

法蘭西大學達蘇利明

治 涂

一 之 刊 叢 院 學 農 大 學 南 河

月 一 十 二 年 二 十 國 民

明利蘇達大學麥作育種試驗法

英人 Le Conteur 氏，首先利用選擇原理，以改進麥類作物，爲時遠在西曆一八〇〇年以前。氏由田間選擇各種不同麥穗，分別種入小區，發現選系優劣不一。氏擇其最優者繁殖。遂成新種。Bellevue de Talavera 小麥，卽以此法育成；至今仍多栽培於英國南部與法國之北部，爲今日栽培最久之農作物品種（1, 13）。

西曆一八一九年，蘇格蘭之植物育種家 Shireff 氏，復有類似之工作。氏由田間觀察結果，見植株優劣不一；遂選擇優良植株，分別栽種，得成新品種。氏育成之第一品種 Mungoswell's 小麥，至今仍栽培於英，法二國。其他 Hope town, Shireff's Bearded, Pringle's Champlain 與 Square head 諸小麥品種，均爲其所育成。氏并育成新燕麥品種，名 Hope town。

西曆一八五七年，英人 F. F. Hallet 氏，亦從事純系選擇工作。氏信繼續選擇（Continuous selection），可改良一植株之後裔；但氏之經驗，證明首次選擇後，繼續選擇，實

無成效。其法名“系統栽培試驗”(Pedigree culture)。育成之小麥品種有 Hunter's, Hallet's white, Hallet's Imperial, 與 Hallet's Nursery 等。其最著名大麥品種，名 French chevalier，至今仍多有栽培。

Le Couteur, Shireff 與 Hallet 三氏，對於初期麥作育種，雖多所貢獻；而近代育種根基，實源於法人 Andree de Vilmorin。氏之育種原則，即“欲斷定一植物之育種價值，須試驗其後裔”(The only way to determine the breeding value of a plant is to grow and test its progeny) 此即世著名之 Vilmorin 原理。

但 Vilmorin 氏研究之作物，非自花受精之麥作，而為異花受精之甜菜。氏榨取各甜菜根之糖汁，用比重法，斷定其所含糖分之多少，植株糖分含量相似者，用作親本，其育種性質，則以研究其後裔之結果而定。此即所謂 Vilmorin 方法，亦名後裔試驗 (Progeny test)。

美國明利蘇達省立農事試驗場，Willet M. Hays (3) 於西歷一八八八年，担任育種工作，首先引用 Vilmorin 原理，作改進麥類作物之南針，創百株試驗法 (Centgener method)。其法於每一選系中，選擇百株，栽種一區，每區十行，每行十株，行距株距均四寸。百株區種子之來源，多得自單株，或來自單穗。自後每年根基於田間觀察，由每百株區選擇

最優十株，通常以植株生長之強弱，或其他類似植物習性，為選擇之標準。最後復經試驗室之精細攷察，決選五株，以供來年百株區栽種之用。此種選擇與後裔試驗繼續若干年，其最有希望選系，分給農民試驗。其確有成績者，即行推廣。Bluestem 小麥，即由此法育成，於一八九一年推廣，為當時春小麥區主要品種之一。明省抗寒冬小麥之育成，亦胎源於此期。此種擇選方法，頗與瑞典 Svalof 試驗場 Hjalmar Nilsson 之系統法 (System of Pedigree) 或名“分離栽培法 (Separate culture) 頗相近 (1)。

