

January 1930

植物抗病育種

Zhi TU

Follow this and additional works at: https://commons.ln.edu.hk/ljcs_1929



Part of the [Chinese Studies Commons](#)

Recommended Citation

涂治(1930)。植物抗病育種。《嶺南學報》，1(2)，1-20。檢自：http://commons.ln.edu.hk/ljcs_1929/vol1/iss2/1

This Article is brought to you for free and open access by the Scholarly Publications of Lingnan University (Guangzhou) at Digital Commons @ Lingnan University. It has been accepted for inclusion in 嶺南學報 Lingnan Journal (1929-1952) by an authorized editor of Digital Commons @ Lingnan University.

植物抗病育種

途 治

植物病理學者，研究植物病害之科學也。其目的有三：(一)詳別病狀，(二)確定病原，(三)研究其防治方法。前二者屬於理論植物病理學範圍，而第三者可目為實用植物病理學，直接謀農業之發展者。但理論與實用不可絕然劃分，亦不可偏廢。蓋不諳病狀，不明病原，防治方法，無從確定；徒尚理論，而不及防治，則不免空談之譏，而農民不能得其實惠。明於此，吾人可進而討論病害防治方法問題。

病害防治方法可別為四：(一)禁病(Exclusion)，(二)除病(Eradication)，(三)護病(Protection)，(四)禦病(Immunization)。茲略分別申論之。

(一)禁病：禁病者，禁止外來新危險病菌之入境也。近來各國通行之植物檢查所，蓋此意也。在理論上，此誠一勞永逸之計。然近代交通日便，而吾人鑑別病害之力有限，外來病菌能否絕對禁止入境，此誠一大疑問。為杜絕目前外國危險病菌之輸入，保障中國農產品出口計，適當植物檢查所之設，在今日中國，實刻不容緩，但不可視此為唯一根本要圖。

(二)除病：若病已入境，而已為害甚烈，則思有以剷除之。剷除之法無外移毀(Elimination)，耕除(Cultivation)，輪植(Rotation)，消毒(Disinfection)及其他類似方法。但除病手續，為費甚鉅，而不能

必奏功效。且消毒除病方法，時有危害寄主之虞。此則吾人所不可忽視者。

(三)防病：防病之目的，在設法保護寄主，使病菌不得侵害。防病之方法有二：(1)變更環境中足以促進病菌侵害寄主之種種要素，(2)以殺菌劑噴霧或撒粉於寄主易受病害之部分，藉以阻止病菌之侵入。由前方法：實際殊多困難，未能廣為利用；由後方法，則消費過多，結果多不經濟，且成效不可必，而噴霧亦常有危害寄主之虞。是則吾人不能視此種方法為防治病害之根本辦法，蓋無疑義。

(四)禦病：以上三法或可解救暫時之急困，而治本辦法，則舍禦病莫由。禦病者，即選擇植物中具有天然禦病性或抗病性品種，或用其他育種方法，以改良現有植物品種，以增進其抗病力之謂也。禦病乃一最安全而最合宜之病害防治方法，此吾人可斷言者。蓋引用抗病品種，不獨節省經費，而且易於實施，更無損害寄主之虞。故抗病育種研究之重要，其理易明。但抗病育種，并非易事。在未育種以前，吾人須對於抗病性真偽之區別，環境要素對於抗病性之影響，病菌寄生性之性質，抗病性之主要基礎，抗病性遺傳之性質，病菌「生理限制」(Physiologic specialization)與抗病育種之關係之種種問題，應有相當了解，然後對於育種進程序，始能有精確合理之規定。

抗病性真偽之區別

若真實病害抵抗力(True resistance)與彷彿病害抵抗力(Apparent resistance)之差異，不能區別，則常易發生許多誤解，而其影響於抗病育種問題甚大。故 Orton (40), Freeman (22) 與 Butler (11) 三氏均區別病害之倖免(Disease escaping)病害之忍受(Disease endurance)與真正病害抵抗(True resistance)之三種不同現象。植物品種因其生理作用或形體性狀上之變異(Variation)或氣候及其他環境之關係，時或

能避免某種病害。例如在適宜情況中，Marquis 小麥常易罹穗枯病 (*Fusarium spp*)。若遇乾冷之年，則可倖免此病，因穗枯病菌須高溫高濕始能生殖繁茂，得以逞其侵害麥穗之能。普通無抗黑銹病 (*Puccinia Graminis Avenae*) 燕麥品種，有時亦因早熟之故，常得倖免銹害，此吾人所習見者。Frecma (22) 曾發現大麥生長富於鹼性土壤，常免於黑銹病 (*Puccinia Graminis*)，因其葉面多生「粉狀層」(Blcom)，故水分不易黏附於葉上，而銹菌不易侵入為害。并非寄主有真實抗銹病性也。

