



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iCourse·教材

动物遗传学 (第2版)

Animal Genetics

主编 吴常信

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iCourse·教材

动物遗传学 (第2版)

DONGWU YICHUANXUE

主 编 吴常信

副主编 张细权 李 辉 姜运良 邓学梅

编 者 (按姓氏笔画排序)

方美英 (中国农业大学)

邓学梅 (中国农业大学)

李 辉 (东北农业大学)

李金泉 (内蒙古农业大学)

吴克亮 (中国农业大学)

吴常信 (中国农业大学)

张细权 (华南农业大学)

赵书红 (华中农业大学)

赵志辉 (吉林大学)

钟金城 (西南民族大学)

姜运良 (山东农业大学)

傅金奎 (中国农业大学)

高等教育出版社·北京

内容简介

本书系统地介绍了动物遗传学的基本概念和基本理念,共 12 章,包括分子遗传学基础、细胞遗传学基础、遗传的基本规律、遗传物质的改变、基因表达与调控、非孟德尔遗传、动物基因组学概述、群体遗传学基础、数量遗传学基础、遗传与进化、畜禽遗传资源及其保护等。本书在照顾系统性的同时重点突出动物遗传学基础知识以及动物遗传学应用问题,并反映国内外动物遗传学方面的最新研究成果,如动物基因组选择和基因打靶等。本书将理论部分的重点放在新概念和新理论的延伸方面,同时介绍与课程内容相关的前沿动态。

本书可作为动物科学类、动物医学类及生物类相关专业本科生的教材,也可供教师和相关科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

动物遗传学 / 吴常信主编. -- 2 版. -- 北京 :
高等教育出版社, 2015.12

ISBN 978-7-04-044271-7

I. ①动… II. ①吴… III. ①动物遗传学 - 高等学校
- 教材 IV. ①Q953

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 278600 号

策划编辑 李光跃 李 融 责任编辑 李光跃 李 融 封面设计 张志奇
责任印制 尤 静

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	三河市华润印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	889mm×1194mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	24.5	版 次	2009年8月第1版
字 数	790千字		2015年12月第2版
购书热线	010-58581118	印 次	2015年12月第1次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	42.00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 44271-00

iCourse · 数字课程 (基础版)

动物遗传学

(第2版)

主编 吴常信

登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/44271>, 进行注册。已注册的用户输入用户名和密码登录, 进入“我的课程”。
2. 点击页面右上方“绑定课程”, 正确输入教材封底数字课程账号(20位密码, 刮开涂层可见), 进行课程绑定。
3. 在“我的课程”中选择本课程并点击“进入课程”即可进行学习。课程在首次使用时, 会出现在“申请学习”列表中。

课程绑定后一年为数字课程使用有效期。

如有使用问题

请发邮件至: lifescience@pub.hep.cn

iCourse · 教材



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

动物遗传学 (第2版)

主编 吴常信

用户名 密码 验证码 8486 进入课程

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

“动物遗传学”数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程涵盖彩色图表、思考题答案、知识扩展等板块。充分运用多种形式媒体资源, 为师生提供教学参考。

高等教育出版社

<http://abook.hep.com.cn/44271>

前 言

动物遗传学是动物生产类专业的重要专业基础课程，自20世纪60年代至今已有近50年的开设历史，作为经典的专业基础课程，该课程也在不断地改革和发展。2009年，我们联合了9所高校，以讲授动物遗传学课程的一线教师为主，编写出版了《动物遗传学》教材。第1版教材累计重印4次，在国内相关院校得到广泛使用和认可，广大读者也为我们提出了很好的意见和建议。5年多过去了，动物遗传学的相关研究又有了许多新的进展，因此我们对教材的部分章节内容进行了更新，力争使新教材能够体现学科的发展前沿，同时也更加贴近本科教学实践。第2版教材重新编写了动物基因组学概述、动物遗传操作和畜禽遗传资源及其保护这3章的内容，其他章节也进行了修改和补充，如第十章数量遗传学基础增加了全基因组关联分析(GWAS)和基因组选择(GS)的内容，全书的修订比例达到30%以上。

第2版教材的主编和参编人员也进行了调整，分别来自国内6所农业类高等院校和2所综合类高等院校，并具有多年动物遗传育种相关专业的教学经验。在本次编写团队中吸收了部分年轻教师作为辅助编写人员，希望如此既能保障教材编写的延续性，也兼顾教学队伍的发展和更新；同时也能促进国内相关专业的联合改革，对本专业的发展将会有一定的带动作用。