百株法不僅用於選擇工作，雜交後代之處理亦然。此與 Svalof 試驗場之方法亦頗相似。其法將雜交後代，混合種於一區內，數年後 (通常由六年至十年)，俟雜交後代多成純系時，再行單株選擇。從理論方面看來，此種方法，亦極有據；蓋因雜交後代純系之百分率，與年俱增，某一世代之純系百分率，可用下列公式求之：

$$\left(\frac{2^{n-1}}{2^n} \right)^m$$

n = 雜交後之世代數

m = 親代相對性狀數

按此公式，實假定所有雜交後代之繁殖數目均等，自然雜交，無從混入；否則，此公式亦非絕對可靠者。

Hays 於計劃百株試驗外，復覺環境對於作物生產之重要

，故首先提倡於明省內適當地點，設立分場。雖初時不見信於學校當局，但氏不屈不撓，繼續奮鬥，卒於1895年，實行其議。至今明省於總場外，共有分場五，分佈於省內適當地點，可代表省內各種不同環境，其有助於育種工作之進行，誠非淺鮮。其後他地之從事育種工作者，亦知設立分場之重要，多所做效。是則，Hays 之功不可沒也(3)。

Hays 於 1905 年脫離明利蘇達大學，改就美農務部次長之職。其育種工作，則由 Andrew Boss (1905-1913) 與 T.B. Hutcheson (1914) 二氏，相繼擔任，蕭規曹隨，無所更張。1915 年，H. K. Hayes 繼續擔任育種工作後，始根據現代遺傳學原理，以確定現行方法。按麥類作物，多係自交，改進尚易，其法有三：(1) 引進新品種，(2) 純系選擇，與(3) 雜交，是也。但未有討論各種方法以前，對於育種記載，不得不略為說明；蓋育種之成功，全恃記載之精確也。

記載方法

作物育種，常須研究植株系統史 (Pedigree)，故記載當精確，便於查閱。且育種工作，非一朝一夕之事，動輒十年或二十年始可有相當結果，故必須有一永久劃一之記載，無論何人查閱，即可一目了然，繼續工作，庶幾始不因人而廢事。

現行記載方法頗多，常因育種家所處之特殊環境，或所研究之特別問題而稍異；其基本原理，則大同小異而已。明利蘇達大學所用之方法，尙合實用 (12, 13)。

凡新品種引進時。均須登記。每一作物，各有其登記簿，該作物之品種名稱，歷史，來源，以及其他有關事實，均須列入。如此新種來自隣省，其系統史已熟知，且似極有馴化希望者，則直接列入品種試驗區 ($\frac{1}{40}$ 英畝區)。如成績優良，即推廣於農民。如該品種之真正價值，無從得知，則先入育種試驗區。

普通由外國引進之新品種，先行單行試驗，以觀察其純粹程度，與其他性狀。其有希望之純系，先入桿行試驗，然後加入品種試驗。若此新品種不純，內多混雜，換言之，其系統史未明品種，則可供單穗或單株選擇之用。

引進新品種，選擇，雜交，均給與育種區級次，與系統號數，以便區別，并載明在明利蘇達大學開始試驗之年份（但雜交則註明雜交之年份），更將每年每級之作物品種，或品系，依次編號。凡引進新品種，均列入第三級，以“III”代表。例如，西歷 1924 年，共引進新品種二十，其記載方法則爲：III-24-1, III-24-2, III-24-20 分別代表是年引進之第一品種，第二品種，.....以至第二十品種。

凡從引進新品種，或普通農民品種中，選出之選系，均列入第一級，以“ I ”代表，其首次列入育種區之年份，與其所編號數，亦須載明。在育種區試驗中，此種級次與號數，均不更改。

雜交則編入第二級，記載時以“ II ”代表。然在未育成純種以前，雜交則暫不編號數，僅採用美國農務部之記載方法，例如以選系 $I-14-1(\text{♀})$ 與 $I-14-20(\text{♂})$ 實行雜交則僅注明 $I-14-1 \times I-4-20$ ，照例，母本先列。此雜交所得之種子，種於 F_1 時，則給與以適當英文字母，或數目。若用字母方法，則雜交後代，可用“ A ”代表 F_1 ， $A-1$ 代表 F_2 ，餘如此類推。若由 F_2 中選擇 200 系，分種於 F_3 時，則可書 $A-1-1, A-1-2, A-1-3 \dots\dots\dots$ 以至 $A-1-200$ 。俟此雜交純粹後，即已得純系時，再另編永久號數，列入桿行試驗。例如，在西歷 1918 年之雜交，當如下法記載：