但植物品種亦有能忍受某種病害者。例如中美北部所產之 Bl. nestem 春小麥，實無多抗黑銹病能力，然在銹病較輕之年，能忍受輕微病害，但一遇病重之年，則收量大減。然病害忍受與病害抵抗，并無絕然可分之界線。若謀實際選擇與育種計，則在適當試驗情況下，顯著抗病性頗易搜獲。但能具完全抗病性之禦病品種之育成，恐終較品種僅具一部分之抗病性者為渺。至若本文內「抗病」二字之引用，乃指由寄主生理上或構造上本有之特異性狀，而能使其抵抗某種病害之意也。

環境要素與抗病性

在未討論抗病性之前，吾人不可不明瞭環境之種種要素，對於抗病性之影響。Vavilov (53) 曾指明植物抗病品種，雖栽培於不同環境之中，仍不失其原有抗病性。是則環境要素與抗病性無何關係。但 Biffen (4) 與 Spinks (45) 證明各種肥料對於小麥抵抗黃銹病 (*Puccinia Glumarum*) 有顯著之影響。Stakman 與 Aamudt (47) 之試驗，則發現各種肥料對於小麥品種抵抗黑銹病，毫無關係。Tisdale (50) 曾報告某種亞麻品種，在平常境況中，能抗立枯病 (*Fusarium lini*)，但栽培於暖室高溫之下，即減少其抗病能力。

植物有時因乾旱，冬傷，或生長富於鹼性土壤中及其他種種不適

宜成因，而致體質衰弱，實際上較該品種之在平常適宜境況下者，易感某種病害，此亦習見之事(83,44)，但環境要素不僅影響於寄主，并同時可影響於病菌。例如高溫度最適宜於蘋果澀腐病菌(*Glomerella cingulata*)之生長，但高溫度并非實使蘋果變弱而易罹澀腐病也。不過該病菌能在此種境況下，生長迅速，而易侵襲其寄主也。至若多數病害發達之程序，常受環境影響，此乃無可諱言者。所以吾人須區別環境要素對於寄主抗病性之影響與其影響於病菌之不同。此二者雖有時不易絕然劃分，然亦時有顯著差異。總之在研究抗病育種問題時，決不可忽視一切環境影響也。

寄生性與抗病性

抗病性真偽之區別與夫環境對於抗病性之影響既明，然後可進而論病菌寄生性與抗病性之關係。寄生性者，乃某種生物發達之一種營養方法，藉以寄生於他種生物之體上或體內，并吸取其養料以謀生活也。關於寄生性各種問題之參攷文章雖多，而吾人對於寄生菌與寄主間之複雜關係，至今仍多不明。然吾人只略一研究 *Pythium* 與 *Puccinia* 兩病菌之寄生性質，即可知各種病菌之寄生程度不一。De Bary (17) 久已識別各種寄生性之差異。近代真菌學者與植物病理學者之研究，更闡明各種關於寄生性之詳細問題(5,6,7,8,55,56,57)。從寄主組織或細胞受病菌侵害而即死之「寄生」至與共生(*Symbiosis*)難辨別之銹菌與黑病菌「寄生」，其中之寄生程度，大相懸殊。吾雖知各種病菌寄生程度不一，但寄主生理上，構造上及其他種確實勢力，能使某種寄生關係成立與否，換言之，即抗病性之基礎問題，此亦吾人之所急欲知者。

抗病性之基礎

關於抗病性之基礎，至今仍不能確實明瞭。依近代植物病理學者研究所得之結果，可知植物品種對於各種病害之抗病基礎，并非完全

一致者。其中有多種複襍成因，互相關連，并非如多數學者所推想之單筋。各種成因，自各有其相當位置，不可一概而論也。要而言之，關於抗病性之各種成因頗繁，但可概分為形態的或構造的抗病性 (Morphological or Structural resistance) 與生理的抗病性 (Physiological resistance) 二大類。後者又可復分為原形質的 (Protoplasmic) 與生理動作 (Physiological activity) 的二種。茲特略申論之。

(一) 形態的或構造的抗病性 此類抗病性多由於寄主構造奇異所致。從前對於此類抗病性較今為重視。依多數植物病理學者研究之結果，而證明植物特異構造有時能使其抵抗若種病害之事實，亦不無一二。其普通形體特性皆指為與抗病性有關者，多屬於皮表構造。例如氣孔 (Stoma) 角質層 (Cuticle) 皮表毛 (Epidermal hair) 臘質層與粉狀層等。而內部之構造，亦時有證明與抗病性有關者。茲略分述一二，以資參攷。

