



国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划资助项目

畜禽繁殖与改良

基础理论

何 涛◎主编



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社



国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划资助项目

畜禽繁殖与改良

基础理论

何 涛◎主编



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

畜禽繁殖与改良. 基础理论 / 何涛主编. —银川: 宁夏人民出版社, 2014.5

ISBN 978-7-227-05757-4

I. ①畜… II. ①何… III. ①畜禽—繁殖—中等专业学校—教材
②畜禽育种—中等专业学校—教材 IV. ①S81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 093926 号

畜禽繁殖与改良·基础理论

何涛 主编

责任编辑 闫金萍

封面设计 玖月

责任印制 李宗妮

黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民出版社

地址 银川市北京东路 139 号出版大厦 (750001)

网址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 renminshe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5052103

经销 全国新华书店

印刷装订 宁夏精捷彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁)0014938

开本 787 mm×1092 mm 1/16

印张 17.75

字数 357 千字

印数 2000 册

版次 2014 年 5 月第 1 版

印次 2014 年 5 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-227-05757-4/S·328

定价 23.60 元(共两册)

版权所有 侵权必究

宁夏农业学校国家中等职业教育改革示范学校 建设项目教材编写委员会

主任:赵晓瑞

副主任:陈冲 刘进 莱惠玲 安青 范为群

委员:杨东玲 李银春 宋伶英 韩立兵 张涛

马学礼 冯丽 白桦 唐虎利 赵娜

卢潇 张黎 魏晓明 吴志红 朱晓江

编委会办公室

主任:范为群

副主任:宋伶英

《畜禽繁殖与改良·基础理论》

主编:何涛

副主编:赵晓瑞

参编人员:刘进 陈西风 马国武 张绣陶 马甫行

黄丽红

前 言

2012年6月,宁夏农业学校获教育部、财政部、人社部三部委批复立项建设国家中等职业教育改革发展示范学校。两年来,作为宁夏回族自治区级中等农业职业学校,学校紧紧把握机遇,秉承、光大“尚农、诚朴、强技”的校训和“德育为本学做人,技能为用会做事”的育人理念,全校上下凝心聚力,以农业职业人之执着、诚朴的精神,凝练办学特色,在政、行、企的大力支持下,在两年的建设期内顺利完成各项建设任务,取得了丰硕成果,极大地提升了学校的办学实力和水平。

这套校本教材和实训指导的出版,既是学校示范校人才培养模式和课程体系改革的成果之一,又是学校多年来对农业职业技能人才培养和课程体系改革实践的承载与积淀,也是校企在专业与需求、课程与职业标准、教学与生产“三对接”实践的体现。

成果付梓之日,适逢十八届三中全会以来国家部署加快发展现代职业教育和《自治区党委、人民政府关于加快发展现代职业教育的意见》的出台之时。职业教育的改革发展迎来新的机遇,这对我们培养现代农业职业技能人才的使命和责任提出了新要求,赋予了新内涵。

本套书为自治区级中等农业职业学校改革发展成果,创新探索因素固存,错误疏漏之处难免,敬请读者批评指正,以促提升。

编委会

2014年3月



目 录

模块一 畜禽遗传基础	1
项目一 遗传的物质基础	2
任务一 了解细胞的基本结构	2
任务二 了解细胞分裂	5
任务三 了解遗传信息及传递	8
项目二 遗传规律	11
任务一 了解分离规律	11
任务二 了解自由组合规律	15
任务三 了解连锁遗传规律	18
任务四 了解伴性遗传	20
任务五 了解生物界的变异现象	23
模块二 畜禽杂交改良技术	30
项目一 畜禽品种	30
项目二 选种选配	34
任务一 畜禽选种	34
任务二 畜禽选配	41
项目三 畜禽杂交改良及杂种优势的利用	45
模块三 畜禽生殖基础	55
项目一 畜禽生殖器官	55
任务一 了解公畜的生殖器官	56
任务二 了解母畜的生殖器官	62
任务三 了解家禽生殖器官	69
项目二 生殖激素	75
任务一 生殖激素的概述	75
任务二 了解下丘脑促性腺激素释放激素	77



