



拜訪孟德爾豌豆園



DR MENDEL
醫五吳蓉俐
through science and art

今年暑假，因為在捷克進行交換學生的活動，有兩個月的時間，我趁著閒暇之餘，又進行了一趟醫學之旅。這次我要跟大家介紹捷克的科學家。捷克雖然地處東歐，然而在19世紀時，它的思想開明，教育水準進步，當時就有兩位舉世聞名的科學家，一位就是遺傳學之父——孟德爾(Gregor Johann Mendel)，另一位就是生理學家普金希(Jan Evangelista Purkinje，以研究心肌生理醫學而著稱)，這裡我先說孟德爾的故事，待回再跟你們說Purkinje的故事。

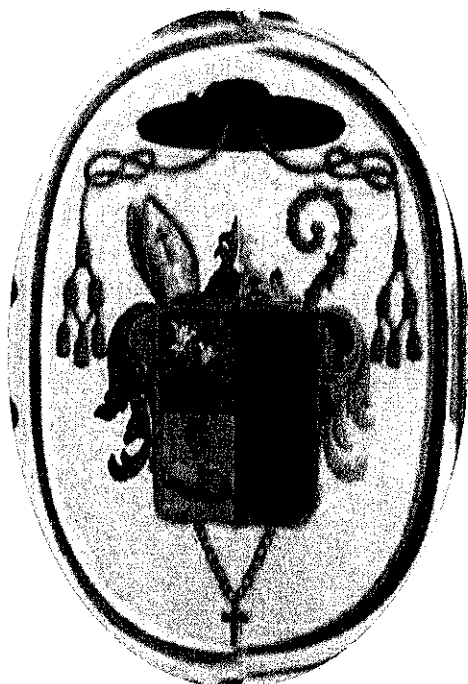
孟德爾，捷克摩拉維亞人(Moravia)(捷克一共分為三個區域，波希米亞 Bohemia、摩拉維亞 Moravia、和西里西亞 Silesia)。1822年7月20日誕生在Hynice-Moravia北方的一個小鎮。小時候生物課本上都說孟德爾是奧地利神父，事實上，他是不折不扣的捷克人，只不過19世紀時，捷克被奧匈帝國(Austria-Hungary)的哈布斯堡家族(Hapsburg, 1526-1918)所統治，直到20世紀初(1918)才獨立。所以孟德爾應該是捷克神父才對，而不是奧地利的神父。不過今天不論他原是那國人，他的遺傳學定律早已是普世通行的定律了。

在無聊的飛機旅程中，將他的傳記大概地念過一遍。某一個星期天的早晨，陽光燦爛，藍天白雲，買了一張布拉格(Brno)與布魯諾(Brno，摩拉維亞的首府)間的來回車票，行程大約兩個多小時，就可到達布魯諾了。到了當地轉搭電車，不久就可以看見聖湯瑪斯教堂(St. Thomas Church)的黑色尖塔，高聳巍峨地豎立在前。在它的旁邊就是孟德爾擔任神職人員的修道院。這塊區域，布魯諾人為了紀念孟德爾的貢獻，特別以他的名字來命名(Mendlovo namesti)。下車後，穿過馬路，就可以看見一片綠意盎然的花園在

教堂前面，難道這就是孟德爾的花園嗎？我想是的。事實上，在教堂的一角，已經改建成為現代化的孟德爾博物館，今日遊人不多，只有我與友人。

聖湯瑪斯修道院原隸屬於奧古斯汀修會，奧古斯汀修會不像其他天主教修會那麼樣要求修道士必須隱世修行，反而強調修士必須要對教學及研究的熱衷超越對祈禱的執著。孟德爾在1853年進入修道院修行，頗得院長的賞識。在院長的出錢出力之下，孟德爾在修道院花園中央，興建了一座玻璃屋，因此得以在其中進行他的雜交實驗，但是今天這個玻璃屋已經不在了，只留下石垣的殘蹟，供人憑吊。博物館前的小花園，依然種植了稀疏的豌豆苗，聊表紀念，彎腰垂地，似乎乏人照顧，好在天氣的爽朗足以使它們依然青蔥。

19世紀的中期，已經是啓蒙時代(Age of Enlightenment)的末期。各種新興的科學興起，有許多的學說開始一反天主教的教義：是上帝按他的旨意創造生命的理論。科學家慢慢地了解並研究許多的生命現象並非命定，並非全是秩序井然，他們開始有了「變異」的概念，然而變異從何而來是許多科學家感興趣的。當然也有許多的守舊派科學家，依然繼續奉行天主教的教義，和新派的科學家纏鬥爭辯著，一直到今天還是有著。孟德爾在年輕時就展露對於科學的興趣，他認為雌雄配子對後代的變異都有相同的貢獻，生物代代都在變異，並非一成不變，只不過需待時間和實驗去證明了。所幸在院長先生的鼓勵之下，他一共展開為期十年(1854-1864)與豌豆為伍的研究。



