

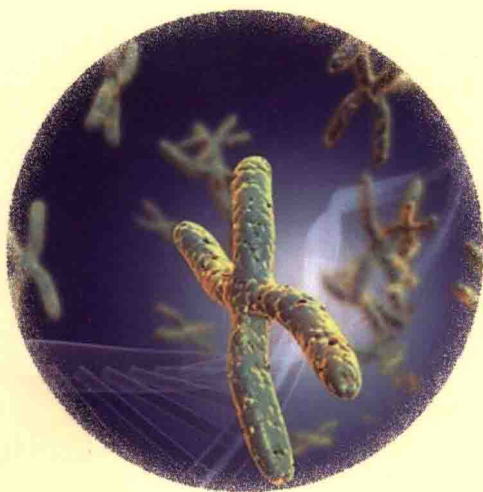
全国普通高等院校
生命科学类“十二五”规划教材



遗传学

宗宪春 施树良 主编

Genetics



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

全国普通高等院校生命科学类“十二五”规划教材

遗 传 学

主 编	宗宪春	施树良	
副主编	张凤伟	郭晓农	郭 娟
	邓红梅	仇雪梅	薛栋升
参 编	李然红	陈爱葵	王有武
	吴广庆		

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书是根据遗传学进展及作者多年的遗传学教学实践,在参考国内外教材的基础上编写而成,建立了较为科学和完善的、便于学生理解和掌握的遗传学知识体系,系统地介绍了遗传学的基本概念和基本原理。概念准确,文字流畅,条理清晰,层次分明。

全书共分十四章,主要阐述遗传的细胞学基础,孟德尔遗传定律及扩展,性别决定与伴性遗传,连锁遗传分析,细菌的遗传分析,病毒的遗传分析,数量性状遗传,染色体变异,基因与基因组学,基因突变,细胞质遗传,群体遗传与进化。每章均有习题,以巩固各章的理论知识。

本书可作为生物类相关专业本科生的遗传学课程教材,也可供相关专业教师和研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

遗传学/宗宪春,施树良主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.10
ISBN 978-7-5609-9699-8

I. ①遗… II. ①宗… ②施… III. ①遗传学-高等学校-教材 IV. ①Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 250939 号

遗传学

宗宪春 施树良 主编

策划编辑:王新华

责任编辑:熊彦程芳

封面设计:刘卉

责任校对:马燕红

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:武汉鑫昶文化有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:19.75

字数:517千字

版次:2015年4月第1版第1次印刷

定价:46.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国普通高等院校生命科学类“十二五”规划教材

编 委 会



主任委员

余龙江 华中科技大学教授,生命科学与技术学院副院长,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物工程与生物技术专业教学指导分委员会委员,2013—2017 教育部高等学校生物技术、生物工程类专业教学指导委员会委员

副主任委员(排名不分先后)

胡永红 南京工业大学教授,南京工业大学研究生院副院长

李 钰 哈尔滨工业大学教授,生命科学与技术学院院长

任国栋 河北大学教授,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物学基础课程教学指导分委员会委员,河北大学学术委员会副主任

王宜磊 菏泽学院教授,2013—2017 教育部高等学校大学生物学课程教学指导委员会委员

杨艳燕 湖北大学教授,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物科学专业教学指导分委员会委员

曾小龙 广东第二师范学院教授,副校长,学校教学指导委员会主任

张士瑾 中国海洋大学教授,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物科学专业教学指导分委员会委员

委员(排名不分先后)

陈爱葵	胡仁火	李学如	刘宗柱	施文正	王元秀	张 峰
程水明	胡位荣	李云玲	陆 胤	石海英	王 云	张 恒
仇雪梅	贾建波	李忠芳	罗 充	舒坤贤	韦鹏霄	张建新
崔韶晖	金松恒	梁士楚	马 宏	宋运贤	卫亚红	张丽霞
段永红	李 峰	刘长海	马金友	孙志宏	吴春红	张 龙
范永山	李朝霞	刘德立	马三梅	涂俊铭	肖厚荣	张美玲
方 俊	李充璧	刘凤珠	马 尧	王端好	徐敬明	张彦文
方尚玲	李 华	刘 虹	马正海	王金亭	薛胜平	郑永良
耿丽晶	李景蕻	刘建福	毛露甜	王伟东	闫春财	周 浓
郭晓农	李 梅	刘 杰	聂呈荣	王秀丽	杨广笑	朱宝长
韩曜平	李 宁	刘静雯	彭明春	王永飞	于丽杰	朱长俊
侯典云	李先文	刘仁荣	屈长青	王有武	余晓丽	朱德艳
侯义龙	李晓莉	刘忠虎	邵 晨	王玉江	咎丽霞	宗宪春