Cobb (12) 發現抗黑銹病小麥品種之氣孔較無抗黑銹病者之氣孔為小。Norton (39) 亦發現龍鬚菜品種之瓜銹病 (*Puccinia asparagi*) 性與其小氣孔有密切關係。Allen (2) 亦記載 Kanred 小麥之氣孔較 Baart 品種為小，故前者能抗黑銹病而後者則否。Pool 與 McKay (41) 以未成熟甜菜能有強度抗 *Cercospora beticola* 病菌之侵害者，亦因其氣孔較小故也。但 Eriksson 與 Henning (19) 同 Ward (58) 均證明雀麥之氣孔構造與其抗銹病 (*Puccinia dispersa*) 性無關。此又不可一概而論也。

植物之角質層或木栓層，亦時有證明與抗病性有關。例如未成熟之番茄，容易罹腐病 (*Macrosporium tomato*)，但成熟番茄之抗病力則頗強 (42)。蓋因成熟番茄之外表角質層較厚，而該病菌不能侵入也。Weimer 與 Hartor (59) 證明甘藷受傷部之外表細胞，能有木栓變性作用 (Suberization)，故能阻止致腐病菌侵入。

抗病性有時以病菌之能否易於穿過寄主之細胞膜而定。蓋病菌之

侵入寄主細胞，多依酵素 (Enzyme) 消化作用(32)或由機械式之侵入(18, 58)，各有不同。而各種植物之細胞膜之化學成分既不同，且其厚薄亦不等。因此等差異之故，而各種植物之抗病能力，亦因之而有等差，其理易明。但其詳細解釋，一時尚難明瞭。

Hursh (29) 發現小麥品種之麥桿內具多量厚膜細胞組織 (Sclerenchyma) 者，則罹銹病較輕，因銹病僅能寄生於厚角細胞組織 (Collenchyma)，而不得侵入厚膜組織也。Hart 近時研究之結果，亦證實 Hursh 之結論。

以上所舉各例，乃證明植物構造特異為植物抗病性之主要成因。此外關於生理的抗病性之解說亦頗多。

(二)生理的抗病性：生理的抗病性，則由於寄主原形質之特異或其他生理動作之關係，前已言及。茲先討論原形質的抗病性。

(1)原形質的病性：據吾人現時所知之各種關於原形質的抗病性之成因頗繁。但所舉各因，未必可盡信。但其中亦有少數成因較多確實證據。茲略舉一二，以資討論。

(a)屈化性 (Chemotropism) Masse (36) 解釋植物之能否抗病，視寄主細胞內之有無屈化性物質為準。但其證據絕不可信。且多數較可靠之証據，則反証明屈化性與抗病性毫無關係。例如 Gibson (26) 發現多種銹菌之萌芽管能侵入多數非其本寄主之植物，但均不能繼續發展。Wiltshire (60) 亦發現梨黑星病菌 (*Venturia pirina*) 能侵入蘋果，同時蘋果黑星病菌 (*Venturia inaequalis*) 亦能侵入梨，但結果二者均不能產生病害。Tisdale (50) 證明甘藍黃病菌 (*Fusarium Conglutinans*) 在某種情況下，能侵入亞麻之根毛，但不能致亞麻立枯病 (*Fusarium lini*)。Salmon (43) 亦曾記載小麥白黴病菌 (*Erysiphe graminis*) 之吸胞 (Haustorium) 能侵入大麥之皮表細胞，但不久即萎縮而死。諸如此類之事實尚多，不遑

枚舉。而此種事實，不能依寄主體內之有風化物質而解釋。蓋細胞中遇抑病菌物質(Inhibitive Substance)之存在，或者病菌不能分泌適當酵素(Enzyme)或毒質(toxin)以促進寄主細胞化學上與物理上之變更，以供給其生長之營養滋料，及其他等等類似假設，皆可解釋此種現象也。

(b)滲透壓(Osmotic Pressure) 關於滲透壓與抗病性之關係，頗少研究。普通印象，以為寄生菌細胞液之滲透壓必較高於其寄主，然後始能吸取其養分以營生活。Hawkins (26) 証明寄生於馬鈴薯，甘藷蘋果，與楊莓之病菌能生長於Diffusion tension較其寄主細胞液溶解物質為高之葡萄糖(Glucose)，蔗糖(Sucrose)，硝酸鉀(Potassium nitrate)，或硝酸鈣(Calcium nitrate)溶液中。Vavilov (53) 不曾証明寄生與病菌之滲透壓與抗病性有若何關係。故吾人對於此問題，一時尙難有何種結論。

