



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 畜禽繁殖与改良

(养殖专业)

主 编 李青旺

副主编 刘 强 胡建宏



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 畜禽繁殖与改良

(养殖专业)

主 编 李青旺  
副 主 编 刘 强 胡建宏  
责任主审 汤生玲  
审 稿 李祥龙 冯敏山



高等教育出版社

## 内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部2001年颁布的中等职业学校畜禽繁殖与改良教学基本要求,并参照有关行业的职业技能鉴定规范,以及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要内容为畜禽遗传基础、杂交改良技术、畜禽的生殖器官、生殖激素及其作用、家畜繁殖技术、家禽繁殖技术等。本书在系统地介绍畜禽繁殖与改良技术的同时,注重培养学生的实际操作能力,如重点阐述了畜禽繁殖技术,将实训内容融入课堂讲授中;在编写中注重引入较为成熟的新知识、新方法,如增加了体外受精、胚胎移植技术的介绍。书中附有大量插图,每章后附有复习思考题,具有较强的可读性及可操作性。

本书适用于中等职业学校养殖类专业及专门化,也可作为农民职业培训教材和农村青年的科普读物。

## 图书在版编目(CIP)数据

畜禽繁殖与改良/李青旺主编. —北京:高等教育出版社,2002(2006重印)

ISBN 7-04-010216-1

I. 畜... II. 李... III. 畜禽育种—专业学校—教材 IV. S813

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 001440 号

畜禽繁殖与改良  
李青旺 主编

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100011  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 北京未来科学技术研究所  
有限责任公司印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 13.25  
字 数 310 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002年3月第1版  
印 次 2006年4月第8次印刷  
定 价 16.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 10216-00

# 中等职业教育国家规划教材出版说明

---

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

# 前 言

掌握畜禽改良方法、提高畜禽繁殖性能，是我国畜牧业向集约化、产业化方向发展的需要。本书以提高畜禽繁殖力和生产性能为前提，着重阐明了动物的繁殖改良理论和实际操作技术过程。全书本着科学性、先进性、系统性和实用性的原则，根据中等职业学校教学特点和当前养殖业发展的要求，在教材结构上突出了基础理论与实践的有机结合，注重实用性与可操作性，如将实训内容与教学内容融为一体，既可供教师讲解，也可供学生实习时参考，避免了重复；内容上突出养殖生产实践中畜禽繁殖与改良的实用技术，强调理论的科学性和方法的先进性，由此形成了本教材的特色。对于一些较新、偏深的内容，考虑到学科的发展及一些学有余力的同学的自学需要，本书涉及一些，并用“\*”标示，供选学用。因此，本书既可以作为中等职业学校的必修教材，也可作为基层畜牧工作人员和农村广大养殖专业户的自学用书。

本书是根据教育部2001年审定通过的中等职业教育养殖专业畜禽繁殖与改良教学大纲编写的。

本书各章编写分工为：第1章刘强、吴继东编写，第2章刘强、江中良编写，第3章李青旺、胡建宏编写，第4章李云甫、李青旺、刘强编写，第5章的第一节张华、李青旺编写，第5章的第二、三节李云甫、刘强编写，第5章的第四、五节李青旺、胡建宏编写，第5章的第六节胡建宏、李青旺编写，第5章的第七、八节刘强、吴继东编写，第5章的第九、十节胡建宏、李青旺编写，第5章的第十一、十二节李青旺、胡建宏编写，第6章赵民卿、江中良编写，制图王立强。

初稿形成后，由主编李青旺，副主编刘强、胡建宏，参编李云甫、江中良等负责统稿。在本书送交全国中等职业教育教材审定委员会审定之前，特邀请了西北农林科技大学的著名繁殖学专家张岳教授、著名产科学专家王建辰教授审阅全书，两位专家对本教材的优点与特色给予了充分的肯定，同时也提出了宝贵的修改意见。西北农林科技大学胡建宏、江中良、王立强、于永生等同志参与了书稿的部分校对工作。本书在编写过程中，还得到了中等职业学校教材编写专家组、高等教育出版社和各参编院校的大力支持和密切配合。为此，我们向所有关心、支持本书编写、出版、发行的同志们表示衷心的感谢。

