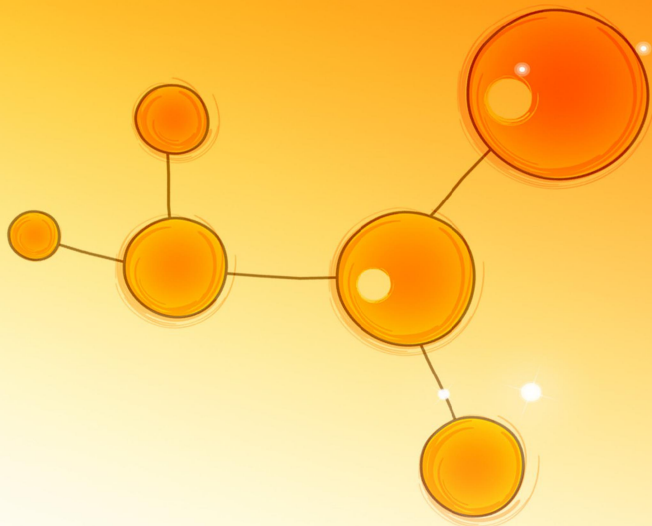




国家示范性高等职业院校建设计划资助项目



# 畜禽繁殖 与改良

编著◎张秀陶

上



黄河出版传媒集团  
宁夏人民出版社

# 前 言

宁夏职业技术学院于2007年被国家教育部、财政部确定为国家一百所示范性高等职业院校立项建设单位。项目实施以来,学院以专业建设为龙头,围绕自治区经济发展战略定位,按照“专业对接市场、课程对接能力、质量对接需求”的理念,有针对性地设置和调整专业,积极实践工学结合、校企合作人才培养模式改革和课程体系改革。以“开放、合作、包容、共赢”为原则,与区域内近二百家企业实施校企合作、人才共育。在工作过程中系统化的课程体系建构和工学结合专业课程建设中,以设备、工作对象、案例、典型产品等为载体,组织教学内容,实施教学,取得了一批标志性成果。为了推广在课程建设中取得的成效,决定编辑出版部分教材和实训指导书。

特别感谢合作企业给予学校的大力支持。由于编者水平所限和时间仓促,书中难免有不妥之处,恳请业内专家和广大读者指正。

宁夏职业技术学院国家示范性  
高职院校建设项目教材编写委员会  
二〇一〇年三月十八日

# 目 录

## 情境一 动物遗传基础

- 第一单元 遗传的物质基础
- 第二单元 生殖细胞的形成
- 第三单元 遗传变异的基本规律及其应用
- 第四单元 数量性状的遗传

## 情境二 畜禽选育基础

- 第一单元 本品种选育
- 第二单元 品系繁育
- 第三单元 选种选配
- 第四单元 杂交改良及杂种优势的利用

## 情境三 家畜生殖基础

- 第一单元 生殖器官及其功能
- 第二单元 生殖激素及其应用

## 情境四 畜禽繁殖技术

### 项目一 发情鉴定技术

- 课题一 发情与发情周期
- 课题二 发情周期中机体的变化和调节
- 课题三 发情鉴定



## 项目二 人工授精技术

课题一 采精技术

课题二 精液品质检查

课题三 精液稀释与保存

课题四 家畜的输精技术

## 项目三 妊娠诊断技术

课题一 精卵结合

课题二 妊娠生理

课题三 妊娠检查诊断

## 项目四 助产接产技术

课题一 分娩

课题二 助产

## 项目五 牛、羊胚胎移植技术

课题一 胚胎移植等胚胎工程技术简介

课题二 牛、羊胚胎移植技术的组织与实施

## 项目六 家禽的人工授精技术

课题一 家禽的生殖器官

课题二 家禽采精与输精技术

## 情境五 畜禽繁殖管理

课题一 畜禽正常繁殖力及评价

课题二 家畜繁殖障碍

课题三 提高动物繁殖力的措施

## 参考书目

情境一

# 动物遗传基础







## 第一单元 遗传的物质基础

- 【目标】** 1. 掌握染色体的结构、形态和数目  
2. 掌握细胞的结构和遗传物质的关系  
3. 了解遗传信息的传递
- 【重点】** 掌握 DNA、染色体与遗传物质的关系
- 【难点】** 遗传信息的转录和翻译

遗传是一种生物自身繁殖的过程。在这一过程中,生物按照亲代所经历的另一发育途径和方式摄取环境中的物质建造自身,产生与亲代相似的子代。在遗传学上,遗传是指遗传物质从上代传给后代的现象,凡有血缘关系的生物个体之间都很相像,如俗话说“种瓜得瓜,种豆得豆”。与此同时,亲代与子代和子代与子代之间,不同的生物个体在性状表现上总是存在着一些差异,生物的子代只是与亲代相似,绝不会和亲代完全相同。这种子代与亲代及子代不同个体间的性状差异,叫做变异,俗称“一母生九子,九子各不同”。

