

3336
177-1

譯譯世界名著

植物雜種之研究

孟德爾著
林道容譯

商務印書館發行

漢譯世界名著

植物雜種之研究

孟德爾著
林道容譯

商務印書館發行

弁 言

孟德爾植物雜種之研究 (Versuche über Pflanzen-Hybriden) 之論文。當 1865 年兩次發表於 Brünn 博物學會之席上。翌年刊登於該會紀要 (Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn, Bd. X. Abhandlungen)。其實驗精審。推論周密。在在活躍紙上。堪資學子取法。惜不見重於時。否則今日遺傳學上所成就者。當更有可觀。至於堅苦刻厲。齋志殫地。而仍功在科學。可見真理終難湮滅。尤足令人聞風興起。

此論文當 1900 年經 De Vries, Correns, Tschermak 揄揚以後。1901 年德國植物學雜誌 Flora 首先轉載其原文。嗣收為 Ostward 精密科學古典集 (Klassiker der exakten Wissenschaften) 之一冊。英國皇立園藝協會譯登於會誌 (Journal of Royal Horticultural Society XX)。1903 年 W. Bateson 於所著孟氏之遺傳法則 (Mendel's principles of Heredity) 書中。稍加改正。收為附錄。1916 年美國 W. E. Castle 復轉載於所著遺傳進化學及優生學 (Genetics and

Eugenics)。晚近日本池野成一郎松浦一小泉丹及宇田一又復先後遂譯。其文獻之重要。可想而知。不過原著頗有艱澁之處。致各家譯本略有出入。或加以文采。或附以註釋。於是益覺朗朗可誦矣。

我國向無此項譯本。寧非憾事。爰於課餘。不揣譾陋。取小泉丹松浦一宇田一各譯本細加尋味。遂譯成書。深望同好之士進而教之。

1936年1月林道容誌於成都旅次

孟德爾 (Gregor Johann Mendel) 略傳

孟德爾舊爲農家子。1822年7月22日生於奧國 Silesia 州之 Heinzendorf。此小村與 Kuhländ 之 Odrau 附近。相傳其父長於栽培果樹。尤擅接枝技術。有母舅 Anton Schwirtlich。亦教育家者流。當時以村內向無正式學校。特爲不能負笈從師之兒童。創建一私立小學。氏幼年略受乃父乃舅之薰陶。自不待言。

比及母舅既逝。此私立小學改辦縣立學校。氏肄業其間。大爲校長激賞。嗣以校長之獎掖。母親之慫恿。遂由乃父資遣其入 Leipnik 市立學校。時年十一歲。氏在此校。亦復嶄然露頭角。畢業後。尙志存深造。在 Troppau 之 Gymnasium (高級中學)六年。復在 Olumtz 補習一年。其生活艱窘。有時且受妹弟之資助云。

在 Troppau 力學中。受 Augustinian 僧侶中某教師之感化。兼以貧病交乘。遂於卒業之時。要請 Brünn 之 Königskloster 僧院錄用。果邀選拔。時年二十四歲。翌年任爲牧師。

厥後約經五年(1851年)。得僧院資助入 Wein 大學。主習數學物理學及博物學三年。在 Wein 之動植物學雜誌所發表豌豆害蟲 (*Bruchus pisi*) 之論文。即在期內研究所得。此或爲日後從事豌豆雜種實驗之一動機。畢業後。在 Brünn 之高等學校執行僧職之餘。兼任物理學教師。循循善誘。成績斐然。及 1868 年任爲僧院長老 (Prälat)。辭卻教職。

著名之豌豆實驗。卽出諸院內庭園。其範圍固不宏大。長達 35 米。寬達 7 米。溯自入院之初。卽已着手。惜職務羈身。無暇細究。氏致當時植物學家 Nägeli 書中。有一節曾云。深冀不久以後。陞遷較高地位。俾更有研究之機會。但此願望終未實現。且反有一事從中作梗焉。

時在 1872 年。政府有另課僧院財產之規定。氏以凡屬市民。所受法律上之支配。宜爲平等。力加反對。其初各僧院亦表同情。旋漸軟化。只剩氏一人獨自堅持。時有一高官充密使就訪。利誘勢挾。冀其服從。親故又復息事相勸。但氏終不爲屈。致訟費累積。抵押院產以償之。氏晚歲十數年間。備嘗苦楚。極其悽惶。以彼懇摯之神情。竟陷於厭世之絕境。復有二豎爲祟。遂以腎臟炎長眠於地下矣。時 1884 年 1 月 6 日。

如此抗爭。果否合理。茲不具論。妙在沒後不及數年。此課

稅終至廢撤。

氏之從事科學研究，在於 1856 年至 1872 年間，有豌豆實驗及水蘭實驗，分載於 1866 年與 1870 年 Brunn 之博物學雜誌，但此兩論文僅占其工作之一部分而已。觀彼致 Nägeli 之手書，足知其所用作試材者，種類綦繁。上舉之外，尚有 Matthiol (紫羅欄花屬)，Geum (水楊梅屬)，Aquilegia (耬斗菜屬)，Linaria (柳穿魚屬)，Mirabilis (紫茉莉屬)，Zea (玉蜀黍屬)，Antirrhinum (金魚草屬)，Lathyrus (野豌豆屬)，Campanula (桔梗屬)，Dianthus (石竹屬)，Verbascum (毒魚草屬)，Cirsium (薊屬)，Melandrium (女婁菜屬)，Ipomoea (牽牛花屬)，Tropaeolum (金蓮花屬)等。氏並取材於動物方面，從歐美埃及等處蒐羅蜜蜂之女王，而行遺傳研究，惜此項記錄，今悉蕩然無存。

在園藝方面亦興趣盎然，曾在園內嘗試果樹接枝，其所成就之倒掛金鐘 (Tuchsia)，甚為當時園丁所愛玩，竟有孟氏倒掛金鐘之稱。氏且手持一小枝拍照。

此外，於氣象學復多所心得，1862 年以來，記載日日之氣溫氣壓，降水量，風向，風力，地下水之高度等，並不稍懈，尤致力於太陽之黑斑，細察其概形及發見之次數，氏亦以太陽黑斑

之發見與地上之氣象間，存有關係。

茲列舉其披露於 Brunn 博物學會誌上之論文於次。

Bemerkungen Zu der graphisch-tabellarischen
Uebersicht der meteorogischen Verhältnisse Von
Brunn. Bd. I. 1864.

Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und
Schlesien für die Jahre 1864-1867. Bd II-V,

Versuche über Pflanzenhybriden. Bd. IV. 1866.

Ueber einige aus Künstlicher Befruchtung gewon-
nene Hieracium-bastarde. Bd. VIII. 1870.

Die Windhose am 13. Oktober 1870. Bd. IX. 1871.

氏曾詳舉植物之交配實驗以告 Nägeli，並將所收種子分別標志，附函寄證。惜 Nägeli 悉以委諸一園丁，未稍加意。Nägeli 當氏沒之年，雖有遺傳著述問世，顧於氏之姓名及工作，並無一言道及，其所堅守之觀念與 Kerner 同，以種間雜種宜為固定，氏所見之分離現象，在彼以為並非通則。此外氏之工作所未為世人贊許者，猶在於數學上之記述，蓋以當時之智識而言，生物學方面尚有不能盡資以為詮釋者。Tocke 1881年所著 Die Pflanzenmischlinge (植物雜種) 中，僅略述氏與前

之 Knight 所得正同。不過在各型之間，信有一定之數量關係而已。

要之以氏之依單簡實驗易於詮證之工作。雖為當時著名學者如 Focke, Galton, Kerner 及 Nägeli 等所知。而竟遭漠視。不亦奇甚。顧氏並不以此餒其志。常以機緣且至。自為寬慰。

果於歿後16年即1900年。荷蘭 De Vries 及德國 Correns 以玉蜀黍為材料。奧國 Tschermak 以豌豆為材料。分途實驗。並將所得成績。先後披露於德國植物學雜誌。嗣漸檢閱舊日文獻。知35年前 Brünn 市博物學會之報告書。早有精詳之記載。於是盡將所得法則。冠以氏名。重新介紹於世。而近代遺傳學之基礎於以立焉矣。

1910 年世界各國科學家釀金。建立大理石之紀念像於僧院附近之廣場。1922 年又復於此舉行誕生百年祭。

世界大戰後。Brünn 市轉為 Czechoslovakia 領土。市名改為 Brno。而學者尙常來此瞻仰焉。

目次

弁言

孟德爾略傳

植物雜種之研究

1. 緒言.....	1
2. 實驗用植物之選擇.....	5
3. 實驗之劃分與次序.....	8
4. 雜種之形態.....	13
5. 雜種之第一代.....	16
6. 雜種之第二代.....	21
7. 雜種之以後各代.....	24
8. 具多數相對形質之雜種之子孫.....	27
9. 雜種之生殖細胞.....	36
10. 關於他種植物雜種之實驗.....	48
11. 結論.....	54

687767

植物雜種之研究

Mendel 在 1865 年 2 月 8 日及 3 月 8 日向 Brünn 之
博物學會發表者

一 緒言

世有依人工交配。而求殊形詭制之觀賞植物者。茲所欲述之研究動機。即出乎此。凡同種類間試相交配。率必得相同雜種(1)。至有條理。故遂窮究此等雜種將何以進展而至於來葉。

嘗從事於斯者。曩有 Kölreuter, Gärtner, Herbert, Lecoq, Wichura 等氏。無不堅苦施爲。尤以 Gärtner 在所著“Die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche”(植物界之雜種形成)(2)記載之事項。爲甚名貴。晚近 Wichura 在柳之雜種。又有深刻之研究(3)。迄今關於雜種之形成及其後如何進展。尙未立有通則。此在審知所研究之範圍廣莫且實驗艱辛者而

體察之。乃勢所當然。欲知其極。必於種種植物詳加研究。方有成效可觀。

茲徧考各家之研究。其於雜種之子孫所可得者。為型幾許。並無定論。至於將是等各型確從各代而分析。或其間具有數量的關係所可得推求之範圍與方法上。更未有所成就(4)。如此繁瑣事功。非持以毅力不辦。而是等問題與生物進化史所關甚大。苟欲於此求所解釋。則舍深究上述數事以外。當別無他道。

茲所提出論文。即記述此項研鑽所得。採用材料雖只限於一小植物羣。乃費時八年始略完成者。至於各研究之次序並施行之方針。果否最為適切。此則有待夫讀者之批評。

註釋

- (1) 雜種乃指交配後所得之個體。在德語為 Bastard, Hybrid 或 Mischling. 英語亦稱爲 bastard 或 hybrid. 其間無明確之區別。現今英語德語通用 Hybrid.

雜種非任何生物間皆有之。率以親類(affinity) 近者為易得。漸遠即漸難求。而視親類程度之不同。嘗細別如次。

1. 同種之變種間雜種 Cross-breed, Mongrel, Half-breed.
2. 異種之變種間雜種 Half-hybrid
3. 異屬之變種間雜種 Bigeneric half-breed.