(c)細胞液酸度(Cell sap acidity)多數植物病理學者，曾指出細胞液之酸度與抗病性有密切關係。Averna-sacca (3) 曾記載能抵抗 Oidium 與 Peronospera 之葡萄品種，其細胞液含有高度之酸性。Comes (13, 14) 報告抗銹病之 Rieti 小麥品種亦然。Gardner 與 Kendrick (25) 研究裂殖菌番茄果實斑點病(Bacterium exitialis) 之結果，發現寄主組織之「氫伊洪密度」(H-ion Concentration) 與抗病性有密切關係。因該裂殖菌不能生長於較 PH5 為酸之培養基中。進而考查番茄樹各部之氫伊洪密度：其在子苗與葉部為 6.3-6.5；青嫩果實為 5.0-5.4，成熟果實則為 4-6，故子苗，葉，與青嫩果實，常易罹此病，而成熟果實則免。但 Vavilov (53) 研究多種燕麥，小麥與玫瑰品種之抗銹病性與抗白黴病性，不曾發現細胞液之酸度與抗病性有何種關係。

(d) 樹皮酸(Tannin) Cook 與 Taubenhaus (15) 曾研究樹皮酸對於多種菌類生長之關係，發現寄生菌抵抗樹皮酸之毒性遠不如腐生菌。然多數植樹細胞中所含樹皮酸為量甚微，但多含一種「多原子石炭酸」

(Polyatomic Phenol)，自病菌侵入後，即啓反應作用而產生樹皮酸或類似之物質。此種反應作用在未成熟而被菌類侵害之梨果和果實極多。結果產生此種有殺菌性液體而能抵抗寄生菌之侵害(16)。但 Valleau (52) 研究杏果抗腐病 (*Sclerotinia cinerea*) 與其果實之樹皮酸量，不曾得何種正面結果。總之關於樹皮酸及其他有機酸與植物抗病性之關係，尚待精確研究，此時尚不能有若何確實結論。

(e) 花青素 (Anthocyanin) 與黃色素 (Flavones) 花青素一類之色素 (Pigment) 常引為與抗病性有關之成因。但所有此類記載，多由觀察而來，絕少實驗根據。Sorauer (44) 曾記載紅色馬鈴薯較白色光皮品種之抗腐病力強。Jones (31) 亦曾指明紅色粗皮馬鈴薯較白色光皮品種之抗腐病力強。但光皮白色品種亦有具高度之抗病力者。Fromme 與 Wingard (21) 發現全紅，與紅白雜色菜豆品種能抵抗豆銹病 (*Uromyces appendiculatus*)，而全白品種則易罹該病。Walker (54) 研究蔥之鱗莖腐病 (*Colletotrichum circinans*) 發現鱗莖片之色素與抗病性有密切關係。紅色與黃色品種均有高度抗病性而白色者則否。關於此類記載尚多，然多乏實據。

此外關於原形質抗病性解說尚多，因無何種實驗上根據，姑不多述。吾人現可討論生理動作與抗病性之關係。

(2) 生理動作的抗病性 關於植物氣孔之啓合與其抗病性之關係，亦有記載。Pool 與 Mckay (41) 曾研究甜菜之氣孔動作與其抵抗 *Cercospora beticola* 病菌之能力。Hart 近於研究小麥品種抵抗黑銹病之結果，發現在美國明利蘇達省境況下，黑銹菌之夏孢子萌芽管，在每晨六時二十分以後，其環境情形即不宜其生存，其能侵入寄主之機會極少。故萌芽管之侵入寄主，宜在此時以前。然銹菌之夏孢子萌芽管只能由氣孔侵入寄主，故氣孔之啓合與病菌之能否侵入，頗有關係。女士發