任务三	了解促性腺激素	80
任务四	了解性腺激素	83
任务五	了解前列腺素和外激素	86
任务六	了解生殖激素的分泌和调节机理	89
项目三	畜禽生殖生理	92
课题一	雄性动物生殖生理	92
任务一	了解公畜的性发育与性行为	92
任务二	公畜的精液采集	93
任务三	精液品质检查	98
任务四	精液稀释	106
任务五	精液保存和运输	110
课题二	雌性动物生殖生理	116
任务一	雌性动物发情鉴定	116
任务二	雌性动物受精与妊娠诊断	120
任务三	雌性动物的分娩与助产	132
模块四	畜禽繁殖技术	142
项目一	牛繁殖技术	142
任务一	母牛的发情及发情鉴定	143
任务二	牛人工授精	150
任务三	牛妊娠诊断	157
任务四	母牛分娩与助产	162
任务五	牛常见繁殖病的治疗	166
项目二	羊繁殖技术	175
任务一	了解羊的繁殖规律	175
任务二	羊的配种	179
任务三	羊的妊娠和接产	184
任务四	羊的品种改良	187
项目三	猪繁殖技术	189
任务一	后备种猪选择	189
任务二	了解猪的繁殖生理特性	192
任务三	母猪的发情鉴定	196
任务四	猪的配种	199
任务五	母猪的妊娠检查与接产	209
任务六	猪的三元杂交模式应用	215



任务七 猪繁殖疾病及防治措施	218
任务八 母猪妊娠期间胚胎死亡防治	221
项目四 家禽繁殖技术	223
课题一 鸡的人工授精技术	223
任务一 鸡的采精	223
任务二 鸡的输精	226
课题二 鸭、鹅的人工授精技术	229
任务一 鸭、鹅的采精	229
任务二 鸭、鹅的输精	230
课题三 家禽的孵化	232
任务一 种蛋的收集	232
任务二 种蛋孵化	233
模块五 畜禽繁殖管理	242
项目 家畜繁殖力	242
任务一 了解家畜的繁殖力	243
任务二 如何提高家畜繁殖力	247
模块六 畜禽繁殖新技术	249
项目一 发情控制技术	249
任务一 母畜诱导发情	249
任务二 母畜同期发情	251
任务三 超数排卵技术	253
项目二 胚胎移植技术	256
项目三 胚胎生物工程技术	266
主要参考文献	278

模块一 畜禽遗传基础

学习目标

知识目标

- ◎ 遗传的物质基础
- ◎ 变异的基本规律
- ◎ 遗传的三大定律

技能目标

- ◎ 知道细胞的基本结构和细胞的分裂规律
- ◎ 运用遗传的三大规律进行单基因性状的遗传分析
- ◎ 具备应用遗传变异知识指导畜禽遗传改良的实践能力

遗传学是研究生物遗传与变异的科学，遗传与变异是生物界普遍存在的现象，是各种生物共同的特征，二者总是同时出现。世界上的生物有亿万种，每种生物都具有使其子代保持与亲代相似特征的本能，从而保持各种物种的相对稳定。这种生物亲代与子代之间在形态、结构、生理功能、行为本能等各方面的相似现象叫做遗传。俗话说“种瓜得瓜，种豆得豆”、“龙生龙，凤生凤，老鼠的儿子会打洞”，讲的就是遗传现象。但是遗传并不意味着子代与亲代完全一样，永远不会变化。事实上，亲代与子代之间、子代个体之间，总是存在着不同程度的差异。世界上没有绝对完全相同的两个生物，也没有绝对不变的物种，即使一卵双生的个体也不会完全一模一样，其根源就在于生物具有变异的特性。这种子代与亲代之间以及子代个体之间在形态、结构、生理功能、行为本能等各方面的差异现象叫做变异。正如俗话说“一娘生九女，连娘十个样”、“一母生九子，个个不一样”，讲的就是变异现象，也正是由于这种变异性，才使得物种不断地发展与变化。