本书已通过教育部全国中等职业教育教材审定委员会的审定，其责任主审为汤生玲，审稿人为李祥龙、冯敏山，在此，谨向专家们表示衷心的感谢！

该书是我们编写中等职业教育教材的一个尝试和探索，由于时间和经验不足，资料收集整理过程中难免有所遗漏，不尽完善及错误之处在所难免，我们真诚希望读者使用后多提宝贵意见，以臻完善。

编 者

2001年6月



# 目 录

绪 论 .....	1
第 1 章 畜禽遗传基础 .....	5
第一节 遗传的物质基础 .....	5
一、细胞、染色体与遗传物质 .....	5
二、细胞分裂 .....	8
三、遗传信息及传递 .....	12
四、遗传工程简介 .....	14
第二节 分离规律 .....	15
一、孟德尔试验的方法和特点 .....	15
二、一对相对性状杂交实验的结果 .....	15
三、分离规律的原理 .....	17
第三节 自由组合规律 .....	18
一、两对相对性状的遗传试验 .....	18
二、自由组合现象的解释 .....	19
三、自由组合假说的验证 .....	20
四、分离规律与自由组合规律在畜禽育种实践中的意义 .....	21
第四节 连锁遗传规律 .....	21
一、连锁与交换的遗传现象 .....	21
二、连锁交换遗传现象的解释 .....	22
三、连锁遗传的意义和应用 .....	23
四、性别决定 .....	23
五、伴性遗传 .....	24
第五节 变异的基本规律 .....	25
一、变异的普遍性 .....	25
二、变异的类型和原因 .....	25
三、基因突变 .....	26
四、染色体畸变 .....	27
第六节 数量性状遗传的基础知识 .....	28
一、数量性状遗传的特征 .....	29
二、数量性状遗传的基本原理 .....	29
三、数量性状遗传的参数 .....	31
实训内容 .....	36
复习思考题 .....	36
第 2 章 杂交改良技术 .....	37
第一节 畜禽品种 .....	37
一、品种的概念 .....	37
二、品种的分类 .....	38

三、品种的了解与识别 .....	38
第二节 选种 .....	38
一、选种的概念 .....	38
二、畜禽的鉴定 .....	39
三、选种的方法 .....	44
第三节 选配 .....	47
一、选配的概念和意义 .....	47
二、选配的种类 .....	47
三、选配计划的拟定 .....	48
四、近交 .....	48
第四节 本品种选育 .....	50
一、本品种选育的概念和意义 .....	50
二、本品种选育的措施 .....	50
第五节 品系繁育 .....	52
一、品系繁育的概念、作用和类别 .....	52
二、建立品系的方法 .....	54
第六节 杂交育种 .....	56
一、杂交育种的方法 .....	56
二、杂交育种的步骤 .....	57
第七节 畜禽杂交利用技术 .....	58
一、杂交的概念和作用 .....	58
二、杂种优势的利用 .....	58
三、制定杂交改良方案的基本原则 .....	62
四、远缘杂交 .....	63
实训内容 .....	63
复习思考题 .....	64
<b>第3章 畜禽生殖器官</b> .....	65
第一节 家畜生殖器官 .....	65
一、公畜生殖器官 .....	65
二、母畜生殖器官 .....	71
第二节 家禽生殖器官 .....	77
一、家禽生殖器官的组成、结构及功能 .....	77
二、各种家禽生殖器官的观察 .....	80
实训内容 .....	82
复习思考题 .....	83
<b>第4章 生殖激素及其应用</b> .....	84
第一节 生殖激素概述 .....	84
一、生殖激素的概念 .....	84
二、生殖激素的种类 .....	84
三、生殖激素的作用特点 .....	86
第二节 释放激素 .....	86
一、下丘脑和垂体的关系 .....	86
二、下丘脑释放或抑制激素 .....	86