全国普通高等院校生命科学类“十二五”规划教材

组编院校

(排名不分先后)

北京理工大学	华中科技大学	云南大学
广西大学	华中师范大学	西北农林科技大学
广州大学	暨南大学	中央民族大学
哈尔滨工业大学	首都师范大学	郑州大学
华东师范大学	南京工业大学	新疆大学
重庆邮电大学	湖北大学	青岛科技大学
滨州学院	湖北第二师范学院	青岛农业大学
河南师范大学	湖北工程学院	青岛农业大学海都学院
嘉兴学院	湖北工业大学	山西农业大学
武汉轻工大学	湖北科技学院	陕西科技大学
长春工业大学	湖北师范学院	陕西理工学院
长治学院	湖南农业大学	上海海洋大学
常熟理工学院	湖南文理学院	塔里木大学
大连大学	华侨大学	唐山师范学院
大连工业大学	华中科技大学武昌分校	天津师范大学
大连海洋大学	淮北师范大学	天津医科大学
大连民族学院	淮阴工学院	西北民族大学
大庆师范学院	黄冈师范学院	西南交通大学
佛山科学技术学院	惠州学院	新乡医学院
阜阳师范学院	吉林农业科技学院	信阳师范学院
广东第二师范学院	集美大学	延安大学
广东石油化工学院	济南大学	盐城工学院
广西师范大学	佳木斯大学	云南农业大学
贵州师范大学	江汉大学文理学院	肇庆学院
哈尔滨师范大学	江苏大学	浙江农林大学
合肥学院	江西科技师范大学	浙江师范大学
河北大学	荆楚理工学院	浙江树人大学
河北经贸大学	军事经济学院	浙江中医药大学
河北科技大学	辽东学院	郑州轻工业学院
河南科技大学	辽宁医学院	中国海洋大学
河南科技学院	聊城大学	中南民族大学
河南农业大学	聊城大学东昌学院	重庆工商大学
菏泽学院	牡丹江师范学院	重庆三峡学院
贺州学院	内蒙古民族大学	重庆文理学院
黑龙江八一农垦大学	仲恺农业工程学院	

前 言

遗传学是研究生物遗传与变异规律的科学,也是生命科学领域发展最为迅速的前沿学科,同时又是一门紧密联系生产实际的基础学科。随着新技术、新方法、新成果的层出不穷,遗传学的研究范畴更是大幅度拓宽,研究内容不断深化。为了紧跟生命科学发展的步伐,适应高等教育改革和学科发展的需要,由华中科技大学出版社发起,全国十所高等院校多年从事遗传学教学工作的教师在参考国内外各类遗传学教材的基础上编写了这本教材。

全书共十四章,各章具体分工如下:第一章和第八章由牡丹江师范学院宗宪春编写,第二章由贵州师范大学郭娟编写,第三章由牡丹江师范学院李然红编写,第四章由西北民族大学郭晓农编写,第五章由广东第二师范学院陈爱葵编写,第六章由哈尔滨工业大学张凤伟编写,第七章由聊城大学东昌学院吴广庆编写,第九章由塔里木大学王有武编写,第十章由大连海洋大学仇雪梅编写,第十一章和第十三章由哈尔滨工业大学施树良编写,第十二章由湖北工业大学薛栋升编写,第十四章由广东石油化工学院邓红梅编写。最后由宗宪春负责统稿工作。

华中科技大学出版社对本书的编写给予了大力支持与帮助,相关编辑对本书的编辑和出版花费了大量心血,在此表示最诚挚的谢意!