第一年 F_1 $II-18, A$

第二年 F_2 $II-18, A-1; II-18, A-2 \dots\dots\dots II-18, A-200$

第三年 F_3 $II-18, A-1-1; II-18, A-1-2; II-18, A-1-3; \dots\dots\dots II-18, A-1-200$ 此乃假定共有選系二百。

如試驗時，發現 A-1-10 與 A-1-50 顯係純系，且極有希望，則依次另編號數，列入桿行試驗，如 II-18-1, II-18-2, II-18-n。明校現少用字母方法，僅用 $F_1, F_2, \dots, F_n$ 以代表雜交後之世代。

通常銀行所用之長方形記賬簿，頗合記載之用。每一作物，須有專本，以供記載，庶免混亂。

種植計劃，表示田間種植之次序，且為育種材料來源之記錄，均須附入，以便查考每一作物之完全系統史。蓋進行單株行試驗時，若欲研究品系之純性，則須得知前一年材料來源之紀錄。明利蘇達省立農事試驗場 1921 (第一表) 與 1922 年 (第二張) 之春小麥單株行記載可資參證。

第一表 西歷 1921 年之春小麥單株行

育種區系統號	品 種 名 稱	1920年號數	1921年號數	備 考
對照區	Marquis		39 (行次)	
對照區	Marquis		40 (行次)	
II-19 F_2	Kanred $\times$ Marquis	6 — 122 (行次)(株次)	41 (行次)	
II-19 F_2	Kanred $\times$ Marquis	6 — 123	42 (行次)	

第二表 西歷 1922 年之春小麥單株行

育種區系統號	品 種 名 稱	1921年號數	1922年號數	備 及
II-19 F ₃	Kanred × Marquis	41 — 3 (行次)(株次)	141(行次)	
II-19 F ₃	Kanred × Marquis	41 — 4	142	
II-19 F ₃	Kanred × Marquis	41 — 5	143	

由上二表，吾人可知 1921 年之第 41 行之種子，得之於 1920 年之第 6 行之第 122 植株。1922 年之 141, 142, 與 143 三行，乃 1921 年由 41 行中，選出之單株第 3 號，第 4 號與第 5 號是也。

如黑麥等異交作物，則不用育種區系統號數，僅記當年之行數，與前一年之行數，及其選出之單株號數。

在自交作物，則育種區系統號數，年復如是，無所變更。明利蘇達省立農事試驗場，1926 年之大麥育種計劃，可以表明此種方法。

第三表 西歷 1926 年大麥桿行試驗計劃

品種名稱	育種區系統號數	1925 單株行 號數	1926 年 桿 行 號 數			
			第一組	第二組	第三組	第四組
Manchuria	對照		1, 2, 3	65, 66, 67	126, 127, 128	186, 187, 188
Velvet	II-20-10	260	4, 5, 6	68, 69, 70	129, 130, 131	189, 190, 191
Glabron	II-20-8	257	7, 8, 9	71, 72, 73	132, 133, 134	192, 193, 194

產量，及其他麥粒等性狀既記載之後，將一年所得之結果，總括記錄於合式之紙片上（ $8\frac{1}{2} \times 11$ 英寸），順序收藏，以備作進一步研究之參考。普通僅記載抽穗期，成熟期，植株高度，倒折百分率，病害種類，及其罹病百分率，與其他植物性狀，麥粒色澤，飽滿程度，品質，每英畝產量，等普通特性。

引進新品種

育種家多認識引進新品種之價值，蓋因育種家之目的，無非改進其當地作物品種，以適合其特殊須要而已。如他地已有此種理想品種，不如引進，實行馴化之較為事半功倍也。

美國農務部植物生產局 (Bureau of Plant Industry) 之外國植物引進組 (Division of foreign Plant Introduction) 特有一般專家，從事於引進外國新品種工作，該局之禾穀類作物研究處 (Office of cereal Investigation)，為分佈此種禾穀作物新品之媒介機關，盡力從事於介紹有希望之新品種，以供國內各試驗場作進一步之試驗。

