

CHAPTER 10 PHOTOSYNTHESIS

張淳堯編寫

自然界的光合作用

植物及其他自營生物是生物圈的生產者

1. autotrophs

- 自營生物

2. heterotrophs

- 異營生物

葉綠體是植物行光合作用的場所

1. chloroplasts

- 葉綠體：光合作用的場所。

2. chlorophyll

- 葉綠素：植物葉綠體內的綠色素分子，葉綠素 a 可直接參與光反應。

3. stomata ; stoma

- 氣孔：葉的下表皮居多，二氧化碳以此進入葉片，氧氣得以排出。

4. thylakoid membranes

- 類囊體膜：將類囊體內的空間和葉綠體基質(stroma)隔開。葉綠素就在類囊體膜上。

5. grana

- 葉綠餅：類囊體囊(thylakoid sacs)堆疊成柱狀。

光合作用的路徑

光合作用簡要公式：



水的裂解

實驗顯示葉綠體將 H_2O 裂解成氫和氧，並將氫的電子併入糖分子的鍵結中，光合作用所釋放的氧氣是來自水而非二氧化碳。

光合作用是一種氧化還原過程

光合作用是一種氧化還原過程： H_2O 被氧化，而 CO_2 被還原。

光反應和卡氏循環共同將光能轉變成食物的化學能：綜覽

光合作用可分為兩個階段：光反應和卡氏循環。

1. light reaction

- 光反應：光合作用的光照部份。吸收水分釋放氧氣。

2. Calvin cycle ; dark reactions ; light-independent reaction

- 卡氏循環；暗反應：光合作用的合成部份。吸收二氧化碳合成糖。

葉綠餅內的光反應製造 ATP，並使水分子裂解，釋放氧氣，並藉由將水分子電子轉移至 NADP^+ 而行成 NADPH。在基質中進行的卡氏循環可以利用 ATP 為能量及 NADPH 為還原力，由二氧化碳形成糖。

3. carbon fixation

- 固碳作用：將碳併入有機化合物的過程。

光反應將太陽能轉化為 ATP 與 NADPH 的化學能：近觀

葉綠體是以太陽為能源的化學工廠，其類囊體將光能轉化為 ATP 和 NADPH 的化學能。

光的性質

光是一種稱為電磁能(electromagnetic)的能量形式。可見光(visible light)的波長範圍約 380(紫)nm → 750(紅)nm 之間。藍色和紅色，這兩種波長可以有效地被葉綠素吸收，也是光反應中能量被利用最多的兩種顏色。

光合色素：光受器

1. pigment

- 色素：能吸收特定波長之可見光的物質。

光合作用的作用光譜(action spectrum)和植物中主要的光合色素—葉綠素 a (chlorophyll a) 的吸收光譜不完全吻合，因為有一些輔助色素 (accessory pigments) —葉綠素 b (chlorophyll b) 及各種類胡蘿蔔素(carotenoids) 可以吸收其他波長的光線，並將能量傳送給葉綠素 a。

葉綠素的光激發作用

類囊體膜(thylakoid membranes)中的葉綠素及其他色素分子吸收光子後，被吸收之光子的能量轉為電子的位能，使其從基態(ground state)轉置激態(excited state)。

光系統：類囊體膜的光捕捉型複合物

1. photosystems

- 光系統：在類囊體膜上的光捕捉單元(light-harvesting unit)。包括被天線複合物環繞的反應中心葉綠素與初級電子接受者。

2. antenna complex

- 天線複合物：一套光系統具有一組採光用的天線複合物，由數百個葉綠素 a、葉綠素 b 和類胡蘿蔔素簇集而成。

3. reaction center

- 反應中心：只有葉綠素分子被安置在光系統的反應中心，光反應中心是光合作用的第一個光驅動型化學反應。

4. primary electron acceptor

- 初級電子接受者：與葉綠素 a 分子同在反應中心的特化分子，在氧化還原反應中，葉綠素 a 會失去一個電子，轉移給初級接受者。

光系統有兩套，光系統 I (photosystem I) 的反應中心含有 P700 葉綠素 a，光系統 II (photosystem II) 含有 P680 葉綠素 a。