高等动物通过有性生殖繁殖后代,亲代通过性细胞将遗传物质传给子代,使子代表现出与亲代相似的性状特征。但亲代不是直接将性状传给子代,而是通过性细胞将控制性状的遗传信息传递给子代。也就是说,遗传物质是在细胞上。到目前为止,生物学已经证明遗传信息(遗传物质)存在于细胞内的染色体上的 DNA 分子中。要了解遗传物质及遗传信息的传递方式,就必须了解细胞、染色体和 DNA 的基本结构和功能。

### 一、细胞、染色体和遗传物质

#### (一)动物细胞的结构和功能

组成高等动物机体的大多数细胞都很小,直径在 20~30  $\mu\text{m}$ ,只有在显微镜下才能看到。但是鸟类的卵细胞例外,如鸵鸟的卵细胞直径可达 5 cm 左右。

细胞的形状多种多样,有圆形、椭圆形、方形、多角形、扁平形、圆柱形和杯形等等,随它们的特殊功能而异。

高等动物的细胞有明显的细胞核和完整的细胞结构,其结构由细胞膜、细胞质和细



胞核三部分组成,这样的细胞称为真核细胞(红细胞除外)(图 1-1-1)。

### 1. 细胞膜

细胞膜又称细胞质膜,是指包在细胞最外层,由脂类和蛋白质组成的薄膜。它具有独特的结构和功能。细胞膜由双层磷脂分子构成,蛋白质分子以不同的方式镶嵌在磷脂双层分子表面,或嵌入磷脂双层分子中,或横跨磷脂双分子层。

细胞膜的作用是保护细胞,使细胞具有一个相对稳定的内环境,同时在与细胞外环境进行物质、能量交换及信息传递的过程中起着决定性的作用。此外,有许多细胞膜含有少量的糖类,形成糖脂和糖蛋白。存在于细胞膜上的糖蛋白(即抗原)具有特异性,它的整个功能是调节免疫反应,而这种特异性是可遗传的。例如,有抗原 B<sup>21</sup> 的鸡对马立克氏病有抵抗力,有抗原 B<sup>2</sup> 的鸡对淋巴白血病有抵抗力等等。因此,以某种特异性抗原为选育指标,可以培育出抗病品系。

### 2. 细胞质

细胞质是细胞膜以内、细胞核以外的全部物质系统的总称。由基质、细胞器和内含物等构成。基质呈均匀半透明胶质状态,它为细胞质内所进行的多种代谢反应提供内环境,并含有参加代谢反应所需的多种酶类、底物和离子。内含物是除细胞器以外的有形成分,如糖原、色素等。细胞器主要有线粒体、核糖体、中心体、高尔基体、溶酶体及内质网等。其中线粒体、核糖体、中心体等都与遗传密切相关。

(1)线粒体。线粒体呈线状、棒状或颗粒状,为内外两层膜所构成的囊状结构。内膜的不同部位向内折叠形成许多书架般的褶脊,把线粒体内部隔成很多小室。这些褶脊称为嵴,嵴上含有大量的氧化酶颗粒,可将糖和脂肪酸氧化,产生能量,供给生命活动之用。所以,线粒体被视为细胞内的“动力站”。

线粒体的膜主要是由蛋白质和类脂构成。此外,线粒体是动物细胞中唯一含有 DNA 的细胞器,但含量很少。线粒体 DNA 能自我复制,也可以控制所在细胞器中的蛋白质合成。但线粒体 DNA 的功能在某种程度上仍受到细胞核 DNA 控制的调节。

(2)内质网与核糖体。内质网是以膜为界的一些形状大小不同的小管、小囊组成呈网状的相互连接的膜系。内质网分为两种,其外表面含有大量核糖体颗粒的为粗面内质网,而不附有核糖体的叫滑面内质网。内质网对细胞起到机械支持作用,还能与基质进行物质交换,并把细胞内合成的物质运输到细胞外。

核糖体或称核糖核蛋白体是由核糖体 RNA(rRNA)和蛋白质组成的颗粒状结构。在高等的生物体中,大部分细胞的核糖体往往附着在内质网的膜表面上,只有少数细胞的

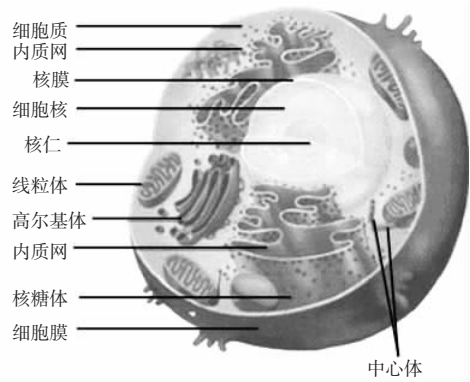


图 1-1-1 动物细胞的结构



核糖体是游离的。核糖体是细胞内蛋白质合成的场所。

(3)中心体。中心体位于细胞中心,靠近细胞核,有两个互相垂直的中心粒。中心粒呈圆筒形,筒壁由九组三联微管组成。中心体与纺锤体的形成、排列方向及染色体的移动有密切相关。