人们对遗传物质的认识是逐步深入的，从初期的“种瓜得瓜，种豆得豆”的概念开始，逐步深入到细胞水平、分子水平。1866年，孟德尔发表了著名论文《植物杂交实验》，初步提出了分离定律和自由组合定律；1910年，美国的摩尔根进一步研究证实了孟德尔定律，并把孟德尔假设的遗传因子具体落实到染色体上，提出了基因的连锁与交换定律，这一定律同孟德尔的分离定律和自由组合定律合称为遗传学“三大基本定律”，为遗传学的进一步发展奠定了基础。



项目一 遗传的物质基础

地球上约有 1500 万种生物，尽管在形态、结构和特性上千差万别，但生物界不论动物、植物还是微生物（除了病毒和细菌这类最简单的生物外）都是由细胞构成的。生物体的一切生命活动都在细胞中进行，以细胞为单位实现，因而细胞是生物体的基本结构和功能单位。决定生物性状的遗传物质就存在于细胞中，因此了解细胞的基本结构、细胞的分裂和遗传信息的传递是学习遗传学的基础。

任务一 了解细胞的基本结构

一、细胞的基本结构

细胞的形态、大小因物种和组织器官的不同而有很大的差异，但其基本结构是相同的，一般都由细胞膜、细胞质、细胞核三部分组成（图 1-1）。根据细胞核和细胞结构是否完整，将生物细胞分为原核细胞和真核细胞两大类。原核细胞是一类比较原始的细胞，结构简单，没有由膜包围的细胞核，细菌、蓝细菌（过去称为蓝藻）和放线菌等低等生物的细胞就属此类。高等动物的细胞有明显的细胞核和完整的细胞结构，即具有细胞膜、细胞质、细胞核三部分，所以叫做真核细胞。大多数真核细胞细胞直径在 20~30 微米，鸟类卵细胞是最大的单细胞，鸵鸟的细胞直径可达 5 厘米左右。

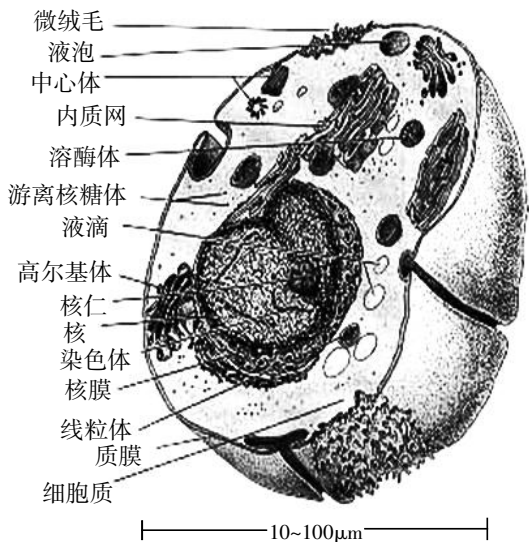


图 1-1 细胞结构模式图

(一) 细胞膜

细胞膜又称质膜，是细胞外围的一层薄膜，主要由蛋白质和类脂构成。它起着保护细胞、控制细胞内外物质交流、感受和传递外部刺激等作用。

(二) 细胞质

细胞质是细胞膜与细胞核之间的全部物质系统。它是由基质和细胞器构成。基质呈胶体状态，各种不同的细胞器有组织地分布于其中。细胞器主要有线粒体、核糖体、



中心体、高尔基体、溶酶体、内质网等。

(三)细胞核

细胞核由核膜、核质（核液）、核仁和染色质（或染色体）等组成。核是遗传物质聚积的主要场所，对细胞发育和性状遗传起着指导作用。染色质是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、变异和生命活动中有着极其重要的作用。