4. 同屬之異種間雜種 Hybrid.

5. 異屬之異種間雜種 Bigener, Bigeneric hybrid.

然此在今日則全無意義。今日遺傳學上所謂雜種 hybrid. 爲至少而有某一遺傳質不純者。其對於雜種之純種。嚴格言之。乃指其個體所有遺傳形質盡屬純粹者而言。如此嚴格意義之純種。在雌雄同體之生物。而得累代自家受精者。例如豌豆或稻。雖爲理所實有。至於蟹等雌雄異體之動物。而求其雌雄所有遺傳形質全等者交尾。則殆不可得。故所有之蟹。不得不謂其皆爲雜種。然遺傳學上雜種之意義。亦殆不能作此嚴格解釋。通常只就研究對象之某遺傳形質純否而言耳。

(2) Gärtner, Carl Friedrich Von: Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich Stuttgart 1849.

茲更就前舉雜種之分類中(4)及(5). 卽種與種間之交雜。而附一言。

在種間雜種。而首成爲問題者。爲種之定義。或以交配之後能否成生具有繁殖能力之雜種。爲判定其屬同一種否。茲就分類學者所謂種間交配之結果。而稍加以考察。

1. 交配之能否

交配任便。且種間雜種有繁殖能力者與缺如者。又有雖可交配而無繁殖能力者等。此不能取決於染色體數之多少。例如煙草各種雖有染色體數 $n=9, 10, 12, 18, 24$ 等種。各能自由交配也。不可思議者。 12×24 反易行。而 12×12 竟難觀。要之種間之能否交配。舍實驗卽無從預知之。

2. 種間雜種之均一性

3. 種間雜種之形態

似率示兩親之中間型。

4. 種間雜種之勢力

甚為強大。

5. 種間雜種之不給性

此當為將來細胞學上及實驗遺傳學上之一重要問題。

(3) Wichura, Max: Die Bastarbefruchtung im Pflanzenreich, erläutert an den Bastarden der Weiden, Breslau, 1865.

(4) 孟氏之研究所以完全成功。實得力於深知是等三要件。此概念在當時全為創見。

二 實驗用植物之選擇

任何實驗，欲估量其價值並效用，必視所用材料之恰當與否，及所取方法之適宜與否而為斷。是故吾人於此宜如何取材，宜如何着手，必詳加審慎，擇其允當者行之，其結果庶無舛誤之虞。

實驗用植物必具次列之條件。

1. 有固定易別之相對形質⁽¹⁾者。
2. 其雜種在開花期內，不受他植物花粉之影響，或易於防衛者。
3. 雜種並其所出累代，而結實力並不稍衰者。

若實驗期中，有依他之花粉受精，而懷然罔覺，則所得必至譌謬。又雜種之子孫中，屢有結實力減退，或全不結實，致使研究甚感為難，或至歸諸徒勞。蓋欲詳知研究所得各型雜種間之關係，並與其親間之關係，必當盡量觀察各代所出之個體也。

豆科植物花之構造特殊，余已早有所見，而實驗此科中多數植物之後，知豌豆屬(Pisum)為盡具上舉諸條件，此屬中某

種有累代不變且易於立別之形質，而雜種間交配所得之子孫，其結實力完全，復不易有他花受精之煩拏。此蓋因其雌雄生殖器官固囿於龍骨瓣內，藥在蕾中破裂，故柱頭當花未發之前，即已沾有花粉也。斯誠大有便於吾人之研究。至於此植物或栽於地上，或植於盆中，各易生長，及其期間較為短暫，各屬優越性質，亦足特書。人工交配雖稍麻煩，但殆常成功。其法將尚未十分發育之蕾排開，除去龍骨瓣，用鑷慎將雄蕊一一剔出以後，即將他花之花粉散放柱頭之上。

從多數種苗商採購豌豆之稍異品種三十四，供作兩年間實驗之用。其中某一品種出有多數同型植物之外，尚稍有異型者。但比及翌年居然與同種苗商所購他之一品種完全相符。可見此乃當初偶爾混淆所致。其餘品種所出悉同。至少在兩年間之試驗，其本質並不稍變。選擇其中二十二品種供交配用。此在實驗全期中，每年栽培所得盡同，無一例外。

將是等品種妥為分類，則有困難者，且有不正確者。茲若遵循種之最嚴密定義，即在完全同一條件之下，只以形質盡同之個體為屬於一種，則是等品種中任何二種，均不能作為一種。茲依專家意見，其中大多數為屬於 *Pisum sativum* 一種，其餘或作為 *P. sativum* 之亞種，或作為 *P. quadratum* P.

saccharatum 及 *P. umbellatum* 等異種。其實此等品種在分類學上所佔之位置如何。與本實驗之主旨無關。依從來所知種與變種間殆無明顯界線。則種中雜種與變種中雜種之間。常亦同然。

註釋

- (1) 所謂固定易別之形質。乃譯自德語 Constant differierende Merkmale 英語之 Constant differentiating Characters。固定乃指累代不變者而言。易別形質乃指花色赤草莖高等。得與他者立別之一定形質而言。換言之。花色赤者。為得與花色白者立別之形質。又草莖高者。為得與草莖低者立別之形質。厥後 W. Bateson 以如此形質稱為 "Allelomorphism"。Johansen 則簡稱為 "Allele"。有對敵現象相對形質等譯名。

三 實驗之劃分與次序

一種或多種形質累代不變之兩植物交配以後。若其中有為兩植物所共有者。則仍舊傳諸所出之雜種或其子孫。此徵諸多數之實驗而明。然若兩種互異之相對形質併成一新形質。出諸雜種。則當再傳常有變化。本實驗旨就每對互異形質而觀其變。並闡明其循何法則而見於後代。故茲按採用植物所有固定相對形質之數。而分別實驗之。

交配所用之各豌豆品種。在次舉數點。各不相同。即莖之長短或顏色。葉之大小或形狀。花之位置顏色或大小。花梗之長短。莢之顏色形狀或大小。種子之形狀或大小。種皮或子葉之顏色(1)是也。上述諸形質間有無從明別者。此則因其差異之或多或少。屢有難於分辨所致。如此形質。即不足為實驗材料。余所研究。乃僅限於顯有可別者。又是等形質在雜種相合時。盡取同一行動否。及非重要形質有何終局。亦由研究結果而詳示之。

實驗所選之形質如次。

1. 成熟種子形狀之差異 種子有形圓或類圓。表面若具

凹陷，而其形極淺者。與種子形不規則，有棱角有深皺者 (P. quadratum)。

2. 子葉顏色之差異 成熟種子子葉之顏色有淺黃鮮黃或橙色者。與稍帶綠色者。此顏色之差異，因種皮透明，易由種子外面明辨之。

3. 種皮顏色之差異 種皮有白色者。與灰色灰褐色革褐色。而紫斑具否不一者。前者花亦白色。後者則旗瓣紫色。翼瓣亦紫色。莖在葉腋之部分帶赤色。灰色種皮置熱湯中。即呈暗褐色。

4. 熟莢形狀之差異 此有通體膨大者。與各種子間有深縫且其上稍皺者 (P. saccharatum)。

5. 生莢顏色之差異 此有淡綠色乃至濃綠色者。與鮮黃色者。與莖、葉脈及萼之顏色一致。(2)

6. 花地位之差異 此有腋生。即循主軸而散處者。與頂生。即叢集莖頂殆成偽繖形花序。而莖上端之部分稍寬者 (P. umbellatum)。

7. 莖長之差異 此視品種大不相同。各為固定形質。同一土壤中栽健全之品種。其變異(3)極僅。茲因便於確別此特質。常用6呎乃至7呎之長莖種與 $\frac{3}{4}$ 呎乃至 $1\frac{1}{2}$ 呎之短莖種交

配。

以上列舉每組之相對形質，各依交配而結合，即

第1之實驗為15株行60次交配

第2之實驗為10株行58次交配

第3之實驗為10株行35次交配

第4之實驗為10株行40次交配

第5之實驗為5株行23次交配

第6之實驗為10株行34次交配

第7之實驗為10株行37次交配

由多數同一品種中，僅擇其最健全者，以資交配。否則在第一代之雜種(4)已多不開花，或多結質劣量微之種子，甚且每況愈下，致所得成績常不準確。

更於所有實驗，盡行互配(5)，即各兩品種中一方用作父株，一方即用作母株，互相為配。

實驗用植物栽植庭園以外，尚當將一部分另置盆中，而用柵架扶植，俾取自然之直立位置，又於每次實驗，當開花期內，將盆若干移置溫室中，此便與庭園所栽，或為昆蟲侵害者，比較對照，在豌豆之害蟲中，常有種甲蟲 *Bruchus pisi* 繁殖時，致無從實驗者有之(6)，常見此種雌蟲產卵於花，翼瓣即坐是

弛放。花間所獲一蟲足部之沾有花粉。窺以廓大鏡。即易認識。茲尚有欲言者。爲間有他花之花粉潤跡其中。此較罕觀。即在完全發達之花中。獨有一部分萎縮。致生殖器官外露。例如龍骨瓣發育不全。則花柱或藥一部分失所掩護。有時花粉發育不全。則花柱當開花期內。漸次延長。其柱頭遂從龍骨瓣先端挺出。如此著例。並見於菜豆屬 (Phaseolus) 或鰲豆屬 (Lathyrus) 之雜種。

願在豌豆則受他花花粉之攪亂者極罕。故通體成績。從不紛更。余所細察萬株以上。其中確有上舉之嫌疑者。爲數極僅。而在溫室之內。則更一無有焉。可見其原因當出諸 *Bruchus pisi*。或如上述花之構造具有缺點所致。

註釋

- (1) 原文於此用胚乳 (Albumen) 術語。但在豌豆之成熟種子。則缺胚乳。所以不得不謂爲子葉。以下孟氏文中記爲胚乳者。悉改譯作子葉。
- (2) 原文於此加以註脚如次。

『有莢赤色帶美褐色。當成熟時變爲紫色及青色之種類。關於此形質之研究。昨年初經着手』。

以後孟氏關於此項之實驗。似無發表任何報告。Correns 爾來研究此項變種。

- (3) 如此變異。曰波異或彷徨變異(Fluctuations)。任何生物個體必常有之。故又有個體變異之稱。此無遺傳性。即變異中之大者或小者。其後嗣未必亦大或小。平均言之。兩者大約相等。
- (4) 雜種之第一代常頗優越。其多數性質均較任何一親為佳。作物園藝或養蠶牧畜所謂一代雜種。廣為利用者。職此之故。如此雜種第一代優越之現象。曰雜種力或雜力(Heterosis)。
- (5) 互配或作相反交配(Reciprocal crossing)。由此所得雜種。曰相反雜種(Reciprocals)。一般任以一方為父株或母株。所得均同。但間有互異者。故當實驗時。必需互配。
- (6) 關於豌豆之大害蟲 Thrips。Mendel 竟無一言提及。亦奇。