### 3. 细胞核

细胞核一般为球形或椭圆形,位于细胞的中央,由核膜、核质(核液)、核仁和染色质(或染色体)等组成。细胞核的功能是把遗传物质完整地保存起来,并对细胞发育和性状遗传起着主导作用。

核膜是细胞核与细胞质的分界,由内质网分化而成,在核膜的整个表面上有许多小孔,称为“核孔”,是细胞核与细胞质进行物质交换的通道。

核仁是一个形状不规则、致密而结实的物体,其化学成分主要是蛋白质和RNA。核仁主要的功能是合成核糖体RNA(rRNA),并与细胞质内核糖体的生物合成有关。

核质是细胞核内难以染色的、透明的液态物质。

染色质是细胞核内能够被碱性染料染色的纤细网状物质,当细胞分裂时,染色质逐渐蜷缩成为一定数目和形态的染色体。当细胞分裂结束时,染色体又逐渐恢复为染色质。所以说,染色质和染色体实际上是同一物质在细胞分裂过程中所表现的不同形态。染色质是细胞核中最重要和最稳定的成分,具有特定的形态和自我复制能力,是遗传物质的主要载体,在控制生物的遗传变异上具有极其重要的作用。

### (二)染色体

染色体是指真核生物细胞分裂中期具有一定形态特征的染色质。

#### 1. 染色体的形态与结构

在高等动物细胞分裂的中期可以见到典型的染色体结构。染色体一般呈圆柱形,在光学显微镜下观察细胞分裂中期的染色体外形,通常包括着丝点、主缢痕、次缢痕、随体和染色体臂。着丝点是染色体上纺锤丝附着的部位,也是两条染色单体相连接的地方,每一个染色体只有一个着丝点,而且位置是固定的,不同染色体的着丝点位置是不同的。着丝点处常常缢缩变细,不易着色,称为主缢痕。某些染色体的一个臂上还有另一个缢缩变细的部分,称为次缢痕。某些染色体的末端还附有一个小体,称为随体(图1-1-2)。

着丝点把染色体分成两个臂,着丝点的位置决定着两臂长度的比例与分裂后期染色体的形态。如

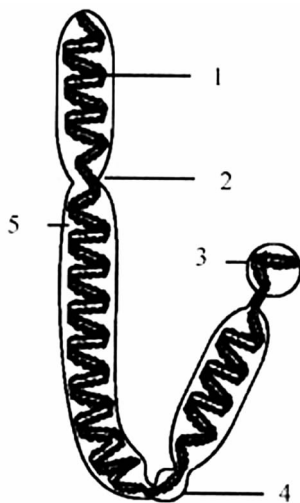


图1-1-2 染色体形态结构图  
1. 染色丝 2. 次缢痕 3. 随体  
4. 着丝点 5. 染色体基质



果着丝点在染色体的中间,则两臂长度大致相等,染色体近似于“V”形;如它偏离中间,则两臂长度不一,近似于“L”形;如它接近于顶端,则形成单臂染色体,近似于棒形(1-1-3)。

染色体的主要成分是DNA和蛋白质。在电子显微镜下观察,染色体是一个高度折叠的螺旋化结构。每一条染色单体都是由一条完整的DNA大分子与组蛋白结合而成的纤丝(图1-1-4)

## 2. 染色体的数目和组型

各种生物的细胞核内都有特定数目的染色体,其数目多少,因不同种类而异。常见畜禽体细胞染色体数见表1-1-1。

同种动物的染色体数目是恒定的。绝大多数高等动物都是二倍体( $2n$ ),即每一个体细胞中有两套同样的染色体,分别来自该个体的两个亲本。来自一个亲本,仅含一套染色体组( $n$ )的个体或细胞叫单倍体,例如动物的精子和卵细胞。所以,在体细胞中染色体都是成对存在的,每对染色体在长度、直径、形态及着丝点的位置和染色粒的排列上都相同,称为同源染色体,不同对的染色体则称为异源染色体。