二、染色体的形态、结构和数目

染色体是未进行分裂的细胞核内能够被碱性染料染色的纤细网状物，是染色质在细胞有丝分裂过程中浓缩而形成的。染色体和染色质是同一物质的两种不同形态。染色质处于分散态，染色体处于凝聚态；染色质是细胞核中最重要、最稳定的成分，具有特定的形态和自我复制的能力，是遗传物质的主要载体，在控制生物遗传、变异和生命活动中有着极其重要的作用。

(一)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，染色体一般呈棒形，外形上通常包括着丝点、主缢痕、次缢痕、随体和两个臂或一个臂（图 1-2）。

着丝点：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，位置相对固定。

主缢痕：着丝点处常常缢缩变细，不易着色的部分。

次缢痕：某些染色体的一个臂上还有另一个缢缩变细的部分。

随体：某些染色体次缢痕的末端还附有一个球形或圆柱形的突出小体。

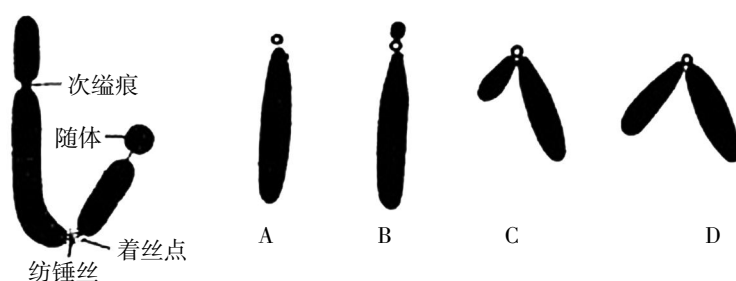


图 1-2 染色体的形态

(二)染色体的组成

染色体的主要成分是 DNA 和蛋白质，每一条染色单体是由一条完整的 DNA 分子与组蛋白结合的纤丝，在电子显微镜下观察，它是一个高度折叠的螺旋化结构。

(三)染色体数目

各种生物的细胞核内都有特定数目的染色体，其数目多少依不同生物种类而异（如表 1-1）。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。



体细胞里的染色体有常染色体和性染色体，性染色体只有一对，其余为常染色体。如黄牛 60 个染色体中，其中 58 个是常染色体，其余 2 个为性染色体。性染色体与家畜的性别有关。每对常染色体在长度、直径、形态、着丝粒的位置和染色粒的排列上都相同，这种成对的染色体叫“同源染色体”，不同对的染色体则互称为“非同源染色体”。

体细胞中染色体是成对存在的，一条来自父本，一条来自母本，用 $2n$ 表示，叫做二倍体细胞。性细胞中（精子或卵子）染色体呈单个存在，只能以 n 表示，叫做单倍体细胞。

表 1-1 常见畜禽体细胞染色体数

种类	猪	黄牛	水牛	牦牛	山羊	绵羊	马	驴	鸡	鸭	鹅	火鸡	兔	狗	猫
染色体数($2n$)	38	60	48	60	60	54	6d	62	78	80	82	82	44	78	38

(四)染色体组型

一种生物的体细胞在有丝分裂中期，把全部染色体按各对同源染色体的长度、着丝点位置以及随体有无，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（图 1-3），染色体的组型是区别物种特征的重要依据。

观察染色体的组型可以区分物种和进行遗传性疾病的分析。

三、遗传物质

研究证明，染色体及细胞器上的脱氧核糖核酸（DNA）是各种生物共同的遗传物质（少数病毒不含 DNA，其遗传物质是 RNA）。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一定分子结构的 DNA 传给子代。如果子代个体发生了某些可遗传的性状变异，原因是 DNA 的分子结构和组成发生了变化。