全书共分为十二章，第一、二章分别从分子和细胞学角度讲述遗传的物质基础，第三、六章分别讲述遗传的基本规律和非孟德尔遗传，第四、五章讲述遗传物质的改变和遗传信息传递过程中的调控，第七、八章介绍基因组学研究的基本策略和动物遗传操作的主要内容，第九、十章是动物群体遗传学和数量遗传学基础，第十一章讲述了遗传与进化，第十二章讲述动物遗传资源。全书内容以微观与宏观角度交替呈现，力求达到理论学习与实践思考并重的效果。

我们力图使这部教材更加贴近动物生产专业的本、专科教学，但由于水平所限，加之对不同院校之间课程的体系安排存在差异的考虑，内容难免会有安排不当甚至错误之处，真诚希望同行予以批评指正。

编 者

2015年9月

目 录

绪论	1	三、核糖体的结构和功能	35
一、动物遗传学研究的对象及任务	2	四、蛋白质生物合成过程	36
二、遗传学的发展简史	2	五、真核生物蛋白质合成的特点	39
三、动物遗传学在动物生产中的地位	4	六、翻译后的加工和定向输送	39
第一章 分子遗传学基础	7	第七节 中心法则	41
第一节 遗传信息的载体	8	第二章 细胞遗传学基础	45
一、细菌转化实验	8	第一节 细胞的结构与功能	46
二、噬菌体侵染实验	9	一、细胞膜	46
三、烟草花叶病毒感染实验	9	二、细胞质	48
四、遗传物质的基本特征	10	三、细胞核	50
第二节 核酸的分子结构	10	第二节 染色体	51
一、DNA 结构及生物学意义	11	一、染色体的数目	52
二、RNA 分类及其结构特点	15	二、染色体的形态	53
第三节 基因	17	三、染色体的分子组成	56
一、基因概念的发展	17	四、染色体的结构	58
二、基因的分类	18	五、特殊类型的染色体	62
三、真核基因的一般结构	19	六、染色体核型和核型分析	64
第四节 DNA 的复制	20	第三节 细胞分裂	65
一、DNA 复制的基本原理	20	一、细胞周期概述	65
二、DNA 复制的一般过程	24	二、无丝分裂	67
三、真核生物 DNA 复制的特点	26	三、有丝分裂	67
四、DNA 复制的真实性	28	四、减数分裂	69
第五节 DNA 的转录	28	第四节 动物配子发生与染色体周史	73
一、DNA 转录的一般特点	28	一、精子发生	73
二、RNA 聚合酶	28	二、卵子发生	73
三、转录的一般过程	29	三、受精过程	74
四、真核生物 DNA 转录的特点	31	四、染色体在动物生活史中的周期性 变化	74
五、RNA 的加工和成熟	31	第五节 动物的性别决定	75
第六节 蛋白质的生物合成	33	一、性别决定和分化的概念	75
一、遗传密码	33	二、性别决定机制的研究历史	76
二、密码子与反密码子的相互识别	35		