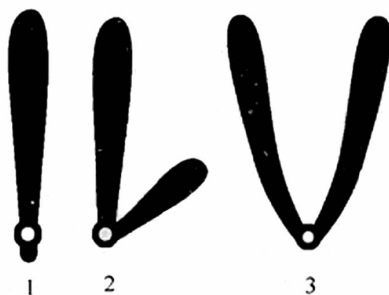


图1-1-3 有丝分裂后期染色体的各种形态  
1. 棒形 2. L形 3. V形

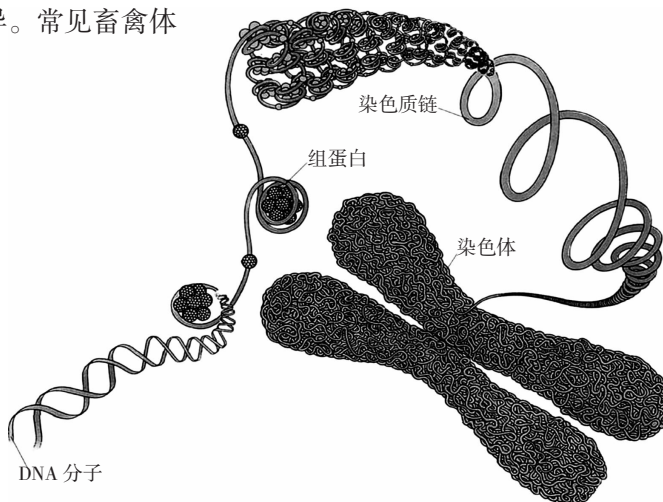


图1-1-4 染色体的螺旋化结构示意图

### 染色体结构

DNA以一组复杂的线圈形式堆积成染色体。DNA各种线圈缠绕在若干蛋白束上形成以“串珠”结构。这些线圈构成一个染色质链。然后染色质折叠成许多环,再卷曲形成一个染色体。

表1-1-1 常见畜禽体染色体数

种类	二倍体数( $2n$ )	种类	二倍体数( $2n$ )
猪	38	兔	44
水牛	48	狗	78
牛	60	猫	38
牦牛	60	鸡	78
山羊	60	鸭	80
绵羊	54	鹅	82
马	64	火鸡	82
驴	62	鸽	80

有些家畜(例如牛和山羊)的染色体数目虽然相同,但形态结构不相同,染色体上所携带的遗传信息也不同。不同生物染色体的差异不仅表现在数目上,而且表现在形态、结构上,即其染色体组型不同,如果将处于细胞有丝分裂中期的全部染色体按各对同源染色体的长度、着丝粒位置以及随体的有无等依次排列并编号(性染色体列于最后),称为染色体组型或称核型,染色体组型是区别物种特征的重要依据(图 1-1-5)。

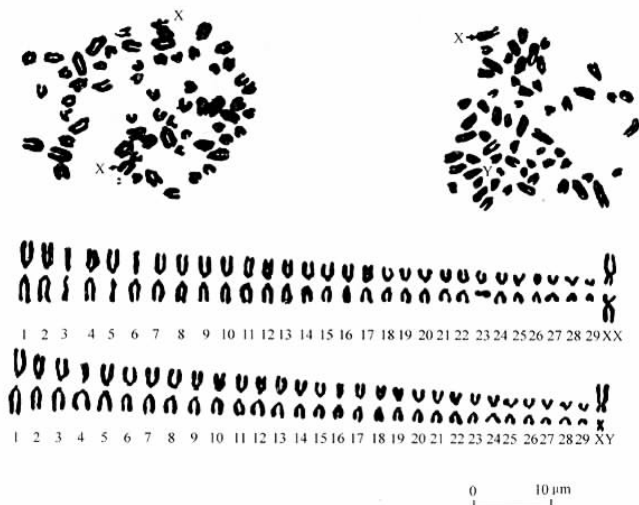


图 1-1-5 牛的染色体组型图

### 3. 性染色体和性别决定

(1)性染色体。体细胞中的染色体都是成对存在的,但成对同源染色体并非完全相同。有一对染色体跟性别的决定有关,称为性染色体。在哺乳动物中,雌性的两条性染色体的形态、大小均相同,称为 X 染色体;雄性的两条性染色体只有一条与雌性 X 染色体相同,而另一条与 X 染色体存在着很大的差异,称为 Y 染色体,即雄性的性染色体为 XY,雌性的性染色体为 XX(图 1-1-5)。例如黄牛 60 条染色体中,其中 58 条是常染色体,其余 2 条为性染色体。

在家禽和鸟类中,性染色体的情况与哺乳动物刚好相反,即雄性的体细胞中有两条 Z 性染色体,雌性中有一条 Z 性染色体和一条 W 性染色体。即雄性的性染色体为 ZZ,雌性的性染色体为 ZW。

(2)性别决定。在生殖细胞形成过程中,经过减数分裂,两条性染色体彼此分离,雄性产生两种类型的精子——含 X 染色体的精子和含 Y 染色体的精子。雌性则只产一种含 X 染色体的卵细胞。受精时,如果是含 X 的精子与卵子结合,就产生具有 XX 的受精卵并发育成雌性;如果是含 Y 的精子与卵子结合,就产生具有 XY 的受精卵并发育成为雄性。这说明性别在受精卵形成时就已确定。由于雄性可产生数量相等的 X 精子与 Y 精子,加之它们与卵子结合的机会相等,所以产生雌雄后代的概率是相等的。在自然繁殖的群体中雌雄性别之比大致为 1:1。

### (三)染色体、DNA、基因三者的关系

据化学分析,染色体是核酸和蛋白质的复合物。其中核酸有脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA),蛋白质有组蛋白和非组蛋白。DNA 主要存在于细胞核内染色体上,仅有少量在细胞质线粒体等细胞器中。



