

# 遺傳學講義

## 第一回

701090-1



考友社 出版發行

# 第一講 孟德爾遺傳學

## 命題重點

### 一、緒論

孟德爾選取豌豆作實驗材料，因其具有下列優點：豌豆為一年生植物，生活史短便於多代觀察；豌豆有極易鑑定的特徵且栽培容易，一般為自花授粉，易得純系，實驗時亦可人工將其他花朵的花粉灑在柱頭上。

孟德爾明智和幸運的選擇才有了如此的成就。經過許多代的自花授粉，產生了純系（pure lines）的豌豆；且孟德爾所選取的七種形性皆有兩種表現性狀，其中一者為顯性。這七種特徵是高莖或矮莖；未成熟的豆莢是黃或綠、飽滿或皺縮；頂生或腋生花；成熟的種子黃色或綠色；種皮光滑或皺縮；種皮白色或灰色（白色種皮的種子來自開白花的豌豆，灰色種皮來自紫花豌豆）。孟德爾最早的實驗，只選取一種性狀不同的豌豆交配；若無法得到僅一種性狀不同的豌豆，則一次交配只考慮一種性狀，作為研究對象。

### 二、孟德爾的實驗

為了防止自花授粉，在受粉部位成熟前，即須除去花藥，而親代的花粉須在適當的時期灑在柱頭上。交配後產生的種子可讓其在藤上成熟，有些性狀可以立即判定（例如種子的顏色），但有些特徵如植物的高矮，須將種子播種，生長成熟後才能記錄。雜交實驗須歷數代，而反交則是雜交子代和純系親代交配。孟德爾找出待解決的問題後著手設計實驗，他了解氣候、土壤等會影響豌豆的形性，但在實驗條件下，遺傳是最主要的限制因素，例如高莖豌豆在他的實驗環境下，可長 6 呎至 7 呎高，而矮莖僅 9 吋到 18 吋；矮莖不會變為高莖，反之亦然。

### 三、分離的原理

在一實驗中孟德爾以高莖及矮莖植物作交配， $F_1$  所得全為高莖，當此  $F_1$  之高莖植物自花授粉時，其子代又有矮莖出現，經大量的統計之後發現約有  $\frac{3}{4}$  為高莖， $\frac{1}{4}$  為矮莖，在 1064 棵“孫代”植株中，約 787 棵為高莖，277 棵為矮莖，其結果為  $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$ 。

另一對因子雜交的實驗是綠種子的植株與黃種子植株的交配， $F_1$  所得全為黃色，總數 8023 的  $F_2$  種子約 6022 粒為黃色，2001 粒為綠色，又符合 3:1 的比例。

孟德爾假設獨立的因子(基因)與所觀察的遺傳型式有關，爲了證明此假設，他預測  $F_2$  可能發生的情形，並播種  $F_2$  種子證實他的預測。基於此假設，他預測約有  $\frac{1}{2}$  的黃色  $F_2$  種子能產生黃色種子，而  $\frac{1}{2}$  產生黃色及綠色種子之豆株，綠色的  $F_2$  種子只產生綠色種子。種了 519 顆黃色  $F_2$  種子，有 353 棵植物長出黃色與綠色之種子，其比例爲 3 黃：1 綠，另外 166 棵植株只產生黃色種子。綠色的  $F_2$  種子果如預測，只產生綠色種子的植株。

其餘五對相對的遺傳性狀也被選來作雜交研究，每一對中有一個對另一個爲顯著，如高莖對矮莖爲顯性，相對的另一個爲隱性。孟氏自單一性狀雜交所得的結論是以單位性質的觀念做基礎的，在此遺傳過程，遺傳的實質成員是成對的出現(亦即一基因以不同的形式存在)，控制豌豆莖高度的基因有二相對因子，一個控制高莖，一個控制矮莖，控制高莖的爲顯性，控制矮莖的爲隱性；同理，控制種皮顏色的基因，亦有二相對因子，黃色爲顯性因子，綠色爲隱性因子，此種對偶基因可以自由分離至不同的配子中，而產生不同的子代，孟德爾稱之“雜種的分離”。

由上述實驗結果獲得的重要推論是成對因子分離，產生具有單一因子的配子，而不是攪混的遺傳方式，此即爲孟德爾第一原理：成對基因彼此分離並進入不同的生殖細胞。

#### 四、符號和命名

孟德爾以字母作爲基因的記號，大寫表示顯性，小寫表示隱性，孟氏以爲基因爲抽象的單位，任意可以 A, B 或其他字母表之。現有很多基因爲已知，其中某些能影響一系列的遺傳結果，爲了避免混淆，以適當的字母來表示特別的基因，通常以親代產生的突變特性作爲記號。突變常是隱性的，例如果蠅的朱紅眼，以小寫 v 表示；而有些突變基因如果蠅的皺翅是顯性的，則以大寫 W 表示。