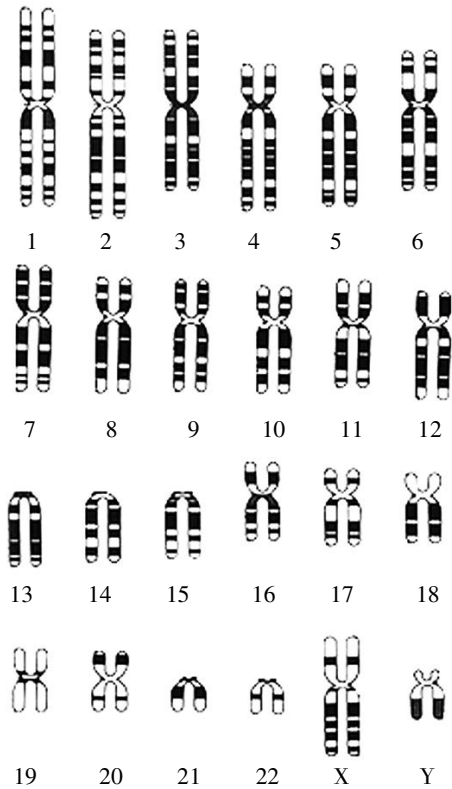


图 1-3 人的染色体的组型

DNA 是由很多个核苷酸组成的高分子化合物，每个 DNA 分子有两条分子链，每个分子链是由数百以至数千万个核苷酸一个接一个连接起来的。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，贯穿于染色体的纵长。

DNA 的基本功能，一是自我复制，二是通过转录控制蛋白质的合成。细胞分裂时染色体的复制从本质上讲就是 DNA 的复制。

人们对基因概念的认识是随着对遗传物质的研究加深而不断得到完善的，从孟德



尔的“遗传因子”到后来的基因概念经历了一个漫长的过程。现在可以认为基因是遗传信息的物质载体，其化学物质是核酸，即 DNA 分子链中有遗传效应的各个微小的区段（DNA 片段）。随着科学技术的不断发展，基因的概念可能还会有新的补充和修正。

想一想 练一练

一、填空题

1. 动物细胞是由_____、_____、_____ 3 部分组成。
2. 染色体的主要成分是_____和_____。

二、简答题

1. 染色体的形态有哪些类型？
2. 什么叫染色体的组型，或核型？

任务二 了解细胞分裂

在一个有机体内，其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。一只动物从初生到成年，除少数细胞外，大多数细胞已不再是原来的了。另外，一只成年家畜机体的细胞总数要比幼年增加若干倍，那么细胞是如何增殖的呢？答案就是“分裂”。通过细胞分裂，生物细胞得到增殖，生物体也由小变大得到生长。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

有丝分裂也叫做体细胞分裂或等数分裂，是细胞分裂中最普遍的一种形式。高等生物个体的各个部分都是通过有丝分裂增殖细胞而形成的。

各种细胞的有丝分裂基本上相同，其特点是染色体进行自我复制，然后分裂成两个子细胞，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叫做一个分裂周期（细胞周期）。细胞有丝分裂是持续不断地进行的，其分裂过程可分为间期、前期、中期、后期和末期 5 个阶段（图 1-4）。

（一）间期

间期是两次分裂的中间时期。

（二）前期

染色质凝结成染色丝并螺旋化，逐渐变短变粗成为明显的染色体。可见到每个染色体已纵向分裂为两个染色单体，但两个染色单体仍由同一个着丝点联结在一起。中心粒一分为二，向核的两极移动并出现纺锤丝。核仁、核膜逐渐消失。