四 雜種之形態

從來在觀賞植物研究所得，知一般雜種之形態，率不介在兩親者之間。此在葉之形狀大小或一二部分之毛茸性，固殆常見其為中間型。至若兩親之形質中，一方甚為優勢，而在雜種中他方之形質，則難於體認，或完全無從體認。

豌豆之雜種亦復爾爾。雜種所見之七形質，各僅與兩親中一方者相同，他則無從觀察，或因彼此酷似，未易立別(1)。此在判正或類別雜種子孫所得各型，極關重要。本論文以兩親相對形質中完全或殆完全仍為雜種之形質者，曰優性(Dominant)，其所潛藏之形質，曰劣性(Recessive)。所謂劣性乃指斯形質在雜種中或隱匿(2)或消失而言，但再傳以後，仍能重見而不稍差(3)。此容後詳之。

又通觀全部之實驗，知優性形質，不問其屬諸父株或屬諸母株，而所得雜種之形質，全相一致(4)。此饒有興趣之事實。Gärtner 早已力說，以彼最有經驗之專家，尚謂不能於雜種中，分別其兩親之孰為雌雄。

實驗所用相對形質中，以次者為優性(5)。

1. 種子圓形或類圓形，表面有淺凹者，或缺如者。
2. 子葉黃色者。
3. 種皮灰色灰褐色或革褐色，花亦紫色。葉腋有紅斑者。
4. 莢通體膨大者。
5. 生莢綠色，莖葉脈或萼亦同色者。
6. 花循莖而分布者。
7. 莖之長者。

茲就(7)不得不申明者，爲雜種莖之長度，常有比兩親中之長莖種爲更長。此或可歸因於莖長大異之植物，彼此交配時，而植物體各部之發育，盡各旺盛所致。例如用莖長1呎者與6呎者幾經交配，而所得雜種之高度，總在6呎乃至7 $\frac{1}{2}$ 呎之間(6)，又雜種種皮上之斑點，亦屢較其親爲繁密，有時互集而成青紫斑紋，又在兩親雖缺斑點，而雜種或屢有之(7)。

關於種子形狀或子葉顏色之雜種型，只依他花花粉之影響，在人工交配之後，即發達，故此在實驗之第一年，已可觀察(8)，其他形質，在受精後種子發育所得之翌年植物，始可表見，可不待言。

註釋

- (1) 用鏡細檢之。他親之形質。亦多有易於觀察者。
- (2) recessive(劣性)出於拉丁語 recessus.而 recessus 爲隱匿之意。
- (3) 優性及劣性爲今日遺傳學上習用之術語。有以雜種中劣性形質潛藏。僅優性形質表見之事實。謂爲 Mendel 法則中之支配法則 (Law of dominance)者。然自劣性形質亦經表見以來。知雜種之具有兩親中間之形質。卽爲所謂中間雜種(Intermediate hybrid)者。正復不少。此或可視爲原則。例如 Mendel 所實驗種子圓形者與角形者交配。而前者之性質較後者爲優性。致 F_1 盡呈圓形。爾後經 Darbishire 之研究。知是等種子所含澱粉粒之形態。大不相同。而 F_1 澱粉粒之形態。恰介在兩者之間。此後若詳加研究。或從來所視爲僅呈優性形質者。其中實有劣性形質亦呈某形而出。顯成所謂中間雜種。且 Mendel 亦知果有呈中間型之雜種。則命名爲支配法則。以爲 Mendel 之第一法則者。似不允當。
- (4) 參看第 3 節之註釋 5。
- (5) 卽第 3 節所列舉七組相對形質中。前者爲優性形質。後者爲劣性形質。
- (6)(7) 參看第 3 節註釋 4。
- (8) 此現象曰客性或移轉(德人 Focke 命名爲 Xenia)。乃指交配後其結果遲見於雌體之現象而言。

五 雜種之第一代(1)

在此代除優性形質之外，而劣性形質亦復仍舊而見。兩者平均比率常有一定，而為 3:1。即此代植物四株中，三者具優性形質，一者具劣性形質。此在所實驗之諸形質，無不盡同。種子有稜角有皺紋。子葉綠色。種皮及花白色。莢有絨。生莢莖萼或葉脈黃色。偽繖形花序及短莖。其本質不變。悉依上舉比率而重出。至於中間型則任何實驗，各無所得。

互相為配，所得亦同。降至後代，亦不稍差。故將各實驗兩方所得之結果併而計之，而各組相對形質實得之比率如次。

實驗1. 種子之形狀 由 253 株之雜種 (2)，在實驗之第二年計得種子 7324 粒。其中圓形或類圓形者達 5474 粒。有稜角有皺紋者達 1850 粒。而兩者之比率為 2.96:1 (3)。

實驗2. 子葉之顏色 由 253 株之雜種，計得種子 8023 粒。其中 6022 粒呈黃色。2001 粒呈綠色。而兩者之比率為 3.01:1 (4)。

在上舉兩實驗，一莢之中常各有兩樣種子。在發育良好者，平均有 6 粒乃至 9 粒。屢或完全圓形(實驗1)，或一律黃色

(實驗2)。但在一莢之內有稜角者或呈綠色者。決無超過5粒以上。如此情形。似與結莢時期之早晚。或所處地位之爲主莖抑側枝並無關係。間有少數其初所得莢內之種子甚僅。且只示相對形質中之一方形質。而其後所得之莢。仍有普通之比率。各株所具兩形質之比率。亦如上述每莢所見。不相一致。茲舉兩實驗最初10株所得爲例於次。

實驗1.(種子之形狀) 實驗2.(子葉之顏色)

株子番號	圓形	角形	黃色	綠色
1	45	12	25	11
2	27	8	32	7
3	24	7	14	5
4	19	10	70	27
5	32	11	24	13
6	26	6	20	6
7	38	24	32	13
8	22	10	44	9
9	23	6	50	14
10	25	7	44	18

一株中所得種子。其兩形質之比率極端者。在實驗1對於43個圓形者。僅有角形者2個。及對於14個圓形者。而有角形者15個。在實驗2。對於32黃色粒。僅有綠色者1粒。及對於20黃色粒。而有綠色者19粒。

上述兩實驗。於推求平均比率。頗有價值。此因實驗植物

雖屬少數，而所得已不遠矣(5)。又當計算種子時，尤在實驗2不得不注意者。為各株種子中，有因子葉綠色之發達不全，其初易於忽略。如此綠色稍褪之原因，與植物雜種之性質並無關係。即親體亦同有之。此特性僅限於個體，不遺傳於子孫。為發育旺盛者屢有之現象。在成長中為昆蟲所侵害之種子，其形色常有異變，但稍經熟視，自易識別。茲尚欲贅言者，莢在未經十分成熟完全乾燥之前，不得收穫。否則種子之形色發達不全。

實驗3. 種皮之顏色 在 929 株之植物中，705 株花紫赤色，種皮灰褐色，224 株花及種皮各白色，而兩者之比率為 3.15:1(6)。

實驗4. 莢之形狀 在 1181 株之植物中，882 株之莢通體膨大，299 株則有縫，而兩者之比率為 2.95:1 (7)。

實驗5. 生莢之顏色 在 580 株之植物中，428 株結綠色莢，152 株結黃色莢，而兩者之比率為 2.82:1 (8)。

實驗6. 花之位置 在 858 株之植物中，651 株著腋生花，207 株著頂生花，而兩者之比率為 3.14:1 (9)。

實驗7. 莖之長短 在 1064 株之植物中，787 株為長莖，277 株為短莖，而兩者之比率為 2.84:1(10)。在此實驗乃另將矮

小之莖移植於特備之花圃。否則混雜長莖種之間。勢必發育不全。短莖之株若自幼生長受所壓迫。則葉厚暗綠色。易於識別(11)。

累計以上各實驗所得。則具優性及劣性形質之株數。平均比率為2.98:1(12)。即3:1。

優性形質有兩種意義。一與親者相當。餘與雜種者相當。各植物所具優性形質與孰吻合。非至次代無從識別。若為親之形質。則降至後代。仍依樣流傳。若為雜種之形質。則再傳所得。與第一代者適同(13)。

註釋

- (1) 今日遺傳學上。於交配者。概以 P 字代兩親。即親代。由是所得雜種。稱為第一代。即子代。用 F_1 示之。又將 F_1 間交配或自花受精所得之種子。其萌莖而出之植物。斯為第二代。即孫代。用 F_2 示之。同理。 F_2 之子息為 F_3 。一般第 n 代之子孫為 F_n 。有時於 P 之方面附以 1, 2, 3 等數字。而以 P_1 代兩親。 P_2 代祖父母。 P_3 代曾祖父母。此記號乃依 Punnett 氏之提案。P 原出自拉丁語 *parens*。即親之意。F 同出自拉丁語 *filius*。即子息之意。

Mendel 僅記作雜種者。依上舉記號為 F_1 。彼所謂雜種之第一代者非 F_1 。其實為 F_2 。讀本論文時。宜加意及之。

- (2) 前已標明。本論文中僅記作雜種者。皆指 F_1 而言。

- (3) 按最近之統計學，寧用 2.99:1.01 (合計4)表之。
- (4) 此比率依總數 4 而表之，則為 3.00:1.00。
- (5) 其比率在第一實驗者，為 336:101，即 3.33:1。第二實驗者，為 355:123，即 2.89:1。各與 3:1 相差不遠。
- (6) 此比率依總數 4 而表之，則為 3.04:0.96。
- (7) 此比率依總數 4 而表之，則為 2.99:1.01。
- (8) 此比率依總數 4 而表之，則為 2.95:1.05。
- (9) 此比率依總數 4 而表之，則為 3.03:0.97。
- (10) 此比率依總數 4 而表之，則為 2.96 1.04。
- (11) 此在蠶豆之矮小種 Cupid 亦同。
- (12) 此比率依總數 4 而表之，則為 2.996:1.004。雖非恰為 3:1，按諸誤差之理論，作為 3:1，並無不可。
- (13) 此節用現代遺傳學上之用語說明之於次。
- 『具優性形質之 P 與 F_1 ，外觀全同，而其本質大異，前者僅生具優性形質之個體，後者則優性者與劣性者，按 3:1 而分離(F_2)。由是知外觀雖等為優性形質，而其中實有兩種意義，即一與 P 之性質相當，餘與 F_1 之性質相當。在 F_2 優性者與劣性者，雖按 3:1 分離，而其中優性者，與上述兩種意義中何者相當，此非觀察次代，即 F_3 無從知之，若為親之形質，則在 F_3 仍依樣流傳，並不稍變，若為雜種之形質，則復與 F_2 同，優性者與劣性者，按 3:1 分離。

六 雜種之第二代⁽¹⁾

在第一代具有劣性形質者。降至第二代。其形質仍不稍變。以後子孫。亦莫不然。

然在第一代具有優性形質者。則不爾爾。其中三分之二。按 3:1 之比率。而得具有優性及劣性形質之子息。與雜種之進展全相一致。其餘三分之一。則保持優性形質而不變更。

茲將實驗所得分述於次：

實驗1。由第一代圓形種子所出 565 株中。193 株仍結圓形種子。其形質不變。其他 372 株。則圓形者與角形者為 3:1 之比率。故雜種型與固定型兩數之比率為 1.93:1 (2)。