當一新品種引進於明利蘇達之初，若其系統史不詳者，則先入育種試驗區。每種種一短行，行長不定，通常為五英尺，行距一英尺，此年不注意其生長情形，與產量；因凡由

氣候與風土極不相同之區所引進新品種，其發芽力例弱，或因其他種原因，致試驗結果，常不能代表其真正價值。然絕對不合意之新品種，可即行除去。

第二年行桿行試驗。按首先應用桿行試驗，以比較品種產量與其他性狀，實為美國農務部之 J. B. Norton。殆後各試驗場相繼採用，咸稱便利 (23, 24, 26)。但桿行之長短，并無一定。明利蘇達試驗場現時所用之桿行，長度為十八英尺。每行播種量，則依當地之普通農民習慣而定。在明利蘇達情況下，每桿行之播種量：在小麥為 16.8 克，燕麥 15.1 克，大麥則為 18.1 克 (14)。收穫時，兩端各去一尺，僅中間之十六尺，留供產量及其他性狀之研究 (2)。

品種經此二年試驗之結果，其有希望者，則第三年再對標準品種，作比較試驗，仍用桿行，但重複二次，共三行。其有希望之新品種，但尚乏純性者，即留供純系選擇之用。

純系選擇

單穗選擇或株選擇，為分離一品種中優良純系之良法。茲將其步驟分述於下：

第一年 單穗可由本地田間，或品種試驗區內選出以備進行單穗行試驗之用。每一品種或品系，可選單穗 500 至

1000。但所選之數目，當依品種或引進新品種之生產能力，及其他特性而定。

第二年 每一單穗之種子，種植於一短行，每行種子有定數，普通為 30 至 40 不等，種子間留一定距離（通常為二英寸半至三英寸），以便觀察各個植株之生長習性。但有時亦無須一定距離。經田間考查後，所有未純選系，而無特別繼續選擇價值者，當立即除去。成熟時，每行分別收穫，復於試驗室中，再詳細研究，以定去留。其無繼續試驗價值者，亦即行除去。

第三年 如種子多時，行桿行試驗，重複二次，共三行。此年可計算產量。如欲同時進行抗病育種，則可分植於抗病育種區。

第四年 行桿行區試驗。每選系分植於一小區，每區為三桿行。每系重複三次。收穫時，僅用每區之中行，作比較產量試驗及記載他種性狀，外邊二行用以減去品種間之競爭（4, 10, 17, 18, 26, 31）同時對於品種之倒折程度，亦能得有較精確之觀察。再用三桿行區，可減少播種時與收穫時之混雜。

對照區，則用標準品種，每第三區或第五區，用對照區一，其產量亦須計算，藉供計算選系去留標準之用。其法詳後。

如進行桿行試驗時，發現種子混雜，則用純種區。每區種五十株，專供試驗種子之用。

第五年，第六年 繼續桿行試驗。

第七年，第八年，第九年 繼續試驗三年後，其少數最有希望之選系，列入品種試驗區，與標準品種作比較產量試驗，區為 $\frac{1}{40}$ 英畝（寬八英尺半長一百三十四尺）。播種量則同普通農民習慣。用播種機（Drill）下種，行距六英寸，每區共種十七行。每系重複三次，共四區，收穫時，兩端去一尺，兩邊行亦除去。試驗至少三年，同時試驗於本省之各分場，如確有價值，然後推廣與農民。

雜 交

應用單株選擇，以改良普通作物品種，須時雖久，然其手續實易。由雜交而產生新品種，則手續較繁雜，非有育種家之精細觀察與研究不為功。然其法仍本於遺傳學理，以單交為試驗之基礎，純系分離實易。其步驟如下：

第一年（雜交區）

A. 種植法

1. 將選作雜交品種之種子，分植於兩短行中，行距一英尺，株間有適當距離（ $2\frac{1}{2}$ -3 英寸），以便區別各個植株。

2. 第一次種植之第一行尾端，插一木籤，上記載行之號數，作物種類，品種名稱，系統號數或“栽培號數” (Culture number)，以資識別。
3. 此外更作同樣之種植三次，每隔一星期種一次。

