2-2 性狀的遺傳

名詞解釋

一、實驗角色

1. 親代（P）：遺傳實驗中最早提供配子的個體。
2. 第一子代（F_1）：由親代交配產生的個體。
3. 第二子代（F_2）：由第一子代相互交配產生的個體。

二、性狀

1. 由特定基因控制的生物特徵，可藉生殖作用傳遞給子代。
2. 表現型：性狀在個體外顯的表現形式，可分為顯性表徵及隱性表徵。
3. 基因型：性狀在基因上的組合形式。

三、等位基因

1. 成對且獨立的基因，可控制特定性狀。
2. 可分為：
   a. 顯性等位基因：控制顯性表徵，以大寫字母表示。
   b. 隱性等位基因：控制隱性表徵，以小寫字母表示。

四、合子

1. 由雌雄配子結合後產生。
2. 根據合子基因型可分為：
   a. 同型合子：由兩個顯性或隱性等位基因組成，如 AA 及 aa。
      →又稱純品系。
   b. 異型合子：由顯性及隱性等位基因組成，如 Aa。

五、實驗方式

1. 雜交：遺傳學中對於交配實驗的稱呼。
   →通常指不同基因型的個體交配。
   →一對因子雜交：一次觀察一種性狀的交配實驗。
   →兩對因子雜交：一次觀察兩種性狀的交配實驗。
2. 自交：自體受精或與同一世代進行的交配實驗。
   →通常指相同基因型的個體交配。
3. 試交：與隱性表徵的個體交配，可用以區別個體基因型。

孟德爾遺傳實驗

一、19 世紀奧地利神父孟德爾：

1. 於 1866 年提出論文《植物雜交實驗》，奠定遺傳法則的基礎，被稱為遺傳學之父。
2. 論文發表當時未獲得重視，到 1900 年才由三位科學家重新發現其重要性。

二、實驗對象：豌豆的七種性狀

1. 豌豆容易栽種
2. 生長期短，約三個月即可採收
3. 子代數目多，有利實驗數據的分析
4. 多數性狀可用肉眼觀察並區別差異
5. 豌豆的雄蕊、雌蕊被花瓣包裹，在自然情況下為自花授粉
   →有利於人工授粉時控制實驗變因

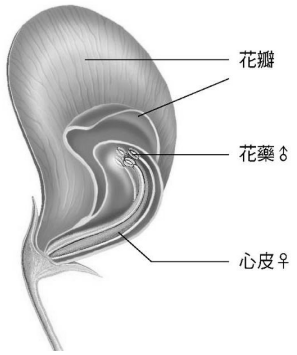


圖 7.2 豌豆花的生殖器官
在一朵豌豆花內，花瓣包圍著雄性（花藥）及雌性（心皮）兩部分，除非花朵被破壞，否則必能確保自花受精成功。

性狀	顯性 × 隱性	第二子代 顯性型	第二子代 隱性型	比例
花色	紫色 × 白色	705	224	3.15:1
種子顏色	黃色 × 綠色	6,022	2,001	3.01:1
種子形狀	圓的 × 皺的	5,474	1,850	2.96:1
豆莢顏色	綠色 × 黃色	428	152	2.82:1
豆莢形狀	圓的 × 皺縮的	882	299	2.95:1
花的位置	中軸花 × 頂花	651	207	3.14:1
植株高度	高株 × 矮株	787	277	2.84:1