三、生物性别决定的理论·····	77	一、基因突变的特征·····	120
四、动物的性别控制·····	81	二、基因突变的分子基础·····	121
第三章 遗传的基本规律·····	85	三、基因突变产生的机制·····	122
第一节 分离定律·····	87	四、DNA 损伤的修复·····	127
一、一对相对性状的杂交实验·····	87	第二节 染色体畸变·····	130
二、分离现象的解释·····	88	一、染色体数目的变异·····	130
三、分离定律的验证·····	89	二、染色体结构的改变·····	133
四、分离定律的普遍性·····	90	三、染色体多态性·····	138
五、分离比例实现的条件·····	90	四、染色体多态性研究方法学·····	140
六、分离定律的意义·····	91	第三节 蛋白质变异与多态性·····	142
第二节 自由组合定律·····	92	一、蛋白质的变异与多态性·····	142
一、两对相对性状的遗传·····	92	二、蛋白质及酶变异形成的 DNA	
二、自由组合现象的解释·····	93	基础·····	142
三、自由组合定律的验证·····	94	三、蛋白质多态性研究方法·····	143
四、自由组合定律的普遍性·····	95	第四节 DNA 的变异与多态性·····	146
五、杂交后代基因型和表型比例的		一、基因组结构与 DNA 变异·····	146
推算·····	96	二、DNA 多态性的类型·····	147
六、基因自由组合的意义·····	97	三、DNA 多态性的分析方法·····	148
七、统计学方法在遗传学中的应用·····	97	第五章 基因表达与调控·····	155
第三节 孟德尔规律的补充和发展·····	98	第一节 原核生物基因的表达调控·····	156
一、不完全显性·····	98	一、操纵子的结构、特性及调控	
二、共显性·····	98	方式·····	156
三、致死基因·····	99	二、乳糖操纵子·····	157
四、复等位基因·····	100	三、色氨酸操纵子·····	161
五、基因的相互作用·····	100	四、原核生物中的非编码 RNA	
第四节 连锁与互换·····	103	调控·····	164
一、连锁现象的发现·····	103	第二节 真核生物基因表达的调控·····	165
二、果蝇的完全连锁和不完全连锁		一、DNA 水平的调控方式·····	165
遗传·····	104	二、转录水平的调控方式·····	171
三、重组率和交换值及其测定·····	106	三、转录后水平的调控方式·····	174
四、基因定位与连锁遗传图·····	107	四、翻译水平的调控方式·····	177
五、干涉和并发系数·····	110	第六章 非孟德尔遗传·····	181
第五节 与性别相关的遗传·····	110	第一节 母性影响·····	182
一、伴性遗传·····	111	一、短暂的母性影响·····	182
二、从性遗传·····	114	二、持久的母性影响·····	183
三、限性遗传·····	114	第二节 表观遗传·····	185
第四章 遗传物质的改变·····	119	一、表观遗传的由来·····	185
第一节 基因突变·····	120	二、表观遗传修饰与基因表达·····	186

三、表观遗传现象	189	方法	232
第三节 印记遗传	193	一、动物遗传操作的定义	232
一、基因组印记的概念	193	二、动物遗传操作的方法	232
二、印记遗传现象	193	第二节 细胞遗传操作	239
三、印记基因的特征	195	一、细胞的建系培养	239
四、基因组印记的抹除、重建与 维持	196	二、细胞的转染与筛选	243
五、印记异常	197	第三节 动物克隆与转基因动物	245
第四节 哺乳动物 X 染色体随机失活	197	一、动物克隆与转基因动物的 概念	245
一、哺乳动物 X 染色体随机失活 现象	198	二、转基因动物的研究方法	246
二、其他支持莱昂假说的例子	199	三、转基因动物的研究现状及应用 前景	250
三、X 染色体随机失活的机制	200	第九章 群体遗传学基础	253
第五节 核外遗传	200	第一节 群体的遗传结构	254
一、核外遗传现象	200	一、群体和基因库	254
二、人的线粒体遗传病	201	二、基因型频率	255
三、线粒体 DNA 的结构	202	三、基因频率	255
四、线粒体 DNA 的应用	203	四、基因频率和基因型频率的 关系	255
五、母性遗传与母性影响	203	第二节 哈代-温伯格定律	256
第七章 动物基因组学概述	207	一、平衡群体的条件	256
第一节 动物基因组结构与起源演化	208	二、哈代-温伯格定律的要点	257
一、动物基因组结构特征	208	三、哈代-温伯格定律的证明	257
二、基因组大小与 C 值之谜	210	四、群体遗传平衡的检测	259
三、基因组的起源与演化	211	五、哈代-温伯格定律的扩展	260
第二节 基因组学定义及研究内容	212	六、基因频率的计算	262
一、基因组学定义	212	第三节 影响群体遗传变异的因素	265
二、基因组学研究内容	212	一、突变	265
第三节 基因组图谱	215	二、迁移	266
一、基因组图谱的类型	215	三、选择	267
二、基于基因组图谱的基因定位 方法	217	四、遗传漂变	269
第四节 基因组研究中的重大事件及其 意义	221	五、非随机交配	270
一、人类基因组计划	221	第十章 数量遗传学基础	277
二、动物基因组计划	223	第一节 性状的分类	278
三、基因组解析的意义	224	一、质量性状和数量性状	278
第八章 动物遗传操作	231	二、简单性状和复杂性状	278
第一节 动物遗传操作的定义及基本 方法	232	三、阈性状和分类性状	279
		第二节 数量性状的遗传特点	279

