

师范专科学校教材

遗传学

全国十所大专院校《遗传学》编写组

内蒙古大学出版社



遗 传 学

主 编：李贵忠 徐辉耀 周歧麓

编写人：（以姓氏笔划为序）

叶广炎 金仁和 吴立中

杨训武 郑先干 吴福林

裴昌俊

内蒙古大学出版社

遗 传 学

YICHUANXUE

全国十所大专院校《遗传学》编写组

李贵忠等 主 编

扈廷茂 校 阅

内蒙古大学出版社出版发行

内蒙古大学印刷厂印刷

开本 850×1168毫米1/32 印张 15.625 字数392千

1987年9月第一版 1987年9月第一次印刷

印数1-7000册

ISBN 7-81015-010-3/Q·3

书号: 13477·3 定价: 3.20元

前 言

遗传学是师范专科生物专业的一门重要的基础理论学科。但长期以来没有一本适合的遗传学教材，给教学带来很大的不便。根据1986年5月高校理科遗传学教材第三轮规划会议精神，和2—3年制师范专科学校生物专业遗传学教学大纲的要求，我们编写了这部遗传学教材。

本教材是在认真总结师专遗传学教学经验，吸取现行国内外遗传学教材的优点的基础上写成的。其体系基本是按照遗传学的发展顺序安排的。本教材在注重科学性和系统性的前提下，着重介绍了普通遗传学的基本理论、基本概念和基本技能。在有关的章节中，还介绍了一些遗传学的新成就和新动向。本书取材较广泛，注重联系生产实际和中学实际，突出师范专科的特点。为了便于理解还适当地配置了直观简明的图表。本书在介绍知识的同时，还对遗传学的关键性问题研究的来龙去脉作了介绍，借以启发学生思考，培养学生分析问题和解决问题的能力。各章后都附有精选的习题，可供学生复习时参考。

在本教材的编写过程中，曾蒙北京师范大学郭学聪先生、南开大学张自立先生的热情指导，海南大学梁世燕先生对初稿也提出过宝贵意见，于此表示深切的谢意。

在本教材的编写、审定、发行工作中，受到中南五省教委、河北省教委、内蒙古自治区教育厅及惠阳师专、廊坊师专、包头师专校系领导的热情关怀和大力支持，在此表示衷心的感谢。本书的插图大部分由孙安圃同志绘制，特此致谢。

由于时间仓促，编者业务水平的限制，本教材一定会有不少缺点和错误，敬请各校师生和广大读者提出宝贵意见，以便改正和修订。

《遗传学》编写组

1987年7月

绪 论

遗传学 (Genetics) 是二十世纪兴起的一门基础理论学科, 它已深入到生物科学的各个领域, 成为当代生物学的核心。因此, 遗传学在理论研究和生产实践上都具有十分重要的意义。

一、遗传学的研究对象和范围

什么是遗传学? 1909年英国遗传学家贝特森 (W. Bateson) 首先提出遗传学这一学科的名称。遗传学是研究遗传和变异的科学。动物、植物、微生物以及人类都是遗传学研究的对象。遗传学研究的任务, 不仅要认识生物遗传与变异的客观规律, 而且要能动地运用这些规律, 使之成为改造生物为人类造福的有力武器。

遗传和变异是生命的基本属性。遗传是指子代与亲代之间在性状上的相似性。俗话说: “种瓜得瓜, 种豆得豆”。这是人们对遗传现象的通俗说明。任何生物都能通过繁殖方式产生与自己相似的后代, 以保证其种族世代间的连续性。但是, 遗传并不意味着亲代与子代的完全相象; 事实上, 子代与亲代之间、子代个体之间, 总是存在着不同程度的差异。变异就是指子代与亲代之间、子代个体之间在性状上的相异性。俗话说: “一母生九子, 九子各别”。这是人们对变异现象的通俗说明。无论哪种生物, 动物还是植物、高等还是低等, 复杂的象人类本身, 简单的象细菌和病毒, 其子代与亲代之间既表现出相似性, 又表现出相异性, 这种遗传和变异现象在生物界普遍存在, 是生命活动的

基本特征之一。遗传是保持既得种族特性的根本，变异是推陈出新的来源。没有变异，生物就失去了进化的材料，遗传只能是简单的重复；没有变异，生物就无法适应千变万化的外界环境，也就无能力生存，更无法向前发展和进化。没有遗传，生物的本性无法逐代保持，物种得不到相对的稳定，也就不可能有物种的存在；没有遗传，生物所产生的变异无法得到积累，变异也就失去了意义。所以，遗传与变异有着不可分割的关系，是一个事物的两个相辅相成的方面，它们的共同作用推动了生物的发展进化，使生物由简单向复杂、由低级向高级的方向发展。

随着遗传学的发展，遗传学的定义也在演变。由于基因的发现，人们把遗传学定义为研究基因的科学。到了今天，由于分子遗传学的发展，人们又把遗传学定义为研究能够自我繁殖的核酸的性质、功能和意义的科学。