非循環式電子流

1. noncyclic electron flow

- 非循環式電子流：涉及兩套光系統，而且會製造出 NADPH、ATP 及氧氣。

2. noncyclic photophosphorylation

- 非循環式光磷酸化作用：非循環式電子流的過程中製造 ATP。

循環式電子流

1. cyclic electron flow

- 循環式電子流：僅用到光系統 I，只產生 ATP 而無 NADPH 或氧氣生成。

2. cyclic photophosphorylation

- 循環式光磷酸化作用：循環式電子流的過程中製造 ATP。

光合作用是生物圈的代謝基礎：回顧



CHAPTER 12 THE CELL CYCLE



張淳堯編寫

細胞分裂的關鍵角色

細胞分裂的功能在於增殖、生長和修補

細胞分裂分配給子細胞各一套相同的染色體

1. genome

- 基因體：一個細胞之所有先天遺傳的 DNA 資產。

2. chromosomes

- 染色體

3. somatic cells

- 體細胞：除了生殖細胞外，體內所有的細胞。

4. gametes

- 配子：精細胞(sperm cells)和卵細胞(egg cells)，染色體數為體細胞的一半。

5. chromatin

- 染色質絲

6. sister chromatids

- 姊妹染色分體：每個已複製完全的染色體是由兩個姊妹染色分體組成。

7. centromere

- 中節：姊妹染色分體中節部位縮窄。


8. cytokinesis

- 胞質分裂：通常緊隨在有絲分裂(mitosis；即胞核分裂)之後開始。

9. fertilized egg ; zygote

- 受精卵；合子。

10. meiosis

- 減數分裂。
- 

有絲分裂之細胞週期

細胞週期中分裂期與間期交替進行：綜覽

1. mitosis

- 有絲分裂

2. mitotic phase ; M phase

- 有絲分裂期：細胞週期中佔時最短的一段，包括胞核分裂(mitosis)和胞質分裂(cytokinesis)。

3. interphase

- 間期：連續的有絲分裂是和間期交替進行，間期所費時間甚長，往往佔細胞週期的 90%。間期期間，細胞生長並複製其染色體以為細胞分裂作準備。

間期可分成三個次分期：

a. G₁ phase

- 細胞持續生長。

b. S phase

- 複製其染色體。

c. G₂ phase

- 完成細胞分裂之準備工作。

最後才正式分裂(M phase)

習慣上我們將有絲分裂(M期)分成五個次分期：

a. prophase

- 前期：形成染色體、核仁消失、紡錘體開始形成。

b. prometaphase

- 前中期：核膜裂解、每個染色體分體中節部位擁有著絲點(kinetochores)，微管附著到著絲點上，使染色體開始抽動(jerky movement)。

c. metaphase

- 中期：中心體位於兩極，染色體排列於中期板(metaphase plate)上。

d. anaphase

- 後期：姊妹染色體分體解放，朝兩極分離。

e. telophase and cytokinesis

- 末期：子細胞核在兩極形成、核膜合成、形成染色質絲。胞核分裂(mitosis)完成。胞質分裂(cytokinesis)在此時也進行得差不多，分裂溝(cleavage furrow)將細胞擠壓為二。

紡錘體將染色體分配給子細胞

1. mitotic spindle

- 紡錘體：有絲分裂前期中開始形成。

2. centrosome

- 中心體：動物細胞中，有一對中心粒(centrioles)位於中心體的中央，但此構造非細胞分裂所絕對必須。植物缺少中心粒。

3. kinetochore

- 著絲點：每一條染色體上兩染色分體各有一個著絲點相連，這是一種位於中節、由蛋白質和特殊染色體 DNA 片段所形成的構造。兩個著絲點朝向相反的方位。在前中期時，某些紡錘絲微管會附著到著絲點上。