其實一開始，孟德爾並不是以豌豆為實驗素材的，而是用白老鼠。他想藉由觀察牠們的交配，觀察野生小鼠與小白鼠雜交後子代的被毛顏色，來研究遺傳學的。然而這樣的想法讓主教大人們非常不能接受，身為一個神職人員，怎可窺視並操弄同是哺乳動物的性交呢？在當時天主教的倫理中，動物們的性交是為了繁衍下一代，絕不是為了享樂或研究之用，所以自慰、雜交呀這種事等同於同性戀的罪孽深重的。因此後來孟德爾在天主教的脅迫下，不得不放棄動物實驗而轉向植物研究的。不過英諺說「[They] always have their bright sides」如果不是他的這種轉變，恐怕今天還沒有遺傳學這回事呢！不過孟德爾心想，植物也是性交呀，繁衍子代也必須靠精細胞與卵子的結合，只是主教大人不知道呢！

豌豆的品種不下數十種，到底要選那一種做為實驗的素材呢？其實我們都知道孟德爾後來是很幸運地選了一種品種(Gisela)。

它每一種性狀都很純粹，高莖的生高莖的，綠色豆莢的生綠色豆莢的，純種的話幾代交配下去都不會出錯，從來都沒有出現過中間型。而且很幸運地，這種不一樣的性狀在一個世紀後再被研究出來居然分屬於不同的染色體上，更是承蒙上帝的眷顧。在當時也有不少的植物雜交的學者，競相研究雜交理論，可是他們大多選錯了植物，染色體控制性狀的位置亂七八糟，有些甚至是無性生殖得以繁衍後代，只是當時他們並不知道，成果也就不如孟德爾來得輝煌。

但是雜交與性狀的秘密究竟是什麼，為何總是如此，為什麼某些性狀雜交後消失而第二代後又出現，這其中是否依循某些規則，如何將遺傳特徵傳遞至下一代等等的問題，困惑著孟德爾。他心中大概知道說有一種基本單位在控制著遺傳，他稱之為Merkmal-elemente。德文意思就是單位或因子之意。也就是日後我們所熟知的DNA。他的這種見解莫不使科學家力爭要發現那控制遺傳的要素是什麼，間接促使克里克(Francis Crick)和華生(James Watson)在1953年發現了DNA的構造。

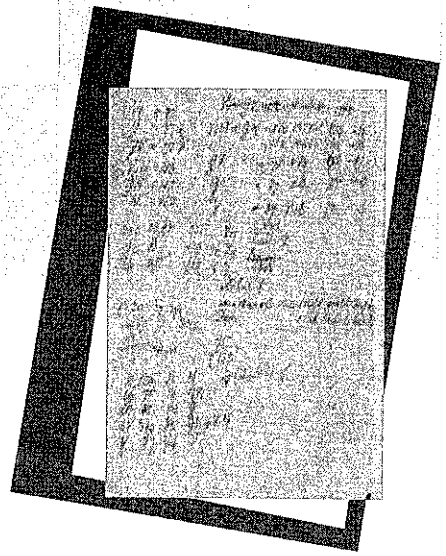
由於19世紀當時並沒有DNA遺傳因子的常識，19世紀之前的遺傳理論普遍認為子代的性狀是得自父母親的特徵的一點加以攪拌攪拌而成(Blending inheritance)，而雜交是被教會、被上帝所詛咒的。而出自於上帝的憐憫，最後代會再度出現純種的性狀，這也是

是某些親天主教派的生物學家提出的論證，雖然也會出現的不同的性狀，但是在上帝的感動之下，它又會出現和不同的性狀。如今我們聽起來，不是頗為荒誕不經嗎？

而這些問題必須靠十分精密的數學計算及統計演繹歸納才得以破解。所幸在當時布魯諾已經有大大小小不同的科學機構組織了，例如一所科技大學和農業協會等等，而當時的奧古斯丁修會(天主教的分支)會神職人員，又十分執著於教學及對研究的超越，孟德爾加入這些學會，結交了來自各種不同的領域，例如數學專家，生物統計的專家，幫忙他在栽培豌豆之餘，一同推測解釋遺傳的法則為何，不多久，這驚人的秘密將要公諸於世了。