(三)中期

核仁、核膜消失。染色体开始向赤道板移动，最后在赤道板上排成一圈，纺锤丝和染色体的着丝点连接起来。这时染色体的形态结构比较清晰，适宜进行染色体形态和数目观察。

(四)后期

在纺锤丝的牵引之下，染色体的着丝点分裂开，各条染色单体独立，成为一个独立的子染色体。同时，两个独立的子染色体被纺锤丝拉向两极。

(五)末期

染色体到达两极，染色体螺旋结构逐渐消失，最后又恢复成染色质，纺锤丝逐渐消失，核仁、核膜重新出现，逐步形成两个子细胞。子细胞与母细胞在染色体数目、形态结构方面完全相同，有丝分裂过程完成。

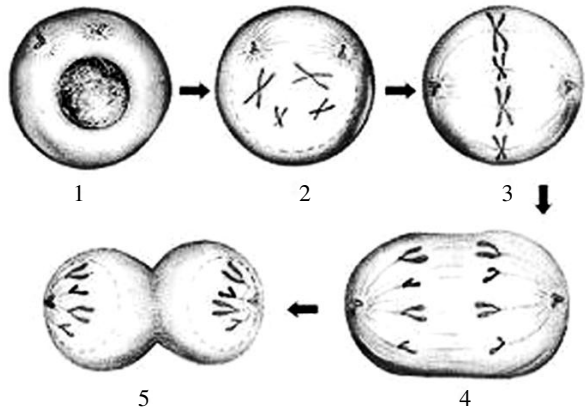


图 1-4 动物细胞有丝分裂示意图

1. 间期;2. 前期;3. 中期;4. 后期;5. 末期

二、减数分裂

减数分裂是配子形成过程中染色体数目减半的特殊分裂方式。要经过两次连续的分裂，分别叫减数第一次分裂（用 I 表示）和减数第二次分裂（用 II 表示）。每一次分裂又分为前、中、后、末 4 个时期。第一次分裂是“减数”，即染色体数目减半；第二次分裂是“等数”，即染色体数目不变。

(一)减数第一次分裂

分前期、中期、后期、末期。

1. 前期

这一时期较长，可分为以下 5 个阶段。

(1)细线期。开始进入分裂期，染色质逐渐浓缩成细线状，交织成网。

(2)偶线期。各对同源染色体纵向靠拢，进行准确的配对（又叫联会），这是减数分裂的重要特征。

(3)粗线期。染色体变粗变短，每条染色体已分裂为两条姊妹染色单体，但着丝点还未分裂，两条染色单体还连在一起。两条配对的同源染色体像一股粗线，实际上是由四条染色单体组成。因此，人们把这时每对配对的染色体叫做四分体。又因为它实际上是一对染色体，所以又叫双价体。

(4)双线期。染色体继续变粗变短，各对染色体因非姊妹染色单体之间的相互排



斥、背离，而出现交叉现象。交叉使染色单体发生了部分交换，其中遗传物质也随着发生交换，从而引起遗传上的变异。

(5)终变期。染色体浓缩到最粗最短的程度，并开始向赤道板移动，核仁、核膜消失，纺锤丝开始出现。此时是检查染色体的最好时机。

2. 中期

核膜、核仁消失，各对同源染色体整齐地排列在赤道板上，两极纺锤丝与着丝点相连，双价体开始分离。

3. 后期

纺锤丝收缩，各对同源染色体相互分开，分别移向两极。两极中各有每对同源染色体中的一个，这样，每一极只有 n 条染色体，实现了染色体数目由 $2n$ 到 n 的转变。所以说在后期染色体发生了减数，但这时着丝点没有分裂，每一染色体仍含有一个着丝点连接着的两条染色单体。

4. 末期

染色体移向两极，形成两个核，同时细胞质分为两部分，核仁、核膜重新形成两个子细胞。对雄性而言，就形成两个次级精母细胞；对雌性来说，则是一个次级卵母细胞和一个小的极体（第一极体），极体是只有细胞核几乎没有细胞质的细胞。