三、促性腺素释放激素 .....	87
四、催产素 .....	87
五、松果腺激素 .....	88
第三节 促性腺激素 .....	88
一、垂体促性腺激素 .....	88
二、胎盘促性腺激素 .....	90
第四节 性腺激素 .....	91
一、雄激素 .....	91
二、雌激素 .....	92
三、孕激素 .....	92
四、松弛素 .....	93
第五节 前列腺素和外激素 .....	93
一、前列腺素 .....	93
二、外激素 .....	94
第六节 生殖激素的调节作用 .....	95
一、生殖激素的调节机制 .....	95
二、母畜生殖活动的调节 .....	95
三、公畜生殖活动的调节 .....	97
实训内容 .....	97
复习思考题 .....	97
<b>第5章 家畜繁殖技术</b> .....	<b>98</b>
第一节 发情鉴定技术 .....	98
一、母畜的发情 .....	98
二、发情季节 .....	99
三、发情的基本规律 .....	100
四、发情鉴定的意义、原则及方法 .....	101
第二节 家畜配种方法 .....	106
一、自然交配 .....	106
二、人工授精 .....	106
第三节 公畜精液 .....	107
一、精液的组成及生理特性 .....	107
二、精子的形态及生理特性 .....	108
三、影响精子存活的外界因素 .....	108
第四节 采精和精液处理 .....	109
一、各种家畜的采精方法 .....	109
二、采精操作 .....	111
三、采精频率 .....	114
第五节 精液品质检查 .....	115
一、直观检查 .....	115
二、显微镜检查 .....	116
三、其他检查 .....	121
第六节 精液的稀释 .....	121
一、稀释液的基本要求 .....	121



二、稀释液的成分及作用 .....	121
三、稀释液的配制 .....	122
四、稀释倍数确定 .....	123
五、稀释方法 .....	124
第七节 精液的保存和运输 .....	124
一、保存方法 .....	124
二、精液的运输 .....	131
三、液氮与液氮容器的使用 .....	131
第八节 输精技术 .....	132
一、输精前的准备 .....	132
二、输精的基本要求 .....	134
三、输精方法 .....	135
第九节 受精 .....	137
一、配子的运行 .....	137
二、配子受精前的准备 .....	139
三、受精过程 .....	139
四、异常受精 .....	141
第十节 妊娠诊断与分娩助产技术 .....	142
一、胚胎发育 .....	142
二、胎膜和胎盘 .....	144
三、家畜的妊娠诊断技术 .....	147
四、家畜的分娩和助产技术 .....	155
第十一节 繁殖控制与胚胎生物工程技术 .....	162
一、繁殖控制 .....	162
二、胚胎生物工程技术 .....	168
三、胚胎移植技术 .....	172
第十二节 提高家畜繁殖力的措施 .....	179
一、家畜繁殖力及其表示方法 .....	179
二、家畜繁殖障碍 .....	182
三、提高家畜繁殖力的措施 .....	188
实训内容 .....	190
复习思考题 .....	190
<b>第6章 家禽繁殖技术</b> .....	192
第一节 鸡的人工授精技术 .....	192
一、鸡的采精 .....	192
二、鸡的输精 .....	195
第二节 鸭、鹅的人工授精技术 .....	196
一、鸭、鹅的采精 .....	196
二、鸭、鹅的输精 .....	198
三、提高种蛋受精率的途径 .....	199
实训内容 .....	199
复习思考题 .....	200
<b>主要参考文献</b> .....	201

# 绪 论

繁殖与改良是动物种族得以延续生存的基础。哺乳动物进化过程表明,只有经过不断的繁殖与改良,才能使其数量不断扩大,质量不断提高,适应性不断增强。畜禽的繁殖与改良现象是生物界所有物种普遍具有的现象。各种畜禽繁殖与改良规律有其共同性,也有其特殊性。在共性方面,如繁殖过程中的各种激素调节作用、配子发生、发情、受精、妊娠和分娩等规律变化,一般动物都符合这一共同规律,而其特殊性则表现在不同的动物具有不同的生理特性,因此,在生产上,不同的动物需要用不同的方法。深入掌握繁殖与品种改良原理和技术,不但可以逐步提高畜禽繁殖性能和品种质量,而且更重要的是可有效地提高畜禽的生产性能,以满足人们日益增长的物质需要。

