F	57	90	33	4.0	
		836F	48	68	20	4.0	
		837M	50	72	22	4.7	
		838F	45	63	18	5.0	
Average			50.7	75.8	26.6	4.72	
The Leaves of lettuce	1	1141F	55	116	61	5.6	fair growth do do
		1142M	45	129	84	6.2	
		1143M	50	120	70	5.7	
		1144F	47	121	74	6.0	
Average			49.2	121.5	72.2	5.9	
The Leaves of lettuce	2	1146M	55	158	103	6.2	rapid growth do do
		1147F	55	142	87	5.8	
		1147M	42	145	103	5.8	
		1149F	50	148	98	6.0	
		1150M	50	151	101	6.2	
Average			50.4	148.8	98.4	6.0	
Lettuce	2	1151M	60	58	-2	3.2	died died died died
		1152F	43	50	+7	4.0	
		1153M	40	35	-5	3.3	
		1154F	52	40	-12	3.8	
Average			48.6	45.7	-6.2	3.57	

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight		av. gain during the 8 weeks feeding period	av. basal diet eaten daily	Remark
	g.		g.	g.	g.	g.	
Lettuce	4	1170M	60	70	10	4.2	weak
		1171F	60	65	5	3.7	weak
		1172M	50	48	-2	4.2	died
		1173F	47	54	7	3.9	died
		1174F	45	52	7	4.0	
Average	.....		52.4	57.8	+6.2	4.0	
Ta-pei-chai	2	1120M	60	58	-2	3.0	weak
		1121F	53	52	-1	3.7	died
		1122F	60	62	-1	3.2	died
		1123M	53	54	-2	3.4	weak
		1124F	45	45	0	3.5	
Average	.....		54.2	54.2	-1.2	3.58	
Ta-pei-chai	4	1125M	55	100	45	4.0	fair
		1126F	45	102	57	5.2	growth
		1127F	60	98	38	4.7	do
		1128M	52	97	45	5.8	do
		1129F	60	103	43	4.6	do
1130M	52	110	58	5.2	do		
Average	.....		54	101.6	47.6	5.0	
Cabbage	2	1149M	55	40	-15	3.2	died
		1150F	50	42	-8	3.0	weak
		1155F	40	35	-5	3.5	do
		1156M	40	40	-0	4.1	do
		1157F	43	38	-5	3.0	do
Average	.....		45.6	39	-6	3.3	
Cabbage	4	1175M	55	62	7	4.0	slight
		1176F	50	65	15	4.2	growth
		1177M	47	59	12	5.3	do
		1178F	45	68	23	4.7	do
		1179M	52	59	7	5.2	do
1180F	50	63	13	4.8	do		
Average	.....		49.8	62.6	12.8	4.5	
Cabbage	1	1181M	45	62	17	4.0	weak
		1182F	50	73	23	3.2	weak
		1183M	48	64	16	4.2	weak
		1184F	52	75	23	4.4	died
		1185M	55	68	13	3.9	weak
Average	.....		50	68.4	18.4	3.94	

Supplement food	am't. fed daily	Rat no.	Weight		av. gain during the 8 weeks feeding period	av. basal diet eaten daily	Remark
	g.		g.	g.	g.	g.	
Rape	2	1186M	52	104	52	5.2	fair growth do do do
		1187F	55	98	43	4.3	
		1188M	47	87	40	4.0	
		1189F	52	92	40	4.0	
		1190M	48	102	54	5.4	
Average	.....		50.8	96.6	46	4.6	
Spinach	1	1181M	50	87	37	4.2	slight growth do died weak
		1182F	45	92	47	5.1	
		1183M	47	93	46	4.5	
		1184F	52	80	32	4.0	
		1185M	50	89	39	3.9	
Average	.....		49	88	40.2	4.3	
pinach	2	1186M	37	100	73	5.0	rapid growth dot do do
		1187F	42	120	78	6.2	
		1188M	50	97	47	5.7	
		1189F	48	123	75	5.7	
		1190M	52	114	62	5.5	
Average	.....		45.6	110	67	5.6	
The leaves of Hsing Chueng	1	910M	48	52	+2	3.0	died died died died
		911F	50	48	-2	2.9	
		912M	50	42	-8	3.4	
		913F	50	40	-10	3.0	
SAverage	.....		49.5	45.5	-4.5	3.07	
The leaves of Hsing Chueng		816M	52	50	-2	3.0	died died died died died died died
		817F	52	60	+8	2.0	
		818M	52	60	+8	3.3	
		839F	52	54	+2	3.0	
		840M	58	60	+2	3.1	
		841F	40	40	0	2.9	
		842F	50	42	-8	3.0	
Average	.....		51	52	-3.7	2.9	



From the average food intake and the weight gains of the animals in each of the groups can be seen in Table 6. The coriander and lettuce leaves are an excellent source of vitamin B, two grams of it fed daily, will be enough to keep the rats in nearly normal growth. On the other, the spinach, Ta-pei-chai, rape and lettuce come to next but the leaves of Hsiang Chueng contain little vitamin B or no it. The results are quite the same with either curative or preventive method.

As this is incidentally different from the accepted knowledge, it may be of interest to cite here the report from Osborne and Mendel on the comparative richness of leave vegetable in vitamin B (10). The composited growth curves found in this experiment is shown in Fig. V.

Up to the present, no data on the vitamin content of woody leaves have been published. This data is insufficient to warrant the assigning of any leaf of trees containing not vitamins, but it might serve as a valuable working basis for a more complete determination.

RICE, is the most important cereal grain in our people's diet, especially in the southern China. In our market, different varieties of rice bear different names and all differ in their market value. From this point of view, I made the comparison of the nutritive value of different rice varieties, attention being especially paid to the content and economic value of vitamin B.

The basal diet consists of casein 18%, starch 48%, salt mixture 4%, butter fat 10%. Varying rice meal accuping 30% of the basal diet were added as a source of vitamin B. The results are summarized in Table 7.

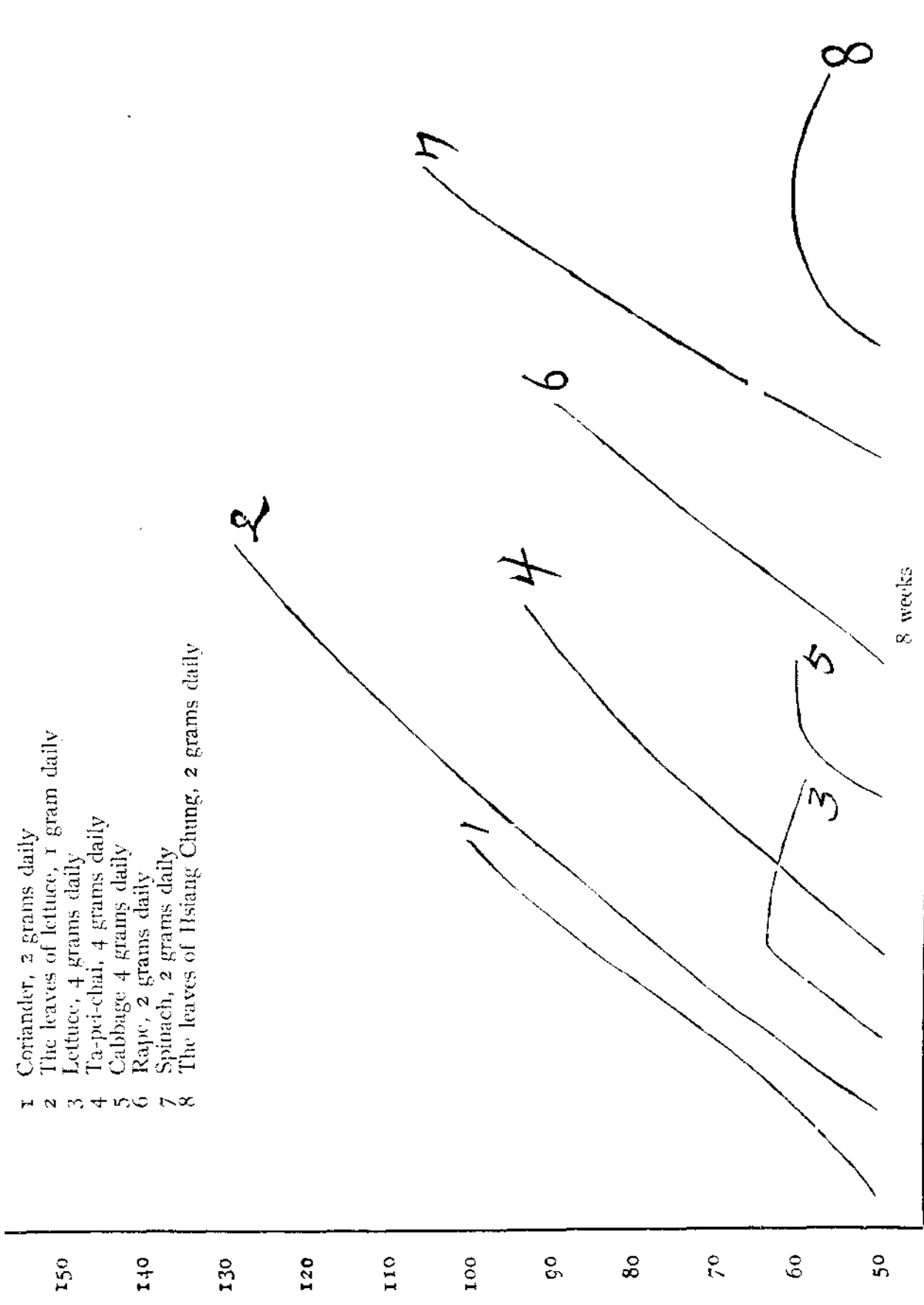
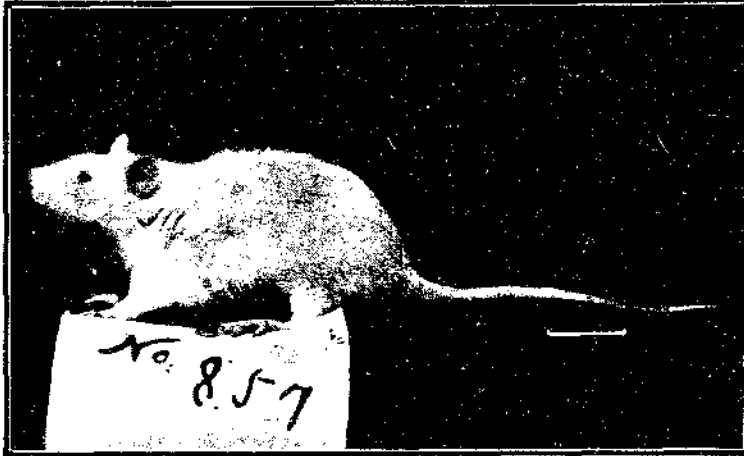


Fig. V. Growth curves of rats fed of various vegetables daily as the sole source of vitamin B.