一、多基因假说	279	五、自然选择的创造	
二、对数量性状的新认识	281	作用——适应	333
第三节 数量性状的遗传分析	282	第四节 遗传变异与进化	334
一、表型值剖分的数学模型	282	一、遗传变异的起源	334
二、群体基因型值及其平均数	283	二、基因突变与进化	335
三、数量性状基因对数的估计	285	三、染色体畸变与进化	335
第四节 遗传参数	285	第五节 分子水平的进化	337
一、数量性状方差的剖分	286	一、分子进化的一般概念	338
二、重复力	286	二、生物大分子与生物进化	339
三、遗传力	288	三、分子进化的机制	346
四、遗传相关	293	四、分子钟	347
五、亲缘相关	298	五、分子系统树	349
第五节 数量性状的隐性有利基因	305	第六节 物种形成	350
一、隐性有利基因存在的假设	305	一、物种的概念和标准	350
二、假设的验证	306	二、物种形成方式	352
三、分析与讨论	307	三、物种形成在生物进化中的意义	353
第六节 数量性状的遗传改良	308		
一、从数量性状基因座到数量性状核		第十二章 畜禽遗传资源及其保护	359
苷酸	308	第一节 畜禽品种是畜牧生产的战略	
二、全基因组关联分析	311	资源	360
三、基因组选择	313	一、畜禽遗传资源与人类社会发展	360
		二、畜禽资源与遗传多样性	361
第十一章 遗传与进化	319	三、世界畜禽品种资源现状	361
第一节 进化生物学及其研究对象	320	四、我国畜禽品种资源现状	365
一、进化和进化生物学	320	五、畜禽品种资源保存的必要性	367
二、进化生物学的研究内容、领域和		第二节 畜禽遗传资源保护的理論	368
热点	321	一、畜禽品种是保种单位	368
第二节 进化学说	326	二、群体有效规模	369
一、最早的进化学说	326	三、群体遗传多样性的检测方法	371
二、达尔文的进化理论	327	四、保种群体的遗传多样性度量	
三、新达尔文主义	328	指标	372
四、现代综合论	328	五、影响畜禽保种群体保种效果的	
五、分子进化的中性学说	329	因素	374
六、灾变论和点断平衡论	330	第三节 畜禽遗传资源保存的主要方法	378
第三节 选择与进化	331	一、畜禽小群体保种方式	378
一、自然选择概述	331	二、冷冻保种方式	378
二、自然选择的普遍性	331	三、保种方法的对比分析	379
三、自然选择的类型	332	附录	383
四、自然选择在进化中的意义	333		

绪 论

一、动物遗传学研究的对象及任务

二、遗传学的发展简史

三、动物遗传学在动物生产中的地位

一、动物遗传学研究的对象及任务

动物遗传学是以动物为研究对象的遗传学分支科学。遗传学是研究生物的遗传和变异的一门科学，是生命科学领域发展最快的学科之一。在上下代传递中，子代与亲代的特征相似的现象称之为遗传（heredity），而子代与亲代间以及子代个体间存在差异的现象叫做变异（variation）。正是由于遗传的特性，才使得生物的性状在物种内得以保持，使生物物种有其相对稳定性；而变异的存在加上自然选择或人工选择，才有了新物种或新品种的出现。

遗传学从分子、细胞、个体和群体水平，研究生物性状形成和传递的遗传基础、性状变异的来源及在自然选择和人工选择下的变化规律。研究内容一般包括核酸的结构、染色体的结构、遗传信息由DNA到RNA到蛋白质的传递、基因（gene）的表达和调控；性状传递的分离定律、自由组合定律、连锁互换定律以及性状的伴性遗传、从性遗传、限性遗传和非孟德尔遗传等遗传方式；群体水平的遗传特征和数量性状的遗传基础、进化遗传等。另外，基因组结构和功能的分析以及表观遗传学等成为当代遗传学研究的热点之一。

与普通遗传学相比，动物遗传学着重研究动物，包括模式动物、野生动物及家养动物即畜禽等性状的遗传传递规律，性状尤其是数量性状形成的群体及分子遗传机制，动物数量性状功能基因的筛选与鉴定。阐明数量性状形成的原理并为畜禽的育种服务，成为动物遗传学的特色之一。