(二) 减数第二次分裂

比第一次分裂简单得多。前期紧接末期，每根染色体未经纵裂就排列到赤道板上，然后着丝点分裂，于是两根姊妹染色单

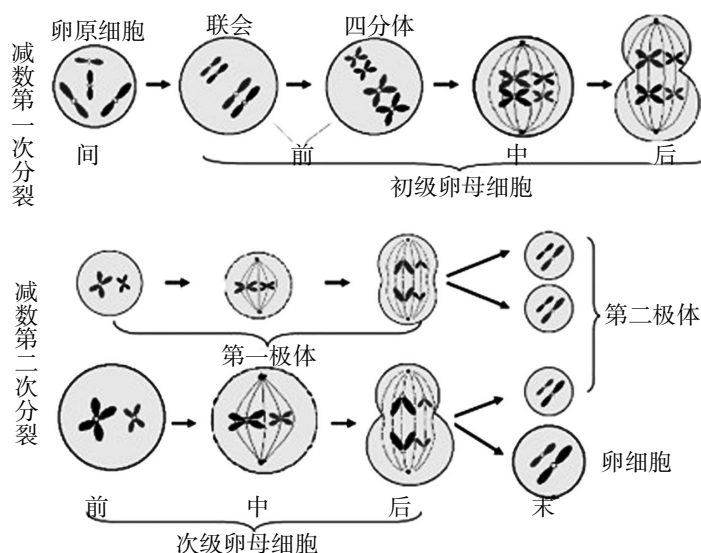


图 1-5 减数分裂示意图

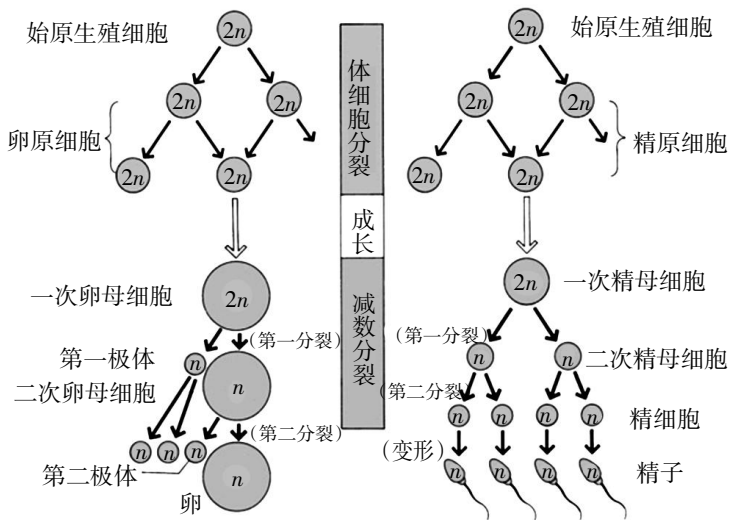


图 1-6 性细胞形成过程图解



体彼此分开（即形成独立的染色体），各向两极移动，到达两极后，组成两个新核。最后，细胞也随之分裂，形成两个子细胞。对动物来说就是形成两个精子细胞或是形成一个卵子和一个小的极体（称为第二极体）。与此同时，第一极体也分裂为两个极体（第二极体）。这样，经过连续两次分裂，形成了4个子细胞，每个子细胞中只有 n 个染色体（图1-5、图1-6）。

至此，整个减数分裂过程完成。在雄性动物，每个初级精母细胞经过连续两次分裂，变成4个精子细胞，随后经过成形期，形成4个精子；在雌性动物，每个初级卵母细胞经过两次分裂，变成1个卵子和3个极体，极体最后消失。在整个分裂过程中，染色体只复制1次，却进行2次分裂。因此，每个精子（卵子）的染色体数只有初级精母细胞（或初级卵母细胞）的一半。