DNA 是由很多个核苷酸组成的高分子化合物,每个 DNA 分子由两条反向平行的分子链构成,每个分子链是由数百万以至数千万个核苷酸一个接一个地连接起来的,中间是严格配对的碱基序列。整个 DNA 的主体结构好像一个双股弹簧,经过多次螺旋状的盘绕,贯穿于染色体的纵(图 1-1-6)。

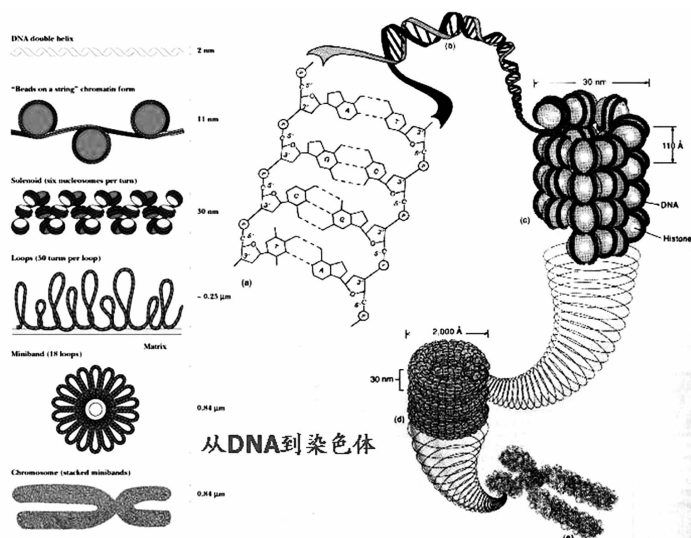


图 1-1-6 DNA 主体结构图

DNA 的结构特点决定了它具有精准的自我复制能力和携带遗传信息的能力。

DNA 的基本功能,一是自我复制出相同的 DNA 传给子代,二是通过转录控制蛋白质的合成,进而控制生物性状的表达。细胞分裂时染色体的复制从本质上讲就是 DNA 的复制。生物的子代与亲代之所以相似,原因就在于亲代通过繁殖将分子结构相同的 DNA 传给了子代。

现代遗传学证明:基因是遗传信息的基本单位,即 DNA 分子链中有遗传效应的各个微小的 DNA 片段。

综上所述,染色体是 DNA 的载体,DNA 是基因的载体。也就是说染色体的范围最大,其次是 DNA,然后才是基因。

## 二、遗传信息的传递

生物的性状多种多样,但生物性状的表现是细胞内蛋白质在执行不同的功能,呈现出各种各样的形态特征和生理性状,而各种蛋白质是在 DNA 控制下合成的。简单地说,就是以染色体中的 DNA 为模板在细胞核内转录合成信使 RNA,然后转移到细胞质中,在核糖体上控制蛋白质的合成。

### (一)遗传信息和遗传密码

#### 1. 遗传信息

DNA 分子是由两条核苷酸链按反

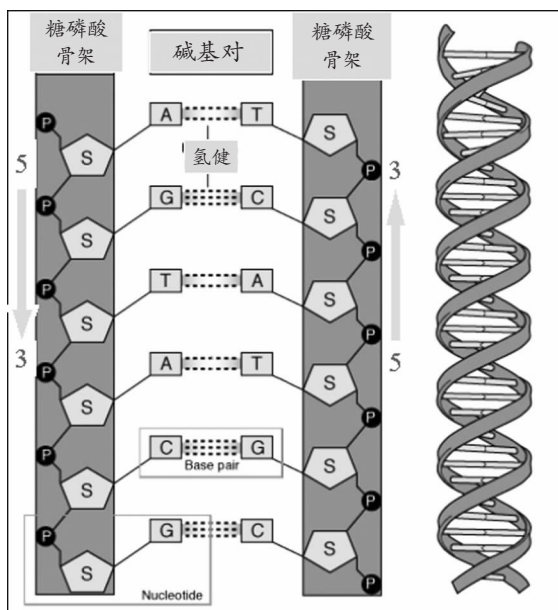


图 1-1-7 DNA 分子结构图



向平行方式盘旋而成的双螺旋结构,两边是脱氧核糖和磷酸交替连接,中间是碱基对。核苷酸包括核苷和磷酸根,核苷包括脱氧核糖和碱基。

在 DNA 分子中,一种碱基对的排列顺序就是一种遗传信息。DNA 分子的碱基有四种:腺嘌呤(A)、胸腺嘧啶(T)、胞嘧啶(C)、鸟嘌呤(G),其配对原则是 A—T、C—G。DNA 分子的核苷酸数量一般有上万对,因此其碱基对的排列组合方式是一个庞大的数字。DNA 分子的这种特殊结构蕴藏着地球上所有生物的遗传信息(图 1-1-7)。