## 一、学习畜禽繁殖与改良课程的意义

### (一) 繁殖与改良是物种繁衍的基础

从细胞角度来说,任何动物的生命源于细胞。在动物繁殖学中,我们把雄性畜禽产生的精子称为精细胞,雌性畜禽产生的卵子称为卵细胞。新的个体的诞生通常都需要经过这两种细胞微妙的结合才能产生。雄性必须具有正常繁殖生理功能,精细胞才能正常发育,而卵子的发生,精、卵细胞结合和胚胎能否正常生长发育,就必须依赖于雌性的卵巢和子宫维持其正常的生理功能。如果雌性或雄性生殖器官和繁殖功能出现障碍,新的个体的发生也将终止。当一个新品种诞生后,新品种的遗传与改良技术又是保障其能否正常繁衍的一个重要手段。如果遗传改良措施不当,近亲交配繁殖,将必然导致品种退化,繁殖性能降低,生产能力低下或丧失。由此可见,繁殖与改良原理和技术是新品种能否正常产生与繁衍的重要保证。同时,任何一个品种的起源与进化都离不开繁殖与改良理论和技术手段。

### (二) 繁殖与改良是提高畜禽生产性能的主要技术措施之一

在生产实践中,任何动物的生产性能主要取决于两个方面,一是品种特性,二是繁殖性能。对于品种特性来说,一个物种的优良或低劣主要取决于它的遗传基础,遗传基础的改进和提高,又必须依赖于物种遗传与改良理论和技术的进步,这也是任何一个物种能否继续生存的基本条件。

一个优良的物种要想发挥其最大的生产性能,先进的繁殖理论与技术又是决定其生产性能正常发挥的首要因素。实践证明,不断掌握、提高动物的繁殖理论与技术,不但可有效地提高单胎动物的双胎比例,而且可进一步提高多胎动物的多产性以及成活率,对促进优良个体或群体的迅速繁衍扩大,生产性能的迅速提高也起着决定性作用。因此,繁殖与改良技术的运用,在目前畜牧业生产中已成为提高畜禽生产性能的主要技术措施之一。

### (三) 繁殖与改良技术是揭示生物奥秘的主要研究手段

任何生物体都是一个非常复杂的有机体。尽管人类经过了许多年的艰苦探索,但是对于生物体与自然的某些关系,以及生物体本身自我调节的机制还远未搞清楚。随着近十几年来人类对分子生物学技术的研究进展,调控生物的主要遗传物质——基因已逐渐被人类所认识。然而,对于基因如何调控生物某些特定性状的机制,以及基因本身如何受外界某些因素的调控等许多问题,仍需我们进行长期不懈的努力。

如何有效开展上述问题的研究?目前采取的惟一有效手段就是利用现代遗传理论、动物繁殖生理学和胚胎生物工程技术。例如,转基因动物的研究、体细胞克隆、干细胞克隆、目标基因的整合及表达调控等研究,都离不开动物繁殖与改良理论及技术的支撑。所以,动物繁殖与改良理论及技术既是提高动物生产性能的主要技术措施,又是揭示生物奥秘的必不可少的主要研究手段。