Unpolished rice 糙米組鼠



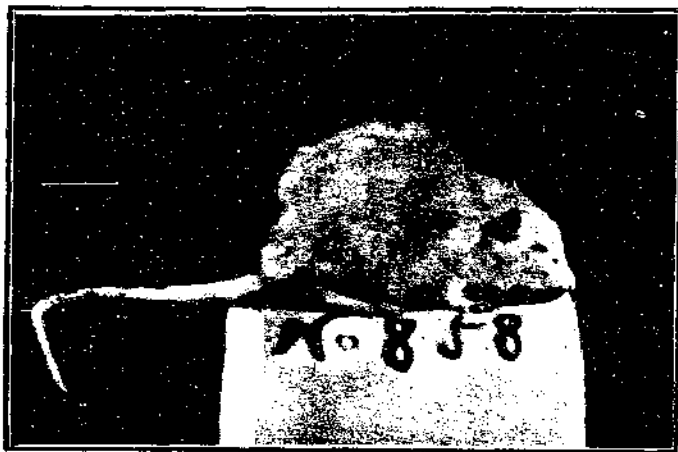
Siu rice 粳米組鼠



"New rice" 新稻米組鼠



Glutinous rice 糯米組鼠



Nanking rice 南京米組鼠

Fig. VI. The rations of these 9 rats from weaning time were exactly alike except in the characters of rice which they contained. The animals were the same age when photographed, and had been confined for the same number of days to the experimental diets.



Chochou rice 漳州米組鼠



Hsiaoohen rice 小站米組鼠



Saigon rice 西貢米組鼠



Kiangsi rice 江西米組鼠

**Table 7.** Life duration of rats fed with 30% of varying rice in the basal diet as the sole source of vitamin B

Name of rice	No. of rat on the group	Gain during the feeding test period	date of death
			days
Siu rice	6	—	59
Unpolished rice	6	—	54
New rice	5	—	52
Glutinous rice	6	—	39
Nanking rice	5	—	35
Chochou rice	6	—	35
HsiaoChan rice	6	—	33
Kiangsi rice	6	—	33
Saigon rice	6	—	28

It will be seen from Table 7 that the group of rats fed with 30 per cent of varying rice as the sole source of vitamin B made the average gain all negative. The surviving period is longest in the case of Siu rice, and the shortest in case of Saigon rice. The life duration is decreased in the following order: Saigon rice, Kiangsi rice, HsiaoChan rice, Chochou rice, Nanking rice, glutinous rice, "new rice", unpolished rice and Siu rice.

### 3. THE VITAMIN C CONTENT OF VARIOUS FOODSTUFFS, TESTED

#### AS ADDITION TO THE BASAL DIET.

Vitamin C is estimated according to the method described by Cohen and Mendel (13). The experimental animals used were guinea pigs which are four to eight weeks old and weighing

between 220 to 320 grams. The animals were kept in tinned iron, woven wire cages having 2-1/2 meshes to the inch. Animals were weighed every 4th day, and food changed and water bottles, trays and screens, sterilized every day. The composition of the vitamin C-free diet is as follows:

Whole wheat .....	30%
Wheat bran .....	14%
Yellow maize .....	30%
Milk powder .....	15%
Butter fat .....	10%
NaCL .....	0.05%
CaCO <sub>3</sub> .....	0.05%

The basal diet may support the life of guinea pigs for nearly two to three weeks. When scurvy symptoms were apparent, add to the basal diet various foodstuffs which are being tested.

A word may be said here adopted for the diagnosis of scurvy. When no antiscorbutic diet was given the guinea pigs exhibited, then, joint swellings, beading of the ribe junctions, fraigility of the long bones losseness of the front teeth, which are constant accompaniments of the vascular changes, and also easily detectable. Death occurred 24 to 30 days from the commencement of the feeding and was always preceded by a decline in weight. The results are given in Table 8, 9 and figure VI.

**Table 8.** Vitamin C content of various root and tuber

Supplement food	am't. fed daily	Guinea pig no.	Weight		av. gain or loss in wt.	Duration of expt.	Remark
	g.		g.	g.	g.	days	
Lily	6	300M	300	177	-123	24	died of S
		274F	254	201	-53	29	died of S
		275F	271	144	-127	27	died of S
Average	.....		275	174	-101	26	
Lily	9	276M	292	200	-92	27	died of S
		314F	280	200	-80	26	died of S
		277M	240	182	-58	30	died of S
Average	.....		270	194	-77	27	
Carrot	3.5	301M	300	260	-40	21	died of S
		278F	270	212	-58	28	died of S
		279F	255	198	-57	23	died of S
Average	.....		275	223	-51.7	24	
Carrot	7	280M	310	330	+20	52	cure
		281M	300	321	+21	52	cure
		282F	252	269	+12	52	cure
Average	.....		289	307	+18	52	
Lu Pa Fen turnip	7	283M	262	193	-69	22	died of S
		302F	240	180	-60	24	died of S
		384F	270	195	-75	28	died of S
Average	.....		257	189	-68	24.7	
Lu Pa Fen turnip	9	285M	262	195	-67	31	died of S
		287F	250	172	-78	29	died of S
		302M	260	189	-73	27	died of S
Average	.....		257	184	-72	29	
Hsiao Hung turnip	3.5	318M	260	150	-110	22	died of S
		291F	220	140	-80	29	died of S
		292F	247	174	-73	28	died of S
Average	.....		242	154	-87	26	
Hsiao Hung turnip	7	303M	290	330	+40	52	cure
		288F	270	327	+57	52	cure
		289M	250	300	+50	52	cure
Average	.....		270	305	+49	52	
Hsiang Ya Pai turnip	6	309F	235	200	-35	25	died of S
		293F	240	192	-48	27	died of S
		294F	250	200	-50	23	died of S
Average	.....		241	197	-44	25	

N. B. S=Scurvy

Supplement, fed food	ntam't, fed daily	Guinea pig no.	Weight		av. gain or loss in wt.	Duration of expt.	Remark
	g.		g.	g.	g.	days	
Hsiang Ya Pai turnip	11	295M	274	187	- 87	28	slight scurvy
		296F	290	207	- 83	30	slight scurvy
		297F	255	200	- 55	26	slight scurvy
Average	.....		273	198	- 75	28	
Hung Hsin Mei turnip	6	298M	230	170	- 60	32	slight scurvy
		213M	225	165	- 60	31	slight scurvy
		299F	240	182	- 58	33	slight scurvy
Average	.....		231	172	- 59	32	
Hung Hsin Mei turnip	10	300M	300	303	+ 3	52	cure
		301M	312	320	+ 8	52	cure
		302F	320	327	+ 7	52	cure
Average	.....		310	316	+ 6	52	
Sweet potato	6	304M	300	315	+ 15	42	died, not
		305M	312	320	+ 8	42	scurvy
		306F	240	250	+ 10	37	died
Average	.....		284	295	+ 11	40.3	
Sweet potato	8	307M	278	315	+ 39	52	cure
		308M	222	267	+ 45	52	cure
		309F	200	341	+ 41	52	cure
Average	.....		266	307.	+ 41	52	
Taro	6	310M	310	240	- 70	42	died, but not S
		311F	252	257	+ 4	42	weak, killed
		312M	270	240	- 30	42	weak, killed
		313F	240	250	+ 10	42	died, but not S
Average	.....		268	246	- 21	42	
Yam	6	314M	300	190	-110	38	slight scurvy
		315M	250	240	- 10	30	scurvy
		316F	247	240	- 7	32	scurvy
Average	.....		265	223	- 42.3	33	
Yam	9	317M	252	257	+ 5	52	cure
		318F	327	330	+ 6	52	cure
		319M	252	270	+ 18	52	cure
Average	.....		277	285	+ 9.7	52	
Mustard	6	321M	250	252	+ 2	42	wark, but not scurvy
		322F	260	250	- 10	40	died from unknown cause
		323F	242	262	+ 20	38	died but not scurvy
		324M	237	247	+ 10	37	died but not scurvy
		320F	220	270	+ 50	52	died but not scurvy
Average	.....		240	258	14	40	

N. B. S=Scurvy



Table 8 shows that, in the root and tuber, the Hsiao Hung turnip, carrot, sweet potato and mustard are good source of vitamin C, the yam, and, lily, Lu Pa Fen turnip and Hsiang Ya Pai turnip are all deficient in it. I should mention, however, that those foods which are considered as a good source of vitamin C could not maintain a normal growth, but only maintain the body weight and cure scurvy of guinea pigs. What is the minimum dose daily? With taro, neither scurvy are developed nor gain in body weight are reached; they died at the end of 42 day. During this time, it is very cold, I could not find the taro from the market, therefore, it is excluded after all, and concret result is therefore lacking.

**Table 9.** The antiscorbutic value of various vegetables, tested as additions to the basal diet

Supplement food	am't. fed daily	Guinea pig no.	Weight initial	Weight final	Av. loss or gain in wt.	Duration of expt.	Remark
	g.		g.	g.	g.	days	
Coriander	2.5	241F	273	300	+ 27	21	All died from bloat
		242M	241	258	+ 18	32	
		240M	150	150	0	28	
Average	.....		221	236	+ 15	27	
Coriander	1.5	243M	230	312	+ 82	60	Normal growth
		244F	250	340	+ 90	60	Normal growth
		245M	300	321	+ 21	60	Normal growth
		246F	275	332	+ 57	60	Normal growth
		247F	250	321	+ 71	60	Normal growth
Average	.....		261	325	+ 64.2	60	
Tai-pei-chai	2.0	326M	260	310	+ 50	52	cure
		327F	240	292	+ 52	52	cure
		328M	277	252	- 25	40	died, not scurvy
		329M	282	342	+ 60	52	cure
Average	.....		264	299	+ 34	49	
Cabbage	2.0	330M	300	300	0	52	Weak condition
		331F	257	260	+ 3	52	do
		332F	300	310	+ 10	44	died, not scurvy
		333M	272	280	+ 8	52	cure
Average	.....		282	287	+ 5.2	50	