## 2. 遗传密码

遗传密码是 DNA 的碱基序列和蛋白质的氨基酸序列的对应关系。由 3 个碱基代表 1 种氨基酸,称为密码子。4 种碱基可以组合成 64 种密码子,而体内只有 20 种氨基酸,故存在多个密码子代表一种氨基酸的情况(表 1-1-2)

表 1-1-2 20 种氨基酸的遗传密码表

第一位 置碱基	第二位置碱基								第三位 置碱基
	U		C		A		G		
U	UUU	苯丙氨酸	UCU	丝氨酸	UAU	酪氨酸	UGU	半胱氨酸	U
	UUC	苯丙氨酸	UCC	丝氨酸	UAC	酪氨酸	UGC	半胱氨酸	C
	UUA	亮氨酸	UCA	丝氨酸	UAA	终止密码	UGA	终止密码	A
	UUG	亮氨酸	UCG	丝氨酸	UAG	终止密码	UGG	色氨酸	G
C	CUU	亮氨酸	CCU	脯氨酸	CAU	组氨酸	CGU	精氨酸	U
	CUC	亮氨酸	CCC	脯氨酸	CAC	组氨酸	CGC	精氨酸	C
	CUA	亮氨酸	CCA	脯氨酸	CAA	谷氨酸	CGA	精氨酸	A
	CUG	亮氨酸	CCG	脯氨酸	CAG	谷氨酸	CGG	精氨酸	G
A	AUU	异亮氨酸	ACU	苏氨酸	AAU	天冬氨酸	AGU	丝氨酸	U
	AUC	异亮氨酸	ACC	苏氨酸	AAC	天冬氨酸	AGC	丝氨酸	C
	AUA	异亮氨酸	ACA	苏氨酸	AAA	谷氨酸	AGA	精氨酸	A
	AUG	甲硫氨酸(起始)	ACG	苏氨酸	AAG	谷氨酸	AGG	精氨酸	G
G	GUU	缬氨酸	GCU	丙氨酸	GAU	天冬氨酸	GGU	甘氨酸	U
	GUC	缬氨酸	GCC	丙氨酸	GAC	天冬氨酸	GGC	甘氨酸	C
	GUA	缬氨酸	GCA	丙氨酸	GAA	谷氨酸	GGA	甘氨酸	A
	GUG	缬氨酸(起始)	GCG	丙氨酸	GAG	谷氨酸	GGG	甘氨酸	G

由表 1-1-2 可以看出,除甲硫氨酸和色氨酸外,其他的氨基酸均有两种以上的密码子。有 3 个三联体密码 UAA、UAG、UGA 是表示蛋白质合成终止的信号,三联体密码子 AUG 和 GUG 还兼有蛋白质合成起点密码子的作用。

1966 年科学家研究破译了全部遗传密码。对于所有生物,遗传密码都是通用的。

### (二)遗传信息的传递

遗传信息的传递过程,包括 DNA 的复制,DNA 到 RNA 的转录,RNA 到蛋白质的翻译过程。

#### 1. DNA 的复制

DNA 的复制是在细胞分裂的间期,随着染色体的复制而完成的。复制的过程是 DNA 双链解开,以每一母链为模板,在 DNA 聚合酶等酶的作用下,利用细胞中游离的 4 种脱



氧核苷酸为原料,按碱基互补配对原则,各自合成与母链互补的子链。同时,每条新链与其对应的模板链盘绕成双螺旋结构,一个 DNA 分子就形成了两个完全相同的 DNA 分子,它们通过细胞分裂分配到子细胞中去(图 1-1-8)。

## 2. 遗传信息的转录

遗传信息从 DNA 转移到

RNA 的过程叫转录。当细胞需要合成某种蛋白质时,编码这个蛋白质的那段 DNA 双链解开,以一条链为模板,根据碱基互补配对原则,即 C—G、T—A、A—U (这里 U 代替了 T)的规律,在 RNA 聚合酶的作用下,合成一条与 DNA 互补的 RNA 短链。最后,新生的 RNA 分子从 DNA 分子上脱离,形成信使 RNA (mRNA)链,同时解开的 DNA 又重新恢复成双链。这样,就把 DNA 分子上遗传信息转移到了 mRNA 上(图 1-1-9)。

## 3. 遗传信息的翻译

根据 mRNA 上的密码合成蛋白质(多肽链)的过程叫做翻译。它是将核酸序列转变为氨基酸序列的过程。

当 mRNA 链合成后,便通过核孔从细胞核进入细胞质,附着在核糖体的亚基上。核糖体选择相应的转运 RNA (tRNA)。tRNA 种类很多,每种只能识别和转运一种氨基酸。tRNA 一臂连着一个特定的氨基酸,另一臂具有与 mRNA 密码子互补的 3 个暴露的碱基,叫“反密码子”。tRNA 靠反密码子可以识别 mRNA 上密码子的位置,把特定的氨基酸送到核糖体一定的位置上。