實驗2。由第一代子葉黃色之種子所出 519 株中。166 株仍結黃色種子。其他 353 株。則黃色者與綠色者為 3:1 之比率。故雜種型與固定型兩數之比率為 2.13:1。

以下實驗。各選用第一代之具優性形質者百株。因欲確定其性狀。乃各取其中 10 種子而蒔之。

實驗3。36 株之子。僅呈灰褐色種皮。其餘 64 株。則兼有灰褐色者及白色者。

實驗4. 29株之子。僅結通體膨大之莢。其餘71株。則兼有膨大者及有縊者。

實驗5. 40株之子。僅結綠色莢。其餘60株。則兼有綠色者及黃色者。

實驗6. 33株之子。僅著腋生花。其餘67株。則兼有腋生花者及頂生花者。

實驗7. 28株之子。僅為長莖。其餘72株。則兼有長莖者及短莖者。

以上所舉實驗。各頗有優性固定之株數。然若欲知其中再傳而形質仍同者。可有若干。則當重視實驗1及2。此因其所觀察之株數為獨多也。茲將1.93:1及2.13:1之比率相加。其平均比率殆得2:1。實驗6所得。與此一致。其他則有稍差。蓋因所實驗者。僅各只百株。其結果所以未盡準確。實驗5相差最大。反覆實驗之後。其比率不為60:40。而得65:35。足知其平均比率。當確為2:1。要之。第一代具優性形質者之中。三分之二帶雜種形質。三分之一則具固定之優性形質。已信而有徵。

第一代所得優性者與劣性者之比率為3:1。若將其中優性者依雜種之形質與親之形質兩意義而分。則在所有實驗。均得析為2:1:1。第一代之個體。逕得自雜種之種子。故知雜種者能

成生相對形質中任一形質之種子。其中一半復為雜種型，其餘他半為固定型。而固定型中所含優性者與劣性者為同數。

註釋

- (1) 依今日之用語，則與第三代即 F_3 相當。
- (2) 此比率依總數 8 而表之，則為 1.97:1.03。以下準此從略。

七 雜種之以後各代

雜種之子孫，在第一代及第二代既有進展分析，而以後各代，當亦同然。在實驗 1 及 2 已行至 6 代，實驗 3 及 7 者 5 代，實驗 4,5,6, 者 4 代，尤在第 3 代以降，株數雖減少，而所得成績，並無不合，即雜種之子孫，每代各依 2:1:1 之比率，而分爲雜種型與固定型。

茲以兩固定形質中之一，例如優性者爲 A，劣性者爲 a，又 Aa 爲此兩者相合所得之雜種型，則次式：

$$A + 2Aa + a$$

斯爲一組相對形質間之雜種所出子息之詳式 (1)。

Gärtner 及 Kölreuter 等學者以雜種有還原爲親型之傾向，此亦可於上舉實驗徵之，即交配所得雜種型之數，較諸固定型及其所出，縱不完全消失，而乃每況愈下，茲若以各代植物之結實力爲均一，又各雜種所生種子半數復爲雜種，而其餘半數爲優劣兩性質之固定型，彼此參半，則各代子孫多少之比率，得總括於次，A 及 a 同前，仍代兩親型，Aa 代雜種型，茲求單簡，姑定每代各株盡得 4 種子，

代	Aa			比率		
	A	Aa	a	A	Aa	a
1	1	2	1	1	2	1
2	6	4	6	3	2	3
3	28	8	28	7	2	7
4	120	16	120	15	2	15
5	496	32	496	31	2	31
n				2^n-1	2	2^n-1

例如第10代爲 $2^{10}-1=1023$ 。即此代所出 2048 株中，1023 株爲具有固定之優性形質，又1023株爲具有固定之劣性形質，而雜種僅占 2 株而已 (2)。

註釋

- (1) 或稱級數或展開式。此式由三項 A, Aa 及 a 而成，各與子息相當。
- (2) 茲以 A 及 a 交配所得 F_1 爲 Aa。在 F_2 之 A, Aa 及 a 按 1:2:1 之比率而分離。以 x 代固定型之個體對於全體之比，y 代雜種型之個體對於全體之比，則

$$F_2 \begin{cases} x = \frac{1}{2} \\ y = \frac{1}{2} \end{cases}$$

更依 F_2 間之各個體自家受精，則

$$F_3 \begin{cases} x = \frac{1}{2} + \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{3}{4} \\ y = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} \end{cases}$$

此因雜種型中半數得 x ，又半數得 y ，而原有之 x 仍舊不變而存故也。

同理，若 n 次自家受精，則

$$x = \left(\frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^3 + \dots + \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{2^n - 1}{2^n}$$

$$y = \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

斯為本文上表所示者，即第 n 代之雜種型為 $\frac{1}{2^n}$ 其逐代銳減顯然矣。

八 具多數相對形質之雜種之子孫

上述實驗，只就一主要形質互異者立言。茲進而研究其所得之法則，是否亦復適用於多數互異形質所得之雜種。據實驗所示，子時雜種之形狀，常與兩親中多具優性形質者相近。例如母株短莖，頂生白花，鼓脹莢，父株反是，而有長莖，腋生紫赤化，縊縮莢，則所得雜種，僅莢之形狀與母株者相類，他則各與父株者一致。若兩親中只一方優性形質，則雜種與之相較，尤為酷肖，或至全無分別。

曾用多數植物分作兩次實驗，第一為兩親種子之形狀與子葉之顏色互異者，第二為種子之形狀子葉及種皮之顏色互異者，實驗種子之形質最為容易，所得結果又復正確。

茲為易解此實驗之結果，以 A, B, C 代母株之形質，a, b, c 代父株之相對形質，其雜種型則以 Aa, Bb, Cc 代之。

實驗1.	AB	母株	ab	父株(1)
	A.	圓形	a	角形
	B.	子葉黃色	b	子葉綠色

受精所得種子，與母株同為圓形黃色，由此發育植物所生

之種子計有四類。屢各混雜於一莢之內。茲從全體 15 株採得種子 556 粒細別如次

315粒	圓形黃色
101粒	角形黃色
108粒	圓形綠色
32粒	角形綠色

翌年盡將是等種子播種。在圓形黃色種子中。有 11 粒不發芽。3 株不結實。其餘各株所得如次。

38株	種子圓形黃色
65株	種子圓形黃色及綠色
60株	種子圓形黃色或角形黃色
138株	種子圓形黃色及綠色或角形黃色及綠色
由角形黃色之種子。僅 96 株結實。其中	
28株	種子角形黃色
68株	種子角形黃色及綠色
由圓形綠色之種子。有 102 株結實。其中	
35株	種子圓形綠色
67株	種子圓形及角形綠色
由角形綠色之種子得 30 株。其種子悉同。與親無別。	

即雜種之子孫 (2). 有如上舉互異之 9 型. 其數量或甚不一致. 茲更類列之於次.

38 株	其記號(3)	AB
35 ,,	,,	Ab
28 ,,	,,	aB
30 ,,	,,	ab
65 ,,	,,	ABb
68 ,,	,,	aBb
60 ,,	,,	AaB
67 ,,	,,	Aab
138 ,,	,,	AaBb

此等全體植物. 視其本質不同. 得區爲三羣. 第一羣包含 AB, Ab, aB, ab. 各只具固定形質. 降至後代. 亦不稍變. 而是等各形質之表見. 平均爲 33 回. 第二羣包含 ABb, aBb, AaB, Aab. 只一方之形質固定. 他方則爲雜種. 故降至次代. 僅此雜種形質仍有變化. 而是等各形質之表見. 平均爲 65 回. 第三羣之 AaBb 爲 138 回. 此乃兩形質各爲雜種. 故其次代之進展. 與所自出者相同. 茲比較以上三羣所屬各形質表見之回數. 知其平均比率確爲 1:2:4. 此則因 33,65,138 各數與 33,66,132

各數甚爲近似故也。

由是知雜種之詳式，分爲9項。其中4項各見一回。兩方之形質爲固定。此4項中AB及ab兩型與兩親相同。而其他兩者。乃由A, a, B, b各形質組合所得之固定型。又4項各見兩回。其一形質爲固定。他形質則爲雜種型。其餘1項則見四回。其兩形質各爲雜種型。是故兩組相對形質組合所得雜種之子孫。得以次式示之。

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB \\ + 2Aab + 4AaBb$$

此詳式顯由形質A及a與B及b兩詳式每項互乘所得。即A及a與B及b之詳式如次。

$$A + 2Aa + a$$

$$B + 2Bb + b$$

式中各項互乘。盡得上列諸項。

實驗2.	ABC	母株	abc	父株
	A	圓形	a	角形
	B	子葉黃色	b	子葉綠色
	C	種皮褐色	c	種皮白色

此項實驗方法與前者全同。爲各實驗中最需時最費力者。

在24株之雜種中，共得687粒種子。各具斑點灰褐色或灰綠色。圓形或角形(4)。翌年結實者達639株。研究以後，得式如次。

8 株 ABC 22 株 ABCc 45 株 ABbCc 78株 AaBbCc
 14 ,, ABc 17 ,, AbCc 36 ,, aBbCc
 9 ,, AbC 25 ,, aBCc 38 ,, AaBCc
 11 ,, Abc 20 ,, abCc 40 ,, AabCc
 8 ,, aBC 15 ,, ABbC 49 ,, AaBbC
 10 ,, aBc 18 ,, ABbc 48 ,, AaBbc
 10 ,, abC 19 ,, aBbC
 7 ,, abc 24 ,, aBbc
 14 ,, AaBC
 18 ,, AaBc
 20 ,, AabC
 16 ,, Aabc

上式共分27項。其中8項(第一行)在所有形質盡為固定。平均各得10回。12項(第二行)在兩形質為固定。其餘一形質為雜種型。平均各得19回。6項(第三行)在一形質為固定。其餘兩形質為雜種型。平均各得43回。又1項(第四行)則得78回。而在所有形質盡為雜種型。此等回數之比率10:19:43:

78. 與 10:20:40:80 即 1:2:4:8 甚相近似。而最後之比率。斯爲眞價。可勿容疑。

由是知兩親三組形質互異時所得雜種之詳式。當如次列。

$$\begin{aligned} & ABC + ABc + AbC + Abc + aBC + aBc + abC + abc \\ & + 2ABCc + 2AbCc + 2aBCc + 2abCc + 2ABbC + 2ABbc \\ & + 2aBbC + 2aBbc + 2AaBC + 2AaBc + 2AabC + 2Aabc \\ & + 4ABbCc + 4ABbcC + 4AaBCc + 4AabCc + 4AaBbC \\ & + 4AaBbc + 8AaBbCc \end{aligned}$$