动物遗传学的研究任务为，描述动物性状的遗传和变异现象并阐明其遗传传递规律，探讨动物性状变异产生的原因及分子细胞遗传机制，从而为动物的育种实践服务。通过利用遗传学原理提高动物产品的产量和质量，造福人类。

二、遗传学的发展简史

人们一般把1900年作为遗传学的奠基年，因为在这一年，荷兰的弗里斯（H. Vries）、德国的柯伦斯（C. Correns）和奥地利的切尔马克（E. Tschermak）3位植物学家分别用月见草、玉米和豌豆等植物作为实验材料，通过杂交实验，验证了孟德尔（G. J. Mendel）于1866年提出的分离定律和自由组合定律。在此以前，虽然遗传学的理论尚未形成，但人类对遗传现象的认识已积累了很多并应用于生产中。

从原始的艺术作品、保存下来的骨和头盖骨以及干燥的种子等考古学资料可以看出，早在数千年以前，人类就已成功地驯化了家畜和进行了植物的人工栽培，如公元前8000年至公元前1000年，马、骆驼、牛以及狗已经被家养化并进行了选择育种。在公元前约5000年，人们已开始栽培包括玉米、小麦、水稻、枣椰子等很多种植物。这些均表明，我们的原始祖先已经能够利用改变一些有用的动植物，为自身服务。

在公元前500年到公元前400年的古希腊，希波克拉底学派对生殖遗传等关乎人类的来源问题进行了大量探索。认为，从身体各个部分来的“体液”汇聚而成男人的精子，精子可能是健康的，也可能是有疾病的，是后者造成了新生儿的先天性缺陷或外表异常。而且，这些“体液”在个体中可能会改变，然后会传递给后代，解释了为什么新生儿能够遗传其父母由于环境的作用所获得的性状。哲学家和自然科学家亚里士多德认为，精子包含与产生新生命有关的热（“vital heat”），这种热能作用于母体的月经，使其形成子代个体。虽然这些观点在现在看来幼稚，但鉴于当时尚未发现精子和卵细胞，因此这些哲学思想在当时以及以后的几个世纪中还是具有重要的价值。

从公元前300年到公元1600年，人们对遗传学理论的探索没有新的突破。但在实践上，植物的嫁接和

动物育种在罗马时代已十分常见。公元1600年至1850年，在生命的生物学基础研究方面取得巨大进步，为达尔文（C. Darwin）和孟德尔理论的提出拉开了序幕。这些进步包括17世纪哈维（W. Harvey）提出胚胎发育的后成论（epigenesis），取代了早先的预成论（preformation）；1808年，道尔顿（J. Dalton）发表了原子理论；1830年左右，施莱登（M. Schleiden）和施旺（T. Schwann）提出了细胞理论。

达尔文经过5年在贝格尔号战舰上的环球旅行和生物学观察，对生物遗传、变异及其与生物进化的关系进行了推断，于1859年发表了《物种起源》。认为生存斗争和自然选择是生物进化的途径，生物在长时间内积累微小的有利变异，当产生生殖隔离后就会形成一个新物种。他在1868年发表了《驯养条件下动植物的变异》，试图解释可遗传的变异是如何逐渐产生的。

1865年2月8日，孟德尔在当地的科学协会上宣读了一篇题为“植物杂交实验”的论文，介绍了他历经8年进行的豌豆杂交实验的结果，提出了著名的遗传学的两个定律——分离定律和自由组合定律。1866年，该论文正式发表在该协会的会刊上。遗憾的是，这一伟大的发现一直埋没了长达35年。直到1900年才被3位科学家重新发现。

1883和1885年，德国的生物学家魏斯曼（A. Weismann）提出种质论（germplasm theory），认为多细胞生物可分为种质（germ plasm）和体质（somatoplasm）两部分，种质是独立的、连续的，能产生后代的种质和体质。体质是不连续的，不能产生种质。

1902年萨顿（W. Sutton）等提出了遗传的染色体学说。1904年，在贝特森（W. Bateson）的支持下，孟德尔的遗传定律得到重视。1902—1909年贝特森先后提出了遗传学（genetics）、等位基因（allele）、纯合体（homozygote）、杂合体（heterozygote）和上位基因（epistatic genes）等术语。1909年约翰逊（W. L. Johannsen）提出基因、基因型（genotype）和表型（phenotype）的概念，用基因来代替孟德尔的遗传因子。