孟德爾遺傳法則

一、一對因子遺傳實驗（單性雜交）

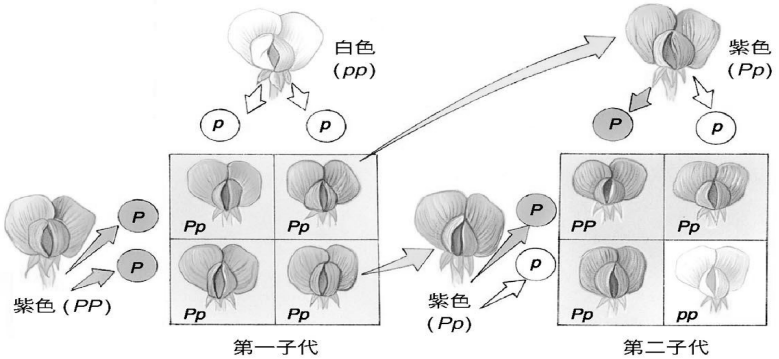
1. 培養純品系豌豆：豌豆自花授粉數代，到所有子代具有和親代相同的表徵。
2. 實驗步驟：
   選取一種性狀且純品系的親代（P）進行交配（紫花 PP × 白花 pp）
   →產生第一子代（F_1）
   →第一子代自花授粉
   →產生第二子代（F_2）
3. 結果：第一子代（F_1）皆為紫花
   第二子代（F_2）出現紫花與白花的個體，且比例接近 3：1

4. 推論：
   a. 每一種性狀是由成對的遺傳因子所決定，此遺傳因子稱為等位基因，位在同源染色體的相對位置上。
      →F_1表現的表徵為顯性表徵，由顯性等位基因控制，以大寫英文字母表示。
      →F_1未表現，但在F_2重新出現的表徵稱為隱性表徵，由隱性等位基因控制，以小寫英文字母表示。
   b. 等位基因的組合方式稱為基因型：
      →基因型為 PP 或 pp 者稱為同型合子。
      →基因型為 Pp 者稱為異型合子。
   c. 生物體表現出的表徵稱為表現型：
      →基因型 PP 及 Pp 皆表現顯性表徵。
      →基因型 pp 表現出隱性表徵。
   d. 即使將親代的基因型互換，如將♂Pp×♀pp 換成♂pp×♀Pp，所得的子代基因型結果也相同。此種交換親代基因型的實驗方式稱為互交。
5. 棋盤方格（龐納特方格）
   a. 第一子代

	P	P
p	Pp	Pp
p	Pp	Pp

   b. 第二子代

	P	p
P	PP	Pp
p	Pp	pp



6. 結論：孟德爾第一遺傳定律（分離律）
   a. 親代減數分裂形成配子時，兩個等位基因隨同源染色體被分離到不同配子中。
   b. 當配子結合時，來自不同親代的等位基因結合。
   c. 當隱性等位基因與顯性等位基因結合時，只有顯性等位基因的表徵會表現出來。
      →又稱為顯隱律

二、兩對因子遺傳實驗（兩性雜交）

1. 實驗步驟：

   選擇兩種性狀的純品系進行雜交（圓形黃色 RRYY×皺皮綠色 rryy）

   →產生第一子代

   →第一子代自花授粉

   →產生第二子代

2. 結果：

   a. F_1表現型皆為圓形黃色種子。

   b. F_2表現型為圓形黃色：圓形綠色：皺皮黃色：皺皮綠色＝9：3：3：1。

      →就單一性狀比較可得：圓形種子：皺皮種子＝3：1

      黃色種子：綠色種子＝3：1

3. 棋盤方格（龐納特方格）

   a. 第一子代：

	RY	RY
ry	RrYy	RrYy
ry	RrYy	RrYy

   b. 第二子代：

	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY	RRYy	RrYY	RrYy
Ry	RRYy	RRyy	RrYy	Rryy
rY	RrYY	RrYy	rrYY	rrYy
ry	RrYy	Rryy	rrYy	rryy

4. 由棋盤方格可得第二子代基因型與表現型的比例：

表現型	基因型	基因型比例	表現型比例
圓形黃色	RRYY	1/16	9/16
	RRYy	2/16	
	RrYY	2/16	
	RrYy	4/16	
圓形綠色	Rryy	1/16	3/16
	Rryy	2/16	
皺皮黃色	rrYY	1/16	3/16
	rrYy	2/16	
皺皮綠色	rryy	1/16	1/16