現易罹黑銹病小麥品種在六時二十分以前，其氣孔早已半開，而抗病品種之氣孔則多緊閉，或僅現一小裂縫。是則植物氣孔啓合時間與其抗病性亦頗有關係。

總而言之，植物抗病性之成因多而複雜，而吾人現時所知有限。但爲目前實際抗病育種計，而其重要問題，乃此種抗病性可否遺傳。

抗病性遺傳之性質

抗病性遺傳之可能，乃一種普遍現象。Biffen (4) 曾發現小麥抵抗黃銹病 (*Puccinia glumarum*) 僅受一隱性因子之支配。但 Nilsson-Ehle (38) 解釋小麥之抗黃銹病乃受多因子之支配。至於小麥抵抗黑銹病菌之生理小種 (Physiologicforms) (1,37) 燕麥抵抗黑銹病菌之生理小種 (24) 則均受單一顯性因子之限定。菜豆抵抗炭疽病菌 (*Colletotrichum lindemuthianum*) 之某一生理小種爲單一顯性因子所支配 (9,31)，但其抵抗該菌二種生理小種之遺傳結果，當用雙因子解釋 (35)。至於亞麻抗立枯病性之遺傳，其抗病性僅可用多因子假設解釋 (50)。據 Gaines (23) 之報告，小麥品種抵抗堅黑穗病 (*Tilletia tritici*) 之遺傳成因，各有不同，而其抗病性之遺傳，僅能以多因子假設解釋。Johnson (30) 亦曾指明煙草抵抗黑腐病 (*Thielarria basicola*) 之遺傳性質，最好依多因子假設解釋。此外關於抗病性遺傳研究尙多，不克多舉。但吾人可知抗病遺傳并不依任何種規定遺傳定律。一種植物對於一種病害抵抗遺傳，各有不同。吾人不得根據某種結果而斷定其他一切。且近時發現之病菌生理限制 (Physiologic Specialization) 現象對於抗病遺傳與抗病育種，有密切關係。故吾人於研究抗病遺傳與抗病育種進程中，不可不注意病菌生理限制現象之存在也。

病菌生理限制與抗病育種之困難

病菌形態相同種類中，有多數「實體」，其構造上雖無大區別，而

生理上則有顯著之差異，尤以其侵害種種植物之能力爲著。Eriksson (19)於西曆一八九四年首先發現此種現象於黑銹菌(*Puccinia Graminis*)。Stakman與Piemeisel(49)又於*Puccinia graminis tritici*之內，發現多數生理小種。自後多數植物病理學者之研究，証明「生理限制」之在多數病菌中，乃極平常之現象。故研究植物抗病育種，必須顧及該病菌生理小種之數目，地域上之分佈，致病力之特性，與其固定之程度，不如此，則抗病性質無從了解，而抗病育種，必多失望之處。

吾人嘗知植物在甲地能抵抗一種病害，一旦移植於乙地則否。卽同在一地，多年抗病品種，而忽失其抗病能力者亦有之。蓋由於病菌新生理小種之出現或引進而能致病於此抗病品種也。例如 Kaured 小麥，乃美國甘色斯省(Kansas)農事試驗場育成之一種抗黑銹病品種也。故在甘色斯，自能抵抗黑銹病。但移植於他方常重罹黑銹病，蓋因他地之黑銹病菌生理小種與在甘色斯者不同，時能侵害此品種也。明利蘇達省農事試驗場在研究玉蜀黍抗黑病(*Ustilago zeae*)進程中，亦有類似經驗。多年育成之自花受精之抗黑病玉蜀黍品系，一旦以他處產生之玉蜀黍黑病菌用人工接種之，則幾完全失其抗病能力(46)。

故在育種時，吾人當知各種品種對於該病病菌之所有一切生理小種之反應。普通可以二法行之：(一)用人工接種方法，此卽將所有該病菌之生理小種移植於試驗中之各品種或選種以觀其反應，(二)將所有在試驗中品種或選種分植於各種不同地域，與其以接受該病菌多數生理小種之機會。此二法當同時并進，不可偏廢。

生理小種問題既如此複雜抗病育種是否可能，此爲一種大問題。關於此問題有一極重要之點，卽植物品種，抵抗病菌多數生理小種之能力，乃由遺傳因子所支配。前已論及。故吾人於抗病育種時，若能選擇可抵抗某病病菌之一切生理小種者爲上。如其不能，則可選擇

抗病品種能抵抗某若干生理小種者，然後可再以此品種與他種能抵抗他種生理小種者，實行雜交。如此，可以育成一品種而能抵抗某病菌多數生理小種。McRostie(35)與 Burkholder(10)曾用此種方法育成能抵抗炭疽病菌多數生理小種之菜豆品種。頗見成效。小麥之抗黑銹病育種，亦用此法(28)。茲舉一例，以證明此種育種方法之步驟。