Supplement food	am't. fed daily	Guinea pig no.	Weight		Av. gain or loss in wt.	Duration of expt. days	Remark
			initial	final			
Rape	2.5	334M	270	210	- 60	47	Weak condition
		335F	282	252	- 30	92	" "
		336M	254	237	- 17	44	" "
		337F	290	282	- 8	49	" "
		Average	.....	274	245	- 29	48
Spinach	2.5	338M	250	278	+ 28	60	cure
		339M	210	240	+ 30	60	cure
		340M	244	279	+ 35	60	cure
		341M	302	333	+ 31	60	cure
Average	.....	252	282	+ 31	60		
The leaves of lettuce	2.0	342M	235	185	- 50	28	died of S
		561M	240	220	- 20	32	died of S
		343M	272	250	- 22	30	died of S
Average	.....	249	218	- 30	30		
The leaves of lettuce	3.5	344M	270	312	+ 42	52	cure
		345M	235	270	+ 35	48	cure
		346M	240	292	+ 52	52	cure
Average	.....	248	293	+ 43	51		
Lettuce	3.5	347M	255	235	- 20	28	died of S
		348M	225	160	- 65	24	died of S
		349M	300	212	- 88	25	died of S
		350M	278	227	- 51	27	died of S
Average	.....	264	205	- 56	26		
Lettuce	5.5	351M	282	279	- 3	32	died of S
		352M	300	312	+ 12	34	Weak condition
		353M	272	260	- 12	29	" "
Average	.....	283	281	- 1	31.7		
The leaves of Hsiang Chueng	2.5	354M	300	300	0	34	died of S
		355M	275	270	- 5	30	do
		356M	255	240	-15	32	do
		357M	242	240	- 2	29	do
		358M	237	230	- 7	28	do
		359M	246	235	-11	27	do
360M	300	300	0	32	do		
Average	.....	263	256	- 5.7	31.7		

B. N. S=Scurvy

Taking the Table 9 as a basis, coriander is very rich in vitamin C, it almost equals orange or lemon juice in this respect. But feeding daily with 2.5 grams of coriander to the guinea pigs may kill the animal within three weeks, producing no symptoms of scurvy, but rather a bloat of stomach. Is this the consequence of account of taking too much poisonous matter? It is an important question to be resolved.

Ta-pei-chai contain vitamin C in such content as comparable with cabbages, but to the gain of animal body weight its seems that the former is better.

The rape and spinach all contain vitamin C but the latter is rich than the latter.

The lettuce and its leaves all contain vitamin C, but the latter is more richer.

The leaves of Hsiang Chueng apparently contain no vitamin C, since 2.5 grams or four grams fed daily, neither prevented the scurvy nor maintained the animal's life.

#### 4. THE VITAMIN D CONTENT OF VARIOUS FOODSTUFFS, TESTED AS ADDITIONS TO THE BASAL DIET.

This vitamin was determined by Sherman and Stiebeling (18) method which is based on the comparison of the ash and calcium of the females of young rats. The vigorous young rats being four weeks old and reared by mothers on the standard

breeding ration were employed. They were placed in individual cages and on raised screens to prevent ingestion of feces.

No attempt was made to keep the animals in absolute darkness, they were, however, placed in cages in dark corners far from the windows, and at no time were exposed to the direct rays of the sun. Rats rendered rachitic on Steenbock's rachitogenic diet (14) were given. The composition of the diet as follows:

Yellow maize .....	76%
Wheat gluten .....	20%
CaCO <sub>3</sub> .....	3%
NaCL .....	1%

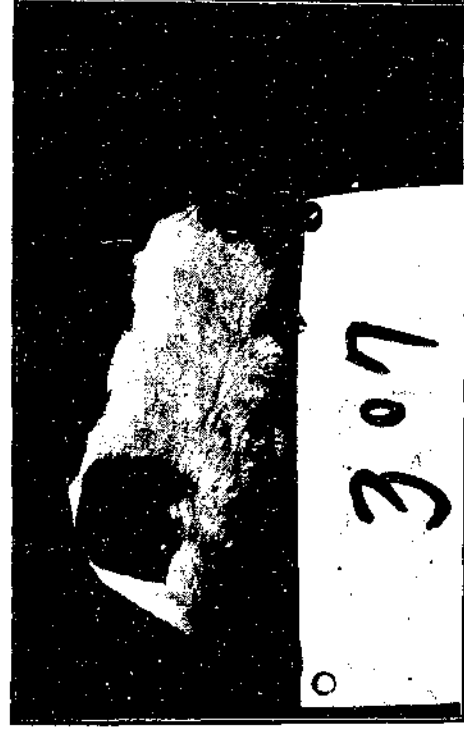
$$\text{Ca} : \text{P} = 4 : 1$$

In this determination, I have adopted the preventive methods. Schultzer's (16) results have shown that curative, especially test for vitamin D is not sensitive. The preventive method consists in daily giving two grams of various roots or tubers in extra, to the experimental animals, at the same time they are placed on the rachitogenic diet as their sole source of vitamin D for a duration of 23 days. The rats were then killed by means of chloform and two femurs dissected out from the fresh tissue; crushed between the jaws of a large pair of pliers, and quantitatively transferred to an extraction thimble for ether alcohol extraction. The extraction was carried out in a cold



A scorbutic guinea pig. 9 grams daily lily not against scurvy.

病壞豚鼠，飼日百合九公分無抗豚鼠壞血病之功效。



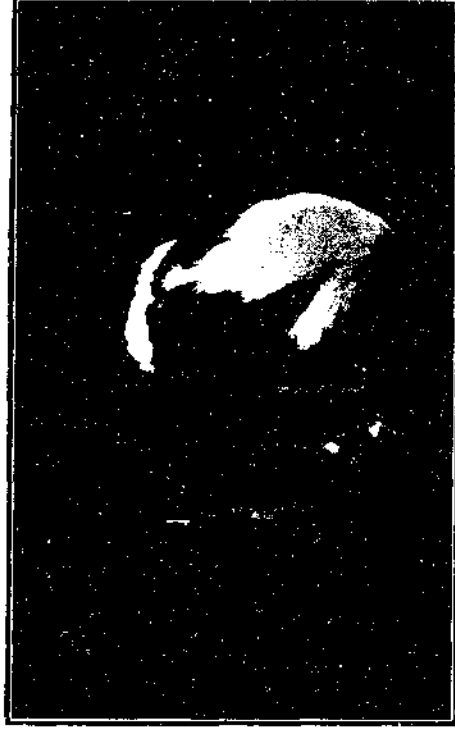
A normal guinea pig. 8 grams of sweet potato daily against scurvy.

正則豚鼠，日飼甘薯八公分顯然具有抗豚鼠壞血病之功效。



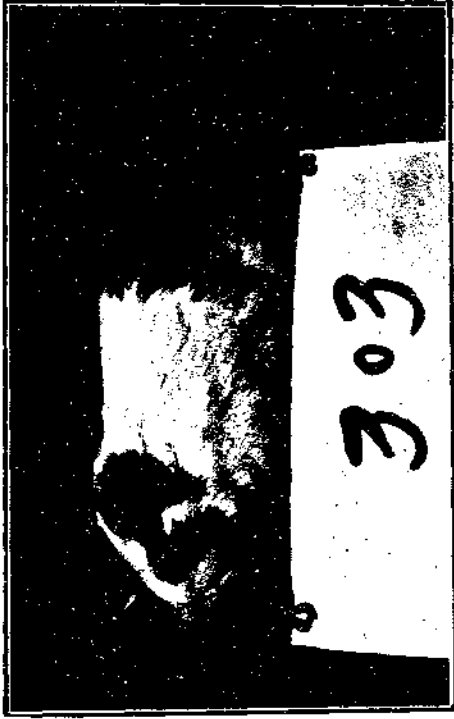
A normal guinea pig. 2.5 grams daily of spinach against scurvy.

正則豚鼠，日飼菠菜二·五公分顯然具有預防或醫治豚鼠壞血病之功效。



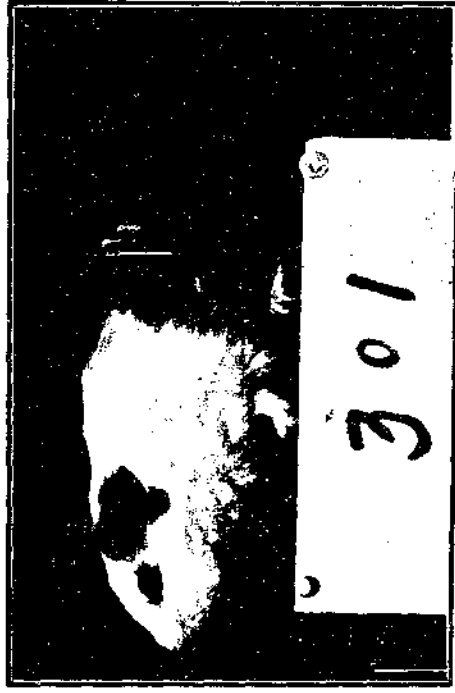
A slight scorbutic guinea pig. 2.5 grams daily of rape not complete against scurvy.

輕微壞血病豚鼠，日飼油菜二·五公分似不能完全抗豚鼠之壞血病。



A normal guinea pig, 7 grams daily of Hsiao Hung turnip against scurvy.

正則豚鼠，日飼小紅蘿蔔七公分顯然具有抗壞血病之功效。



A normal guinea pig, 7 grams daily of carrot against scurvy.

正則豚鼠，日飼胡蘿蔔七公分顯然具有抗壞血病之功效。



A scorbutic guinea pig, 6 grams of Lu Pa Fen turnip not against scurvy.

壞血病豚鼠，日飼露八分蘿蔔七公分概無抗壞血病之功效。



A scorbutic guinea pig, 11 gms. of Hsiang Ya Pai turnip not against scurvy.

壞血病豚鼠，日飼象牙白蘿蔔十一公分概無抗壞血病之功效。

Fig. VII. The normal and scorbutic guinea pigs which received various foodstuffs as the sole source of vitamin C.

well, extracted first with hot 95% alcohol for 18 hours and then with ether, which continued about two for another 18 hours. After this extraction the bone residue was dried at 96° C for one hour, carefully weighed, and then incinerate in electric muffle furnace for three hours. The weight of ash and per cent of Ca was calculated. The results are shown in the Table 10 and 11.

**Table 10.** Change in growth and calcification of rats as effected by adding two grams of various roots and tubers, daily

Addn. of test food	No. of cases	Av. weight		Wt. of femur	Wt. of ash	Ca in ash
		initial	final			
		g.	g.	g.	g.	%
Normal	5	40	105	0.33	0.23	31.2
Negative control	6	42	50	0.11	0.052	18.2
Lily	6	50	60	0.148	0.062	20.2
Carrot	7	50	64	0.200	0.100	22.3
Lu Pa Fen turnip	6	50	70	0.19	0.09	22.7
Hsiao Hung turnip	8	46	54	0.146	0.08	19.2
Hsiang Ya Pai turnip	6	50	60	0.162	0.08	19.7
Taro	6	48	57	0.12	0.06	18.9
Yam	7	48	53	0.14	0.07	19.9
Sweet potato	6	45	52	0.15	0.07	21.3
Hung Hisn Mei turnip	6	43	55	0.155	0.062	20.2
Mustard	6	43	54	0.134	0.067	19.9

With the exception of carrot and Lu Pa Fen turnips, all root or tuber no different effects of vitamin D, when the animals received two grams daily. As for the promoting growth, I should know, the gained more body weight being the groups of carrot and Lu Pa Fen turnip. This is in high correspondence

with Croward, Key and Morgan are a latest work (19), that the rats ceased to grow on the diet rich in carotene but free from vitamin D and resumed growth on being given vitamin D.