在翻译过程中,通常是多个核糖体与 mRNA 结合形成多聚核糖体,同时进行多条肽链的合成。核糖体附着在 mRNA 链的一端,逐渐向另一端移动,识别 mRNA 链上的密码

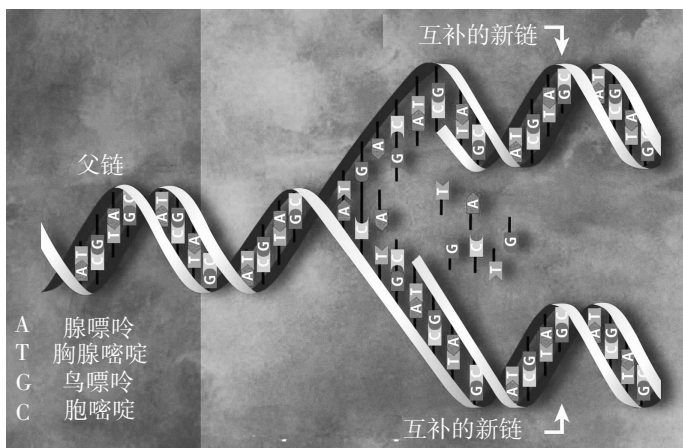


图 1-1-8 DNA 的复制

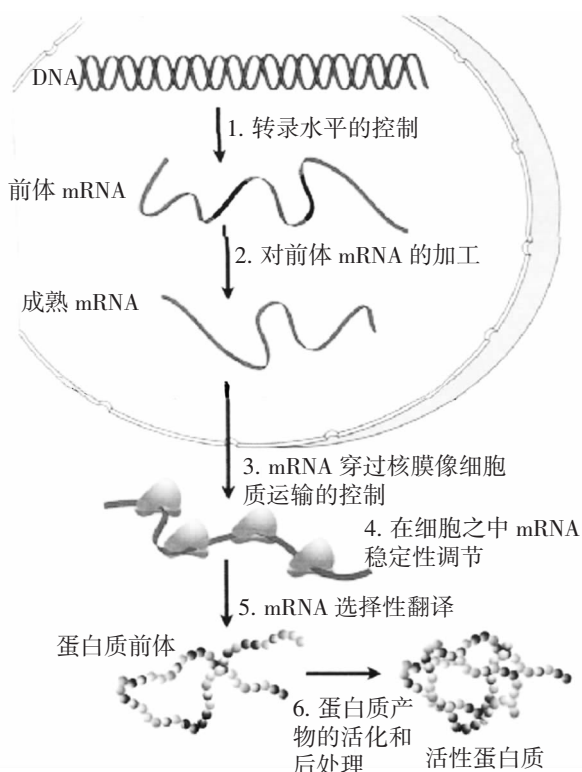


图 1-1-9 遗传信息转录图

子。同时接受转运相应氨基酸的 tRNA,并将氨基酸一个接一个地缩合成多肽。当核糖体移动到 mRNA 链的终止密码时,合成的肽链就从核糖体上脱离,盘绕折叠成具有一定空间结构和功能的蛋白质分子,开始承担生命活动的各项职责。

### (三)中心法则

根据前面的叙述,我们可以把 DNA、RNA 和蛋白质三者的关系概括为以下三点(图 1-1-10)。

DNA 链上的碱基序列蕴含着遗传信息,是产生具有特异性蛋白质的模板。

DNA 复制时,双链解开,以每条单链为模板,按照碱基配对原则,合成新的互补链。DNA 借助复制才能世代继续传递。

以 DNA 双链中的一条链为模板,转录成 mRNA,然后根据 mRNA 上的遗传密码翻译成蛋白质。

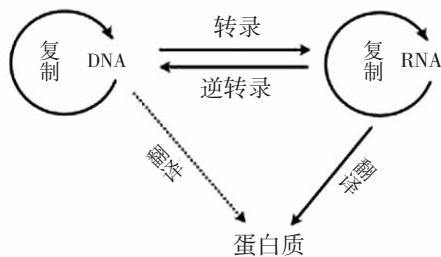


图 1-1-10 遗传信息传递的中心法则

以上三点,说明遗传信息由 DNA 传向 DNA,或由 DNA 传向 RNA,然后决定蛋白质的特异性。

后来科学家研究发现,对于那些只含有 RNA 的病毒,在感染宿主细胞后,RNA 与宿主细胞的核糖体结合,形成一种 RNA 复制酶,在这种酶的催化作用下,以 RNA 为模板复制出 RNA,也就是说,RNA 的遗传信息可以传向 RNA。近年来研究又发现,一种叫路斯肿瘤的病毒是 RNA 病毒,存在反转录酶,它能以 RNA 为模板合成 DNA,并结合到宿主细胞染色体的一定位置上,成为 DNA 前病毒。DNA 前病毒可以复制,并通过细胞有丝分裂,传递给子细胞,并成为肿瘤细胞。这些肿瘤细胞还可以以前病毒 DNA 为模板,合成前病毒 RNA,并进入细胞质中合成病毒外壳蛋白质,最后病毒体释放出来,进行第二次侵染。