由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请各高校在教学实践过程中对本书多多指正,以便今后再版时予以更正。

编 者

目 录

第一章 绪论 /1

- 第一节 什么是遗传学 /1
- 第二节 遗传学的产生和发展 /2
- 第三节 遗传学的应用 /4

第二章 遗传的细胞学基础 /7

- 第一节 细胞 /7
- 第二节 染色质与染色体 /13
- 第三节 细胞分裂 /19
- 第四节 染色体周史 /27

第三章 孟德尔遗传定律 /32

- 第一节 分离定律 /33
- 第二节 自由组合定律 /40
- 第三节 遗传学数据的统计处理 /44

第四章 孟德尔遗传定律扩展 /51

- 第一节 环境的影响和基因的表型效应 /51
- 第二节 复等位现象 /53
- 第三节 等位基因间的相互作用 /55
- 第四节 非等位基因间的相互作用 /56

第五章 性别决定与伴性遗传 /60

- 第一节 性染色体与性别决定 /60
- 第二节 性连锁遗传 /64
- 第三节 遗传的染色体学说的直接证明 /70
- 第四节 剂量补偿效应 /72

第六章 连锁遗传分析 /77

- 第一节 连锁交换定律 /77
- 第二节 基因定位与染色体作图 /81
- 第三节 真菌类的四分子遗传分析 /86

第四节 人类的基因定位 /94

第七章 细菌的遗传 /102

第一节 细菌的遗传组成和突变型 /102

第二节 细菌的遗传分析 /106

第八章 病毒的遗传 /123

第一节 病毒的一般特性及类型 /123

第二节 噬菌体的增殖与突变型 /124

第三节 噬菌体突变型的重组测验 /128

第四节 噬菌体突变型的互补测验 /133

第五节 噬菌体 T₄rII 的缺失突变与作图 /138

第九章 数量性状遗传 /142

第一节 数量性状的遗传分析 /142

第二节 数量性状遗传分析的基本统计方法 /149

第三节 遗传力的估算和应用 /153

第四节 近亲繁殖和杂种优势 /161

第十章 染色体变异 /174

第一节 断裂愈合和交换学说 /174

第二节 染色体结构变异 /175

第三节 染色体结构变异的应用 /188

第四节 染色体数目变异 /193

第十一章 基因与基因组学 /213

第一节 基因 /213

第二节 基因组 /221

第三节 基因组测序与组装 /232

第四节 基因组研究现状 /240

第十二章 基因突变 /245

第一节 基因突变概述 /245

第二节 基因突变的检出 /250

第三节 突变的分子基础 /252

第四节 突变的修复 /259

第十三章 细胞质遗传 /263

第一节 线粒体遗传的分子基础 /263

第二节 叶绿体遗传及其分子基础 /269

第三节 母体影响 /271

第四节 细胞质遗传与植物雄性不育 /273

第十四章 群体遗传与进化 /276

第一节 群体的遗传组成 /276

第二节 哈迪-温伯格定律——遗传平衡定律 /277

第三节 影响群体基因频率的因素 /285

第四节 物种形成与自然选择学说 /297

第五节 分子进化 /300

第一章

绪论

第一节 什么是遗传学

遗传学(genetics)是研究生物遗传与变异的科学。它是一门涉及生命起源和生物进化的理论科学,是生命科学中最基本的、发展最迅速的并与其他各分支学科有着密切联系的基础学科。

生物通过其特有的生殖方式产生与自己相似的个体,保证生命在世代间的连续,以繁衍其种族。这种生物亲代与子代之间相似的现象称为遗传(heredity)。如“种瓜得瓜、种豆得豆”就是早期的人们对遗传现象的认知。同时亲代与子代之间、子代与子代之间又存在不同程度的差异,生物界没有绝对相同的两个个体,即使是孪生同胞,也不会完全相同,这种生物个体之间的差异,称为变异(variation)。如“一母生九子,连娘十个样”是早期人们对变异现象的理解。

无论哪种生物,动物还是植物,高等还是低等,复杂的如人类本身,简单的如细菌和病毒,都表现出子代与亲代之间的相似或类同。同时,子代与亲代之间,子代个体之间总能察觉出不同程度的差异,这种遗传与变异现象在生物界普遍存在,是生命活动的基本特征之一。遗传是相对的、保守的,而变异是绝对的、发展的;没有遗传就没有物种的相对稳定,也就不存在变异的问题。没有变异,生物界就失去进化的素材,遗传只能是简单的重复,不会产生新的性状。遗传与变异是矛盾的两个方面,是对立、统一的。这对矛盾不断地运动,经过自然选择才形成形形色色的物种。同时经过人工选择才育成适合人类需要的各个品种。所以说,遗传、变异和选择是生物进化和新品种选育的三大因素。

遗传和变异的表现都离不开一定的环境条件。因为任何生物都必须生活在环境中,从环境中摄取营养,通过新陈代谢进行生长、发育和繁殖,从而表现出性状的遗传和变异。生物与环境的辩证统一是生物生存和发展的必要条件。