### (四) 繁殖与改良是新品种产生的技术途径

在畜牧业生产中,新的优良高产个体的产生,必然会给今后的畜牧业生产带来深刻的影响。在过去的研究中,新品种的产生,一是通过杂交改良,二是通过遗传物质染色体的偶然突变。可是这两种途径,不但耗费时间太长,而且所培育的物种不一定完全符合人们的愿望。伴随着现代分子生物技术的不断发展,今后动物新品种的产生主要依赖于基因导入和克隆技术。但是无论借用哪一种技术,都必须以动物繁殖与改良理论和技术为指导。例如,为了育成一个新的特定个体,可采取定向导入某一决定优良高产的基因,或者通过优良个体体细胞的克隆等方法,但这种技术能否顺利产生新的个体,都必须采用同期发情、卵母细胞体外成熟培养、体外受精、早期胚胎培养和胚胎移植等一系列繁殖技术。当一个新的动物品种通过上述途径产生后,优良高产个体的选育、高产群体的扩大,仍离不开繁殖与改良理论及技术的指导。很显然,繁殖与改良理论及技术不但是动物继续繁衍壮大的基础,也是今后不断揭示生物本质,以及培育动物新品种的主要技术途径。

### (五) 繁殖与改良是畜产品参与国际市场竞争的需要

我国加入 WTO 后,对养殖业来说,既有机遇也有挑战。从我国畜牧业生产现状看,与发达国家相比,仍然有很大的差距,表现在:①畜牧业总体数量和质量很低;②畜产品加工技术落后,很难进入国际市场。毫无疑问,我国畜产品要在国际市场上赢得份额,就必须加快发展,努力提高我国畜产品的数量与质量。

如何提高我国畜产品的数量与质量呢?第一必须采用现代繁殖与改良理论及技术,不断提高动物生产水平和产品质量;第二应深入研究畜产品加工技术,进一步提高畜产品的深加工水平。所以,加入 WTO 后,加速繁殖与改良理论及技术畜牧业生产中的研究、应用,不但将会不断提高我国畜产品的数量与质量,而且可更有效地促进我国畜产品在国际市场上的竞争能力和出口份额。

## 二、畜禽繁殖与改良的主要内容

畜禽繁殖与改良是畜牧科学 30 余个分支学科中最具有理论性、创造性和实践性的分支学科，也是畜牧科学的核心理论和实践基础。

繁殖与改良作用机制复杂，技术多样，影响广泛，效果深远。畜禽繁殖与改良学除与动物解剖学、组织学、胚胎学、生理学、生物化学及分子生物学等学科关系密切外，也与动物营养学、环境保护学、卫生学、农药学、食品学、放射性学、水学及大气学等学科有关。所以畜禽繁殖与改良是畜牧专业一门多学科相互交叉、融合，理论与实践并重的重要学科。

它的主要内容包括畜禽遗传基础、杂交改良技术、畜禽生殖器官、生殖激素及其应用、畜禽繁殖技术（发情鉴定技术、采精和精液处理技术、输精技术、妊娠诊断与分娩助产技术、繁殖控制与胚胎生物工程技术 and 提高畜禽繁殖力的技术措施）和家禽的人工授精技术，全书重点强调理论的运用和可操作性。

## 三、本教材的主要特色

畜禽繁殖与改良既是畜牧兽医专业一门重要的专业基础课，又是一门实践性很强的专业课，对于学生其他各学科的进一步学习以及今后的发展都有着直接的关系。所以，本教材的编写力求体现宽知识、浅理论、重实践的原则，更重要的是立足于 21 世纪社会经济发展对养殖人才的需要。根据这些要求，本教材的编写具有以下特色。

### （一）以知识的运用和实践操作能力培养为重点，突出实践环节

本教材 150 学时，着重突出实践内容。对于不同的实践内容，又着重突出其操作技术要点。例如人工授精技术，在介绍一般知识的基础上，重点突出人工授精操作方法；在遗传育种内容中，简化理论，强调基本知识，突出应用，加大品种选育和杂交改良方法的介绍，同时增加实例分析；在生殖激素内容中，加强对生殖激素的功能及生产实践中的应用介绍。