要決定對偶基因中何者爲突變特性有一原則可循，自然環境中之族群，豌豆無矮莖者，矮莖只出現在人工栽培的種類中，所以它可能爲一種突變，而高莖爲一野生型。因此以 d 表示矮莖因子，D 表示高莖因子。由於這些符號之幫助，孟德爾的實驗可重新表示(圖 1-1)。親代(P)各具二個對偶基因(D D 與 dd)，如下所示：

## 精選試題

- 一、利用孟德爾的假說與觀察，預測豌豆在下列交配情形下的結果(a)高莖(顯性，為同基因結合)與矮莖交配，(b)，(a)之子代自交，(c)，(a)之子代與高莖親代交配，(d)，(a)之子代與矮莖親代交配。

答：(a)全為高莖；(b) $\frac{3}{4}$ 高， $\frac{1}{4}$ 矮莖；(c)全為高莖；(d) $\frac{1}{2}$ 高， $\frac{1}{2}$ 矮莖。

- 二、孟德爾將產生圓種子的豆株和產生皺種子的豆株交配，7324個F<sub>2</sub>種子中有5474個是圓的，1850個是皺的；用W和w作為基因的代號。(a)寫出親代的交配情形，(b)配子，(c)F<sub>1</sub>子代，(d)F<sub>1</sub>自交的情形，(e)配子，(f)寫出F<sub>2</sub>的表型、基因型、基因型比例和表型比例。

答：(a)WW×ww；(b)  $\textcircled{W}$  和  $\textcircled{w}$ ；(c)Ww；(d)Ww×Ww；(e)  $\textcircled{W}$ ， $\textcircled{w}$  和  $\textcircled{W}$ ， $\textcircled{w}$

		基因型	表型
表型	基因型	比 例	比 例
圓	WW	1	3
	Ww	2	
皺縮	ww	1	1

- 三、法國生物學家 Cu' enot 將野生型灰毛老鼠與白毛老鼠 (albino) 進行交配。第一代全部都是灰毛。第二子代則有 198 隻灰毛，72 隻白毛鼠。

(a) 提出假說解釋此項結果，(b) 利用假說列表比較實際值與期望值。

答：(a) 3 : 1 比例顯示為一對因子遺傳，有色基因對白色基因為顯性。

(b) CC × cc P (親代)

$\textcircled{C}$                        $\textcircled{c}$                       配 子

Cc    F<sub>1</sub>

Cc × Cc    F<sub>1</sub> × F<sub>1</sub>

$\textcircled{C}\textcircled{c}$     $\textcircled{C}\textcircled{c}$     F<sub>1</sub> 配子

1 CC : 2 Cc : 1 cc    F<sub>2</sub>

表 型	觀 察 值	期 望 值	偏 差
有 色	198	202.5	-4.5
白	72	67.5	4.5

- 四、一女子得到一種罕見的眼瞼下垂症，使她的眼睛無法完全睜開。此性狀是由一顯性基因(P)所控制。這女子的父親亦有眼瞼下垂症，但她母親則正常。她的祖母眼瞼亦正常。(a)這女人可能具有何種基因型？她的父親和母親呢？(b)如果這女人與一眼瞼正常的男子結婚，她的子女得到眼瞼

下垂症的機率有多少？

答：(a) 女子， $P_h$ ；其父， $P_h$ ；其母， $hp$ 。(b) 該女子半數子女將得眼瞼下垂症。

五、 $F_2$  比例如下，則  $F_1$  作試交結果表型比例如何？

- (a) 13:3  
 (b) 15:1  
 (c) 9:3:4  
 (d) 12:3:1  
 (e) 1:2:1:2:4:2:1:2:1

答：(a) 3 : 1 (b) 3 : 1 (c) 1 : 1 : 2 (d) 2 : 1 : 1 (e) 1 : 1 : 1 : 1。

六、鴿子的格子花紋是受顯性基因(C)控制，素色則由隱性基因(c)控制。紅色受顯性基因(B)控制，棕色受隱性基因(b)控制。作圖表示格子花紋、紅色和素棕色鴿子間交配的情形，並求出  $F_2$  的結果。

答：  $CCBB \times ccbb$                       P  
            $\textcircled{CB}$              $\textcircled{cb}$                       配子  
            $CcBb \times CcBb$      $F_1 \times F_1$

配子	$CB$	$Cb$	$cB$	$cb$
$CB$	$CCBB$	$CCBb$	$CcBB$	$CcBb$
$Cb$	$CCBb$	$CCbb$	$CcBb$	$Ccb b$
$cB$	$CcBB$	$CcBb$	$ccBB$	$ccBb$
$cb$	$CcBb$	$Ccbb$	$ccBb$	$ccbb$

$F_2$  比例

表型	基因型	基因型比	表型比
紅色格子 花紋	$CCBB$	1	9
	$CCBb$	2	
	$CcBB$	2	
	$CcBb$	4	
棕色格子 花紋	$CCbb$	1	3
	$Ccbb$	2	