因此,研究生物的遗传与变异现象及其表现规律,深入探索遗传和变异的原因及其物质基础,揭露其内在的规律,从而进一步指导动植物和微生物的育种实践,提高医疗水平,更好地为人类服务,这就是遗传学的任务。

第二节 遗传学的产生和发展

一、遗传学的诞生

恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”遗传学和其他学科一样，是劳动人民在长期的生产实践和科学试验中总结出来的。我国是世界上最早的作物和家畜的起源中心之一，在新石器时代的遗址中就发现了粟、小麦和高粱的种子以及家畜猪、羊、狗等骨头的化石。古代巴比伦人和亚述人早就学会了人工授粉的方法，这说明劳动人民对遗传已有了粗浅的认识，但未形成一套遗传学理论。直到 18 世纪下半叶和 19 世纪上半叶，才有拉马克(Lamarck, J. B., 1744—1829)和达尔文(Darwin, C., 1809—1882)对生物界遗传和变异进行了系统研究。拉马克认为环境条件的改变是生物变异的根本原因，提出“用进废退”(生物变异的根本原因是环境条件的改变)和“获得性状遗传”[有生物变异(获得性状)都是可遗传的，并在生物世代间积累]等学说。这些学说虽然具有某些唯心主义的成分，但是对于后来生物进化学说的发展，以及遗传和变异的研究有着重要的推动作用。达尔文出生在 19 世纪初叶，正是资本主义社会萌芽的时代，工农业生产上升，动植物育种工作蓬勃发展。他对野生和家养的动植物进行了调查研究，于 1859 年发表了《物种起源》的著作，提出了自然选择和人工选择的进化学说。该学说不仅否定了物种不变的谬论，而且有力地论证了生物是由简单到复杂、由低级到高级逐渐进化的。这是 19 世纪自然科学中最伟大的成就之一。对于遗传和变异的解释，达尔文承认获得性状遗传的一些论点，并提出泛生假说(hypothesis of pangenesis)，认为动物每个器官里都普遍存在微小的“泛子/泛生粒”，它们能够分裂繁殖，并能在体内流动，聚集到生殖器官里，形成生殖细胞。当受精卵发育为成体时，各种泛生粒即进入各器官发生作用，因而表现遗传。如果亲代的泛生粒发生改变，则子代表现变异。这一假说全属推想，并未获得科学证实。

达尔文之后，在生物科学中广泛流行的是新达尔文主义。这一论说在生物进化方面支持达尔文的选择理论，但在遗传上否定获得性状遗传。魏斯曼(Weismann, A., 1834—1914)是其首创者。他提出种质连续论(theory of continuity of germplasm)，认为多细胞生物体是由种质和体质两部分组成，种质指生殖细胞，负责生殖和遗传，体质指体细胞，负责营养活动。种质是“潜在的”，世代相传，不受体质和环境影响，所以获得性状不能遗传。他的试验就是把小鼠的尾巴切掉，然后由它进行繁殖，连续 19 代，新生小鼠的尾巴仍像正常的尾巴一样长。这一论点在后来的生物科学中，特别是在遗传学方面发生了重大而广泛的影响。但是，这样把生物体绝对地划分为种质和体质是片面的。这种划分在植物界一般是不存在的，而在动物界也仅是相对的。

真正有分析地研究生物的遗传和变异是从孟德尔(Mendel, G. J., 1822—1884)开始的。他在前人植物杂交试验的基础上，于 1856—1864 年从事豌豆杂交试验，进行细致的后代记载和统计分析，1866 年发表《植物杂交试验》论文，首次提出分离和独立分配两个遗传基本规律，认为性状遗传是受细胞里的遗传因子(hereditary factor)控制的。但是孟德尔的工作在当时并未引起重视，直到 1900 年，荷兰的狄·弗里斯(De Vries, H.)，德国的柯伦斯(Correns, C.)和奥地利的柴马克(Tschemak, E.)三个植物学家，经过大量的植物杂交工作，在不同的地点，

不同的植物上,得出与孟德尔相同的遗传规律,并重新发现了孟德尔的被人忽视的重要论文。这时遗传学作为独立的科学分支诞生了。但是,遗传学作为一个学科的名称,是贝特生(Bateson, W.)于1906年首先提出的。

二、遗传学的发展

遗传学的发展大致可以分为四个时期。

(一)细胞遗传学时期(1910—1940年)