### （二）实现多学科的有机整合

本教材将“畜禽遗传学”、“畜禽育种学”、“畜禽繁殖学”三门课程有机地结合在一起，既注重各学科的有机结合和教材的系统性，又强调其实践操作性。

### （三）模式创新

将实验实训内容贯穿于教材之中，不单独编写，这样既体现教学内容与实验内容的有机结合，又避免内容重复，有助于学生对内容的理解和掌握。同时也突出了每一章节的实际操作要求，以达到理论与实践相结合。如精液品质检查在介绍基本知识的同时，重点要求掌握其检查方法；对杂种优势除讲一般概念外，重点锻炼学生计算杂种优势率以及杂交组合的多种选择方法。

### （四）突出四新

把畜禽繁殖与改良已经成熟的新技术、新方法、新工艺及新知识编入教材，体现教材的前

沿性,有利于学生今后的进一步发展。如增加了体外受精、胚胎移植、胚胎克隆、性别鉴定及转基因动物研究等新技术或新方法。

#### (五) 突出标本、模型、图表等直观性教学手段,增强直观性

例如胚胎移植是一项比较复杂的技术,实验设备要求较高,实践教学中很难开展实验教学内容,单纯讲理论比较抽象,采用标本、模型、图表的方式,教师易于讲授,学生易于掌握。

#### (六) 实现市场就业与自我创业相结合

学生将来走向社会,一是寻找适宜的工作单位就业;二是继续深造或自己办场创业。本教材内容通过改革重组,技术环节较多,而且一些环节已成为独立行业。学习本课程,可使学生全面掌握畜禽繁殖与改良的基本理论和操作技术,为学生在人才市场增加了竞争力。这样,既有利于学生将来就业,又有利于学生今后的自我发展。

### 四、发展前景

畜禽繁殖与改良在畜牧业生产中是最重要和最关键的环节之一。发展畜牧业,中心任务就是不断增加畜禽的数量,逐步改良畜禽的质量,以提高畜牧业的经济效益,而这些都必须通过繁殖与改良才能达到目的。

伴随现代生物科学技术的不断深入,畜禽繁殖与改良理论和技术在最近十年来也有较快的发展。在遗传育种方面,采用了分子遗传标记等先进方法,并把超数排卵、胚胎移植、基因导入等繁殖技术引入该领域。在生殖生理方面,激素对于畜禽生殖生理过程调控作用的研究已上升到分子水平。对于生殖细胞的发生、受精、妊娠、分娩、环境条件和营养对畜禽繁殖的影响等问题已涉及基因的调控、表达等先进的研究手段。在繁殖技术方面,人工授精、同期发情、胚胎移植、同期分娩、体外受精、胚胎克隆、性别控制及转基因动物生产等许多技术领域,研究的水平和技术的先进性、可靠性上都有重大突破。特别是目前胚胎干细胞克隆、体细胞克隆等技术成功越来越显示出繁殖技术在畜牧业生产中的重大作用。

展望 21 世纪,随着生物工程理论与技术的不断创新,畜禽繁殖与改良理论和技术不但在充分挖掘动物生产潜力、加速品种改良、促进畜牧业生产力及提高人民生活水平等方面起着巨大的促进作用,而且伴随该学科理论和技术的不断发展,对于整个生命科学理论和技术的发展创新、人类的进步都将会起着重要的主导作用。

# 第1章 畜禽遗传基础

遗传与变异是生物界普遍存在的现象，是各种生物的共同特征，两者总是同时出现。世界上的生物亿万种，每种生物都具有使其子代保持与亲代相似的本能，从而保证了各种生物物种的相对稳定，把生物亲代与子代的相似性叫遗传。世界上没有绝对相同的两个生物个体，也没有绝对不变的物种，其根源就在于生物具有变异的特性，我们把子代与亲代之间以及子代不同个体之间的相异性叫变异。

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”开始，逐步深入到细胞水平、分子水平。1865年孟德尔发表了著名论文《植物杂交试验》，初步提出了分离规律和自由组合规律。1910年美国的摩尔根用果蝇实验进一步研究证实了孟德尔规律，并把孟德尔假设的遗传因子具体落实到染色体，提出了基因的连锁与交换规律，这一规律同孟德尔规律合称为遗传的“三大规律”，为遗传学的进一步发展奠定了基础。