5. 結論：孟德爾第二遺傳定律（自由配合律）

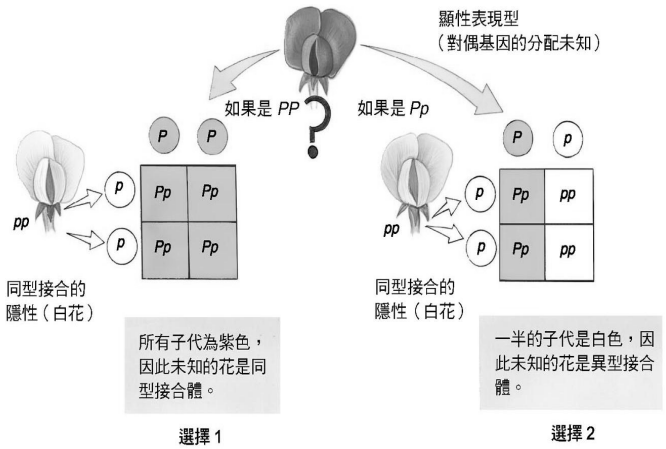
   a. 形成配子時，每一對等位基因獨立分離，不受其他等位基因影響。

   b. 形成配子時，非等位基因會隨機組合到同一配子中。

   c. 兩種性狀的遺傳不會互相影響。

※ 試交：

1. 當無法判斷某性狀的基因型時，可將該植株與隱性基因型的純品系進行交配，此種方式稱為試交。



2. 以紫花豌豆為例，以試交判別其基因型為 PP 或是 Pp：
   a. 若基因型為 PP，F_1 全為紫花豌豆

	P	P
p	Pp	Pp
p	Pp	Pp

   b. 若基因型為 Pp，F_1 一半為紫花豌豆、一半為白花豌豆

	P	p
p	Pp	pp
p	Pp	pp

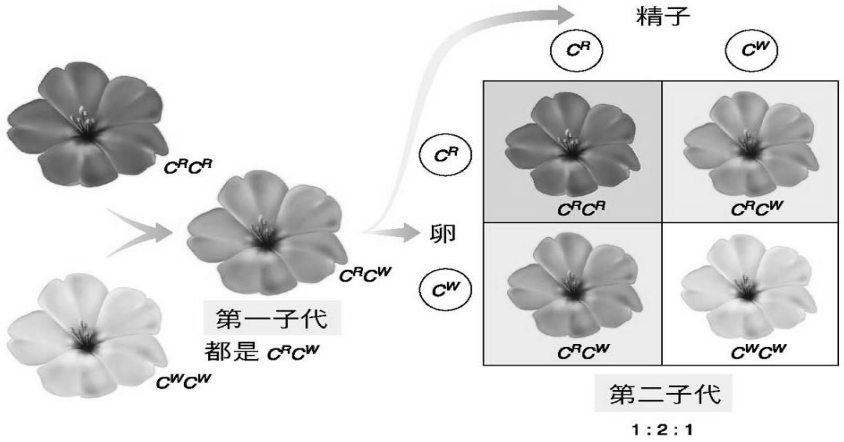
遺傳表現模式

一、 顯性遺傳（絕對顯性）

1. 顯性等位基因與隱性等位基因同時存在時，只表現顯性等位基因的表徵。
   →異型合子表現顯性表徵
2. 孟德爾實驗中七種性狀皆為顯性遺傳。

二、 中間型遺傳（半顯性、不完全顯性）

1. 性狀的等位基因沒有顯、隱性之分，使異型合子的個體表現出介於顯性和隱性之間的中間型。
2. 將純品系的紅花紫茉莉（RR）與白花紫茉莉雜交（R′R′）
   →第一子代皆為粉紅色紫茉莉（RR′）
   →第一子代自交
   →第二子代出現紅花：粉紅花：白花＝1：2：1