4. metaphase plate

- 中期版：有絲分裂中期，一個假想平面，位於紡錘體兩極的中央線上。各染色體的中節皆位於中期板上。

胞質分裂使細胞質得以均分：近觀

1. cleavage

- 分裂。

2. cleavage furrow

- 分裂溝：動物細胞的胞質分裂涉及分裂溝的形成，分裂溝將細胞擠壓為二。

3. cell plate

- 細胞板：由於有細胞壁，因此植物胞質分裂時不會形成分裂溝，而是形成細胞板。

真核細胞的有絲分裂可能演變自細菌的二分裂

原核生物以一種稱為二分裂(binary fission)的細胞分裂方式繁衍。

細胞週期的調控

一種分子調控系統驅動細胞週期

細胞週期的一系列事件是由一個明確的細胞週期調控系統(cell-cycle control system)所支配和主導。

細胞週期關卡

1. checkpoint

- 關卡：細胞週期中具有關鍵性的調控點。目前發現的三個主要關卡分別出現在 G_1 、 G_2 和 M 期。

2. restriction point

- 限制點：對許多細胞而言 G_1 關卡(在哺乳類細胞暱稱為「限制點」)似乎特別重要，若是細胞在此收到「前進訊號」，它通常將走完整個循環以至於分裂。

3. G_0 phase

- 未分裂狀態。人體內的多數細胞事實上停留在 G_0 期。

細胞週期時鐘：週期素與週期素關連型激酶

1. protein kinases

- 蛋白質激酶：能夠使其他蛋白質磷酸化而導致其活化或去活化的酵素。

2. cyclin

- 週期素：一種蛋白質，在細胞內的濃度會週期性起伏。

3. cyclin-dependent kinases ; Cdk

- 週期素關連型激酶：在生長中細胞的內部，驅動細胞週期之激酶的濃度事實上維持恆定，大多數時間以不活化形式存在。若欲轉為活化態，此激酶必須附著到週期素上，故稱之。

細胞週期是受到內在程式和外來訊息的調控

內部訊息：來自著絲點的訊息

外部訊息：生長因子

1. growth factors

- 生長因子：大多數哺乳類細胞僅能在有某些特殊生長因子的培養皿中才能順利分裂。

2. density-dependent inhibition ; contact inhibition

- 密度關連性抑制現象：細胞在擁擠時將停止生長。

3. anchorage dependence

- 停泊依賴現象：細胞如欲分裂，則必須附著到一個實質上，譬如培養瓶的內表面或是組織的胞外基質(extracellular matrix)。

癌細胞是自細胞週期調控機制中逃脫

1. cancer cells

- 癌細胞：並不會正常地對體內調控機制做出回應。它們密集地生長，並侵襲其他組織。

2. transformation

- 轉形作用：正常細胞轉變為癌細胞的過程。

3. metastasis

- 腫瘤轉移。

3. photophosphorylation

- 光磷酸化作用：光反應中的 ATP 合成。光磷酸化的反應機制是化學滲透作用(chemiosmosis)。連結兩光系統的電子傳遞鏈的氧化還原反應產生橫越類囊體膜的氫離子濃度梯度。與細胞呼吸中運作的程序相同(氧化磷酸化)。