此亦與前同。爲 A 及 a, B 及 b 與 C 及 c 各雜種詳式所合得之總詳式。即

$$A + 2Aa + a$$

$$B + 2Bb + b$$

$$C + 2Cc + c$$

三詳式中各項互乘。盡得上列諸項。於此所得固定型與 A, B, C, a, b, c 諸形質間所可得組合之總數相當。其中 ABC 與 abc 兩者。則與兩親相同。

此外尙就少數植物。而將其餘諸形質。分爲兩三組多方實驗。所得結果。總殆一致。故知用爲實驗之諸形質。顯可以次述之法則概之。即多數根本互異形質所得雜種之子孫。與各相對

形質所得詳式互相組合之總詳式中各項相當，並證明雜種所有一組相對形質之行動，與兩親有否其他異點無關 (6)。

茲若以 n 代兩親所有相對形質之數，則 3^n 為詳式中之項數， 4^n 為此詳式所有個體之數， 2^n 為固定組合之數。例如兩親有四形質互異，則其詳式中含有 $3^4=81$ 項， $4^4=256$ 個體， $2^4=16$ 固定型。易言之，在雜種之次代 256 株中，有 81 互異之組合，其中 16 為固定型。

在豌豆依上舉 7 形質組合所得之總固定型，幾經實驗，均得 $7^2=128$ ，是故於此並知一植物品種各型所見之固定形質，經人工反復交配以後，即按組合法則而得所應有盡有者。

關於雜種之開花期，實驗尙未精詳 (6)，僅知其介在兩親者之間，其進展情形或亦與他形質相同。此實驗所用品種，其平均開花期至少須相差 20 日，又欲發芽期齊一，則種子須播於等深度之土中，此外開花期內因溫度劇變，致開放時間或有遲早不一，亦當注意。足見是項實驗顯必打破諸般困難，並要仔細從事。

茲約述上舉實驗所得，則實驗用植物確易立別之各相對形質，在雜種中互相組合時，悉取一致之行動明矣，即一組相對形質所出之子孫，半數復為雜種，其餘半數則分具父株或母

株之形質而固定不易。彼此相等。若得自多數之相對形質者。則其子孫成爲每相對形質所得之詳式。更相組合之詳式中各項。

實驗用諸形質之行動。既已完全一致。則在植物中或有較不顯著致難——實驗之他種形質。當亦莫不然。關於花梗長短之研究。頗有相當成績。但若區爲各型。列作詳式。如正確實驗所不得或缺者。則尙未逮也。

註釋

- (1) 如此兩組相對形質所得雜種。曰兩性雜種(Di-hybrid)。參看第 9 節註釋 7。
- (2) 與 F_3 相當。
- (3) 於此所舉 AB, Ab ……等。非今日遺傳學上習用之遺傳式。不過記號而已。即 A 代圓形種子。B 代黃色子葉。
- (4) 試注意 Mendel 於此並不提及子葉之顏色。此蓋因種皮厚。非剖開種子或剝去種皮。即無從觀察子葉之顏色也。
- (5) 有以此爲 Mendel 法則中之獨立法則 (Law of independence) 者。依此法則所得之結果。在 F_2 之分離比。當兩性雜種時爲 9:3:3:1。三性雜種時爲 27:9:9:9:3:3:3:1。一如孟氏實驗所得。參看第 9 節註釋 9。
- (6) Tedin 主張用便利方法。表示熟性(1897 年)。即以最初開放之花。始於第幾節示之。氏並首唱開花期與成熟期之間。具有平行現象。依據同氏

研究所得，有如下之關係。

節數	由播種至開花 止之平均日數	由播種至成熟 止之平均日數
9	43.5	91.0
10-12	45.5	102.2
13-15	53.5	109.2
15-17	57.2	116.2
16-18	58.8	116.9
17-19	62.2	119.5
19-20	64.0	118.5
20-22	70.6	122.5
21-23	67.6	123.4
22-24	70.5	122.7
24-25	72.5	128.7

九 雜種之生殖細胞

茲從上述實驗所得。更進而研究雜種中卵細胞及花粉細胞之性質。冀有可資印證者。在豌豆雜種之子孫中得有固定型。此以兩親形質之有種種組合為重要條件。按實驗所示。知固定型之所以立。乃出諸卵細胞及使卵細胞受精之花粉細胞。具有同一形質。即限於兩親具有全等個體所由成之素質者。此恰與純種之普通受精者相同。故由雜種而生固定型。必有待夫全等因子之協作。又種種之固定型固見於一株。即在一花之中亦有之。故茲可假定雜種之子房內。有與是等固定型同數之卵細胞成生。又葯內亦有相當之花粉細胞成生。而是等之卵細胞及花粉細胞之內部構造 (1)。與各型互相一致。

茲更假定雜種中所生各類卵細胞及花粉細胞。平均各為同數。則各代雜種進展之原理。得完全依上舉臆說說明之。

因欲證實上舉臆說。乃行次列各實驗。先將種子之形狀與子葉之顏色互異之固定型相配。

同前。以是等相對形質為 A, B, a, b。即

AB 母株 ab 父株

A 圓形 a 角形
 B 子葉黃色 b 子葉綠色

茲並蒔人工交配所得種子.與父母兩株原有種子.而選其中最為強健之個體互相為配.即

1. 雜種之卵細胞以 AB 之花粉而受精者(2)
2. ,, ,, ab ,, ,, (3)
3. AB 之卵細胞以雜種之花粉而受精者
4. ab ,, ,, ,, ,,

此等四項實驗.各就三株所有之花行之.若上舉之臆說為信而不爽.則雜種中必有 AB, Ab, aB, ab 之卵細胞及花粉細胞.因得次式.

1. 卵細胞 AB, Ab, aB, ab 與花粉細胞 AB 之組合
2. ,, ,, ,, ab ,,
3. 卵細胞 AB 與花粉細胞 AB, Ab, aB, ab, 之組合
4. ,, ab ,, ,, ,, ,, ,,

若此則是等各實驗應得次式.

1. AB, ABb, AaB, AaBb
2. AaBb, Aab, aBb, ab
3. AB, ABb, AaB, AaBb

4 AaBb, Aab, aBb, ab

又以雜種中各類之卵細胞及花粉細胞，平均各為同數，則上列四組為數當互相等。但亦未必盡然。蓋因受精時縱無障故，而卵細胞間有不發育而亡者，又在形體完好之種子，雖經播種，未及萌發者，亦多有之。又上述臆說，不過僅限於各種之卵細胞及花粉細胞同數成生之範圍內，非謂各雜種盡合數理而出也。

第一及第二兩實驗，旨在探究雜種中卵細胞之性質，第三及第四兩實驗，則就花粉細胞而決定之。如上表所示，第一與第三及第二與第四之實驗，各得同一組合，且在第二年其結果已稍見於人工交配所得種子之形狀與顏色 (4)。在第一及第三兩實驗，形狀與顏色之中，優性之形質 A 及 B 每組有之，其一部分為固定型，又一部分則與 a 及 b 即劣性形質組成雜種，故此羣全體之種子，盡顯 A 及 B 之特性。茲若以吾所舉之臆說為是，則種子當畢呈圓形黃色。反之，第二及第四兩實驗，一組形色各為雜種型，故種子圓形黃色，又一組只形為雜種型，而色之劣性形質為固定型，故種子圓形綠色，第三組形之劣性形質為固定型，而色為雜種型，則種子角形黃色，第四組形色兩劣性形質各為固定型，故種子角形綠色。是故在此等兩實驗，可

得圓形黃色、圓形綠色、角形黃色及角形綠色四類之種子(5)。

收穫所得，與上述適合如次。

實驗1. 98 粒之種子盡圓形黃色

實驗3. 94 粒之種子盡圓形黃色

實驗2. 31 粒之種子圓形黃色 26 粒圓形綠色

27 粒角形黃色 26 粒角形綠色

實驗4. 24 粒之種子圓形黃色 25 粒圓形綠色

22 粒角形黃色 27 粒角形綠色

上述實驗，已告成功，證以次代，益無疑義。翌年由所播種子成生之株數中結實者，在第一實驗為 90 株，第三實驗者為 87 株，其中細別如次。

實驗 1. 實驗 3.

20 株 25 株…圓形黃色之種子…………… AB

23 ,, 19 ,, …圓形黃色或綠色之種子…………… ABb

25 ,, 22 ,, …圓形或角形黃色之種子…………… AaB

22 ,, 21 ,, …圓形或角形黃色或綠色之種子… AaBb

在第二及第四兩實驗

由圓形黃色種子所生之株，而得圓形或角形黃色

或綠色種子…………… AaBb

由圓形綠色種子所生之株。而得圓形或角形綠色

種子..... Aab

由角形黃色種子所生之株。而得角形黃色或綠色

種子..... aBb

由角形綠色種子所生之株。而得角形綠色種子..... ab

在此等兩實驗。亦稍有不萌發之種子。但未將前年所得株數加以釐訂。各類種子在所生之株。其種子無不盡同。而與他株所得者互異。即

實驗2.	實驗4.			
31 株	24 株	種子之型爲		AaBb
26 ,,	25 ,,	,, ,,		Aab
27 ,,	22 ,,	,, ,,		aBb
26 ,,	27 ,,	,, ,,		ab

綜合此等實驗而觀之。則上舉臆說所宜有之形質無不畢具。而其數殆等。

此外花色與莖長之形質。亦已實驗。其所以然者。若以上述之臆說爲是。則在實驗之第三年各形質當按總株數之半而表見。又可爲證。茲仍以 A,B,a,b 代各對之形質。

A. 赤紫色花 a. 白色花

B. 長莖 b. 短莖

Ab 與 ab 交配得雜種 Aab. 又 aB 與 ab 交配得雜種 aBb.

而在第二年則以雜種 Aab 爲母株, aBb 爲父株交配.

母株 Aab 父株 aBb

可得之卵細胞 Ab, ab 花粉細胞 aB, ab

由可得之卵細胞與花粉細胞交配. 當得次列四項. 卽

AaBb + aBb + Aab + ab

依前臆說 則第三年全體植物中. 宜有次列之情形.

半數之花赤紫色 (Aa) 第一項及第三項

半數之花白色 (a) 第二項及第四項

半數爲長莖 (Bb) 第一項及第二項

半數爲短莖 (b) 第三項及第四項

在第二年行 45 回交配. 而得 187 粒種子. 及第三年其中

166 株着花. 各項所得如次.