**Table 11.** Change in growth and calcification of rats as effected by adding two grams of various vegetables, daily

Addn. of test food	No. of cases	Av. weight		Wt. of femur	Wt. of ash	Ca in ash
		initial	final			
		g.	g.	g.	g.	%
Coriander	6	42	55	0.1	0.060	19.8
Ta-pei-chai	7	50	61	0.16	0.074	20.5
Cabbage	6	45	53	0.162	0.076	21.2
Rape	7	44	65	0.171	0.081	20.6
Tpinach	7	43	70	0.181	0.090	22.3
The leaves of Hsiang Chueng	6	36	50	0.120	0.060	19.2
Lhe leaves of lettuce	6	45	60	0.210	0.100	23.2
Settuce	6	50	70	0.200	0.100	22.8

From the above Table, the following substances produce no calcification of bone, but have instead a curative effect; coriander, Ta-pei-chai, cabbage and the leaves of Hsiang Chueng. On the other hand, the spinach, lettuce and its leaves seems content of little vitamin D.

The following rough comparison of the foodstuffs tested may therefore be made, the substances being placed in descending order as regards their vitamins content, this being reckoned on the natural weight.



## VITAMIN A

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Coriander             | 10. Hsiao Hung turnip    |
| 2. Carrot                | 11. Hung Hsin Men turnip |
| 3. Sweet potato          | 12. Lu Pa Fen turnip     |
| 4. Spinach               | 13. Hsiang Ya Pai tur    |
| 5. Rape                  | 14. Mustard              |
| 6. The leaves of lettuce | 15. Taro                 |
| 7. Ta-pei-chai           | 16. Lily                 |
| 8. Cabbage               | 17. The leaves of Hsiang |
| 9. Lettuce               | Chueng                   |

## VITAMIN B

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. The leaves of lettuce | 10. Yam                  |
| 2. Coriander             | 11. Carrot               |
| 3. Sweet potato          | 12. Lettuce              |
| 4. Taro                  | 13. Hsiao Hung turnip    |
| 5. Spinach               | 14. Lu Pa Fen turnip     |
| 6. Rape                  | 15. Hung Hsin Mei turnip |
| 7. Ta-pei-chai           | 16. Hsiang Ya Pai turnip |
| 8. Cabbage               | 17. The leaves of Hsiang |
| 9. Lily                  | Chueng                   |

## VITAMIN C

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. Coriander   | 10. Sweet potato |
| 2. Ta-pei-chai | 11. Mustard      |
| 3. Cabbage     | 12. Yam          |

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 4. Spinach           | 13. Hung Hsin Mei turnip |
| 5. Rape              | 14. Lily                 |
| 6. Lettuce leaves    | 15. Hsiang Ya Pai turnip |
| 7. Hsiao Hung turnip | 16. Lu Pai Fen turnip    |
| 8. Lettuce           | 17. The leaves of Hsiang |
| 9. Carrot            | Chueng                   |

## VITAMIN D

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Carrot               | 10. Sweet potato         |
| 2. Lettuce leaves       | 11. Yam                  |
| 3. Lettuce              | 12. Hsiang Ya Pai turnip |
| 4. Spinach              | 13. Mustard              |
| 5. Lu Pai Fen turnip    | 14. Taro                 |
| 6. Rape                 | 15. Coriander            |
| 7. Cabbage              | 16. Hsiao Hung turnip    |
| 8. Ta-pei-chai          | 17. The leaves of Hsiang |
| 9. Hung Hsin Mei turnip | Chueng                   |

## SUMMARY

The food articles selected for this experiment include (a) root and tuber crops, of which seven have been tested for their vitamin contents, namely, yam, lily, sweet potatoes, mustard, taro, and four varieties of turnip, (i.e. Hsiang Ya Pai, Lu Pa Fen, Hung Hsin Mei, and Hsiao Hung turnip).

(b) Cereals—Nine varieties of rice have been tested. They are, unpolished rice, "new rice", Nanking rice, Kiangsi

rice, Saigon rice, Hsiao chan rice, Chochou rice, Siu rice and glutinous rice;

(c) Vegetables—Coriander, Ta-pei-chai, cabbage, spinach rape, leaves of Hsiang Chueng, lettuce and its leaves.

2. The results thus far obtained from these tests may be summarized as follows:

Vitamin A. The fresh carrot, coriander, spinach, sweet potato, and Ta-pei-chai are found to be excellent sources of vitamin A. Rapid growth of albino rats was recorded when they were fed daily with 1.5 grams of any of these food articles. The minimum quantity needed to cure ophthalmia was found to be one gram or approximately 11% of the basal diet intake. As ascertained by the tests, the leaves of lettuce, cabbage, lettuce, Hsiao Hung turnip, and Hung Hsin Mei contain less vitamin A than the above five kinds; still less is found in Lu Pa Fen, Hsiang Ya Pai, and especially in lily and yam. The leaves of Hsing Chueng are deficient in vitamin A.

Vitamin B. Sweet potato and mustard are the two tuber crops richest in vitamin B. Taro, lily, yam and carrot contain moderate amounts. The following are poor sources arranged in the decreasing order: Hsiang Ya Pai, Lu Pa Fen, Hsiao Hung turnip and Hung Hsin Mei turnip. The vitamin B content of the latter two tubers are insufficient to maintain the life of rats.

The coriander, the leaves of lettuce, spinach, rape contain even more vitamin B than sweet potatoes, and mustard, Ta-pei-chai cabbage and lettuce are rich sources, while the leaves of Hsiang Chueng are lacking in vitamin B.

Rice, in the amount of 30% of the basal diet generally could not supply rats with enough vitamin B, although better results may be obtained with unpolished rice and Siu rice. It may be of interest to note that the "New rice" (polished) has a vitamin B content nearly as high as the unpolished rice, and is capable to support the life of rats longer than the Saigon rice, Hsiao chan rice, etc. Saigon rice is the worst so far as vitamin B is concerned.

Vitamin C. The vitamin C contents of the roots and tubers tested varies considerably. The Hsiao Hung turnip, carrot, sweet potatoes and mustard rank very high among them. Yam and Hung Hsin Mei come next. And lily, Lu Pa Fen, and Hsiang Ya Pai are found lacking in vitamin C.

The coriander, Ta-pei-chai, cabbage spinach, rape and lettuce leaves are an excellent source of vitamin C; the former one it almost equals orange and lemon juice in this respect.

The leaves of Hsiang Chueng when fed liberally to the guinea pigs can not cure scurvy.

Vitamin D. The lettuce and its leaves, carrot and Lu Pa Fen turnip contain only a slight amount of vitamin D, but the others are all devoid of it.

## REFERENCES

1. Coward, K. H. & Drummond, J. C. *Biochem. J.* 1920, 14: 665-667.
2. Drummond, J. C. & Coward, K. H. *Biochem. J.* 1920, 14: 664-665.
3. Drummond, J. C. & Coward, K. H. *Biochem. J.* 1920, 14: 668-677.
4. Steenbock, H. & Cross, F. G. *Jour. Biol. Chem.* 1919, 501.
5. C. R. Meyer & R. A. Halter, *Jour. Agr. Research*, 39, 10, 1929.
6. Osborne, T. B. & Mendel, L. B. *Jour. Biol. Chem.* 45: 277-288.
7. Osborne, T. B. & Mendel, L. B. *Jour. Biol. Chem.* 41: 549-565.
8. Sherman H. C. & Spon, J. *Amr. Chem. Soc.* 1923, 45: 2719.
9. House, Margaret, *Jour. Home Ec.* 21: 51-53.
10. Osborne & Mendel, *Jour. Biol. Chem.* 1922, 442.
11. Froster, H. and Stanton, *Ibid.* No. 12, 1911.
12. 陳朝玉 科學第十五卷第六期
13. Cohen & Mendel, *Jour. Biol. Chem.* 35: 425.
14. 陳宰均 陳朝玉 北平大學農學院動物營養研究報告  
第四號
15. Steenbock, H. & Black, A. *Jour. Biol. Chem.* 64, 263, 1925.
16. P. Schullzer, *Biochem. Jour.* 1932, 25.
17. Sherman & MaLeal, *Jour. Biol. Chem.* LLi 429.
18. Sherman & H. R. Stiebing, *Jour. Biol. Chem.*, 83, 1930.
19. K. H. Croward, K. M. Key & B. E. Morgan, *Biochem. Jour.* XXVI,  
1932 No. 2.



## 中文提要

# 中國各種常用食物中維生素含量之研究

陳朝玉

(1) 本試驗所用之根類及塊莖類食物：有山藥，百合，芥菜，青芋，胡蘿蔔，及蘿蔔。而蘿蔔之中，又分四種：即象牙白蘿蔔，露八分蘿蔔，紅心美蘿蔔，及小紅蘿蔔，等是。

禾穀類為稻米，共九種：糙米，粳米，新稻米，南京米，小站米，江西米，涿州米，糯米，及西貢米。

蔬菜類為蘆筍，大白菜，外國白菜，菠菜，油菜，高苣菜，高苣及香椿葉。

(2) 胡蘿蔔，甘薯，蘆筍，菠菜，油菜均為維生素 A 超越之來源；次為大白菜，高苣葉，高苣，外國白菜，紅心美蘿蔔，及小紅蘿蔔。青芋，芥菜，露八分蘿蔔，山藥，百合等僅含微量之維生素 A；而香椿葉則缺乏。

(3) 高苣葉富于維生素 B。次為蘆筍，甘薯，芥菜，菠菜，油菜，大白菜，外國白菜，而青芋，百合，山藥，胡蘿蔔含量極微，象牙白蘿蔔，露八分蘿蔔，小紅蘿蔔，紅心美蘿蔔，及香椿葉，均歸闕如。