细胞遗传学是通过细胞学手段对遗传物质结构、功能和行为进行研究的遗传学分支学科。显微镜的发明和放大倍数的提高,促进了细胞学的发展。1903年,美国细胞学家 Sutton 和德国细胞学家 Boveri 发现雌、雄配子的形成和受精过程中染色体的行为与孟德尔的遗传因子的行为是平行的,他们分别提出染色体遗传理论,认为遗传因子位于细胞核内染色体上,从而将孟德尔遗传定律与细胞学研究结合起来,开拓了细胞遗传学的研究领域。1909年,约翰生(Johannsen, W., 1859—1927)发表“纯系学说”,明确区别基因型和表型,并提出“gene”的概念,以代替孟德尔假设的“遗传因子”。1906年,贝特生等在香港豌豆杂交试验中发现性状连锁现象。1910年以后, Morgan 和他的学生 Sturtevant、Bridges 和 Muller 用果蝇做材料,研究性状的遗传方式,得出连锁交换定律,确定基因直线排列在染色体上。1927年, Muller 在果蝇中、Stadler 等在玉米中各自用 X 射线成功地诱导基因突变。1937年, Blakeslee, A. F. 等利用秋水仙素诱导植物多倍体成功,为探索遗传的变异开创了新的途径。

(二)生化和微生物遗传学时期(1941—1960年)

生化遗传学是研究基因的化学结构和调控因子的结构与合成的机制等的遗传学的另一个重要分支学科。这一时期的标志性成果是:1941年,美国生物化学家比德尔(G. W. Beadle)和他的老师泰特姆(E. L. Tatum)以链孢霉为材料,着重研究基因的生理和生化功能、分子结构及诱发突变等问题,证明了基因是通过酶而起作用,提出了“一基因一酶”学说,把基因与蛋白质的功能结合起来,发展了微生物遗传学和生化遗传学。1944年,美国细菌学家 O. T. Avery、MacLeod 和 McCarty 等从肺炎双球菌的转化试验中发现,转化因子是 DNA(脱氧核糖核酸),而不是蛋白质。1952年,赫尔歇(Hershey A. D.)和简斯(Chase, M.)证明,噬菌体感染大肠杆菌时, DNA 进入细菌细胞,而大多数蛋白质留在外面。这些试验证明, DNA 是遗传物质。1953年,沃森(Watson, J. D.)和克里克(Crick, F. H. C.)通过 X 射线衍射分析的研究,提出了 DNA 双螺旋结构模型,用来阐明有关基因的核心问题——遗传物质的自体复制,这一划时代的成果为分子遗传学奠定了最重要的基础。1956年, A. Kornberg 发现了 DNA 聚合酶,为基因工程提供了重要的工具。1958年,克里克提出中心法则,确立了遗传信息流的方向。显然,这一时期的研究对象从真核生物转到了原核生物,对遗传学的发展和揭示遗传物质的基础做出了重要贡献,并建立了遗传学的又一个重要分支学科——微生物遗传学,它是研究微生物的遗传机制和遗传规律的学科。

(三)分子遗传学时期(1961—1990年)

分子遗传学是研究遗传信息大分子结构与功能的一门学科。此期的标志性成果是:1961年法国分子遗传学家雅各布(F. Jacob)和莫诺(J. L. Monod)在研究大肠杆菌乳糖代谢的调节机制中发现结构基因和调节基因的差别,提出了大肠杆菌的操纵子学说,指出基因的表达是可

以调节的。1965年,美国生物化学家尼伦伯格(Nirenberg, M. W.)创用了无细胞系统和三联体结合试验,破译了遗传密码。1966年,印度裔的美籍科学家科拉纳(Khorana, H. G.)利用重复共聚物分析也破译了遗传密码,弄清了密码子的三联体结构,从而把生物界统一起来。1970年,美国病毒学家特明(H. M. Temin)在 Rouse 肉瘤病毒体内发现一种能以 RNA 为模板合成 DNA 的反转录酶,这一发现不仅对研究人类癌症具有重要意义,而且进一步发展和完善了中心法则,揭示了生命活动的基本特征和奥秘。1973年,美国遗传学家伯格(P. Berg)在体外把两种不同生物的 DNA 人工地重组在一起,获得了杂种分子,建立了重组 DNA 技术,奠定了基因工程的基础。1977年,美国的 F. Sanger 和 W. Gilbert 分别用酶法和化学法建立了 DNA 测序方法。以后用 DNA 重组技术生产出第一个动物激素——生长激素抑制因子。20世纪80年代,用基因工程生产的人胰岛素进入市场;外源基因导入烟草细胞,在再生植株中表达,并能通过有性繁殖遗传下去,从而使人类在定向改造生物方面跨入一个新的阶段。