从此以后，遗传学作为一门学科得到了快速的发展。大致可以分为三个时期。

第一时期（1910—1940年）为细胞遗传时期，标志性的发现是确立了遗传的染色体学说。1910年，摩尔根（T. H. Morgan）和他的学生斯特蒂文特（A. H. Sturtevant）、布里吉斯（C. Bridges）和缪勒（H. J. Muller）等主要利用果蝇作为实验材料，提出了遗传学的连锁与互换定律，解释了位于同一连锁群的基因所控制性状的遗传规律，并证实了基因以线性的方式排列在染色体，在X染色体上定位了控制果蝇白眼突变的基因。

第二时期（1941—1960年）是微生物遗传和生化遗传时期。这期间遗传学发展迅速，研究的对象涉及细菌和真菌等，对基因的结构和生化功能进行了探讨。1941年，比德尔（G. Beadle）和泰特姆（E. Tatum）将基因和蛋白质的关系归结为“一个基因一种酶”。1944年，艾弗里（O. Avery）通过肺炎双球菌转化实验证明了遗传物质是DNA，而不是蛋白质。1951年，麦克林托克（McClintock）提出了基因在染色体上的位置不是固定的，而是存在跳跃基因。1945年，薛定谔（Schrödinger）出版了《生命是什么》一书，指出“基因是活细胞的关键组成部分，要懂得什么是生命就必须知道基因是如何发挥作用的”，促进了物理学等众多领域的科学家对遗传物质结构和功能的研究。1953年，沃森（J. Watson）和克里克（F. Crick）提出了解释DNA空间结构的双螺旋模型。1958年，克里克提出了遗传信息从DNA到RNA到蛋白质传递的中心法则。在此期间，进一步把遗传的基本单位定义为顺反子（cistron），是具有一定功能的实体，不同的位点上能进行突变和重组。

第三时期（1953至今）是分子遗传时期。1953年DNA双螺旋模型的建立标志着分子遗传学诞生了。从分子水平上解析基因的结构与功能成为此期的突出特点。1961年，雅可布（F. Jacob）、勒沃夫（A. M. Lwoff）和莫诺（J. Monod）建立了大肠杆菌乳糖代谢的操纵子模型，提出与乳糖分解有关的酶的基因以多顺反子的形式存在，它们受同一套调控元件的调控，还发现了mRNA。1964—1965年，Marshall Nirenberg和

Gobind Khorana 破译了全部 64 个遗传密码。1975 年, David Baltimore, H. Temin 和 S. Mizutani 发现了反转录酶, 证明遗传信息不仅由 DNA 传递给 RNA, 还可以通过反转录从 RNA 传递给 DNA。1970 年代, Werner Arber、Daniel Nathans 和 Hamilton Smith 发现了限制性内切酶, 在此基础上, Paul Berg 建立了重组 DNA 技术。在 DNA 序列测定方面, Walter Gilbert 和 Frederick Sanger 分别建立了化学测序和双脱氧链末端终止法 DNA 测序技术。1981 年, Thomas R. Cech 和 Sidney Altman 发现 RNA 具有催化反应的能力, 提出了核酶的概念。1983 年, Kary Mulis 发明了 PCR 技术, 目前已成为分子遗传实验室常用的技术; Michael Smith 发明了定点诱变技术。20 世纪 80—90 年代, Mario R. Capecchi、Sir Martin J. Evans 和 Oliver Smithies 提出利用胚胎干细胞对小鼠特定基因进行修饰的原理和方法, 即基因打靶技术。该技术成为研究基因功能的重要方法。1998 年, Andrew Fire 和 Craig Mello 发现了 RNA 干扰现象。RNA 干扰方法在研究基因的功能方面正在得到越来越广泛的应用, 并具有良好的临床应用前景。