在九種稻米中僅粳米，糙米及新稻米含有極微量之維生素 B。

(4) 根類及塊莖類富于維生素 C 者，為小紅蘿蔔，胡蘿蔔，甘薯；次為芥菜，青芋，山藥，紅心美蘿蔔；而象牙白蘿蔔，露八分蘿蔔均不含維生素 C。

蔬菜中含維生素 C 最豐富者為蘆筍；次為大白菜，菠菜，外國白菜；再次為油菜，高苣葉，高苣；而香椿葉則不含維生素 C。

(5) 根類及塊莖類中，僅胡蘿蔔，及露八分蘿蔔含有微量之維生素 D。在蔬菜中有高苣葉，高苣及菠菜等，亦含微量之維生素 D。



# 茵素對於患神經炎動物肝中臟粉量 之效果

## THE EFFECT OF INSULIN ON THE GLYCOGEN CONTENT OF LIVERS OF POLYNEURITIC ANIMALS

By

C. Y. CHEN (陳朝玉)

The early idea of Funk (1) that Vitamin B was related to carbohydrate utilization has received added confirmation in recent years. Funk, Schönborn (3) and Hirai (4) has found that a lack of vitamin B in pigeon resulted in an increased sugar content of blood which was accompanied by a diminished amount of glycogen in the liver. Bickel and Collazo (2) has investigated the fact that pigeons fed on a polished rice lacking in Vitamin B exhibited a good effect if they were injected with insulin (5). Here the action of insulin, as reported by T. Shimamura and R. Takahashi (6) that insulin exerts no perceptible action on the course of avian beri-beri. The action of insulin is that it causes a lowering of the concentration of glucose in the blood. It was also shown (7) that glycogen is present in apparently adequate amounts in the liver and muscles of an animal which had its blood sugar reduced to the convulsion level as a result of insulin injection. An informing fact mentioned by Cori, Cori and Pucher (8) is that insulin may even

effected an increase of glycogen content in the liver of normally growing rabbits. But Cori later making the same experiment found that insulin caused a diminution of glycogen only when it was taken in higher proportion at the initial period of test, but not when it was in lower proportion. According to Goldblat (9), injection into such animals of a dose of insulin sufficient to cause a profound accumulation of glycogen in the liver.

Cori and Cori (13) have shown that in the rat a suitable dose of insulin diminishes that store of glycogen in the liver and increases that in the muscles while a small dose of adrenaline effects the distribution in the other direction, causing glycogen to leave the muscles as lactic acid, which the liver reluids into glycogen.

In view of the limited knowledge on the effect of insulin on the glycogen content of liver, the author conserval to undertake the present investigation which is so determine whether the absence of Vitamin B, in the diet for pigeons has any effect upon the glycogen content of liver when insulin is injected, or, in other words, to study the effect of the glycogen content of liver of polyneuritic animals.

#### EXPERIMENTAL METHOD

Pigeons were used as experimental animals. during the experimental period, animals were housed separately in cylindrical metal cages which were fixed with raised screen bottoms.

to reduce to a minimum the opportunity of losing feces through consumption by animal itself. Fresh tap water and basal diet were supplied ad libitum.

The pigeons were divided into four groups which were arranged and treated in the following manner.

Group 1 Basal diet plus 0.05 gm. whole yeast per pigeon daily.

Group 2 Basal diet plus 0.05 gm. autoclaved yeast and injection 2.5 units of insulin per pigeon daily.

Group 3 Basal diet plus 0.0025 gm. Vitamin B<sub>1</sub> (Oryzanin) per pigeon daily.

Group 4 Basal diet plus 0.05 gm. autoclaved yeast per pigeon daily.

The basal diet was composed of

Polished rice .....	85%
Fish meal .....	7%
Butter fat .....	5%
McCullums salt mixture .....	3%

The autoclaved yeast extract which known to contain no Vitamin B<sub>1</sub>, was prepared by heating a slightly alkaline solution of commercial yeast extract to 120°C for three hours and then carefully neutralized.

The insulin used in these experiments was kindly furnished by Prof. T. Shimamura who prepared it in his own

laboratory. Before using, it was diluted with water to make a concentration of ten clinical units per cc. An amount equivalent to 2.5 rabbits units was ingested into every animal. When the insulin was administered this was done by subcutaneous injection with a hydrodermic needle.

The ethyl alcohol solution of Vitamin B I (Oryzanin) was administered with a medicine dropper. With daily addition of 0.0025 gm. of oryzanin, per pigeon.

In order to insure a constant glycogen content of liver, an injection period of three hours was allowed in one set of animals. The other set were injected at the first, and were killed when they produced the typical symptoms of polyneuritis.

Glycogen was determined in liver as adopted the following manner (10). The animals were all killed by a sharp blow on the back of head. The livers were quickly removed and weighed immediately after detaching the gall bladder and the livers weighed. Now dip the livers into a boiling solution of 60% KOH, and let the tissues completely dissolved, this look about five minutes. Samples for analysis were kept in tubes and weighed when cool, the weight of sample being obtained by difference. After weighing, the tubes were again put an a steam bath for three hours. When they were removed from the bath, alcohol was added at once to make a definite concentration at 80%. After standy overnight, the tubes were centrifug-

ed, and the ppt. was washed twice with 5 cc. of 80% alcohol plus one drop of the saturated NaCl. To this ppt. dilute HCl (5% by weight) was added, and the glycogen was hydrolyzed for 3 hours in the usual manner. After hydrolysis neutralize the liquid made it up to a definite volume, the glucose content being estimated by Shaffer and Hartman's method (11).

Glycogen values are given throughout this paper in terms of the reading sugar found the three hours hydrolysis with dilute HCL. It was not used by any factor to multiply it.

RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained with various groups are given in the following Table:

Group	No. of pigeon	Body weight Initial	Body weight final	Loss (—) or increase (+) of the body weight	Days passed until the polynuritic developpt.	Glycogen content in liver	Remarks
		gm.	gm.	gm.		%	
1	1	305	335	+ 30	Killed after the other had died	4.21	All quite strange and steady
	2	285	298	+ 13		4.09	
	3	312	361	+ 49		3.70	
	4	285	332	+ 50		4.12	
	5	304	342	+ 38		3.90	
Average.....		398	333	+ 36		4.04	
2	9	273	245	— 28	25	3.10	Very weak
	10	320	205	—115	27	2.10	Weak
	11	273	220	— 53	25	2.40	Marked head retraction
	14	252	221	— 31	25	2.20	do
	15	310	220	—110	33	1.90	Cartwhells and head retraction
	16	300	232	— 68	27	2.2	Tendency slight to head retraction

Gorup	No. of pigeon	Body weight		Loss (-) or increase (+) of the body weight	Days passed until the polyneuritic develop.	Glycogen content in liver	Remarks
		Initial	final				
		gm.	gm.	gm.		%	
	23	307	235	- 72	25	2.2	do
	19	230	200	- 30	30	3.2	do
	20	268	230	- 38	32	1.8	do
	17	255	210	- 45	38	3.0	do
	22	300	220	- 78	25	2.1	do
	18	256	230	- 56	25	2.3	do
	Average .....	279	223	- 60.2	29	2.37	
	21	250	252	+ 2	Killed after the other had died	3.92	All strange and steady
	6	310	357	+ 49			
3	7	257	290	+ 33			
	8	220	255	+ 35			
	29	300	340	+ 40			
	Average.....	267	298	+ 32		4.09	
	11	320	254	+ 66	28	3.13	Head retraction
4	24	305	225	- 80	26	3.52	do
	25	315	265	- 50	25	2.90	do
	26	306	225	- 80	35	3.10	do
	28	282	225	- 57	32	2.70	do
	Average.....	305	239	- 62.6	29.2	3.07	

It is clear from the above Table that there is no marked difference between the Glycogen content of livers of positively controlled animals which receive whole yeast and that of animals which receive Vitamin B1, but deficient B2, whereas in the group 2 there is decided decrease in the glycogen content of the liver, as compared with the positively controlled ones. It will be seen that, in complete contrast to the effect on polyneuritic pigeons, there is no sign of accumulation of glycogen in the liver as the result of the addition of insulin.

The glycogen content of livers of group 4 is higher than that of group 2. This is not in harmony with the findings of H. Ariyama (11) that the beriberi was usually accompanied by a high content of liver glycogen in the pigeon, especially during the final stages before death.

This discrepancy can possibly be explained in this way: The pigeon used in my investigation were never fed by force, they consumed very little food, especially during the last week or last ten days before death, hence the depletion of liver and body weight glycogen might be caused by starvation. On the other hand, however, it is harmony with sure's (14) recent described that, the tissues of animals deprived of Vitamin B1 is the reduction of glycogen in the liver. Since the starch is later converted no sugar in times of need, the depletion of glycogen in the body depots must be considered a very grave condition.

The increase of body weight and the glycogen content of livers of animals of group 3 parallels that of the normal animal. In short, the pigeons of all the groups fed an Vitamin B1-free basal diet no matter whether they were injected with insulin or not, ate normally only at the beginning of experiment, and depressed their appetite a great deal in the later periods with the consequente decrease in their body weight. They produced the typical nervous symptoms avian "beriberi" at the the end of 30 day. In all the cases studied the birds developed violent

convulsions within 25 to 35 days and loss of body weight were noticed by the time convulsion were observed.

#### SUMMARY

1. In the case of injected animals, the glycogen content of liver show a pronounced decrease as compared with the "positive" ones. This relation holds true in spite of the time of injection with insulin.

2. The glycogen content of livers of positively controlled pigeons receiving whole yeast does not differ much from that receiving Vitamin B I (oryzanin) only.

3. The time of the development of beriberi is about the same either in the negatively controlled ones or in the those being injected with insulin. This therefore confirms Shimamura's idea, "insulin exerts no perceptible action on the cause of avian beriberi".

The author wishes to express the sincere thanks to Prof. U. Suzuki for his advices and encouragment throughout this work. The author wishes also to express to Mr. H. Ariyama for interest and capable assistance with various phases of the laboratory work.

#### REFERENCES

1. Funk, Die Vitamine, Wiesbaden, 1913.
2. Bickel and Collago (1923) *Dewt. Med. Wochschft*, 49 No. 45.



3. Funk and Schonborn, Journ. Physiol., 48, 328 (1914).
4. Hira, Japan Med. World, 3,224 (1924).
5. Banting, Compbel and Fletcher, J. Medtabolic Research, 2,547, 1925.
6. T. Shimamura and R. Takahashi, Japanese Soc. Veternary Science 9, 1 (1925).
7. Winter and Smith, 1924, J. Physiol. 58, Proc. XXIX.
8. Cori, Cori and Pucher, 1923, J. Pharm. expt. 21, 3771.
9. Goldblatt, 1929, Biochem. J. 23, 831.
10. R. D. Lawrence and R. A. McCance, Biochem. J. 1931, XCIII, 227.
11. P. A. Shaffer and A. F. Hartmann, J. Biol. Chem. 1931, 25, 570.
12. H. Ariyama, The Agr. Chem. Soc., Japan, 3, 1933.
13. Cori and Cori, Biochem. J. 24, 1930, 615.
14. B. Sure, The Vitamins in Health and disease, 1933, 41.