葉綠體和粒線體之化學滲透的比較

葉綠體和粒線體用相同的基本機制生產 ATP：化學滲透作用(chemiosmosis)。

圖 10.15

卡氏循環利用 ATP 和 NADPH 將二氧化碳轉為糖：近觀

卡氏循環是一種類似於克氏循環的代謝路徑。

第一階段：固碳作用—將 CO₂ 併入 RuBP。

第二階段：還原作用—利用 ATP 的能量及 NADPH 的電子合成三碳糖(G3P)。

第三階段：二氧化碳接受者(RuBP)的再生。

循環中每一個 G3P 的合成需消耗 9 分子的 ATP 和 6 分子的 NADPH。

固碳作用的替代機制已在熱及乾燥氣候下演化出來

1. photorespiration

- 光呼吸作用：發生在有光及消耗氧(呼吸)的情況下，不產生 ATP 及食物並降低光合作用的產量。

光呼吸作用—演化的遺跡之一

1. C₃ plants

- C₃ 植物：稻米、小麥、大豆。

2. C₄ plants

- C₄ 植物：甘蔗、玉米。C₄ 光合作用會減少光呼吸作用而提高糖的產量。這種適應在具有強烈日照的地區尤其有利。

3. CAM plants

- CAM 植物：石榴草、仙人掌、鳳梨。這些植物在夜間打開氣孔，白天則關閉之，與其他植物相反。

C₃、C₄、CAM 植物最後還是要利用卡氏循環將二氧化碳製成糖。

CHAPTER 13 MEIOSIS AND SEXUAL LIFE CYCLES

張淳堯編寫

先天遺傳之簡介

子代藉承受染色體而從親代獲得基因

1. genes

- 基因：遺傳資訊的基本單位，由 DNA(某些病毒為 RNA)的特定核苷酸序列所構成。

2. genome

- 基因體：一生物體所擁有的全部基因。

3. gene's locus

- 基因座：染色體上基因所在的特定位置。

相似生相似，多寡而已：無性生殖與有性生殖之比較

1. asexual reproduction

- 無性生殖：每一親代以有絲分裂的方式生成遺傳本質完全相同的子代。

2. mutation

- 突變

3. clone

- 殖株：單一個體以無性生殖方式繁衍所產生的一群遺傳本質完全相同的個體。

4. sexual reproduction

- 有性生殖：整合來自兩不同親代的基因而形成遺傳本質分歧的子代。

減數分裂在有性生命週期中的角色

1. life cycle

- 生命週期：生物體之生殖史中，從懷孕到她自己之子代出生為止的期間。

有性生命週期中受精作用與減數分裂交替進行

人類的生命週期

1. somatic cell

- 體細胞：除了生殖細胞外，體內所有的細胞。

2. karyotype

- 核型：個體的染色體依大小次序排列的展示圖。

3. homologous chromosomes

- 同源染色體：成對染色體的長度、中節位置及染色體條紋部位都相同者。

4. sex chromosomes

- 性染色體：決定個體性別的染色體。

5. autosomes

- 普通染色體：性染色體以外的染色體。

6. gametes

- 配子：生殖細胞。

7. haploid cell

- 單倍數細胞：細胞具單套染色體者。

8. fertilization ; syngamy

- 受精作用；配子融合

9. zygote

- 合子：受精卵

10. diploid cells

- 二倍數細胞：含雙套染色體的細胞。

11. meiosis

- 減數分裂：行有性生殖時，使染色體數目減半的細胞分裂形式。

各種有性生命週期

雖然減數分裂和受精作用的交替進行在所有行有性生殖的生物大抵是相同的，但在生命週期中，這兩者的發生時間常因物種而異。這些差異可歸納為三種主要型式的生命週期。圖 13.5

植物和某些藻類的生命週期屬於第三類型，稱為「世代交替(alternation of generations)」此型態的生命週期中有單倍數和二倍數的多細胞個體時期。二倍數的多細胞個體稱為「孢子體(sporophyte)」。孢

子體可進行減數分裂產生「孢子(spores)」的單倍數細胞。孢子進行有絲分裂所產生的單倍數多細胞個體稱為「配子體(gametophyte)」。

減數分裂使染色體數目由二倍數減為單倍數：近觀

和有絲分裂一樣，減數分裂之前要先進行染色體複製。但此一複製後將進行連續兩次的細胞分裂，分別稱為「減數分裂的第一次細胞分裂(meiosis I)」和「減數分裂的第二次細胞分裂(meiosis II)」。兩次分裂產生四個子細胞(有絲分裂產生兩個子細胞)，每個子細胞的染色體數為母細胞的一半。

有絲分裂與減數分裂之比較

1. synapsis

- 聯會：減數分裂的第一前期(prophase I)，同源染色體(homologous)沿其長度而連在一起，形成四分體(tetrads，四個染色體的集合)；聯會和兩非姊妹分體之間的互換(crossing over)有關。

2. chiasmata ; chiasma

- 交叉：非姊妹染色體(nonsister chromatids)的交錯處，是稱為「互換(crossing over)」之基因重組的物理證據，產生重組型染色體(recombinant chromosomes)。