## 第一节 遗传的物质基础

### 一、细胞、染色体与遗传物质

细胞是生物的基本结构和生命活动单位，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、功能是学习畜禽遗传的基础。

#### （一）动物细胞的结构和功能

动物细胞的形态、大小因物种和组织器官的不同而有很大差异，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明显完整，将生物细胞分为原核细胞和真核细胞两大类。高等动物的细胞有明显的细胞核和完整的细胞膜结构，即具有细胞膜、细胞质、细胞核三部分，所以叫真核细胞。

**1. 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。

**2. 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。基质呈胶质状态，各种不同的细胞器分布于其中。细胞器主要有线粒体、核糖体、中心体、高尔基体、溶酶体及内质网等。

**3. 细胞核** 细胞种类不同，细胞核的形状和大小也不同。细胞核一般为球形或椭圆形，由核膜、核质（核液）、核仁和染色质（或染色体）等组成。细胞核是遗传物质聚集的主要场所，对细胞发育和性状遗传起着指导作用。核膜是细胞核与细胞质的分界，由内质网分化而成。核质是细胞核内难于染色的、透明的液态物质。核仁为圆形颗粒状，在细胞分裂过程中有时呈分散状态，有时聚成颗粒，它含有DNA。核仁的作用与核糖核酸形成及遗传信息的传递



有密切关系。染色体是细胞核内能够被碱性染料染色的纤细网状物质，染色质在细胞有丝分裂过程中浓缩而形成染色体，它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。

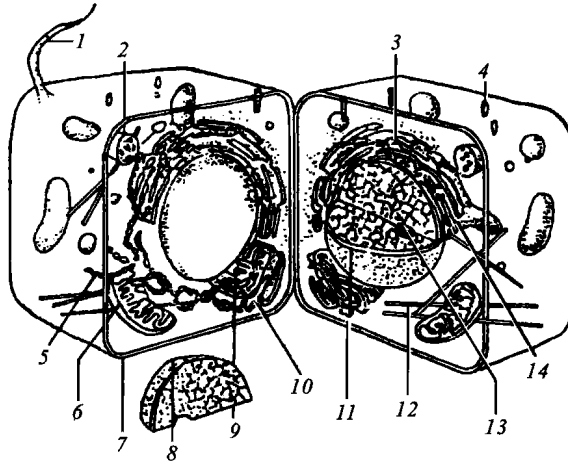


图 1-1 动物细胞超微结构模式图

1. 鞭毛；2. 溶酶体；3. 核糖体；4. 胞饮泡；5. 光面内质网；6. 线粒体；7. 细胞膜；8. 核膜孔  
9. 中心体；10. 高尔基体；11. 核膜；12. 微管；13. 核仁；14. 粗面内质网

## (二) 染色体的形态、结构和数目

染色体是细胞核中最重要的部分，它对生物的繁殖和遗传信息的传递具有十分重要的作用。

**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。染色体一般呈棒形，在外形上通常包括着丝点、主缢痕、次缢痕、随体和染色体臂。着丝点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。着丝点把染色体分成两个臂，如果着丝点在染色体中间，两臂长度大致相等，染色体呈“V”形；如果着丝点不在正中，则染色体形成不对称的两臂，呈“L”形；如果着丝点在染色体端部，则形成单臂染色体，呈棒形。着丝点处常常缢缩变细，不易着色，叫做主缢痕。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叫随体（图 1-2）。

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。每一条染色单体是由一条完整的 DNA 大分子与组蛋白结合的纤丝。这种纤丝螺旋化形成线圈结构，叫螺旋管。如果把纤丝的核体叫染色体的一级结构，则螺旋管是二级结构，螺旋管进一步螺旋化形成的圆筒叫超螺旋管，是染色体的三级结构，超螺旋管高度折叠和螺旋化就形成了染色体的四级结构（图 1-3）。