項	花色	莖
1	赤紫色	長.....47回
2	白色	長.....40回
3	赤紫色	短.....38回
4	白色	短.....41回

卽着赤紫色花者(Aa)計 85 株

着白色花者 (a) 計 81 株

長莖者 (Bb) 計 87 株

短莖者 (b) 計 79 株

足見前舉臆說。卽在本實驗。亦復信而有徵。

在莢之形狀顏色及花之位置。亦按同法稍加實驗。而其所
得莫不一致。確有互異形質相配所可得之組合。且殆同數。

由是豌豆雜種所成生之卵細胞及花粉細胞。在性狀上。與
互異形質交配所得之總固定型相當 (6)。且其數相等之臆說。
徵諸實驗得有左證矣。

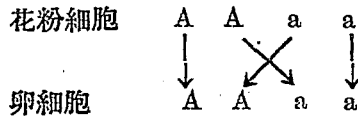
雜種子孫爲型多端。與所見之數。而有一定比率。依據上
述法則。易予解釋。其最簡單者。爲一組相對形質(7)之詳式。
此依前述得以 $A+2Aa+a$ 示之。A 及 a 爲具有固定之相對形
質。Aa 則爲其雜種型。卽於此四個體中含有三異項。至於所由
來。則在於 A 及 a 之花粉及卵細胞平均等數相配。而所得者
爲四個體。故知彼此各相配兩回。其預於受精者如次。

花粉細胞 $A+A+a+a$

卵細胞 $A+A+a+a$

兩種花粉細胞與任何卵細胞配合。全出諸偶然。但若依蓋

然法則而從多次所得平均之。則 A 及 a 之任一花粉細胞。與 A 及 a 之任一卵細胞。所配合之次數相同。即 A 之兩花粉細胞中。一與 A 之卵細胞配合。又一與 a 之卵細胞配合。同理 a 之兩花粉細胞中。一與 A 之卵細胞配合。又一與 a 之卵細胞配合。茲更表示於次。



受精結果。將相配之卵細胞與花粉細胞代用之文字。列作分數式。而以花粉細胞為分子。卵細胞為分母。似更易解如次。

$$\frac{A}{A} + \frac{A}{a} + \frac{a}{A} + \frac{a}{a}$$

上式第一項及第四項。卵細胞與花粉細胞為同類。故相合所得為固定型。即 A 及 a。反之。第二項及第三項。乃由兩親互異之形質相合。故所得者。與其所自出之雜種完全相同。是故於此又成為雜種。此所以詔示雜種於兩親形質之外。尙能並生與雜種本體相同之子孫。 $\frac{A}{a}$ 及 $\frac{a}{A}$ 所以各成為 Aa 者。此已前述。相對形質中孰屬花粉細胞。孰屬卵細胞。而受精所得初無二致也。因得次式。

$$\frac{A}{A} + \frac{A}{a} + \frac{a}{A} + \frac{a}{b} = A + 2Aa + a$$

上式乃示一組相對形質相合，而成雜種之自花受精。平均所得之結果。若就諸花或諸株而言。則式中各項所得之比率。間有甚紊亂者。此誠因子房內所有兩種卵細胞。雖曰等數。不過僅指平均而言。且兩種花粉細胞。各能使兩種卵細胞受精。又全出自偶然事也。足見各值稍差。理有必然。間或甚偏於極端者。此見於前述種子形狀及子葉顏色之實驗。欲求真實之比率。舍力將各實驗所得之總成績。平均以外。別無他法。而實驗次數愈多。所得即愈準確。

在兩組相對形質配合所得雜種(8)之詳式。就株數16而言。則含有9異型。即

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb$$

在兩親相異之形質 A,a 與 B,b 間。可有四種固定組合。故雜種亦有相當之四類卵細胞及花粉細胞。即 AB, Ab, aB, ab。而株數16。故其間預於受精者。平均各有四次。即

$$\begin{aligned} \text{花粉細胞} \quad & AB + AB + AB + AB + Ab + Ab + Ab + Ab \\ & + aB + aB + aB + aB + ab + ab + ab + ab \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{卵細胞} \quad & AB + AB + AB + AB + Ab + Ab + Ab + Ab \\ & + aB + aB + aB + aB + ab + ab + ab + ab \end{aligned}$$

在受精過程。各型之花粉細胞與各型之卵細胞相合之次數。平均相同。故 AB 之四花粉細胞與 AB, Ab, aB, ab 等之卵細胞。宜各有一次相合。同理。所餘之 Ab, aB, ab 之花粉細胞。亦各與其他所有之卵細胞相合。因得次式。

$$\begin{aligned} & \frac{AB}{AB} + \frac{AB}{Ab} + \frac{AB}{aB} + \frac{AB}{ab} + \frac{Ab}{AB} + \frac{Ab}{Ab} + \frac{Ab}{aB} \\ & + \frac{Ab}{ab} + \frac{aB}{AB} + \frac{aB}{Ab} + \frac{aB}{aB} + \frac{aB}{ab} + \frac{ab}{AB} + \frac{ab}{Ab} \\ & + \frac{ab}{aB} + \frac{ab}{ab} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{即} \quad & AB + ABb + AaB + AaBb + ABb + Ab + AaBb \\ & + Aab + AaB + AaBb + aB + aBb + AaBb + Aab \\ & + aBb + ab \\ & = AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB \\ & + 2Aab + 4AaBb(9) \end{aligned}$$

三組相對形質配合所得雜種(10)之詳式。亦可依同法解釋之。此雜種各有八類之卵細胞與花粉細胞。即 ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc, 每類之花粉細胞。平均各有一次。與各卵細胞相合(11)。

由是雜種常進展時。其相對形質組合法則。按前述原理。得求其根據與解說。即雜種所成生之卵細胞及花粉細胞。與交配後諸形質組合所得之固定型。完全相當。且其數互等。

註釋

- (1) 內部構造。乃指細胞內所含遺傳物質之構造而言。然當時細胞學尚極幼稚。關於此點並無所知。Mendel 由實驗所得。推測細胞內部之構造應爲爾爾。開闢細胞學之昌明。而假定一一證實。其天才之優越。殊不可忽。
- (2)(3)於此所示 F_1 與 P 之交配。曰反交或反配(Back-crossing)。其所得之雜種曰反雜種(Back-cross)。
- (4) 參看第 4 節註釋 8。
- (5) 在本文反雜種中(1)及(3)。乃以 F_1 與優性親交配。盡得一概之優性形質。(2)及(4)。乃以 F_1 與劣性親交配。所得別爲四類。前者於探討雜種生殖細胞之內部構造。多所不便。後者則甚有力。今日反雜種在遺傳學上之有重要貢獻。即率在於劣性親反配所得之反雜種。
- (6) Mendel 之此假定。誠爲所謂 Mendelism 之根本。此假定乃指『由兩親所得之相對形質。在子孫之生殖細胞內互相分離』而言。普通稱爲分離之法則(Law of segregation)。有總括上舉支配之法則及獨立之法則並此分離之法則。而謂爲 Mendel 之三大法則者。然自審知 F_1 多表見兩親之中間性。不準據所謂支配之法則以來。今日竟有謂寧以表見中間性爲原則者。又所謂獨立之遺傳。近亦知其僅見於特例。而與分離

法則相反之實例，則尙無所知，故惟此分離法則，足稱為 Mendel 法則之根本，普通稱之為 Mendelism。

- (7) 關於一組相對形質之雜種，曰單性雜種 (Mono-hybrid)，兩組者曰兩性雜種 (Di-hybrid)，三組者曰三性雜種 (Tri-hybrid)，以下準此，又有總稱三性以上之雜種，曰多性雜種 (Poly-hybrid)。
- (8) 指兩性雜種。
- (9) 於此所述兩性雜種及其次三性雜種之說明中，含有重要假定，普通稱爲獨立之法則，乃指由兩親所得之多數相對形質，各於子孫之生殖細胞內分離，於時某一組相對形容之分離，不受所存其他相對形質之任何影響，而行動獨立之謂也(參看第 8 節註釋 5)。
- (10) 是指三性雜種。
- (11) 此結果已載於第 8 節

一〇 關於他種植物雜種之實驗

由豌豆所得雜種進展之法則，是否亦復適用於他植物之雜種，此固有待於今後之研究，余近來曾因此實驗數種，在菜豆類(Phaseolus)兩小規模之實驗，已經告終，茲述於此。

菜豆(Phaseolus vulgaris L.)及矮菜豆(Phaseolus nanus L.)如法實驗，所得成績，完全一致，矮菜豆莖短，莢綠色，通體膨脹，菜豆異是，莖長達10呎乃至12呎，莢黃色，成熟時收縮有縫，各代所得各型株數之比率，與豌豆者相同，又固定型之所由成，亦與豌豆者全同，悉依形質組合之法則，其例如次。

固定組合	莖	生莢之顏色	熟莢之形狀
1	長	綠	膨脹
2	長	綠	收縮
3	長	黃	膨脹
4	長	黃	收縮
5	短	綠	膨脹
6	短	綠	收縮

7	短	黃	膨脹
8	短	黃	收縮

莢綠色爲形膨脹及長莖，與豌豆同爲優性形質。

此外在非常互異之兩種菜豆所行實驗，僅得一部分成績。所用母株爲矮菜豆，花白色列成短總狀花序，莢正直膨脹平滑，種子小形白色，爲完全之固定種。(1)父株爲紅菜豆(*Phaseolus multiflorus* W.)，莖高卷鬚狀，花紫赤色列成長總狀花序，莢曲作鐮狀，表面有毛粗糙，種子大形，桃色質地上，有黑色斑點或波紋。

兩者之雜種酷肖父株，獨花色稍淡，其結實力甚弱，由着花數百之 17 株，收獲所得種子，僅不過 49 粒而已，其大小介在兩親之間，有與紅菜豆相同之斑點或波紋，質地之色亦不稍差，翌年由是等種子得 44 株，而着花者僅 31 株，矮菜豆之形質在雜種雖一時潛藏，至是復作種種組合而出，但所實驗者爲數不多，致與優性形質之株數相比，甚不一律，至於莖或莢之形質，則與豌豆相同，殆確爲 1:3。

此實驗對於推求各型之比率，雖爲力甚微，但亦足徵雜種之花及種子顏色之顯有異變，在豌豆已知其花及種子顏色之形質，當雜種之第一代(2)及其後累代，並不稍變，且雜種子

孫所見之顏色，必出諸兩親之中，而茲實驗所得，則現象不同，尤在矮菜豆之花及種子白色者，當第一代(8)即見於善爲結實之1株，其餘30株各着有色花，由赤紫色以至淡紫色，濃淡不一，種皮之色亦同有種種，各株非盡能充分結實，多且全不結實，或僅最後開放之花略能結實，仍不成熟，其能收獲完全成熟之種子者，只不過15株而已，其不能結實之傾向，以著赤色花之株爲著，在16株之中，僅有4株結實，其中3株所得，各與紅菜豆種子之模樣相同，惟質地稍淡，其餘1株，則只得通體褐色之種子1枚，着紫色花之株，其種子則呈暗褐色黑褐色及黑色。

此實驗雖廢續兩代行之，而成績仍不佳良，在頗能結實之株，其子孫又少有結實，或有全不結實，其花或種子之顏色，從無有出諸上述以外者，在第一代具有一乃至多數劣性形質之植物，其形質固定不變，又在具紫色花與褐色或黑色種子之植物中，降至次代，其花與種子之顏色雖少有不變者，而大多數則得與其本體完全相同之子孫外，並有白色花與白種皮者，在着赤色花之植物，其結實力甚爲微弱，故其後如何進展，尙不能確言之。