3. nonsister chromatids

- 非姊妹染色分體：非姊妹染色分體是指同源但是並非同一染色體的兩條姊妹染色分體(sister chromatids)。

雖然減數分裂涉及兩次細胞分裂，但是在下列三項減數分裂所特有的事件皆發生在第一次細胞分裂之時：

- a. 減數分裂的第一前期(prophase I)，同源染色體(homologous chromosomes)之聯會(synapsis)形成四分體(tetrads)。染色體交叉(chiasmata；單數為 chiasma)，此乃是稱為「互換(crossing over)」之基因重組的物理證據。
- b. 減數分裂的第一中期(metaphase I)時，四分體(tetrads)排列於中期板上(metaphase plate)上。
- c. 減數分裂的第一後期(anaphase I)時，姊妹染色體並未分離。減數分裂的第一次細胞分裂(meiosis I)使配對的同源染色體分離，而不是個別染色體的姊妹染色分體(sister chromatids)。

在減數分裂的第二次細胞分裂時，姊妹染色分體才宣告分離，其機制和有絲分裂幾乎一樣。減數分裂後，其染色體數目減半。

遺傳變異的根源

有性生命週期產生子代間的遺傳變異

有性生殖造成遺傳變異的三項機制：

- a. 染色體獨立分配(independent assortment of chromosomes)
- b. 互換(crossing over)
- c. 隨機授精作用(random fertilization)

演化適應端賴族群的遺傳變異

CHAPTER 14 MENDEL AND THE GENE IDEA

張淳堯編寫

孟德爾的發現

孟德爾將實驗及定量方法帶入遺傳學

1. character

- 性狀：可遺傳的特性或表徵。

2. trait

- 表徵

3. true-breeding plant

- 純品系植物：當它們彼此受粉時會產生相同類型子代的植物。

4. hybridization

- 雜交：兩種變異體(variant)的交配方式。

5. monohybrid cross

- 單性雜交：為追蹤某單一性狀之遺傳所進行的交配。是一種栽植僅單一性狀不同的親代植株的育種實驗，像是花色的不同。

6. P generation

- 親代：純品系親代。

7. F₁ generation

- 第一子代：親代相交之子代。

8. F₂ generation

- 第二子代：F₁ 雜交種自花授粉產生。

根據分離律，影響同一性狀的兩等位基因會被包裝到個別配子中

1. alleles

- 等位基因

2. matching alleles

- 相同等位基因：即該生物體對那個性狀為「純品系」的。

3. contrasting alleles

- 相反等位基因

孟德爾提出的假說可以四則相關概念來說明：

1. 基因的選擇性版本(alternative versions)(即不同的等位基因)解釋了諸多遺傳性狀的變異。
2. 對每一種性狀而言，一種生物體遺傳有兩個等位基因，每一個等位基因得自於一親代。
3. 假如兩等位基因有異，則其中一個**顯性等位基因(dominant allele)**將會在生物體的外觀上完全顯現出來，而另一個**隱性等位基因(recessive allele)**則對生物體的外觀沒有可察覺的影響。
4. 每一種性狀的兩等位基因在配子生成時會分離開來。**孟德爾的分離律(Mendel's law of segregation)**就是因這一部份而得名。