由此可见,遗传信息并不一定是从 DNA 单向地传向 RNA,RNA 携带的遗传信息同样也可以复制和传向 DNA。但是 DNA 和 RNA 中包含的遗传信息只能单向地传向蛋白质,遗传信息不能由蛋白质传向蛋白质,或由蛋白质逆向地传向 DNA 或 RNA,这就是遗传信息传递的中心法则。随着分子遗传学的研究进展,可能对中心法则进一步完善。

### 复习思考题

1. 名词解释:染色体
2. 简述染色体的结构、形态和数目。
3. 遗传物质的功能有哪些?



## 第二单元 生殖细胞的形成

- 【目标】** 1. 区别细胞的有丝分裂和减数分裂的异同  
2. 掌握减数分裂过程中染色体的变化与遗传物质交换的关系  
3. 掌握精子和卵子的生成过程
- 【重点】** 细胞繁殖时染色体的变化规律
- 【难点】** 精卵生成过程中的异同

繁殖是生物产生后代的生殖过程,对于个体而言,生殖过程是相对的暂时的,但对于种群来讲是绝对的永恒的,亲代通过生殖细胞将遗传物质传给子代,使子代表现出与亲代相似的性状,同时又有变异和发展,使得种群延续发展下去。

一头家畜从出生到成年,除少数细胞外,大多数细胞不断地进行更换,有的细胞衰老、死亡,有的细胞新生、成长。一头成年家畜的细胞总数目要比幼年增加若干倍。通过细胞分裂,生物细胞得到增殖,生物体得以生长,遗传物质从亲代传给子代。

### 一、细胞的繁殖(细胞分裂)

高等生物的细胞分裂,根据染色体在子细胞中分配的数量,可分为有丝分裂和减数分裂两种。

#### (一)有丝分裂

有丝分裂也称体细胞分裂,是细胞分裂中最普遍的一种形式。

生物体各类细胞的有丝分裂基本上相同,其特点是染色体复制后,随细胞分裂分配到两个子细胞中,而每个子细胞含有与母细胞相同的染色体数。细胞从上一次分裂结束至下一次分裂结束之间的期限称为一个分裂周期(细胞周期)。细胞有丝分裂持续不断地进行,其分裂过程可分为间期、前期、中期、后期和末期 5 个阶段(图 1-2-1)。

#### 1. 间期

间期是两次分裂的中间时期。这一时期细胞代谢很旺盛,储备了细胞分裂所需的物质。实验证明,DNA 在这一时期进行了复制合成,细胞膜结构也有所变化。



## 2. 前期

染色丝不断螺旋化而逐渐凝集成显微镜下可见的特定结构的染色体，核膜核仁消失，中心粒一分为二，向核的两极移动，纺锤丝出现。每一条染色体包含着两条平行的染色丝，叫做染色单体，它是在细胞分裂间期染色体复制时纵裂形成的。每一对染色单体仍由一个着丝点连接，因此，又叫姊妹染色单体。

## 3. 中期

染色体继续浓缩变粗变短，每条染色体的着丝点由细胞两极中心粒发出的纺锤丝牵引排列在赤道板上。细胞内出现清晰可见由来自细胞两极的纺锤丝所构成的纺锤体。此时，染色体高度浓缩到最具典型的形状，适宜进行染色体形态和数目的观察，是核型分析的最佳时期。

每个染色体的两条染色单体仍只由一个着丝点连接。

## 4. 后期

每个染色体上的着丝点分裂为两个，姊妹染色单体分开，由各自的纺锤丝牵引分别向细胞两极移动。由于各个染色体上的着丝点的位置不同，致使后期的染色体呈现出 V 形、L 形或棒形三种形状。

## 5. 末期

两套染色体到达两极，染色体变细变长成染色丝，纺锤丝消失，核仁核膜出现，细胞中央出现分裂沟，细胞质分割成两部分，最后逐渐形成两个子细胞。子细胞和母细胞在染色体数目、形态结构方面完全相同。

### (二) 减数分裂

减数分裂也称成熟分裂，是性细胞形成过程中的一种分裂方式，在减数分裂过程中，染色体只复制一次，而细胞连续分裂两次，因此，子细胞中的染色体数减半。例如黄牛的体细胞有 30 对染色体，而精子和卵子却只有 30 条染色体。当精子和卵子结合形成受精卵，并发育成个体时，体细胞内的染色体数目又恢复到原来的数目。

减数分裂的两次分裂，分别称为第一次减数分裂(可用 I 表示)和第二次减数分裂(用 II 表示)。每一次分裂又分为前、中、后、末四个时期。第一次分裂染色体数目减半；第二次分裂染色体数目不变(图 1-2-2)。



图 1-2-1 动物细胞有丝分裂模式图