如前所述，雖有多數障礙，使觀察困難，但經此研究，則就

植物形態所關各形質而言。其雜種之進展。乃與豌豆同依一定之法則。已顯而可見。不過關於色之形質。欲求其十分一致。斯為難耳。例如白色與赤紫色組合所得。自赤紫色以至淡紫色及白色兼而有之。(4) 尤顯者。31 株著花之植物中。而具白色之劣性形質者只有 1 株。此在豌豆則平均 4 株而有 1 株。

然此不可思議之現象。或亦可依豌豆所得之法則說明之。茲假定紅菜豆之花及種子之顏色。各由二或其以上全相獨立之色組成。盡與植物中他之固定形質取同一之行動。例如花色 A 得自 $A_1 + A_2 + \dots$ 各別之形質集成。致整體呈赤紫色。則當其與白色 a 之相對形質交配。斯得 $A_1a + A_2a + \dots$ 雜種之組合。(5) 而就種皮之顏色所得亦同。依此臆說。則是等雜種中顏色之組合。各自獨立。而其進展與他者宜無關係 (6)。是故由各別詳式之組合。而全秩之顏色得以表見之事實。當易於理解。例如 $A = A_1 + A_2$ 。(7) 則雜種 A_1a 與 A_2a 得次之詳式。

$$A_1 + 2A_1a + a$$

$$A_2 + 2A_2a + a$$

此式中各項相配。成爲 9 種互異之組合。而所呈之色各不相同。即

$$1A_1A_2 \quad 2A_1aA_2 \quad 1A_2a$$

$$\begin{array}{ccc} 2A_1A_2a & 4A_1aA_2a & 2A_2aa \\ 1A_1a & 2A_1aa & 1aa \end{array}$$

上列各組合前之數字，並示相當花色之植物株數，全體16株。故所有之色雖平均分見於其間，而比率不同，如式中所示。

若以雜種顏色之進展，果如所述，則向者第一代之植物31株中，花與種皮俱呈白色之個體，所以只有1株，足以解釋，此色(8)在上式中只占1項，故平均每16株宜只1株，若出自三組形質者，(9)則在64株中宜只1株。

然茲欲申言者，上舉解釋，不過為前述實驗未甚精詳所設之臆測，但執此法而研究雜種顏色之進展，當有價值，誠因觀賞植物花色之富有變異，或可於此而得其故。

吾人迄今第知多數觀賞植物之花色，乃為極易變化之形質，世多有主張種之安定性，經栽培致甚紊亂，或完全破滅，而以栽培植物率有不規則且出自偶然之傾向，常引觀賞植物之花色為不安定之著例，然第就移植庭園立論，而植物體竟有徹底且永久之改革，一至於此，其故殊不可解，世固無敢主張植物之發育，視原生原野與栽培庭園，而所支配之法則為不同者，茲不問原野或庭園，而所處生活環境若有變遷時，則生息其間之植物，既有適應新環境之能力，自有一定之變化隨其

後。(10)嗣因栽培得法，而變種之新型益發助長。由是在自然界中勢將泯滅之變種，亦能依人力而獲存。(11)然此尚不足謂變異之趨勢漸臻強盛，致種忽失安定性，其子孫大改舊觀而無止境。茲若以生活環境不同，果為變異之唯一原因，則數世紀間殆育於同一環境之下者，理當終得安定性如初，然事適相反，人所盡知，其間不僅多所變化，且見有最易變化者，如豌豆菜豆扁豆之豆科植物，其生殖器官固圍在旗瓣內者，斯為顯著之例外，然此在1000年以上之栽培期間，所處環境至為繁雜，亦得多數變種，若處在固定生活環境之下，則與野生者同能保持其安定性。

關於栽培植物之變化性，似尚有一事為世人所未及注意者，茲依種種實驗，知吾人所栽培植物除僅少之例外，而所得乃與雜種之詳式中各項相當，願因各項間屢相交配，致有規則之進展受所變更，或至中輟，栽培植物率多密植一方，如此環境，在變種間無論矣，即與原種間互相受精，亦極咸宜，此則不宜忽視，茲於多數易變之集團中，特別留意一二株，令其不受外來花粉之影響，即見其某一二形質為不變，足知此說為可信，是等各型之進展與整個雜種詳式中某項相同，又就各形質中如顏色之獨易變化者，仔細觀察之，即知各植物變化之傾

向。參差不一。雖同為自然交配所得之植物。其子孫顏色之形質與配列。或分種種。或不甚變化。又在多數之中偶有花色不變而嬗傳於後者。栽培之石竹類 (Dianthus) 有此的例。在紅茂草 (Dianthus Caryophyllus) 之白花種。原出自一白花品種。當開花期內移置溫室中。而由是收獲所得多數種子萌發以後。盡着白花。在稍帶紫色之赤色花及具有赤條斑之白花兩亞種。所得亦同。但其他多數雖同處溫室之中。而得顏色或斑紋稍有互異之子孫。

要之。在觀賞植物由其同法交配致得種種之顏色而觀之。任何人當皆以為其進展乃循某定則。而由多數各別顏色之形質組成。有以使之然也。

註釋

- (1) 此所謂完全固定種。乃指今日之『純系』而言。純系為純粹系統之意。係由 Johannsen 命名。
- (2)(3) 指 F_2 。
- (4) 指 F_2 所得。
- (5) 從二或其以上形質組合所得之形質。曰複合形質或複性 (Compound character)。Mendel 已有此觀念。至堪注意。
- (6) 獨立之法則。
- (7) 假定為所謂兩性雜種。

-
- (8) 此色固爲白色，與上式中 aa 項相當，而其係數爲 1。如表所示。
- (9) 假定爲所謂三性雜種。
- (10) 型隨環境而有變化，但此變化能否遺傳於後，是又一問題。Mendel 共鳴於當時 Darwin 之學說，而肯定此類變化盡有遺傳性。願如此一生間所得形質，即所謂獲得形質，能否遺傳，實爲今日遺傳學上之一大問題。
- (11) 是卽人爲淘汰。

—— 結論

今吾將豌豆實驗所得，與此方面具有權威之兩學者 Kōlreuter 及 Gärtner 研究所得比較，當亦不無興趣。按此兩學者之意見，則謂雜種之外觀，或呈兩親之中間型，或與其間一方近似，甚至無從分別。由是等種子萌苗之株，即在自花受精，而所得各型亦常與普通型互異，概言之，一次交配所得之個體中，大多數保持雜種型，其餘少數似母株，一二似父株。然所有雜種，亦非盡無例外者，或則子孫一部與一方之親近似，餘與他方之親近似，或則全體偏似於兩親中一方，又或則全體悉取雜種型，降至後代亦復不差。變種間雜種與種間雜種行動雖同，而其(1) 形態之變化性較強，且顯有還原而為親型之傾向。

就雜種之形態及其如法進展之情形而言，顯與豌豆所得者相符，在上舉例外者則否。誠如 Gärtner 所云，欲確定雜種型在兩親中孰較相似，率視觀察者之主觀屢有甚難者，即在觀察周到，鑑識縝密，尚有為他故致令其結果不安定或不準確者，誠因用作實驗植物者，厥為良種，且有多數互異之形質，於此除顯可立別者外，其餘或多相似或少相似，必於植物外觀別具

風格之形質，加以參酌。此雖難以言語形容。而植物專家無不盡知之。若以雜種之進展。與豌豆者循同一法則。則各實驗所得詳式。內含之型。當甚多數。此則因項數乃隨相對形質以8之累數而增加也。(2) 故當實驗所用植物較為少數時。其結果不過殆確而已。時有相差甚大者。例如兩親有7組相異之形質。茲欲決定其子孫間關係之程度。而培育100乃至200株植物。則易知其所不正確之故何在。蓋就7組互異形質而言。其詳式中宜含16,384個體(3) 2,182異型。(4) 而觀察者隨偶得某型之數為較多。遂謂其關係之程度。彼此而有強弱焉。

又若相對形質中。優性者完全或殆完全傳諸雜種。則式中各項必以兩親中多具優性者為占多數。就上舉豌豆3組相對形質所得之實驗。優性形質盡屬母株。式中各項由內部之結構而言。雖兩親所賦予為均等。顧其所得。則以母株之型為較優勢。致雜種第一代所得64株中。54株完全相同。或只一形質不同。足見於此若徒依雜種外觀之一致。而遽斷其內部之結構。亦復一致。殊不允當。可恍然矣。(5)

Gärtner曾云雜種之進展在有條不紊時。其子孫中雖無表見兩親之原型。而乃稍有近似者。此在詳式繁(6) 而所實驗之植物少者。勢所必然。例如7組相對形質所得雜種子孫16,000

株以上(7)之中。而兩親之原型不過各占1株而已。是故欲在少數實驗植物中。而求親型。殊非易易。其稍可期望者。僅以略相近似之型爲止。

茲有全異其趣之雜種。斯卽子孫之形質永久不變。一如純種所見者。據 Gärtner 所知。此例中有結實力優越者。如 *Aquilegia atropurpurea-canadensis* (耬斗菜之類)。 *Lavatera pseudolbia-thuringiaca* (花葵之類)。 *Geum urbano-rivale* (水楊梅之類)。及某石竹類之雜種等是也。又 Wichura 謂柳之雜種亦然。此與植物進化史。所關甚巨。蓋形質永不稍變之雜種。實占有新種之地位也。此事誠確。已由卓越之專家。加以保證。可勿容疑。(8) Gärtner 栽植有種石竹 *Dianthus Armeria-deltoides* 於庭園。達至 10 代之久。確見所得盡與本體一致。並不稍差。

依豌豆之實驗。已證明雜種成生種種之卵細胞與花粉細胞。及其子孫之變化性。卽基乎此。其他雜種之進展。若與此相埒。則其原因自同。可想而知。但在子孫不變之雜種。則可謂其生殖細胞盡具同一形質。故各與雜種之基礎細胞(卽受精後之卵細胞)。互相一致。據著名生理學家之意見。則謂顯花植物當生殖時。各以一花粉細胞與一卵細胞合爲一細胞。(9) 嗣攝取

營養分，成生新細胞，遂發達而為一獨立生物云。其發達之情形，乃根據細胞內所有生活要素之物質的結構與配列，而循一定之法則。若生殖細胞相同，而與其親之基礎細胞一致，則由是所得新個體之進展，當與其親各循同一之法則。若一卵細胞與異種之花粉細胞相合時，則不得不假定兩生殖細胞所含互異所由分之各要素間，有所妥協。如此所得之融和細胞，斯為雜種生物之基礎。厥後進展所循之法則，自與兩親者不同。若妥協完全，易言之，雜種之幼胚，倘純由兩種生殖細胞永相融和之同一種類之細胞發育而成，則雜種當與他之固定種相同。其子孫之形質亦固定不易。其子房及藥內所有生殖細胞各為同類，與基礎之融和細胞(受精卵)互相一致(10)。