遗传学的研究范围包括遗传物质的本质、遗传物质的传递和遗传信息的实现三个方面。遗传物质的本质包括它的化学本质，它所包含的遗传信息，它的结构、组织和变化等。遗传物质的传递包括遗传物质的复制、染色体的行为、遗传规律和基因在群体中的数量变迁等。遗传信息的实现包括基因的原初功能、基因的相互作用、基因作用的调控以及个体发育中基因的作用机制等。

二、遗传学的诞生和发展

遗传学和所有科学一样，是劳动人民在长期的生产实践活动中产生和发展起来的。遗传学导源于育种实践。劳动人民在农业生产和饲养家畜的过程中，逐步认识到遗传与变异现象；并且通过选择，育成大量优良品种。但是，直到十八世纪下半叶和十九世纪上半叶，才由拉马克(J.B.Lamarck)和达尔文(C. Darwin)对生物的遗传与变异现象进行了系统的研究。

拉马克，法国博物学家，最先提出生物进化学说。他提出环境的直接影响、器官用进废退和获得性状的遗传等理论，来解释生物的进化，他以唯物主义和历史唯物主义的观点，打击了神创论的物种不变论，为科学的生命观的确立作出了贡献，为科学的生物进化论奠定了基础。

达尔文，英国博物学家，进化论的奠基人。根据当时生产成果和生物科学资料，他广泛研究了生物遗传、变异和进化的关系。1859年发表了划时代的著作《物种起源》提出以自然选择理论为核心的生物进化论，科学地解释了物种的起源和发展，阐明了生物界发展的规律，从而在生物学领域中完成了一次伟大的革命，以极其丰富的实际资料和严密的逻辑推理，推翻了唯心主义形而上学的特创论、目的论、物种不变论对生物学的统治，为生物学和其他科学的发展建立了划时代的丰功伟绩。

达尔文晚年还提出“泛生论”来说明获得性遗传的机制。他认为动物每个器官的细胞里，都带有特定的自身繁殖的微粒，称为“泛生粒”。这种“泛生粒”通过血液循环汇集到生殖细胞，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。环境的改变，可使泛生粒的性质发生改变，因而亲代的获得性状可传给子代。这一假说纯属推想，并未获得科学证实。虽然如此，达尔文进化论的产生促进了人们对遗传学与育种学的研究，为遗传学的诞生起了积极的推进作用。

达尔文以后，在生物科学中广泛流行的是新达尔文主义。德国生物学家魏斯曼（A. Weismann）是新达尔文主义的创始人。1892年他提出了“种质连续学说”（简称“种质论”），种质就是生殖细胞中的染色体，否认了达尔文的“泛生论”。他认为多细胞生物是由体质与种质两部分组成的，体质是由种质产生，环境只能影响体质，而不能影响种质，种质世代相传，不受体质的影响。获得性是体质的变化，不能遗传。魏斯曼的种质论

对以后的染色体遗传理论的建立以及基因学说的发展具有重要的影响。但是魏斯曼对种质和体质的划分过于绝对化，这种划分在植物界一般是不存在的，而在动物界也仅仅是相对的。

奥地利学者孟德尔 (G.Mendel) 在前人工作的基础上，在豌豆的杂交试验工作中，取得了重大的成果。他根据他的豌豆杂交的实验结果，于1866年发表了《植物杂交实验》的论文，首次提出了遗传因子的分离规律和自由组合规律，为近代颗粒性遗传理论奠定了科学基础。孟德尔的论文虽然发表了，但在当时并没有引起人们的重视。直到1900年，才由三位植物学家，即德国的柯伦斯 (C.E.Correns)、荷兰的德弗里斯 (H.de Vries) 和奥地利的冯切耳马克 (E.von Tschermak)，经过大量的植物杂交工作，分别在不同植物上取得了与孟德尔相同的实验结果，他们在翻阅资料时才重新发现孟德尔的论文。于是就象其它科学上的伟大发现一样，在生物学界引起了强烈的反响。因此，遗传学作为一门独立学科，是从1900年孟德尔《植物杂交实验》论文被重新发现之后，才正式诞生了。

从1900年到现在，遗传学研究的发展大致可以划分为三个时期，即细胞遗传学时期、微生物遗传学时期和分子遗传学时期。在这三个时期中上述三个遗传学分支学科分别起着主导作用。

细胞遗传学时期 大致是1900—1941年，可从美国遗传学家和发育生物学家摩尔根 (T.H.Morgan) 在1910年发表关于果蝇的性连锁遗传开始，到1941年美国遗传学家比德尔 (G.W.Beadle) 和美国生物化学家泰特姆 (E.L.Tatum) 发表关于链孢霉的营养缺陷型方面的研究结果为止。这一时期通过遗传学规律和染色体行为的研究确立了遗传的染色体学说。

微生物遗传学时期 大致是1941—1961年，从1941年比德尔和泰特姆发表关于链孢霉的研究结果提出“一个基因一种酶”的学说开始，到1960—1961年法国分子遗传学家雅各布 (F.