附註： 如有溫室設備，則雜交工作，可於冬季在溫室內進行。

b. 雜交方法

1. 去小蕊 (Emasculation) 與傳粉 (Pollination)

藥

- (1) 小麥 於花藥尚綠將變黃時，選適當穗作母本之用。每穗僅留中部之8-10小穗，其餘兩端小穗，悉行剪去。每小穗中部之花 (Floret)，用箝夾去。餘花之花藥亦用箝除去。其法將箝由花之側部插入，分開內外二花苞，以便夾去花藥。去小蕊之穗，用玻璃紙袋 (1.5 × 6 英寸) 罩上，袋口用細繩束緊，桿上繫以紙牌，上註明母本名稱，或系統號數，與去小蕊日期。

普通以去小蕊後二日傳粉，所得結果最好。但亦無一定，時須依花之

發育程度，去小蕊之時期，與氣候之關係而定。有時去小蕊五六日後再傳粉，結粒較多。傳粉以清晨行之較宜。傳粉時取父本花藥之易於裂開者，置左手掌中，然後去母本之玻璃紙袋，將破開之花藥，分置於母本大蕊之柱頭上，復將玻璃紙袋套上，父本名稱或系統號數，及傳粉日期，均記于母本之紙牌上。收穫以前，不去紙袋，藉防鳥害。

- (2) 燕麥 去小蕊手續，一同小麥。每穗留中部之 15-20 小穗。每小穗僅留第一花，餘悉除去。去小蕊方法，用左手之大姆指與食指將花夾住，復將內花苞拉下，用大指按住，然後將花藥箝去。去小蕊畢，復將內花苞放回原位置。去小蕊之穗，用玻璃紙袋 (3.5 × 8 英寸) 罩上。傳粉以去小蕊後三四天為宜。

- (3) 大麥 去小蕊須在穗尚未出鞘時為宜。每穗僅留中部之中間小穗，12-16 個即可；兩端與兩邊之小穗，悉剪去。大麥每小穗具花一，用剪將近花藥

處剪開，由上將花藥取出。傳粉以去小蕊一二日後爲宜。傳粉時，以破裂花藥，置於母本大蕊之柱頭上。其餘處理方法，一同小麥。

c. 收穫方法

將每穗分別收穫，并與其所繫之紙牌同置於紙袋內。其上記載所有關於此雜交之歷史。

第二年 (F_1 植株)

a. 種植法

1. 溫室試驗 爲節損時間計， F_1 可種植於溫室內。
2. 田間試驗 每穗種子，種於一適當長度行內，株間須有一定距離(通常爲三英寸)，使各個植株，得能適當發育，以便研究其特性。行距爲一英尺，每行末須插一木籤，上註明雜交之歷史，以資識別，

b. 收穫方法

分別收穫每行雜交植株。

第三年 (F_2 植株)

a. 種植法

1. 每 F_1 植株之種子，分別種於一短行中，株間留適當距離，以期各個植株，能得適

宜發達。 F_2 選系中，對於其親代相對性狀不表現分離(Segregate)者，則顯非雜種，可即棄去。如同時進行抗病育種，則須分期種植於抗病育種區，得與試驗中之各選系，以充分受病之良好機會。

b. 收穫法

分別收穫所有選系之 F_2 植株

第四年 (F_3 植株)

a. 種植法

1. 溫室試驗 由每 F_2 植株中，取 30-40 粒種子，栽種於溫室中，以試驗其抗病性。
2. 田間試驗 每一 F_2 植株之種子，種一行，株間留一定距離。如欲同時研究抗寒性，抗寒性，或抗旱性，極宜在此分離世代，行重複試驗。

b. 收穫法

田選系中，分別收穫各個當選植株。 F_3 選系若為純系，可加入比較產量試驗。其處理方法，一如純系選種。

第五年 (F_4 植株)

處理方法，如第四年。