## 2. 染色体的数目与组型

(1) 染色体的数目。各种生物的细胞核内都有特定数目的染色体，其数目多少，依不同生物品种而异（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

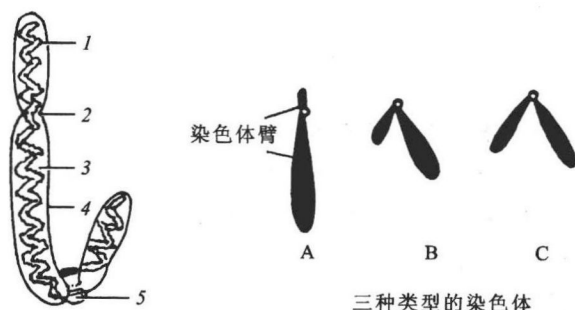


图 1-2 染色体结构和三种类型染色体示意图

A. 近端着丝点; B. 近中着丝点; C. 中部着丝点  
1. 染色丝; 2. 次缢痕; 3. 染色体基质; 4. 膜; 5. 着丝点

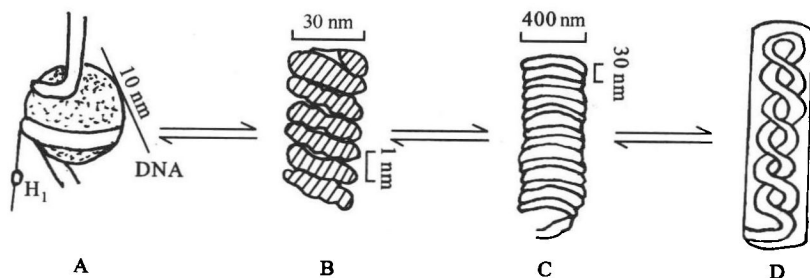


图 1-3 染色体四级结构模式图

A. 核体; B. 螺旋管; C. 超螺旋管; D. 染色体  
一级          二级          三级          四级

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，染色体组型是区别物种特征的重要依据。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 条染色体中，其中 58 条是常染色体，其余 2 条为性染色体。每对常染色体在长度、直径、形态及着丝点的位置和染色粒的排列上都相同，这种成对的染色体叫“同源染色体”，不同对的染色体则称为“异源染色体”。性染色体与家畜性别有关，详见性别决定有关内容。

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	64	62	78	80	82	82	44	78	38

畜禽体细胞中成对存在的染色体，一条来自父本，一条来自母本，用  $2n$  来表示，叫做二倍体。如猪的  $2n = 19$  对 = 38 条；在畜禽性细胞中（精子或卵子），染色体呈单数存在，即只有  $2n$  的一半染色体，以  $n$  表示，叫做单倍体，如猪  $n = 19$  条。

(2) 染色体组型。将生物体细胞在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。对个体的染色体组型进行检查，观察各对染色体是否有异常现象，叫做染色体组型分析。利用

该技术可以区分物种，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分子结构相同的DNA传给了子代。如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。

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地连接起来的。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，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。DNA控制蛋白质的合成将在以后的内容中介绍。

人们对基因概念的认识是随着对遗传物质的研究不断得到完善的。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的基本单位，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。

## 二、细胞分裂

在生物有机体内，它的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。一头家畜从初生到成年，除少数细胞外，大多数细胞已不再是原来的了，一头成年家畜有机体的细胞总数目要比幼年增加若干倍。那么，细胞是怎样繁殖的呢？答案就是“分裂”。通过细胞分裂，生物细胞得到增殖，生物体得到生长，遗传物质从亲代传给子代。

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，其特点是将染色体进行复制，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、后期和末期五个阶段（图1-4）。

**1. 间期** 间期是两次分裂的中间时期。这一时期在光学显微镜下看不到染色体。但细胞代谢很旺盛，贮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。显微镜下可见到每个染色体已纵向分裂为两个染色单体，但两个染色单体仍连在一起。中心体一分为二，向核的两极移动并出现纺锤体。核仁、核膜逐渐消失。