(四)基因组和蛋白质组时期(1990年至今)

这一时期遗传学发展主要体现在两个方向:一是基因组学;二是动物的体细胞克隆,包括干细胞的研究。基因组学的突出成就是1990年美国正式开始实施的人类基因组作图及测序计划(human genome project, HGP),测定和分析人体基因组全部核苷酸排列次序;揭示所携带的全部遗传信息;阐明遗传信息的表达规律及其最终生物学效应。2003年4月14日全部完成 HGP。体细胞克隆的突出成果是1997年英国 I. Wilmut 等将羊的乳腺细胞成功地克隆出以“多莉(Dolly)”羊为代表的系列体细胞克隆成果,包括克隆猴“泰特拉(Tetra)”、克隆猫“茜茜(CC)”、克隆牛“基因(Gene)”等。

从研究的策略来看,遗传学的发展可分为三个时期。以50年为一个周期,20世纪50年代以前,遗传学的研究是以杂交为主要试验方法,通过观察比较生物体亲代和杂交后代的性状变化,进行统计分析,从而认识与生物性状相关的基因及其突变与传递的规律。这是遗传学的杂交分析时代,即从生物体的性状改变来认识基因,称为正向遗传学(forward genetics)。20世纪50年代以后,遗传学急剧地演变为运用物理学和化学的原理和试验技术,在分子水平上揭示基因的结构和功能,以及两者之间的关系。这是遗传物质分子分析时期,即从基因的结构出发,认识基因的功能,称为反向遗传学(reverse genetics)。2000年以后,遗传学的研究已着眼于整个基因组,注重基因间的相互作用,而不是单个基因。在研究方法上已采用高通量、大规模的检测手段,来适应基因组学和后基因组学研究的需要。目前遗传学已成为自然科学中进展快、成果多的活跃的学科之一了。

第三节 遗传学的应用

遗传学的发展是与生产实践紧密联系在一起。生产上升,推动遗传学前进,而遗传学进展又带动生产发展。

一、遗传学与农牧业的关系

遗传学理论是指导生产实践的主要基础理论之一。提高农畜产品的产量,增进农畜产品的品质,最直接而主要的手段就是育种。应用各种遗传学方法,改造它们的遗传结构,以育成

高产优质的品种。例如,在墨西哥由波罗格(N. Borlaug)率领的研究小组收集了世界各地的小麦品种,并将其基因综合到一个小麦品种中,培育出了高产、优质、适应性强的超级墨西哥小麦品种。这种小麦品种不仅适合在墨西哥种植,也适于在其他许多国家栽培。这一成果导致了20世纪70年代世界上一场所谓的“绿色革命”,波罗格本人也因此获得了1970年的诺贝尔和平奖。20世纪80年代后,植物组织培养技术的发展,重组DNA技术的应用,将外源基因导入植物细胞,并在其中整合、表达和传代,从而创造出新型的作物品种,其中玉米、大豆、油菜、马铃薯等转基因品种已经大面积种植。

在动物育种方面,近年来,运用转基因、胚胎分割移植、克隆个体等技术培育出大量优良动物品种。例如,转基因的瘦肉型猪、高产奶的奶牛、快速生长的家畜和鱼类等已经进入实用阶段。目前,正在试验将人的基因转入猪中,目的是使器官移入人体而不发生排斥作用。

二、遗传学与工业的关系

遗传学的诱变技术和理论使医药工业有了较大突破。由于不断地诱变和选育高产菌株,使抗生素的产量成百倍地增长。如青霉素、链霉素这些过去只有富人才能用得起的药现在平民百姓也可以使用了。20世纪70年代,基因调控原理的阐明,使一些国家将这一原理应用到微生物发酵工业,大大推动了氨基酸和甘氨酸的生产。在工业方面,遗传工程有一个重要的应用前景,就是设法培育一些与贵金属有特殊亲和力的菌类,便于人们从废物、矿渣和海水中回收汞、金、铂等贵金属,不仅节约资源,还可清除污染。