在美國北部產春小麥區，黑銹病為害頗劇，故抗黑銹病小麥品種之育成，為該地之急務。Marquis 乃該地品質最優良品種，但常易罹黑銹病。Kanred 係一種冬麥，能抵抗多種黑銹病菌生理小種(45)，但冬麥不宜於春麥區。故明利蘇達省農事試驗場植物病理學者與植物育種學者以 Marquis 與 Kanred 二品種實行雜交。其所得之雜種，有兼具 Marquis 之春麥習性與 Kanred 之抗黑銹病性者。但 Kanred 與此雜交後代之抗病選種，不能抵抗所有一切黑銹病菌之生理小種，故有時移植於他地，一遇新異生理小種，亦罹黑銹病。所以此雜交後代抗病選種再與 Marquillo 雜交。Marquillo 是由 Marquis 與 Iumillo 二品種雜交所育成之一新抗黑銹病品種。Marquillo 能抵抗許多黑銹病菌之生理小種，其在田間之抗銹病力亦甚強。此雙重雜交後代之結果，極有希望。故吾人可信用許多不同抗病品種雜交，所得雜種然後再復行雜交。品種能具良善品質，同時可以抵抗黑銹病者，必能育成。

但抗病品種能保其抗病性之久暫，此亦吾人所欲知者。抗病性之程度，時為環境所左右，前已論及。吾人亦知抗病性乃為遺傳因子所支配，亦如其他種植物之形體性狀。然抗病性受環境影響而啟變異，固在所不免，一如形體變易然。但一品種已能抵抗一種病菌，而忽失其抗病力，則此時尚無此種証據。然一品種能抵抗某病菌之一種生理小種，而不能抵抗其他種生理小種，此則常有之事。進而言之，新異

之生理小種，時由雜交或突變而產生。故一新抗病品種育成後，其所遇該病菌之生理小種，實難預測。多數抗病品種能維持其抗病力甚久。但亦有品種能抗病至多年而似忽失其抵抗能力，其實由於該病菌之新生理小種從他方引進，或天然產生之新生理小種之出現也。蜀黍抗黑粒病(*Sphacelotheca Rorghi* 與 *S. cruenta*) 之歷史，可引為明證(47)。抗黑粒病多年之Milo, Helgari 與 Feterita 三品種，於西曆一九二三年在美國西南部，而前二品種忽罹黑粒病，顯似失其本有之抗病力者。後經Tisdale, Melchers 與 Clemener 三氏(51)研究之結果，證明致Milo 與 Helgari 黑粒病菌之生理小種與平常該病菌之生理小種不同。平常生理小種不能為害於Milo, Helgari 與 Feterita, 而此新生理小種能使Milo 與 Helgari 二品種罹黑粒病。此外尚有第三種生理小種，能為害於Feterita，但無損於Milo。

過去類似之經驗頗多，將來同樣事實之發生，極屬可能。故吾人在研究抗病育種進程中，當時留意新生理小種之引進或出現。或者新抗病品種當隨時隨地育成，以適應其環境之要求。故抗病育種，誠非易舉也。但吾人不可因病菌「生理限制」現象之發現而對於抗病育種，竟抱悲觀。至少吾人對於病菌性質之了解，較前明晰；而且明瞭抗病育種之困難，而知如何進行研究之步驟。此外關於抗病育種之困難問題尚多。一植物品種能抵抗甲病而未必能抵抗乙病。例如Winona 亞麻有強度之抗立枯病能力，但易罹銹病(*Melampsora lini*)。不獨此也，抗病品種時多缺乏他種優異品質之性狀。例如Jumillo, Webster, 均抵抗黑銹病小麥品種，但品質惡劣，不能供農民之要求。故吾人於研究抗病育種時，不可忽視此種困難。至於其詳細育種步驟，一如前例，無須重述。

結 論

由上觀之，吾人可知抗病育種，乃植物病害防除之治本辦法。而近代植物病理學者與植物育種學者研究之結果，已指示吾人以抗病育種之適當門徑。但吾人仍當繼續研究關於抗病性有關之各種根本問題，庶幾能了解寄主與病菌間之複雜關係，而抗病育種方法得更臻完善。但抗病育種，費時日久，不能求急效。故為減輕目前病害計，其他防除方法，如禁病，除病，護病等，亦不可偏廢也。