另外, 在群体遗传学方面的研究也随着遗传学其他领域的进展而发展。1905 年, 哈代 (G. H. Hardy) 和温伯格 (W. Weinberg) 提出了随机交配群体中基因频率和基因型频率的计算公式和哈代 - 温伯格遗传平衡定律, 奠定了群体水平上遗传分析的基础。1908 年, 尼尔松 - 埃勒 (Nilsson - Ehle) 认为数量性状受多基因控制, 提出多基因假说。1930—1932 年, 费舍尔 (R. A. Fisher)、怀特 (S. Wright) 和霍尔丹 (J. B. Haldane) 等用数理统计法解析数理性状的变异, 估计群体的遗传参数, 奠定了数量遗传的基础。以遗传参数估计和育种值估计为基础的数量遗传学的不断发展, 推动了动植物育种的飞速发展, 使得农作物和畜禽的重要经济性状取得了明显的遗传进展。目前数量遗传学的研究集中于数量性状位点 (quantitative trait loci) 的定位和主效基因的克隆和功能分析。

自 1993 年以来进行的人类基因组计划的实施和完成, 带动了模式生物、经济动植物和微生物的测序, 促进了人们对基因组的认识。目前, 从基因组、转录组、蛋白组等整体水平上, 解析基因的功能, 寻找与变异有关的关键基因已成为一种重要的手段。自 2005 年以来分别由 Roche、Illumina 和 ABI 公司相继推出的高通量测序技术推动了包括动物基因组在内的组学研究的快速发展。基于 DNA 芯片技术的全基因组关联分析和基因组选择研究成为了当前动物遗传学研究的热点之一。以基因组编辑和诱导干细胞为技术平台的转基因育种展示了诱人的前景。另外, 进入 20 世纪 90 年代以来, 对包括基因组印记、X 染色体随机失活、酵母交配型的改变等表观遗传现象的研究进展迅速, 以染色质为研究对象的表观遗传学的理论体系逐渐建立和完善; 在人类基因组计划的基础上, 单倍型计划、表观基因组计划的研究成为当今遗传学研究的重点和热点。

三、动物遗传学在动物生产中的地位

在动物生产中, 品种的贡献一般在 40% 以上。动物遗传学是动物育种学的基础。动物育种的理论和方法与动物遗传学理论和技术的不断创新和完善密不可分。以群体遗传学和数量遗传学理论为指导的多基因假说和遗传参数估计等理论推动下, 在动物生长速度、瘦肉率、产奶量、产蛋量等生产性状上取得了较快的遗传进展。随着人们对基因结构和功能认识的不断深入, 基于分子标记的标记辅助选择和标记辅助渗入技术将进一步利用基因的效应, 推动动物育种的理论和方法进一步发展, 使动物的遗传性能不断取得进展。将来, 随着基因组、转录组和蛋白组等组学理论的建立和完善, 基于单倍型选择和全基因组选择等方法的动物育种必然会产生新的突破。对动物重要经济性状表观遗传调控机制的阐明将使得动物的育种与人类健康的联系更加密切, 优质动物类产品的生产和人们生活水平的不断提高将会和谐地发展。

可见, 动物遗传学与动物的可持续健康高效生产及人们生活质量的提高关系密切, 学好动物遗传学可为动物育种学的学习打下良好的基础, 为将来走上工作岗位进行动物新品种的培育、遗传改良及动物生产等工作做好准备。

参考文献

1. Klug W S, Cummings M R. Essentials of genetics. 4th ed. 北京: 高等教育出版社, 2002
2. 刘祖洞. 遗传学. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2013
3. 李宁. 动物遗传学. 北京: 中国农业出版社, 2003
4. 杨业华. 普通遗传学. 北京: 高等教育出版社, 2000

网上更多

▲ 彩色图表

📖 复习思考题答案

📖 知识拓展

(姜运良 山东农业大学)

第一章

分子遗传学基础

第一节 遗传信息的载体

- 一、细菌转化实验
- 二、噬菌体侵染实验
- 三、烟草花叶病毒感染实验
- 四、遗传物质的基本特征

第二节 核酸的分子结构

- 一、DNA 结构及生物学意义
- 二、RNA 分类及其结构特点

第三节 基因

- 一、基因概念的发展
- 二、基因的分类
- 三、真核基因的一般结构

第四节 DNA 的复制

- 一、DNA 复制的基本原理
- 二、DNA 复制的一般过程
- 三、真核生物 DNA 复制的特点
- 四、DNA 复制的真实性

第五节 DNA 的转录

- 一、DNA 转录的一般特点
- 二、RNA 聚合酶
- 三、转录的一般过程
- 四、真核生物 DNA 转录的特点
- 五、RNA 的加工和成熟

第六节 蛋白质的生物合成

- 一、遗传密码
- 二、密码子与反密码子的相互识别
- 三、核糖体的结构和功能
- 四、蛋白质生物合成过程
- 五、真核生物蛋白质合成的特点
- 六、翻译后的加工和定向输送