三、遗传学与医学的关系

随着科学的发展,遗传学与医学的关系越来越密切。包括遗传性疾病、肿瘤以及高血压、哮喘、糖尿病等在内的许多疾病的发病机制都与基因有关。目前已发现的遗传病有四千多种。要了解这些遗传病,为优生而进行产前诊断,进而达到治疗的目的,缺少遗传学的基本理论,特别是分子遗传学的最新成就,那是无法想象的。肿瘤是严重危害人类生命的疾病之一,一般认为,细胞的恶性转化过程的前提是遗传物质的损伤和基因结构的改变,所以从遗传学角度研究癌基因,就是研究具有引起细胞恶性转化能力的DNA区段,为其防治提供可能性。

基因治疗以及小分子干扰RNA(siRNA)等技术在临床上已进行了一些尝试,这些方法给一些遗传病和肿瘤的治疗带来了很大的希望。

当今,遗传学涉及面越来越广,如法律上的亲子鉴定、环境保护、采用人体指纹鉴定犯罪嫌疑人等。总之,研究遗传和变异的规律,是为了能动地改造生物,更好地为人类服务。遗传学的基本理论及其最新成就必将对农牧业、医学、工业等的发展起着积极的推动作用。

习题

1. 名词解释:

遗传学、遗传、变异、种质、正向遗传学、反向遗传学

2. 遗传学发展中有哪几个重要里程碑?

3. 生物进化与新品种选育的三大因素是什么?

4. 遗传与变异的关系如何?

参考文献

- [1] 卢龙斗. 普通遗传学[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [2] 刘祖洞,乔守怡,吴燕华,等. 遗传学[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社,2012.
- [3] 戴灼华,王亚馥,粟翼玟. 遗传学[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2008.
- [4] 徐晋麟,赵耕春. 基础遗传学[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
- [5] 杨业华. 普通遗传学[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006.
- [6] 朱军. 遗传学[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2002.

第二章

遗传的细胞学基础

辩证唯物主义认为:世界上的物质是单一性的,自然界一切运动都是有其物质基础的。遗传和变异这对矛盾也必然有其物质基础。那么遗传的物质基础是什么呢?在生物的生命活动中,繁殖后代是一个重要的基本特征。正因为生物具有繁殖后代的能力,才能世代相传,表现遗传和变异,促进生物的进化。在繁殖过程中,小部分生物是从亲体的分割部分直接产生后代,属于无性繁殖。另一大部分生物则是靠生殖细胞繁殖后代的,属于有性繁殖,在此过程中,联系子代和亲代的物质桥梁是精细胞和卵细胞。生物体无论是有性繁殖还是无性繁殖,都必须通过一系列的细胞分裂,才能连绵不绝地繁衍后代,说明遗传物质必然存在于细胞之中。那么,细胞中什么样的物质具有这样的遗传能力呢?这些物质的化学组成又是什么?结构是如何的呢?由于这些问题都是建立在细胞的结构和功能的基础上的,所以先来了解一下细胞。

第一节 细 胞

自然界中,除了病毒、噬菌体(细菌病毒)是非细胞形态的生命体外,其他一切生物体都是由细胞组成的。所有的植物和动物,无论是低等的或高等的、简单的或复杂的、单细胞的或多细胞的生物,其生命活动都是以细胞为基础的。细胞是生物体形态结构和生命活动的基本单位,也是生长发育和遗传的基本单位。根据细胞核和遗传物质的存在方式不同,生物又可以分为原核生物(prokaryote)和真核生物(eukaryote)。

原核生物的细胞由于没有核被膜围绕,因此没有真正意义上的细胞核,遗传物质以裸露的形式分布在整个细胞中,有时也相对集中在一定区域,称为拟核(图 2-1)。

真核生物的遗传物质则集中分布在由核膜包围的细胞核中,并与特定的蛋白质相结合,经过一系列压缩组装形成染色体(图 2-2)。

关于细胞的结构通过光学显微镜、电子显微镜和结合物理化学方法的观察与分析研究,被分为三个部分,即细胞膜、细胞质和细胞核。试验证明:没有细胞核的细胞质、没有细胞质的细胞核都是不能较长时间生存的。因此细胞是这三个组成部分不可分割的统一体。