**THE CHINESE MAIZE-SOYBEAN BREAD OR O-O T'OU IN  
THE LIGHT OF MODERN KNOWLEDGE OF NUTRITION**

By

LO TENG-YI (羅 登 義)

I. INTRODUCTION

In North China, although wheat is the important grain grown on farms, the general belief that it is the principal food actually consumed is true only of the middle class families. The poor people use maize, sometimes millet, as their most important food. It is a common custom of them that maize is mixed with a small amount of soybean (nearly at the rate of 12:1 by weight) and ground into meal, which is so-called "Tsa-Ho-Mien" (雜和麵) or maize-soybean meal, the meal may be bought from the market in North China, and is made into steamed bread for eating. It is commonly called "O-O T'ou" (窩窩頭) or Chinese maize-soybean bread. In Peiping, there are about thirty thousand poor people, who have to take maize-soybean bread for their daily meal, and this population is approximately equal to thirty percent of the total. Therefore, in respect of quantity consumed, maize-soybean bread is the most important food of the poor and second only to wheat in North China. There is a very great need for information of maize-soybean bread from the view point of the modern knowledge of nutrition. The pur-

pose of this paper is attempted to throw some light in regard to its nutritive properties.

## II. THE CHEMICAL COMPOSITION OF MAIZE-SOYBEAN MEAL AND O-O T'OU.

Two kinds of samples were taken, one was bought from a shop near our College (A), and the other made by myself according to the ordinary method (B). The results of analysis are as follows:

**Table 1.**—The Composition of maize-soybean meal

	Sample A	Sample B
Water	13.215 %	11.431 %
Crude Protein	9.130 %	9.990 %
Crude fat	5.105 %	5.498 %
N. F. E.	66.530 %	67.113 %
Crude Fiber	3.813 %	3.530 %
Ash	2.207 %	2.438 %

In sample B, maize and soybean were also analysed separately, and the component percentage of it was computed from the ratio of 12:1.

**Table 2.**—The Composition of maize and soybean

	Maize	Soybean
Water	11.355 %	10.864 %
Crude protein	7.744 %	37.100 %
Crude fat	4.500 %	17.533 %
N. F. E.	70.761 %	28.818 %
Crude fiber	3.540 %	1.785 %
Ash	2.100 %	3.700 %

**Table 3.**—The making-up of Tsa-Ho-Mien.

	Maize	Soybean	Total
Water	10.492 %	0.939 %	11.431 %
Crude protein	7.155 %	2.835 %	9.990 %
Crude fat	4.158 %	1.340 %	5.498 %
N. F. E.	65.385 %	1.730 %	67.113 %
Crude fiber	3.270 %	0.260 %	3.530 %
Ash	1.940 %	0.498 %	2.438 %

The procedure of making O-O T'ou is very simple. Maize-soybean meal and cold water are thoroughly mixed to a dough, and moulded into Chinese Teacup-like shape, put in a basket to be steamed for 30-40 minutes. then the bread is well prepared. Two kinds of the samples were taken for analysis, and one result (Sample B) is as follows:

**Table 4.**—The composition of maize-soybean bread

	Original State	Dry matter
Water	56.006 %	———
Crude protein	5.412 %	12.302 %
Crude fat	2.655 %	6.034 %
N. F. E.	33.068 %	75.137 %
Crude fiber	1.759 %	4.000 %
Ash	1.100 %	2.527 %

### III. THE NUTRITIVE VALUE OF MAIZE-SOYBEAN BREAD

The essentials of a chemically adequate food supply may be as follows:

(1) Sufficient of the organic nutrients in digestible forms to yield the needed energy;

(2) Protein, sufficient in amount and appropriate in kind;

(3) Adequate amounts and proper proportions of the various ash constituents or inorganic foodstuffs;

(4) Sufficient of each of the essential vitamins.

So, the nutritive values of foods depend mainly upon the four essential factors of nutritive requirement—energy, protein, mineral elements and vitamins.

#### (A) THE DIGESTION COEFFICIENT

Digestion trials have been used to a great extent to determine the percentage of any food or food ingredient that is actually digested and absorbed. That is, by comparing the protein, fat or carbohydrate intake with the fecal losses of these materials, it is possible to calculate the percentage digested, which is called the digestion coefficient or coefficient of digestibility.

The digestion experiment of maize-soybean bread was undertaken in our laboratory and has been reported in another paper in detail (1). Now, the result of the experiment is only shown below:

**Table 5.**—The digestion coefficient of O-O T'ou

Protein	77.583 %
Fat	84.356 %
Carbohydrate	92.675 %
Crude fiber	38.750 %
Ash	50.909 %
Total dry matter	86.572 %

The comparison of a few common foods with it is as follows:

**Table 6.**—The digestion coefficients of a few common foods

Food	Protein	Fat	Carbohy- drate	Crude fiber	Ash	Total dry matter
Boiled rice (米飯)	81.92 %	82.92 %	99.05 %	75.90 %	86.46%	95.36 %
Steamed bread(饅頭)	90.60 %	65.57 %	99.33 %	82.19 %	36.85%	
White bread (麵包)	93.70 %	93.70 %	99.10 %		95.40%	97.80 %
0-0 T'ou (窩頭)	77.58 %	84.30 %	92.68 %	38.70 %	50.91%	86.57 %

(B) THE FUEL VALUE

We have known that fats, proteins and carbohydrates may be oxidized in normal metabolism, and that any or all of these may serve as fuel for muscular work. Owing to the fact that all these organic nutrients play a part in energy production, it has been found that energy values (fuel values) are most useful in making comparisons of the nutritive values of foods.

Since the composition and digestion coefficient of maize-soybean bread are known, its approximate physiological fuel value is easily computed as follows:

	grams per 100 gm of maize-soybean bread	Calories of per gm	Calories per 100 gm of maize-soybean bread.
Protein	5.41 × (4.35 × 77.58 %)	=	18.26
Carbohydrate	33.07 × (4.10 × 92.68 %)	=	125.63
Fat	2.66 × (9.45 × 84.30 %)	=	21.19
Total .....			<u>165.80</u>

The following figures for a few common foods are taken to compare with it.

**Table 7.**—The composition and fuel values of some common foods

Food	Water		Protein		Fat		Carbohydrate		crude fiber	Ash	Total fuel value
	%	%	Fuel value (cal.)	%	Fuel value (cal.)	%	Fuel value (cal.)				
Boiled rice (米飯) <sup>(2)</sup>	62.06	3.49	12.42	0.05	0.39	34.03	138.16	0.23	0.14	150.97	
Steamed bread (饅頭) <sup>(3)</sup>	39.99	6.61	25.94	0.34	2.09	52.24	212.09	0.27	0.54	240.12	
White bread (麵包) <sup>(2)</sup>	33.66	6.81	27.78	0.54	4.75	55.18	224.03	0.31	0.88	256.56	
O-O Tou (窩窩頭)	56.01	5.41	18.26	2.66	21.19	33.07	125.63	1.76	1.10	165.08	

## (C) THE PROTEIN

In recent years there has been a rapid simultaneous development of knowledge of the differing values or efficiencies of individual proteins in nutrition and their differences in chemical structure as shown in the relative proportions of the different amino acids which they yield on hydrolysis. Students of this important subject are now generally agreed that, except in the cases of a few proteins difficult of digestion, the relative values of individual proteins in nutrition are primarily due to their contents of certain amino acids. Those amino acids which are essential to the maintenance of the adult body or to maintenance and growth in the young and which the body apparently cannot synthesize for itself (at least not in the amounts needed) are commonly spoken of as the essential or nutritionally



essential amino acids. At the present time, it is quite evident that lysine, tryptophane, cystine, tyrosine, histidine and proline are essential.

Since O-O Tou is made of maize and soybean, we shall attempt to study the proteins of them.

The proteins in maize kernel may be classified as follows:

1. Zein 2. Glutelin 3. Globulin 4. Albumin 5. Protease. According to Showalter and Carr (4), the distribution of maize proteins is as follows:

**Table 8.**—Distribution of maize proteins (% in total)

Zein	Glutelin	Globulin	Albumin	Amides
50.28 %	38.11 %	3.7 %	3.92 %	2.81 %

There are also five different proteins occurring in soybean.

1. Glycinin 2. Phaseolin 3. Legumelin 4. Glutein 5. Protease.

Glycinin is the most important protein, from the standpoint of quantity. Phaseolin and Legumelin are next in importance to Glycinin.

A fuller compilation of the amino acid make-up of the important proteins occurring in maize and soybean is tabulated below.

**Table 9.**—Percentages of amino acids from hydrolysis of the important proteins in maize and soybean

	In maize		In soybean		
	Zein	Glutelin	Glycinin	Phaseolin	Legumelin
Glycine	0.0	0.3	1.0	0.6	0.4
Alanine	9.8			1.8	2.1
Valine	1.9		0.7	1.0	
Leucine	25.0	6.2	8.5	9.7	8.0
Proline	8.9	5.0	3.8	2.8	3.2
Phenylalanine	7.6	1.7	3.9	3.3	3.8
Aspartic acid	1.8	0.6	9.4	5.2	5.3
Glutamic acid	31.3	12.7	18.5	14.5	17.0
Serine	1.0			0.4	0.5
Tyrosine	5.2	3.8	1.9	2.2	1.6
Cystine	0.9		1.2	0.6	0.8
Lysine	0.0	2.9	9.1	7.9	5.0
Histidine	0.8	3.0	1.4	3.3	1.7
Arginine	1.8	7.1	8.1	6.1	11.7
Tryptophane	0.0	+	1.7	0.9	1.8
Ammonia	3.6	2.1	2.3	2.1	2.0

Since our common protein foods all contain mixtures of proteins, so that even if only a single article of food were consumed the diet would still furnish more than one protein at a time. H. H. Mitchell found maize protein has a lower nutritional value than that from soybean.

**Table 10.**—Biological values of proteins of maize and soybean

Source of protein	Protein in food	Biological value of protein.
(5) Maize	5 %	72
(6) Soybean	5 %	73
(6) Maize	10 %	58
(6) Soybean	10 %	64

This is due to that the amino acids of maize protein are arranged in inadequate proportions—especially tryptophane, cystine and lysine.

However, there is greater nutritive efficiency in a protein mixture of maize and soybean than in either one. It shows that soybean protein sufficed to furnish the amino acid groups which the maize protein lacked. This has supported by experimental evidence.