孟德爾當時就發現豌豆有種種肉眼易辨的性狀事實上有多達一十多種，只是被他挑選出種，例如種子的形狀是圓的或是皺的，顏色是綠的還是黃的。在為期六年的實驗中，孟德爾共進行了三、四、五、六、七、八、單一性狀交配(monohybrid)、雙重雜交(dihybrid)、三重雜交(trihybrid)、反交(reciprocal backcross)等等的實驗，每一代的種植、交配到收成，一共要花上一整年的時間。他發現純種的特徵遵守全有全無定律。





從來不會出現中間的類型。這些特徵在傳給下一世代時，每一項特徵之間不智互相干擾，也不會無緣無故地消失。這就是於1865年所提出的著名的顯性定律(Dominating)。事實上在那之前，孟德爾早就熟讀先輩科學家的著作，再加上自己的推演，他認為植物特徵出現新的「變換」，是因為它們遵守「固定的組合定律」。如果實驗時間夠長，繁殖的子代夠多，就可以得到結論了。所以他的定律並非是完全從觀察實驗結果而來，反而是藉由實驗來證實他心中的想法的。我們真是要為這樣的一位天才肅然起敬的。舉例來說，在他收獲了32世代時，他迫不急待地打開豆莢，他想要看看一種曾經被隱藏性狀以3:1的比例再度出現。後來他把這隱藏的性狀叫做隱性(Recessive)。

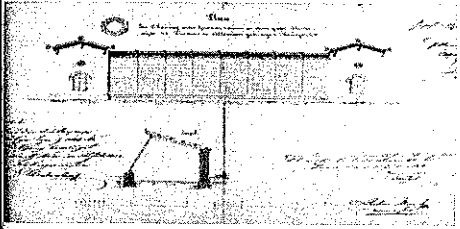
在溫室中，他常親暱地稱呼他的豌豆「孩子們」，因他小心翼翼地照顧每一株豌豆，確保每一株的親代是純種。親自替他們採花藥，確保每一株都能夠自體受精，或按照他選定離交方式生長，然後一株一株地替它們蓋上白布套，等待收成，然後按照顏色與形狀分類。春天播種，秋天收成，過了冬天，再一次播種收成。每一天他都要花好幾個鐘頭在花園中辛勤地彎腰工作。據估計他完成一連串的雜交實驗後，已經計算超過一萬株的植物，四萬朵以上的花，以及大約三十萬粒的豌豆。

在博物館內，當我看到孟德爾小心翼翼地用細小且工整的德文筆跡記錄實驗的成果，心中真是有莫名的感動。他的少數保存下

來的實驗記錄本，整理完善地陳列於玻璃櫥櫃內，詳細地寫下 $Aa \times Aa = AA : 2Aa : aa$ ……密密麻麻地，等等之類的資料，我心想遺傳學定律就從這裡開始了。他是一位英文字母的大寫表示顯性，用小寫表示隱性的人，這真是一個神來之筆。用當年採收的豌豆花苗，標本已經枯萎泛黃，而豌豆被保存地卻是依然翠綠如新。孟德爾使用過的金邊圓框眼鏡，僧袍，照片、畫像陳列在旁，一如當年，英姿煥發。但是實際他是一位非常害羞的人，害羞到每次照相時手中都要拿一株鈴蘭當做護身符，然後躲在眾人後面照相。有個同僚是這麼形容孟德爾的：「一位中等身材的人，寬肩，略為肥胖，大腦袋，高額頭……口袋中總是塞滿豆子……金邊眼鏡後那對湛藍的眼閃閃爍爍著你所見過最和善的光芒……服裝表現出端莊及謙恭的個性」。

在複雜的計算之後，他隱約地推出結論每一個親代都含一個控制遺傳的因子，且每個子代只會得到其中的一個，2個因子遺傳時互不干擾，機率相等。這就是著名的分離定律 Law of segregation 與獨立分配律 Independent assortment。