參 考 文 獻

1. Aamodt, Olaf S. The inheritance of resistance to several biologic forms of *Puccinia graminis tritici* in a cross between Kanred and Marquis wheats (Abstract.) *Phytopath.* 12: 32. 1922.
2. Allen, Ruth F. A cytological study of infection of Baart and Kanred wheats by *Puccinia graminis tritici*. *Jour. Agr. Research* 23: 131-152 1923.
3. Averna-Sacca, Rosario L'acidita dei succhi delle piante in rapporto alla resistenza contro gli attacchi dei parassiti. *Staz. Sper. Agr. Ital.* 43: 185-209. 1910.
4. Biffen, R. H. Studies in the inheritance of disease resistance. *Jour. Agr. Sci* 2: 109-128; 4: 421-429. 1907. 1912.
5. Blackman, V. H. and E. J. Welsford. Studies in the physiology of Parasitism. II. Infection by *Botrytis cinerea*. *Ann. Bot.* 30: 389-398. 1916.
6. Brown, William. Studies in the physiology of parasitism. I. The action of *Botrytis cinerea*. *Ann. Bot.* 29: 313-348. 1915.
7. _____ . Studies in the physiology of Parasitism. III. on the relation between the 'infection drop' and the underlying host tissue. *Ann. Bot.* 30: 399-406. 1916.
8. _____ . Studies in the physiology of parasitism IV. on the distribution of cytochrome in cultures of *Botrytis cinerea*. *Ann. Bot.*

- 31:489-498. 1917.
9. Burkholder, W. H. The production of an anthracnose resistant white marrow bean. *Phytopath.* 8: 353-359. 1918.
10. _____ . The gamma strain of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) B. et C. *Phytopath.* 13: 316-323. 1923.
11. Butler, E. J. Immunity and disease in plants. *Agr. Jour India.* (Spec. Indian Sci. Cong. No.) 19:8: 10-28. 1918.
12. Cobb, N. A. Contributions to an economic knowledge of the Australian rusts (Uredineae). *Agr. Gaz. N. S. Wales* 1: 185-214. 1890.
13. Comes, Orazio. Della resistenza dei frumenti alle ruggini. Stato attuale della quistione e provvedimenti. *Atti. R. Istituto d' Incoraggiamento Napoli. Ser. 6, 64: 419-441. 1913.* (Rev. in *Bul. Agr. Int. and Pl. Dis.* 4: 1117-1119. 1913.)
14. _____ . Della resistenza dei frumenti alle ruggini ed in generale delle piante alle loro cause nemichi. *Ann. d. R. Scuola Sup. di Agricoltura. Ser. 2, 12: 419-473. 1914.*
15. Cook, M. T. and J. J. Taubenhau. The relation of parasitic fungi to the contents of the cells of the host plants (I. The toxicity of tannin). *Del. Agr Exp. Sta. Bul.* 91. 1911.
16. _____ . H. P. Bassett, F. Thompson, and J. J. Taubenhau. Protective enzymes. *Science n. s.* 33:624-629. 1911
17. DeBary, A. Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. *Bot. Ztg.* 44:377-387; 393-404; 409-426; 433-441; 449-461; 465-474. 1886.
18. Dey, P. K. Studies in the physiology of parasitism. V. Infection by

- Colletotrichum lindemuthianum* Ann. Bot. 33:305-312. 1919.
19. Eriksson, Jakob, Ueber die Specializirung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen. Ber. Deutsch. Bot. Gesells. 12:33. 1894.
 20. _____, and E. Henning. Die Getreiderots. 464 pp. Stockholm. 1896.
 21. Fromme, E. M. and S. A. Winegard. Varietal susceptibility of beans to rust. Jour. Agr. Research 21:385-404. 1921.
 22. Freeman, E. M. Resistance and immunity in plant diseases. Phytopath. 1:109-115. 1911.
 23. Gaine, E. F. The inheritance of resistance to bunt or stinking smut of wheat. Jour. Amer. Soc. Agron. 12:124-131. 1920.
 24. Garber, R. J. A preliminary note on the inheritance of rust resistance in oats. Jour. Amer. Soc. Agron. 13:41-43. 1921.
 25. Gardner, M. W. and J. B. Kendrick. Bacterial spot of tomato. Jour. Agr. Research 21:123-156. 1921.
 26. Gibson, C. M. Notes on infection experiments with various Uredineae. New Phytologist 3:184-191. 1904.
 27. Hawkins, L. A. Growth of parasitic fungi in concentrated solutions. Jour. Agr. Research 7:255-260 1916.
 28. Hayes, H. K, E. C. Stakman and O. S. Aamodt. Inheritance in wheat of resistance to black stem rust. Phytopath. 15:371-387. 1925.
 29. Hursh, C. R. Morphological and Physiological studies on the resistance of wheat to *Puccinia graminis tritici* Eriks. and Henn. Jour. Agr. Research 27:381-411. 1924.
 30. Johnson, James. Inheritance of disease resistance to *Thielavia*