**Table 11.**—Supplementary value of proteins of maize and soybean

Source of protein in food		Biological value of protein
(7) Soybean	10 %	64.0
(7) Maize	10 %	61.3
(8) Soybean + maize (1:6)	10 %	66.0
		Gain per gm of protein
(9) Maize	7.2 %	0.73 gm
(9) Soybean + maize (2:1)	7.2 %	1.48 gm
(10) Maize	9.2 %	1.18 ± 0.023
(10) Soybean + maize (2:1)	9.2 %	1.76 ± 0.046

In cereal grains, as a rough generalization (II), the proteins occurring in outer parts are superior to those in inner, from the standpoint of both quality and quantity. Wheat is taken as an example. Jones D. Breese found wheat bran to

contain about 22% of protein in whole grain (12), and its proteins have much higher nutritive value than those of the endosperm (13). Osborne and Mendel also reported proteins of wheat bran are nutritionally superior to those of the germ and bolted flour (14). Wheat germ constituents about 1.5 per cent of the entire kernel. It contains about 30% of protein. The remainder of the seed, about 83 per cent., is endosperm containing about 11 per cent of protein. McCollum, Simmonds and Pitz found wheat germ to be exceptionally valuable in several respects. Its proteins are abundant and of good quality; its content of the essential mineral elements is much greater than in bolted flour; it is exceptionally rich in vitamin B and E and contains some vitamin A. Rice and maize are in similar manner.

In short, there is higher nutritive value in whole wheat flour or unpolished rice than in white bolted flour or polished rice. This is due to deficiencies of the latter, i.e. low value of proteins, too poor in essential mineral elements, and almost devoid of all the vitamins. In preparing chinese boiled rice and noodles, moreover, an amount of water-soluble nutrients is lost, so bolted rice and noodles are much inferior to polished rice and bolted flour.

However, it is better in the case of O-O Tou any part of soybean and maize kernel is not lost and kept as well as original-

ly. From the viewpoint of nutrition, this is more scientific and satisfactory.

#### (D) THE VITAMINS

It seems highly probable that the number of vitamins will increase with the prosecution of further researches of a more detailed nature, but at present the vitamins whose individuality has been established are given below:

**Table 12.**—The vitamins

Vitamin	Solubility	Effects by which vitamin is recognised
A	Fat soluble	Growth-promoting, essential to young animals
B <sub>1</sub>	Water soluble	Anti-neuritic, essential to normal nutrition at all ages.
B <sub>2</sub>	Water soluble	Growth-promoting and pellagra-preventing, essential to normal nutrition at all ages.
B <sub>3</sub>	Water soluble	Essential to normal nutrition at all ages.
B <sub>4</sub>	Water soluble	Essential to Adult animal.
C	Water soluble	Anti-scorbutic.
D	Fat soluble	Anti-rachitic, essential to young animals.
E	Fat soluble	Anti-sterility in both sexes.

Since O-O T'ou is made of maize and soybean, it is of course to direct attention to their content of vitamins. The relative distribution of vitamins in maize and soybean is given in the following table, and a few common foods are comparable with them.

**Table 13.**—Distribution of vitamins in common foods

Vitamin	A	B	C	D	E	G (B <sub>2</sub> )
Maize	++	++	—	±	+	—
Soybean	+	+++	—	±		
Rice, polished	—	—	—			—
Rice, whole grain	+	++	—			
Flour, white bolted	—	±	—			—
Flour, whole grain	+	++	—			
White bread	?	+	—			

Certainly, maize-soybean meal contains adequate amounts of vitamin A and B, and is poor in D and E, and lacking in C and G. On the whole, there is much more vitamin content in maize-soybean meal than in polished rice or white bolted flour.

#### (E) THE ASH CONSTITUENTS

Although at best, the figures are but approximate, it is assumed that the human body consists of about 65% of Oxygen, 18% of Carbon, 10% of Hydrogen, 3% of Nitrogen, 1.5% of Calcium and 1% of Phosphorous, the remaining inorganic elements varying from mere traces to about 0.5%. Among these last-mentioned elements are K, S, Na, Cl, Mg, Fe, I, F, Si, Zn, Ni, Co, Cu, Mn, and As. We shall not devote much time or space to a detailed discussion of this important phase of animal metabolism, but there are a few of more recent researches that should be recorded.

Hart and Co-workers have made some very interesting and fundamental observations on the development and cure of experimental anemia in animals (15). They found that the utilization of iron in the regeneration of hemoglobin is dependent on the presence of traces of copper (16). Titus, Cave and Hughes have brought forward evidence that manganese is also an essential element in mammalian nutrition and that it is associated with iron assimilation (17). Kemmerer and co-workers reported, in rat feeding experiment, the addition of traces of copper, iron and manganese salts to the ration of whole milk has shown a most favorable effect upon growth (18).

The mineral contents of maize-soybean meal and some foods are given as follows:

**Table 14.**—Ash constituents of some foods (%)

Food	Ca	P	Fe	Mg	K	Na	Cu
Maize, whole	0.022	0.310	0.0034	0.121	0.339	0.036	0.0004
Soybean	0.235	0.670	0.0067	0.240	2.100	0.380	0.0022
Maize-soybean meal	0.043	0.346	0.0037	0.142	0.315	0.070	0.0006
Rice, white	0.018	0.130	0.0076	0.033	0.070	0.025	
Flour, white	0.020	0.092	0.0010	0.018	0.115	0.060	0.0012

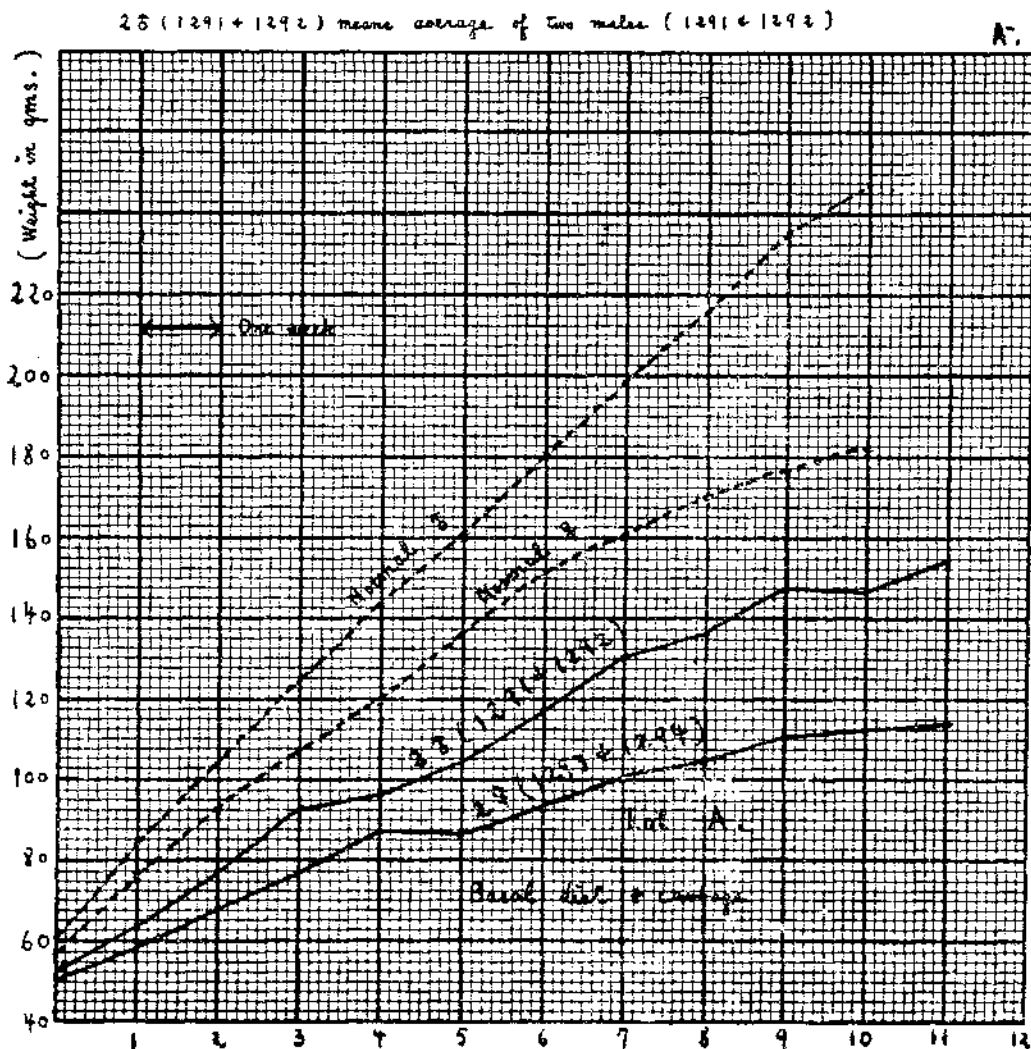
It is plainly that mineral contents of maize-soy bean meal are much greater than those of rice or flour, except iron in rice and copper in flour.

#### IV. THE FEEDING EXPERIMENT

Two lots of four-week old albino rats were placed on a basal diet which consists of maize 82, soybean 12, sesame oil 4, sodium chloride 1, and calcium carbonate 1 per cent. The rats