就雜種子孫之有變化者而言，即謂卵細胞與花粉細胞所存相對要素(11)之間，又有一種妥協，因成雜種基礎之一細胞，亦屬無妨。不過此所妥協者，僅止一時，非能持之永久也。然就雜種一生涯之形制，未見其有任何變異而推之，則更可假定各相對要素所由合而分者，當在於生殖細胞成生之時，其中所含要素完全自由，且均等參加(12)，僅相對要素彼此互離而已(13)，由是雜種遂按各要素間所得組合之數，而成生卵細胞與花粉細胞。

雜種進展之根本不同。茲雖歸諸細胞所含相對要素之組合久暫。而加以說明。固僅爲一種之臆說。證左不多。尙有深加研究之餘地。然其所以稍堪取信者。徵諸豌豆所得之成績而明。卽雜種中所組合各相對形質之行動。與兩親所有他之異點全無關係。及雜種所成生之卵細胞並花粉細胞。乃與固定型所得之數相當。若追究兩植物相對形質之源泉。可歸因於基礎細胞內。生活上互相爲用各要素之種類及集合不同使然。

然在豌豆所設之法則。尙有更求證實之必要。至少亦宜將重要實驗如雜種生殖細胞之構造。反覆行之。蓋有初似微微不足道。比及漸次累積。就全體之成績而言。不能置諸不顧者。此在一人觀察所及。往往易於忽略。又其他雜種之進展。果否與豌豆共取同一之行動。此又必待實驗而後決。然生物發育之矩範。既盡一律。而勿容疑。則其要點。當無二致。

最後就 Kölreuter, Gärtner 等所行人工交配。而由一種變成他種之實驗。特進一言。此實驗特別重要。Gärtner 謂爲『造成雜種中之最困難者』云。

欲將一種 A 變成他種 B 時。先將此兩者相配。嗣於所得雜種。更用 B 之花粉使其受精。於是從所得各型之子孫中。擇其與 B 種最爲近似者。復配以 B 之花粉。至得與 B 型相同且

其後固定爲止，如法行之，而 A 種斯變爲 B 種矣(14)。Gärtner 曾就 *Aquilegia* (耬斗菜屬)，*Dianthus* (石竹屬)，*Geum* (水楊梅屬)，*Lavatera* (花葵屬)，*Lychnis* (剪春羅屬)，*Malva* (錦葵屬)，*Nicotiana* (烟草屬)，*Oenothera* (待宵草屬) 等植物，如法實驗達至 30 次，而其彼此轉變所需之期間，視種類而有不同，或交配 3 次即已成功，或則非反覆 5 次 6 次不辦，又或雖在同種，而所需次數無定者，Gärtner 以此歸因於次述之事情「一種當生殖時，其使親型轉變之力，各視植物而大有不同，故由一種變爲他種之期間及其代數，自亦久暫多少不一」。氏並謂「一種變成他種，視其初所選爲何型何株，而經過之情形有不同」云。

此等實驗，若以各型之進展與豌豆相同，則彼此轉變之作用，當亦易於解釋。雜種所成生之卵細胞，與雜種內諸形質所得組合之數相等，而其中一個，必與受精所用之花粉細胞相同，因此所有此類實驗，在第二次之受精，當已可獲得與父株相同之固定型，但其實果否爾爾，則視實驗用植物之株數，及交配所得相對形質之多少，而有不同，例如實驗用植物有 3 組形質互異，茲於 ABC 種以 abc 種之花粉反覆交配，使變成 abc 型，此在第一次交配所得雜種，有 8 種之卵細胞如次。

ABC ABc AbC aBC Abc aBc abC abc

及第二年復配以花粉細胞 abc . 斯得次式.

AaBbCc + AaBbc + AabCc + aBbCc + Aabc + aBbc
+ abCc + abc

所謂 abc 型. 在此式中 8 項而占 1 項. 故實驗植物縱屬少數. 當亦易得. 可見彼此轉變. 兩經交配. 即已成功. 若萬一 abc 型未曾表見. 則必於最近似之組合如 Aabc, aBbc 及 abCc 中. 任擇其一. 重行交配. 可見如此實驗. 在所用植物愈少. 又兩親相對形質愈多. 而其歷程即愈久遠. 又如 Gärtner 觀察所及. 即在同一種類亦易有一二代之差. 至於欲使相異殊甚之種轉變. 常必實驗五六年. 此誠因雜種所生卵細胞之種類多少. 乃隨相對形質而以 2 之冪數增加故也.

Gärtner 幾經實驗以後. 知各種互變之期間. 多不相同. 即屢有一種 A 變為他種 B. 所需期間. 比諸反是者較快一代. 氏因此而謂 Kölreuter 所主張『雜種間兩性質永保均勢』之意見為不允當. 然 Kölreuter 以此批難為無價值. 蓋氏曾云『嗣後之轉變則視選用之個體. 而結果互異』於此而竟忘之也. 關於此點. 就豌豆兩種實驗所得. 顯知以後交配視為適宜之個體. 乃依所欲轉變者為兩種中之何種. 而大有不同. 其實驗所用親

株有5組形質互異。在一種 A 盡具優性形質。他種 B 盡具劣性形質。欲求互變。乃於 A 以 B 之花粉。或反於 B 以 A 之花粉。令其受精。翌年所得雜種。復如法試之。在第一實驗即 $\frac{B}{A}$ (15)。在第三年為嗣後交配所選用之個體計87株。而其型分作32種。在理論上已為應有盡有。第二實驗 $\frac{A}{B}$ 計得 73 株悉與父株之習性完全一致。但其內部之結構。自與第一實驗者同其繁瑣。可勿容疑。故適於選擇者。僅限於第一實驗。而第二實驗則只得任取個體而用之。後者中一部分之花用 A 之花粉令其受精。餘任其自花受精。在兩實驗用供交配之植物各為 5 株。依翌年栽培所得。其與父株一致者如次。

第一實驗	第二實驗
2 株	全形質一致
3 株	4 形質一致
	2 株 3 形質一致
	2 株 2 形質一致
	1 株 1 形質一致

如此在第一實驗雖已轉變成功。而第二實驗未臻其極。似尚有二次交配之必要。但未及進而究之。

優性形質雖屢有不盡屬於兩親中一方。但兩親中孰有強

半之優性形質，則轉變之過程必有差異。在優性形質多屬於父株時，厥後因受精而選用之某型，不及相反者易於着手，轉變期間，卽坐是遷延。此固指不僅外形類似父株，卽降至子孫亦終不稍變者而言。

Gärtner 由此等轉變之實驗，而論植物種之固定性，且似反對博物學者所信植物之演進無已。彼以爲一種之克變爲他種，乃所以示種固定於有限範圍內，不能更有所變遷。此意見雖未能認爲有絕對之價值，而吾在 Gärtner 所行諸實驗中，已足知上述栽培植物所以有變異性之臆說爲有明證也。

在實驗所用種類中，尙有次列之栽培植物，卽 *Aquilegia Atropurpurea*, *Aquilegia canadensis*, *Dianthus Caryophyllus* (紅茂草), *Dianthus Chinensis* (石竹), *Dianthus japonica*, *Nicotiana rustica*, *Nicotiana paniulata* 等。而是等各種間之雜種，降至4代或5代，仍不失其爲固定性。

註釋

- (1) 此指種間雜種。
- (2) 此已詳於第8節。
- (3) $4^7 = 16,384$.
- (4) $3^7 = 2,187$.

- (5) 依近來遺傳學上之術語而言之，卽外表式 (Phenotype) 與因子式 (Genotype) 之關係，此乃外表式相同，而因子式互異者。
- (6) 此指式中項數多，卽所組合之相對形質多者而言。
- (7) 參看本節註釋 3。
- (8) 如此所述不變雜種，果其有之，斯實爲不依 Mendelism 之完全異類之雜種無疑，此因 Mendelism 之根本原理，已如上述，乃存於分離法則也，然在 Gärtner 及 Wichura 之實驗，並無記載所得個體之多少，此或因所觀察者，只置於詳式中一項(卽與 F_1 同型組合之一項)，若就多數植物詳加觀察，則並見其他各項，亦未可知，易言之，雖有分離法則支配其間，願因所實驗者少數，致觀察未周歟，此問題在遺傳學上亦屬重要，多數學者曾分就各種動植物多方實驗，時至今日，雖尙有謂某生物之果有不變雜種者，但自從來視爲不變雜種中，多不過僅就一項觀察，或以爲雜種，究得自單雌生殖，證實以後，而分離法則，似益輝煌。

Mendel 所以肯定 Gärtner 或 Wichura 關於不變雜種之主張，固不第因兩氏之觀察超絕，並亦根據於水蘭屬 (Hieracium) 所得之實驗。然 Ostenfeld (1904 年) 及 Raunkiaer (1903 年) 兩氏，在蒲公英及水蘭，則見其依單雌生殖而有結子之能力，卽將此等植物蕾中之藥及柱頭全部剔除，仍能結子多量，嗣復由 Rosenberg 氏 (1906 年) 從細胞學方面加以證明，此固不僅可以說明 Mendel 在水蘭何以見有不變雜種，並足解釋費盡心力，防止自然受精，何以仍屢不得雜種而有餘，卽 Mendel 以爲偶由自家受精所得之植物，其實乃出諸單雌生殖者也。

(9) 原文於此加以註脚如次。

在豌豆新胚之形成，必由兩種生殖細胞之要素完全融合，而無容疑。否則雜種之子孫中，復有兩親之型。彼此同數，而所有特徵並不稍差之事實，將何以解釋。若以卵細胞所影響於花粉細胞，僅限於外部，或以卵細胞僅不過盡營養之責，則人工交配後，發育所得各雜種，當完全類似父株，或至少亦甚近似，而無可疑。然如此事實，在實驗上了無所得。兩細胞內容之果有完全融合，觀雜種之形態不拘其親之為父株或母株，而無不盡同，足為證矣。

(10) 此為 Mendel 對於實有不變雜種之意見。

(11) 此要素即遺傳要素，學者所下名稱不一，今日通用 Johnsen 所提倡之 Gen (複數 Gene)，此或譯作基因，或譯作因基，又或稱為遺傳單位，遺傳因子，遺傳子或簡稱因子，因。

(12) 循所謂獨立法則。

(13) 循所謂分離法則。

(14) 此實非 A 變為 B，乃由 A 與 B 交配之結果，將 B 揀選而出者，此在 Mendel 亦自有說明，見後。

(15) 此已見前 $\frac{B}{A}$ 乃以 B 為父株 A 為母株交配之式。

中華民國二十六年三月初版

(54303)

譯世
界名著
植物雜種之研究一冊

Versuche über Pflanzenhybriden

每冊實價國幣叁角
外埠酌加運費匯費

原著者 Gregor Mendel

譯述者 林道容

發行人 王雲五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

* 版 權 所 有 *
* 翻 印 必 究 *

(本書校對者周蕪侯)

二四〇七

編