- basicola. (Abstract.) *Phytopath.* 11:49. 1921.
31. Jones L. R. Disease resistance of potatoes. U. S. Dept. Agr. Bur. PL Ind. Bul. 87. 1905.
32. _____. Pectinase, the cytolytic enzyme produced by *Bacillus carotovorus* and certain other soft-rot organisms. N. Y. (Geneva) Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. 11:289-398. 1909; Vt. Agr. Exp. Sta. Bul. 147:289-360. 1909.
33. _____. The relation of environment to disease in plants. *Amer. Jour. Bot.* 11:601-609. 1924.
34. McRostie G. P. Inheritance of anthracnose resistance as indicated by a cross between a resistant and a susceptible bean. *Phytopath.* 9:141-148. 1919.
35. _____. Inheritance of disease resistance in the common bean. *Jour. Amer. Soc. Agren.* 13:15-32. 1921.
36. Masse, George. On the origin of parasitism in fungi. *Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. B.* 197:7-24. 1905.
37. Melchers, Leo E. and John H. Parker. Inheritance of disease resistance to black stem rust in crosses between varieties of common wheat (*Triticum vulgare*). (Abstract.) *Phytopath.* 12:31-32. 1922.
38. Nilsson-Ehle, H. Resistenz gegen Gelbrost beim Weizen. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. II. *Lund's Univ. Arsskr.* n. f. afd 2, 7;57-82. 1911.
39. Norton J. B. Methods used in breeding asparagus for rust

- resistance. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bul. 263. 1913.
40. Orton, W. A. The development of farm crops resistant to disease. U. S. Dept. Agr Yearbook 1908: 453-464. 1909.
41. Pool, V. W. and M. B. Mc Kay. Relation of stomatal movement to infection by *Cercospora beticola*. Jour Agr. Research 5:1011-1038. 1916.
42. Rosenbaum, J. and C. E. Sando. Correlation between the size of the fruit and the resistance of the tomato skin to puncture and its relation to infection with *Macrosporium tomato* Cooke. Amer. Jour. Bot. 7:78-82. 1920.
43. Salmon, E. S. On the stages of development reached by certain biologic forms of *Erysiphe* in cases of non-infection. New Phytologist 4:217-222. 1905.
44. Sorauer, P. Ueber die Praedisposition der Pflanzen fuer parasitaere Krankheiten Arb. Deut. Landw. Gesell. Jahresber. Sonderaussch. Pflanzenschultz. 12:193-210. 1903.
45. Spinks, G. T. Factors affecting susceptibility to disease in plants. Jour. Agr Sci. 5:231-247. 1913.
46. Stakman, E. C. Physiologic specialization in plant pathogenic fungi. Leopoldina 4:263-289.
47. _____ and O. S. Aamodt. The effect of fertilizers on the development of stem rust of wheat. (Abstract.) Phytopath. 12:31. 1922.
48. _____ and M. N. Levine. The determination of biologic

- forms of *Puccinia graminis* on *Triticum* spp. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul, 8. 1922.
49. _____ and F. J. Piemeisel. Biologic forms of *Puccinia graminis* on cereals and grasses. Jour. Agr. Research 10:429-496. 1917.
50. Tisdale, W. H. Flaxwilt: a study of the nature and inheritance of wilt resistance. Jour. Agr. Research 11:573-606. 1917.
51. _____, L. F. Melchers and H. J. Clemmer. Strains of kernel smuts of sorghum, *Sphacelotheca sorghi* and *S. eruenta*. Jour. Agr. Research 34:825-838. 1927.
52. Valteau, W. D. Varietal resistance of plums to brown-rot. Jour. Agr. Research 5:365-396. 1915.
53. Vavilov, N. I. Immunity of plants to infectious diseases. Proc. Petrovski Agr. Academy 1918:1-239. 1919.
54. Walker, J. C. Notes on the resistance of onions to anthracnose. (Abstract.) Phytopath. 8:70-71. 1918.
55. Ward, H. Marshall. A lily-disease. Ann.Bot. 2:319-382. 1888.
56. _____. On the relations between host and parasite in the bromes and their brown rust, *Puccinia dispersa* (Erikss.). Ann. Bot. 16:233-315. 1902.
57. _____. Recent researches on the parasitism of *Puccinia dispersa*. Ann. Bot 19:1-54. 1905.
58. Waterhouse, W. L. Studies in the physiology of parasitism. VIII. Infection of *Berberis vulgaris* by sporidia of *Puccinia graminis*

-
- Ann Bot. 35:557-564. 1921.
59. Weimer, J. L. and L. L. Harter. Wound-cork formation in the sweet potato. Jour. Agr. Research 21:637-647. 1921.
60. Wiltshire, S. P. Infection and immunity studies on the apple and pear scab fungi (*Venturia inaequalis* and *V. pirina*), Ann. Appl. Biol. 1:335-350. 1915.