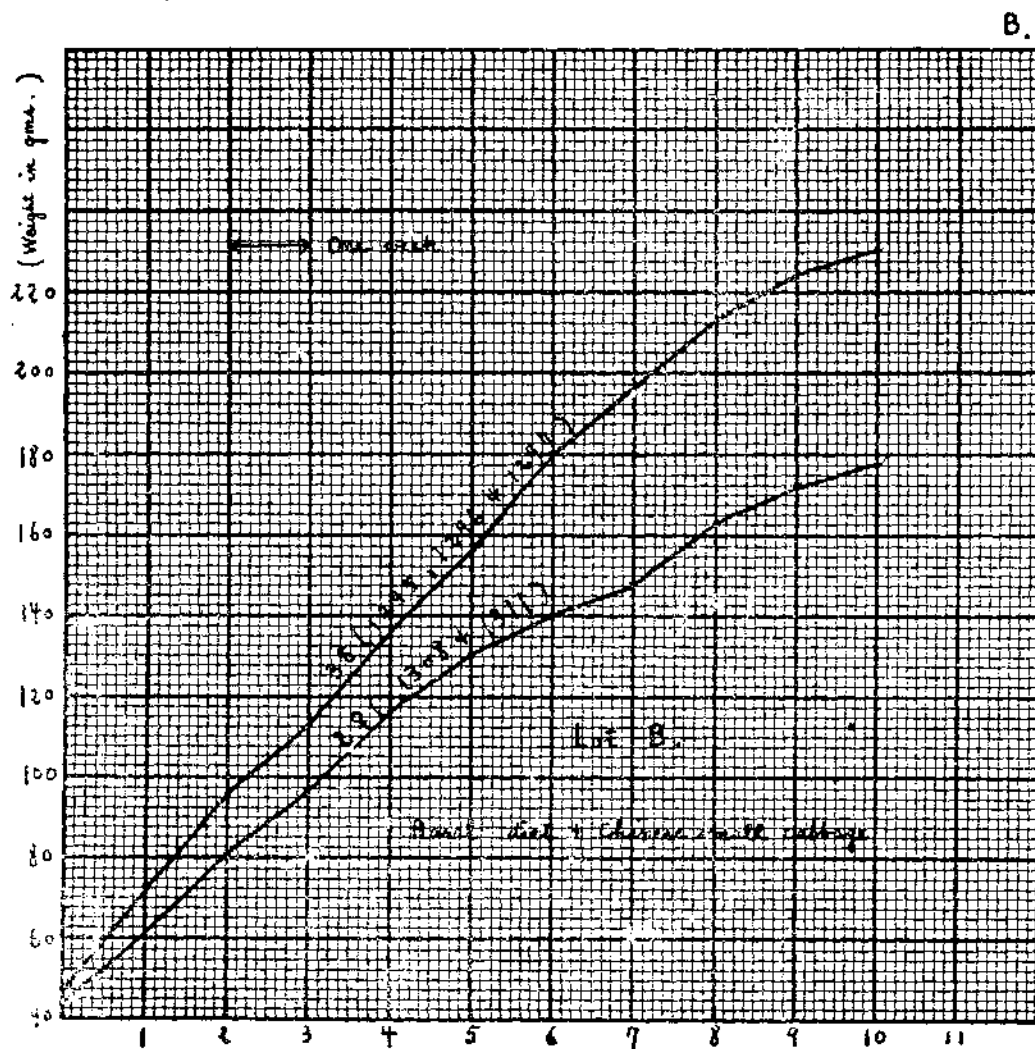
of one lot received cabbage 25 gm daily (A), and of the other chinese small cabbage (Hsiao Pai Tsai) 25 gm daily also (B). We have chosen this diet not only because of its simplicity, but also of the fact that it is made up much similar to that used by the poor people in North China. Food and distilled water were available to the rats at all times. The animals were weighed once a week. Growth was observed for a period of about ten weeks. The growth curves are shown below:

Composite growth curves of rats.





Composite growth curves of rats.



In lot A the rats grew fairly well, but only about half the normal rate; while in lot B at a rate comparable or even better than the normal.

V. CONCLUSION

From the standpoint of both chemical and biological properties the nutritive value of chinese maize-soybean bread is not very low. This is primarily due to the excellent supplementary

relations of maize and soybean in some respects—especially proteins and minerals. It will be clear from the discussion in this paper that O-O T'ou, although mainly consumed by the poor people, is in fact not a low-value food at all, as it is wrongly believed.

#### LITERATURE CITED

- (1) Lo Teng-Yi: The digestion experiment of Chinese maize-soybean bread, *Nature*, 2 (1928) No. 8. (in Chinese).
- (2) T. Tadokoro: *Food Chemistry*, Vol. II. pp. 26-54, 7th Ed., 1930 (in Japanese).
- (3) S. S. Tsiang: The composition and digestion coefficient of Chinese steamed bread, reading before the 2nd Annual Meeting of Peiping society of agricultural chemistry, 1927.
- (4) M. F. Showalter & R. H. Carr: *Abs. in Science*, 56 (1922) No. 1436.
- (5) H. H. Mitchell: *J. Biol. Chem.* 58 (1924) No. 3.
- (6) H. H. Mitchell: *Am. Pub. Health*, 13 (1923) No. 7.
- (7) H. H. Mitchell & V. Villegas: *J. Dairy sci.*, 6 (1923) No. 3.
- (8) H. H. Mitchell: *J. Biol. Chem.* (1924) No. 3.
- (9) Jones, Finks & Johns: *J. Agri. Res. (U. S.)* 24 (1923) No. 77.
- (10) Maynard, Fronda & Chen: *J. Biol. Chem.* LV (1923) No. 2.
- (11) Klein, Funk, Harrow & Pine: *Am. J. Physiol.* 76 (1926) No. 2.
- (12) Jones D. Breese: *Yearbook of Agri. U.S.A.* 1926.
- (13) Murphy & Jones: *J. Biol. Chem.* 69 (1926) No. 7.
- (14) Osborne & Mendel: *J. Biol. Chem.* 37 (1919) 557.
- (15) Waddell, Elvehjem, Steenbock & Hart: *Science*, 67 (1928) 139.  
Waddell, Elvehjem, Steenbock & Hart: *J. Biol. Chem.* 77 (1928) 769, 777.

- 
- (16) Waddell, Steenbock & Hart: J. Biol. Chem. 84 (1929) 115.  
(17) Titus, Cave & Hughs: J. Biol. Chem. 80 (1928) 565.  
(18) Kemmerer, Elvehjem & Hart: J. Biol. Chem. XCii (1931) 623.  
Kemmerer, Elvehjem, Hart & Fargo: Am. J. Physiol. cII (1932) No. 2.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express sincere gratitude to  
Prof. T. C. Chen for his criticism.



## 中文提要

# 窩頭之現代營養學識觀

羅登義

窩頭，華北民衆主要食品之一也。本篇所論，係據化學分析及飼養試驗之結果，以評定其質量之優劣，及其營養價值之高低。

窩頭之組成分，據余分析所得：蛋白質爲 5.41%，較之米飯者爲高（約高 $\frac{2}{3}$ 倍）。脂肪爲 2.66%，遠在米飯，饅頭，麵包等之上（約高 50 至 5 倍）。炭水化物爲 33.07%，較之米飯稍低（約低 $\frac{1}{34}$ ）。灰分爲 1.10%，亦居於米飯，饅頭，麵包等之首（約高 8 至 $\frac{1}{3}$ 倍）。此外水分爲 56.01%，比之米飯爲低（約低 $\frac{1}{10}$ ）。粗纖維爲 1.76%，較之前述三物爲多（約多 8 至 5 倍）。

窩頭之消化試驗，作者曾經舉行。蛋白質之消化率爲 77.58%；炭水化物者爲 92.68%；兩者均不甚佳，統居於米飯，饅頭，麵包等者之下。脂肪之消化率較好，結果爲 84.30%。此值雖比米飯饅頭爲高，但仍在麵包者之後。至於灰分者爲 50.91%，較諸米飯麵包者均低。

窩頭所含之生理熱價：蛋白質爲 18.26 大卡，炭水化物

爲125.63大卡，脂肪爲21.19大卡。總計在每一百克之窩頭中，含有生理熱價 165.08 大卡。此值較之米飯者爲高；但比之饅頭麵包則有遜色。

窩頭係玉蜀黍粉及黃豆粉之混合物(俗稱之曰“雜和麵”)所作成；故論其蛋白質，維生素，及無機鹽類之營養價值，自當考究玉蜀黍及黃豆者究竟如何。

玉蜀黍中所含之蛋白質有五，就中以仁蛋白質 (Zein) 及格蛋白質 (Glutelin) 爲最重要。黃豆中亦含蛋白質五種，最重要者爲構蛋白質 (Glycinin)，法蛋白質 (Phaseolin)，及勒蛋白質 (Legumelin)。吾人試查此等主要蛋白質中銨基酸(營養上必需者)之分布，在玉蜀黍與黃豆兩者間，顯然發現一種事實：即大都係此種缺者，彼種有之；彼種少者，此種特富；互相切長補短，配合較爲完全。此種蛋白質間之補缺作用(即玉蜀黍與黃豆蛋白質間之補缺關係)，曾經若干學者實驗證明，迄今已成定案之矣。窩頭既係玉蜀黍與黃豆配合而成，定收是項特效無疑。故就營養價值而言，此點爲之生色不少！

雜和麵中維生素之含量：甲乙兩種，尙稱適當。丁戊兩種，均告不足。至於丙庚兩種，則屬完全未有。總而言之，雜和麵中之維生素，較之精米白麵者爲優。

雜和麵中之無機鹽類：鈣，磷，鎂，鉀，及鈉五種，皆較精米白麵者爲豐。惟鐵較精米者少。銅較白麵者低。

其次須論及者，厥為食品調製方法對於營養素之影響。考窩頭之製法；先由玉蜀黍及黃豆製成雜和麵時，並未廢棄任何部分；次由雜和麵製成窩頭時，不過係和水加熱，亦未有何耗廢損失。簡言之，玉蜀黍及黃豆中之營養素（尤其是蛋白質及無機鹽類），在窩頭中仍全部保存無損；即其營養價值未有若何減低也。至於一部分維生素之受熱破壞，乃一般熟食者之通病，固不獨窩頭為然也。此項優點，遠非米飯麵食所能比及，蓋後二者因調製法之不當，在由原料製成食品之過程中，營養素巨遭損失，因之營養價值大為降低。

以上所述，主就窩頭之「質」「量」而論；換言之，即偏重在化學分析之結論也。然則窩頭一物，究竟是否適於動物生理上之需要，勢必有待於動物之飼養試驗（生物學法）也。本試驗所用之動物，係以雜食著名之白鼠充之。年齡概約四星期。分為二組飼養。兩組之基本膳食相同，其配合成分如下：

玉蜀黍	82 %
黃豆	12 %
香油	4 %
食鹽	1 %
炭酸鈣	1 %

所不同者：甲組之鼠，每頭每日加飼洋白菜25克；乙組之鼠，每日每頭加飼小白菜25克。如是飼養十星期；每星期

衡其體重一次，以觀其生長情形之優劣。

於此須聲言者，即上述配合之膳食是也。吾人不特力求其極為簡單，且希望與華北貧民膳食（即食窩頭者）極相近似。故其質量兩方，均堪吾人注意。

飼養結果：甲組鼠（食洋白菜者）生長如恆，惟生長率僅達正常者之半。至於乙組鼠（食小白菜者）則出人意外，其生長率與正常者無異，且尤有過之之概。

由是觀之，食窩頭者如能於蔬菜選擇得當，營養上之缺陷亦未常不可避免。又窩頭中之黃豆一項，用量以較提高為得。

總之，窩頭之營養價值，與米飯麵食相差無幾。考究其故，厥在黃豆與玉蜀黍互相補助之功。國人不察，多誤認惡劣之物，實屬錯謬！要而言之，乃乙丙等間之食品也。



# 國立北平大學學報

第一卷 第三期

## 農學專刊

---

版權所有

---

中華民國二十三年四月出版

實價大洋一元八角

編輯者 國立北平大學農學院

出版者 國立北平大學校長辦公處

印刷者 崇內米市大街青年會對過  
北平友聯中西印字館  
電話東局四六九八

發行者 北平中海懷仁堂東四所  
國立北平大學校長辦公處  
電話南局二八六〇