某些有用的遺傳詞彙

1. homozygous

- 同基因型組合的：生物體具有某一性狀(character)的相同等位基因。

2. heterozygous

- 異基因型組合的：生物體具有某一性狀(character)的不同等位基因。

3. phenotype

- 表型：生物體的外觀。

4. genotype

- 基因型：生物體的遺傳成分。

5. testcross

- 試交：使一株未知基因型之顯性表型的生物體和另一株隱性同型合子交配的方法。

根據獨立分配率，每一對等位基因會獨立地分離至配子中

1. monohybrid cross

- 單性雜交：為追蹤某單一性狀之遺傳所進行的交配。是一種栽植僅單一性狀不同的親代植株的育種實驗，像是花色的不同。

2. dihybrid cross

- 兩性雜交：交配的親代變異體間有兩種不同的性狀。

孟德爾遺傳反映出或然率原則

孟德爾遺傳學的延伸

基因型與表現型之間的關係並不單純

不完全顯性

1. incomplete dominance

- 不完全顯性：F₁ 雜交種呈現出介於兩親代變異體之間的表型。

何謂顯性等位基因

1. complete dominance

- 完全顯性：異基因型合子和顯性同基因型合子是無法分辨的。

2. codominance

- 等顯性：兩個等位基因皆個別地在表型中彰顯出來。

複等位基因

1. multiple alleles

- 複等位基因：許多基因存在有多於兩種的等位形式。人類血型有三種等位基因—I^A、I^B、i。

antibody

- 抗體

agglutination

- 凝集反應

基因多效性

pleiotropy

- 基因多效性：一個基因在許多不同方面影響生物體的能力。一個基因影響多種性狀。

上位效應

1. epistasis

- 上位效應：當兩個以上的基因共同影響同一表徵時，其中之一的一個等位基因對表型有凌駕效果。

多基因型遺傳

1. polygenic inheritance

- 多基因型遺傳：單一表徵是由兩種以上基因的影響相累加的結果。(和基因多效性相反)

2. normal distribution

- 常態分佈：鐘形曲線。

先天本性與後天教養：環境對表型的影響

1. phenotypic plastic

- 表型可塑性：再一定範圍內，表型會受到環境影響而有所變化。

2. norm of reaction

- 反應規範：上述表型範圍稱之「基因型的反應規範」。血型無反應規範，而多基因型遺傳性狀 (polygenic characters) 的反應規範最寬廣。

3. multifactorial

- 多因性的：意指許多因子，包含遺傳和環境上的因素，共同影響表型。

譜系分析顯示人類遺傳的孟德爾模式

1. family pedigree

- 家族譜系

許多人類疾病遵循孟德爾遺傳模式

隱性遺傳疾病(recessively inherited disorders)

1. carriers

- 帶因者：表型正常的異基因型合子(Aa)稱之。

顯性遺傳疾病(dominantly inherited disorders)

多因性疾病

1. multifactorial diseases

- 多因性疾病：遺傳成份加上顯著的環境影響。心臟病、糖尿病、癌症之類。

科技正提供許多遺傳檢驗與諮詢的新工具

胎兒檢驗

1. amniocentesis

● 羊膜穿刺：十四至十六週時可檢測，抽取羊水。

2. **chorionicvillus sampling ; CVS**

● 絨毛膜絨毛取樣術

3. **karyotyping**

● 核型分析：鑑別染色體缺陷

4. **ultrasound**

● 超音波

CHAPTER 15 THE CHROMOSOMAL BASIS OF INHERITANCE

張淳堯編寫

孟德爾學說與染色體的關連性

孟德爾遺傳的物理基礎在於有性生命週期時的染色體行為

1. chromosome theory of inheritance

- 遺傳的染色體學說：根據此學說，孟德爾的基因在染色體上有其特定的基因座，而能夠進行分離和獨立分配的正是染色體。圖 15.1

莫甘(Morgan)追蹤基因至一特定染色體上

莫甘所選擇的實驗生物為黑腹果蠅(*Drosophila melanogaster*)，以此作為實驗對象的優點：

- a. 無害性昆蟲
- b. 易於繁殖
- c. 只有四對染色體

1. autosomes

- 普通染色體

2. sex chromosomes

- 性染色體

3. wild type

- 野生型：某性狀的正常表現型(自然族群中最常見的表型)。

4. mutant phenotype

- 突變表型：表徵不同於野生型。

性聯現象的發現

1. sex-linked genes

- 性聯基因：位於性染色體上的基因。圖 15.3

連鎖基因位於同一條染色體上，所以它們傾向於一起遺傳

1. linked genes

- 連鎖基因：基因數遠大於染色體數，位在同一條染色體的同一個小單位上的基因稱之。傾向一起遺傳，其結果偏離孟德爾的獨立分配。圖 15.4

染色體的獨立分配與互換造成遺傳重組

1. genetic recombination

- 遺傳重組：父母親的表徵經過重新組合遺傳給下一代的過程。

非連鎖基因的重組：染色體獨立分配

1. testcross

- 試交：使一未知基因型個體的生物體與另一隱性同基因型個體進行交配，以便確認其基因型為何的一種方法。根據交配所得子代表型的比值，可定出該個體未知的基因型。

2. parental

- 親代型：表型與親代相符的子代。

3. recombinants

- 重組體：表型與親代不相同的子代。圖 15.1

若是所有子代當中有 50% 是重組體，遺傳學家就稱之為「具有 50% 重組頻率」。

連鎖基因的重組：互換

連鎖基因無法獨立分配，因為它們位在同一條染色體上，在減數分裂或受精作用時都傾向一起行動。

1. crossover

- 互換：同源染色體之間發生片段的交換，因而導致原本連鎖的兩基因分開。當同源染色體在減數分裂第一前期(prophase I)中的聯會(synapsis)產生配對時，非姊妹染色體(nonsister chromatids)會在相對應的位置上發生斷裂而互換其片段。圖 13.10