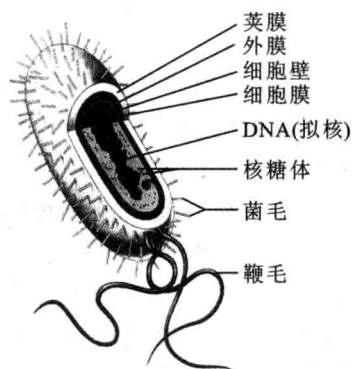


图 2-1 原核生物细胞结构示意图

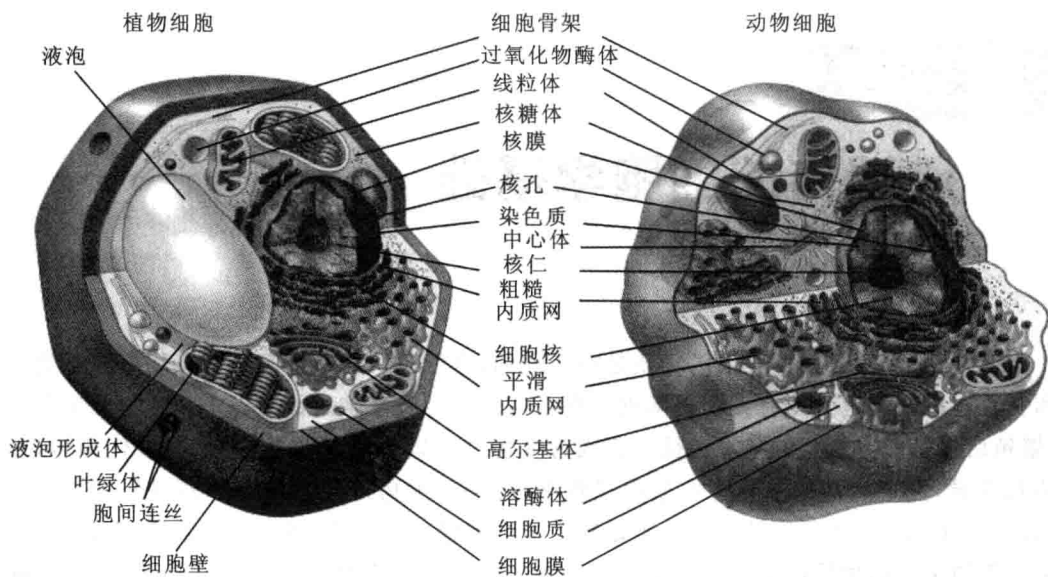


图 2-2 植物细胞与动物细胞结构示意图

一、细胞膜

细胞膜(cell membrane)又称质膜(plasma membrane, plasmalemma),是包围在细胞最外面的一层薄膜,是一切细胞不可缺少的表面结构,厚度 $75\sim 100\text{ \AA}$ ($1\text{ \AA}=0.1\text{ nm}$),由蛋白质和脂质组成,其中还有少量的糖类、固醇类物质及核酸。大量试验证明,细胞膜是一种嵌有蛋白质的脂质双分子层的液态结构,具有流动性,它的组成经常随着细胞生命活动的改变而变化。在真核细胞中,除了细胞膜外,细胞内还具有构成各种细胞器的膜,称为细胞内膜。细胞膜与细胞内膜统称为生物膜(biomembrane)。

每一个细胞都是以细胞膜为界,使细胞成为具有一定形状的结构单位,从而调节和维持细胞内微环境的相对稳定性。对于植物而言,其细胞膜外还有一层由果胶和纤维素构成的细胞壁,因为两者皆可溶于盐酸,所以可用盐酸除掉细胞壁。这层细胞壁是无生命的,只对细胞起保护作用。

细胞膜的主要功能在于主动而有选择性地透过某些物质,既能阻止细胞内许多有机物质的输出,同时又能调节细胞外一些营养物质的输入。细胞膜上的各种蛋白质,特别是酶,可与某些物质结合,引起蛋白质的结构改变,即所谓变构作用,因而导致物质通过细胞膜而进入细胞或从细胞中排出,这对于多种物质通过细胞膜起着关键性的作用。细胞膜在信息传递、能量转换、代谢调控、细胞识别和癌变等方面也都具有重要的作用,为这些过程所涉及的生理生化反应提供场所,并通过对细胞内空间进行分隔,形成结构、功能不同又相互协调的区域。

另外,在植物的细胞中还具有特有的结构——胞间连丝,它们是相邻细胞间的通道,植物相邻细胞间的细胞膜通过许多胞间连丝穿过细胞壁连接起来,因而相连细胞的原生质是连续的。胞间连丝有利于细胞间的物质转运,并且大分子物质可以通过细胞膜上这些孔道从一个细胞进入另一个细胞。