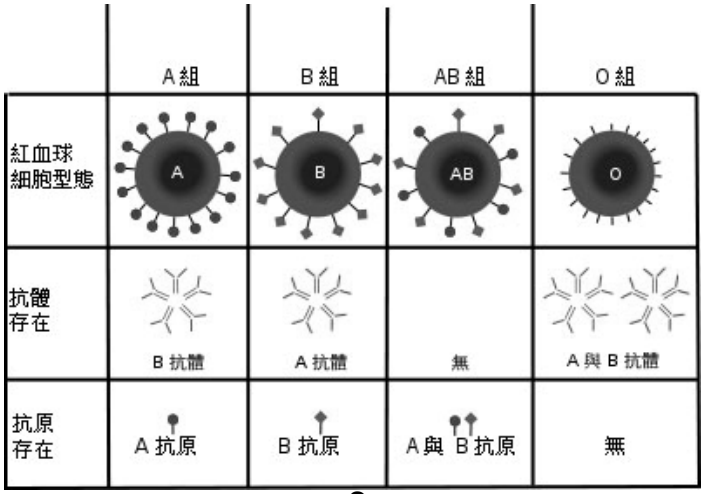
三、 共顯性遺傳（等顯性）

1. 性狀的等位基因不分顯、隱性，會同時表現其控制的表徵。
2. 如：黑貓×橘貓→黑橘花貓（毛色為黑一塊、橘一塊）

四、 複等位基因遺傳

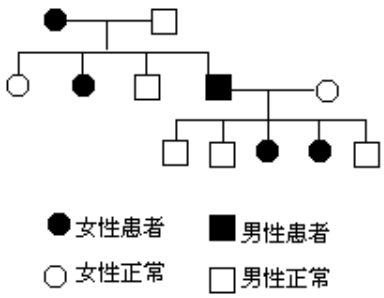
1. 單一性狀有三個以上的等位基因，但基因型只由兩個等位基因決定。
2. 人類 ABO 血型：
   a. 控制 ABO 血型的等位基因有 I^A、I^B、i
      →此三種等位基因可在紅血球表面產生不同抗原
      →基因 I^A可產生抗原 A，基因 I^B可產生抗原 B，基因 i 不產生抗原
   b. 基因表現：
      →基因 I^A和 I^B對 i 為顯性
      →基因 I^A和 I^B為共顯性，兩者可同時表現
   c. ABO 血型的表現型有 A、B、AB、O 四種：

血型（表現型）	基因型	紅血球表面抗原	血漿中抗體
A	I^AI^A、I^Ai	A	抗 B
B	I^BI^B、I^Bi	B	抗 A
AB	I^AI^B	A、B	無
O	ii	無	抗 A、抗 B



五、 性聯遺傳

1. 等位基因位於性染色體上，又稱性聯鎖基因。
   →其控制的性狀表現機率與性別有關
2. X 染色體性聯遺傳：蠶豆症、紅綠色盲、血友病
   Y 染色體性聯遺傳：耳孔多毛
3. 紅綠色盲
   a. 紅綠色盲基因為 X 染色體上的隱性等位基因（X^b），Y 染色體上沒有相對的等位基因。
   b. 男性得到一條 X^b 便會出現紅綠色盲性狀，女性需要得到兩條才會得病。
   c. 男性得病綠（8%）大於女性（0.5%）
4. X 染色體性聯隱性遺傳疾病推測：
   a. 媽媽有病→兒子必得病
   b. 女兒得病→爸爸必有病
5. 可利用祖譜圖判別家族中性聯遺傳基因的狀況：



六、 多基因遺傳

1. 單一性狀由兩對以上等位基因決定，每對等位基因對性狀的影響力相似。
2. 表現型呈現連續性的變化，在族群調查中常出現常態分佈的鐘型曲線，如身高、膚色、果實的重量。
3. 具有累加效應：基因型中顯性等位基因越多，性狀表現越明顯
   →又稱為量的遺傳
4. 假設人類膚色由兩對基因控制（設 Aa、Bb）控制：

表現型	基因型	表現型比例
最黑（4 個顯性基因）	AABB	1/16
次黑（3 個顯性基因）	AaBB、AABb	4/16
中間色（2 個顯性基因）	AAbb、aaBB、AaBb	6/16
次白（1 個顯性基因）	Aabb、aaBb	4/16
最白（0 個顯性基因）	aabb	1/16