十九世紀是一個動盪不安的年代，自文藝復興與啓蒙運動以降，天主教會的勢力一點一滴正衰弱當中。再加上民族主義的興起，神權君主制度瓦解，西邊的英國達爾文的演化論將要方興未艾，比達爾文還要早三十年孟德爾，在破解遺傳法則之餘，他似乎明白到自己所從事的科學研究——性狀的傳遞是來自上一代的沿續，他的信仰：人類是於由上帝接者祂的形象所創造的理論，慢慢地有著天差地別的不同。在他之前的科學家，有不少人因為和教廷持反對的意見，而被處理成異端，例如布魯諾(Giordano Bruno，多才多藝的義大利思想家，因主張世上還有許多太陽系，被教會視為異端，而被教宗Clement XIV處於火刑。)與伽利略(Galileo Galilei，1633年遭到教廷判刑，軟禁在家，直至1642年去世為止，未出過家門一步。教宗 John Paul II 在1992年十月底，正式赦免了伽利略。)，不是被燒死就是被判刑被關，而後輩達爾文之士，因為演化的學說一輩子受人嘲諷，譏笑說是猩猩的後代。他安靜地在修道的一角，細心地照料他的豌豆，偶爾他也會發表幾篇小論文在當地科學協會的年會中，然後寫信給當時幾個在歐洲著名



在博物館內，當我看到孟德爾小心翼翼地用細小且工整的德文筆跡記錄實驗的成果，心中真是有莫名的感動。他的少數保存下

的植物雜交學者通信來交換意見，一點也沒有沽名釣譽的意味。

可是我們後來知道由於他的實驗結果在當時先進而複雜，少有人對他的卓越的統計結果而誕生的遺傳學理論表示理解或贊同，在他寄出20多封報告複本之中，大部分的人都沉默以待，只有一個人給他禮貌上的回信。據後來考證，有些人根本從來未曾拆開孟德爾的來信，十分地不屑這個摩拉維亞的科學家的成就。

我們可以說孟德爾在世時一點也不得志，也不享有盛名，有生之年一直無法得到國際的讚譽。如同天才莫札特與舒伯特一樣。他的理論一直要到十九世紀末才被重視，沒有什麼人在當代會提到他的論文。二十世紀才是他的世紀，不過那又怎樣，我想如果他像達爾文一樣在世時就享有盛名，恐怕下場也如達爾文一般渾渾不安地死去。

在豌豆雜交實驗之後，孟德爾轉向利用其他的材料試驗，例如蜜蜂、山柳菊等等。孟德爾在聖湯瑪斯後院的小土坡上蓋了一個小蜂房，看看是否雜交實驗也適用於動物。今日還存在，但平日大門深鎖，一般的遊客不得其門而入。在我與友人向管理小姐的要求下，管理小姐答應帶我們進入參觀，也總算看到了與孟德爾當時有關的紀念物，彷彿也看到他在裡頭忙裏忙外看著他的小蜜蜂。但是後來我們知道這部分的實驗是失敗的，更加打擊了孟德爾的信心。

孟德爾在生命的最後6年中，當上修道院的院長，使他日後無暇顧及實驗，而之前在雜交實驗中因過分地使用顯微鏡，使他的眼睛視力大為減退，差點就要喪失。雜交實驗至此告一段落。在他設計自己的院長徽章時，仍不忘放上自己最心愛的植物標誌。

1884年1月6日，孟德爾因布特氏病(Bright's disease，一種腎臟病)離開了人世。他的訃聞上寫著：his experiments with plant hybrids opened a new era.。當然這是一種恭維的說詞。他沒有能活著看到自己的研究死後被人奉為圭臬。死後被葬在Brno東北角的一塊墓園，今天墓碑上的字跡因時間的侵蝕而幾不可辨，十分地破敗，似乎無人知道有一位偉大的人物埋藏於此。所有的個人物品及科學文件被妒嫉孟德爾的繼任院長，一把火燒得精光，僅留下少數的資料。而溫室也被龍捲風襲擊而摧毀，一代偉人的

事績將終就這樣歸於塵土。

然而天才是不會被埋沒的，直到20世紀初時，終於有許多的科學家使孟德爾的學說重現天日，逐漸發現孟德爾的學說精彩與可貴之處。這部分的故事也很精彩，但因篇幅關係，無法再一一詳述了。是故天才的光芒終就不會被掩飾的。孟德爾自己都不知道他創造了孟德爾定律，最終發展成了孟德爾遺傳學(Mendelian Genetics)。在這些科學家的努力之下，終於使他的學說永世不朽。

夕陽西下，我帶著愉快的心情回家，雖然物是人非，斷翦殘篇，但能得以親自探訪，已心滿意足。孟德爾絕非是出世的天才，他是屬於愛迪生所說的那種天才，必須埋頭苦幹、耐心與慎密的工作，天才才得以展露。如果他在天堂中有知，在遙遠的東方；台灣也有許多人知道並喜愛他的學說的話，他一定會欣喜若狂的。

Bye-Bye! 孟德爾先生，謝謝你，願您的努力與成就永遠為人類所紀念。