遺傳學家利用重組數據推測染色體上基因座之所在

1. genetic map

- 基因圖譜：列出一條特殊染色體上基因座(genetic loci)的位置及其排列順序。

2. linkage map

- 連鎖圖譜：根據互換數據(crossover data)及重組率所建構的基因圖譜。

3. map units

- 圖譜單位：代表基因間的距離，定義一個圖譜單位為 1% 的重組頻率。今日常以「分莫甘 (centimorgan)」以紀念莫甘。

性染色體

性別的染色體基礎因生物種類之不同而異

圖 15.8

1. **SRY 基因**：Y 染色體上決定性別的區域

性聯基因有其獨特的遺傳樣式

圖 15.9

1. **color blindness**

- 色盲

人類的性聯疾病

1. **hemophilia**

- 血友病

雌性哺乳動物的 X 染色體不活化現象

2. **Barr body**

- 巴爾氏體：女性每個細胞中一對 X 染色體的其中一個會形成不活化的濃縮堅實物。

英國遺傳學家里昂曾以實驗證明：兩個 X 染色體之哪一個將形成巴爾氏體的選擇是逢機和獨立地發生在胚胎的每一個細胞。因此，女性其實是兩種細胞的拼湊體。圖 15.10

染色體遺傳上的錯誤與例外

染色體數目或結構的改變會導致某些遺傳疾病

染色體數目的改變：非整倍數與多倍數

1. nondisjunction

- 無分離：這種情形是由於同源染色體對的成員在減數分裂之第一次細胞分裂(meiosis I)時並未適切地移動開來，或是姊妹染色分體(sister chromatids)在減數分裂之第二次分裂時無法分開。圖 15.11

2. aneuploidy

- 非整倍數：不正常的子代染色體數目。

3. trisomy

- 三體狀態：假若該染色體在受精卵中存在三個(細胞含有 $2n + 1$ 個染色體)，則稱該非整倍數細胞是該染色體的三體狀態。

4. monosomy

- 單體狀態：假使一染色體缺失(因此該細胞中染色體數為 $2n - 1$)的話，則非整倍體對該染色體而言是單體狀態。

5. polyploidy

- 多倍數：某些生物擁有兩套以上的完整染色體。

染色體結構的改變

染色體的斷裂可能會導致四種型式的染色體結構的變化。圖 15.13

1. deletion

- 缺失：移除了某一染色體節段。

2. duplication

- 重複：多複製了某一染色體節段。

3. inversion

- 倒位：將染色體中的某一節段反轉過來。

4. translocation

- 易位：將一染色體的某一節段轉接到另一非同源染色體上頭。

染色體改變所導致之人類疾病

1. Down syndrome

- 唐氏症：該細胞的第 21 號染色體是三體的。

某些哺乳類基因對表型的影響視其遺傳自母親或父親而定(印記)

1. genomic imprinting

- 基因體印記：在哺乳動物，某些基因在每一世代以某種方法被刻印下來，而此印記的差異端視該等基因究竟是存在於女性或男性中而定。圖 15.5

胞核外基因展現非孟德爾氏遺傳

真核細胞內的所有基因並非都位在細胞核的染色體上，或全都位於細胞核內。胞核外基因 (extranuclear genes) 是存在於粒線體和植物之質粒體(plastids；包括葉綠體)內的小型環狀 DNA。粒線體和質粒體有能力自行複製其基因，並傳遞給子代胞器。這些胞質基因(cytoplasmic genes)並不展現孟德爾氏遺傳，因為它們在減數分裂時並不會依據導引胞核染色體之分配的同樣法則均分給子代。