想一想 练一练

一、填空题

1. 细胞有丝分裂包括_____、_____、_____、_____、_____5个时期。
2. 在雄性动物，每个初级精母细胞经过连续_____次分裂，变成_____个精子细胞，随后经过成形期，形成_____个精子；在雌性动物，每个初级卵母细胞经过_____次分裂，变成_____个卵子和_____个极体，极体最后消失。

二、简答题

1. 简述减数分裂第一次分裂各时期的特点。
2. 为什么每个精子（卵子）的染色体数只有初级精母细胞（或初级卵母细胞）的一半？

任务三 了解遗传信息及传递

生物的性状多种多样，这都是由遗传物质决定的。那么，遗传信息是如何传递的呢？简单地说，就是DNA先把遗传信息传递给RNA，在RNA的指导下翻译成为相应的蛋白质，从而表现出一定的性状。不同的生物具有不同的基因型，决定了不同的代谢类型，使之发育出不同的性状。

一、遗传信息与遗传密码

（一）遗传信息

DNA分子核苷酸对（碱基对）的排列顺序就是遗传信息。组成DNA分子的脱氧核糖核苷酸的碱基有4种，即腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和胸腺嘧啶（T），这4种碱基严格遵守碱基互补配对原则，即A与T配对、C与G配对。由这4种碱基组成相应的4种核苷酸，即2种核苷酸对。一种核苷酸对（碱基对）的排列顺序就是



一种遗传信息。DNA 分子是由 2 条脱氧核糖核苷酸链互相缠绕形成的双螺旋结构，是 4 种核苷酸组成的多聚体。4 种核苷酸的差别在于所含的 4 种碱基（A、T、G、C）不同。所以 DNA 分子含有 4 种密码符号，它们的排列组合可以表达不同的遗传信息。DNA 分子中的核苷酸数量一般有上万对，因而地球上的生物性状多种多样。

（二）遗传密码

生物的各种性状是由其特异的各种蛋白质所表达的，而各种蛋白质的特异性又取决于组成蛋白质的 20 种氨基酸的不同排列组合。20 种氨基酸又是由什么物质控制的呢？

遗传研究表明，DNA 分子中的碱基排列顺序决定 RNA 的碱基排列顺序，进而决定氨基酸的排列序列。这种碱基的排列序列与氨基酸的排列序列的对应关系叫遗传密码。

已知共有 64 种密码子，1966 年科学家已经编排出了 20 种氨基酸的遗传密码表（表 1-2）。

表 1-2 20 种氨基酸的遗传密码

第一碱基	第二碱基				第三碱基
	U	C	A	G	
U	UUU 苯丙氨酸	UCU 丝氨酸	UAU 酪氨酸	UGU 半胱氨酸	U
	UUG 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 终止信号	UGA 终止信号	A
	UUG 亮氨酸	UCG 丝氨酸	UAG 终止信号	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 天冬氨酸	AGA 精氨酸	A
	AUG 甲硫氨酸(起始密码)	ACG 苏氨酸	AAG 赖氨酸	ACG 精氨酸	G
G	GUU 缬氨酸	GCU 丙氨酸	GAU 天冬氨酸	GGU 甘氨酸	U
	GUG 缬氨酸	GCC 丙氨酸	GAC 天冬氨酸	GGC 甘氨酸	C
	GUU 缬氨酸	GCA 丙氨酸	GAA 谷氨酸	GGA 甘氨酸	A
	GUC(起始密码)	GCG 丙氨酸	GAG 谷氨酸	GGG 甘氨酸	G

二、遗传信息的传递

遗传信息的传递实质上就是遗传密码的转录与翻译过程。

（一）转录

遗传信息从 DNA 转移到 RNA 的过程叫转录。

转录的基本过程是在有关酶的参与下，以 DNA 分子中的一条链为“模板”，以核内游离的 4 种核苷酸为原料，按照碱基配对原则，合成相应的 RNA 分子链，从而把 DNA 分子核苷酸的排列方式转变成为 RNA 分子的核苷酸排列方式。这样就把 DNA 分