第七节 中心法则

生命的遗传作用形式是多样的。大到生态群体，小到组织细胞，而目前我们所能探究的最微观的遗传领域是分子，包括核酸、蛋白质、糖以及脂类等。本章重点探究什么是遗传物质，遗传物质的性质、特征，以及遗传信息的传递；通过对经典实验的回顾，充分理解上述遗传学基础理论和框架；结合新的研究进展，领会遗传信息传递的规律和复杂性。学习本章时要特别重视对经典实验的逻辑分析，加深对理论的理解。

第一节 遗传信息的载体

1865年，几乎在孟德尔发现遗传现象的同时，瑞士化学家米歇尔（F. Miescher）从患者的脓细胞中分离出了核酸成分。但在当时人们并没有把核酸与遗传现象联系起来。1879年，德国生物学家弗莱明（A. Flemming）在细胞核内发现了染色质。1903年，美国细胞学家萨顿（W. S. Sutton）和德国实验胚胎学家博韦里（T. H. Boveri）发现，细胞染色体的活动方式与孟德尔所描述的遗传因子极为类似。1909年，丹麦的植物遗传学家约翰逊（W. L. Johannsen）提出“基因”一词，取代了“遗传因子”。1910年，美国遗传学家摩尔根（T. H. Morgan）借由果蝇的研究，终于证明了基因存在于染色体上，遗传因子这一抽象概念才获得了物质的依托。然而，真正确立DNA是遗传物质的是两组科学家的重要实验：一是英国生物学家格里菲斯（F. Griffith, 1928年）和艾弗里（O. Avery, 1944年）所进行的细菌转化实验，二是赫希（A. Hershey）与蔡斯（M. Chase）两位科学家进行的噬菌体侵染实验（1952年），他们相继证实了DNA才是真正的遗传物质，而不是蛋白质或其他的生物分子。1956年，格勒（A. Girer）和施拉姆（G. Schramm）的烟草花叶病毒实验证明RNA亦可作为遗传物质。

一、细菌转化实验

1944年，艾弗里等人第一次证明了DNA是肺炎双球菌的转化因子，为DNA是遗传物质提供了首要证据。艾弗里等人从光滑型（S型）致病性肺炎双球菌中分别提取DNA、RNA、蛋白质、脂类和多糖等物质，并将上述每一种物质单独放入粗糙型（R型）非致病性肺炎双球菌的培养基中，结果发现只有DNA能使一部分R型肺炎双球菌转化为S型，注射小鼠后引起死亡。这表明是S型细菌的DNA将其致病性特征传递给了原本不致病的R型细菌，使其获得了致病性（图1-1）。实验还证明，转化效率与供体菌细胞的DNA纯

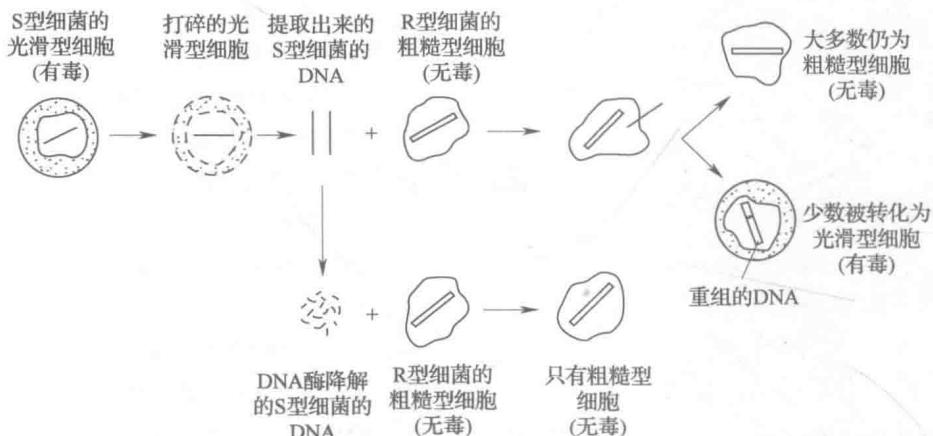


图 1-1 肺炎双球菌转化作用图解