Jacob) 和 J. 莫诺 (J. Monod) 发表关于大肠杆菌的操纵子学说为止。在这一时期中, 采用微生物作为材料研究基因的原初作用、精细结构、化学本质、突变机制以及细菌的基因重组、基因调控等, 取得了以往在高等动植物研究中难以取得的成果, 从而丰富了遗传学的基础理论。

分子遗传学时期 分子遗传学是从1953年美国分子生物学家沃森 (J. D. Watson) 和英国分子生物学家克里克 (F. H. C. Crick) 提出DNA分子的双螺旋模型开始的。双螺旋结构模型对于阐明DNA分子的空间结构和DNA的自我复制、稳定性与变异性, 对遗传信息的贮存以及传递等问题, 都作了很好的解答。它揭示了生物遗传与变异的奥秘。基因的化学本质的确定, 标志着遗传学进入了一个新阶段——分子遗传学发展的新时代。

本世纪六十年代, 蛋白质和核酸的人工合成, 中心法则的建立, 三联体密码的确定, 基因调节机制和原理的发现, 以及突变分子基础被揭示等, 使遗传学的发展走在生物科学的前列。七十年代, 在分子生物学的基础上, 又出现了一门新兴学科——遗传工程 (也称基因工程), 它是人工改造生物遗传特性的一种新技术, 被认为是本世纪生物学最重要的成就之一。八十年代, 在基因的分离、合成、载体、重组、转移和表达等方面取得了许多惊人的成就, 现在正朝着定向改造生物的遗传性, 创造新物种的方向迈进。

随着遗传学的发展, 遗传学的分科越来越多了。遗传学的分科, 以研究的生物对象划分, 可分为动物遗传学、植物遗传学、微生物遗传学和人类遗传学等。按照所研究的问题来划分, 可分细胞遗传学、发生遗传学、行为遗传学、免疫遗传学、辐射遗传学、药物遗传学等。从水平上说, 遗传学可分为细胞遗传学、群体遗传学和分子遗传学。从群体角度进行遗传学研究, 可分为群体遗传学、生态遗传学、数量遗传学、进化遗传学等。从应用角

度看，可分为医学遗传学、临床遗传学、优生学、生统遗传学或数量遗传学等。此外，还有因生产意义而出现的以某一类或某一种生物命名的分支学科，如家畜遗传学、棉花遗传学、水稻遗传学等。

我国遗传学的发展概况 我国遗传学的研究，在解放前比较薄弱，没有明确的发展方向。但在三十年代前后，我国著名遗传学家谈家桢教授，在摩尔根基因学说的影响下，以果蝇和瓢虫为实验材料，提出亚洲瓢虫色斑镶嵌显性遗传原理，对基因在个体发育中的作用和在物种演化中的变迁，有过重要的创造性的发现，迄今仍被誉为遗传学上一个经典性的工作。

解放以来，我国遗传学有了一定的发展，取得了一些成就。比如，杂种优势的利用，花粉单倍体育种，远缘杂交等方面已达到国际先进水平。在分子遗传学方面，人工合成DNA的工作，已取得了突破性的进展。1982年世界上十大科学成就有两项是中国生物科学工作者的研究成果（酵母丙氨酸转移RNA的人工合成，DNA核苷酸序列的新法测定）。

近几年来，我国遗传学工作者在抓好基础研究的同时，在实际应用的广度和深度上不断开拓，使遗传学在国民经济建设中发挥着越来越重要的作用。

三、遗传学在国民经济中的地位和作用

遗传学是动物、植物、微生物育种的理论基础。我国应用遗传学的原理和方法，培养出许多高产、优质、抗逆的家畜和作物品种，对生产的发展作出了巨大的贡献。例如，籼型杂交水稻是我国农业方面的一项重大发明。杂交水稻的育成，大大丰富了水稻遗传育种的理论与实践，为水稻大幅度增产开辟了新的途径，在国际上产生重大影响。许多国家著名的水稻专家，公认我国杂交水稻的研究和推广，居世界领先地位。据此，1985年联合国知

识产权组织已向我国有突出贡献的发明家袁隆平颁发了金质奖章和证书。

遗传学的发展将使工业生产技术，尤其是医药工业有较大的突破。在抗菌素工业生产上，由于不断选育高产的菌种，使抗菌素的产量成百倍地增长。有些国家采用基因工程成功地合成了人的胰岛素和干扰素，引起了世界范围的震动。

遗传学与医学的关系也很密切。目前已发现的人类遗传病近4千种。遗传学的发展，对遗传工程技术的研究，为预防医学开辟了广阔的前景。

遗传学对国防也有一定的意义。分子遗传学的研究对防止原子武器、化学武器以及生物武器对人类的损伤也是必不可少的。现代战争狂人叫嚣的所谓“基因武器”，就是利用遗传学的新成就发展起来的。

遗传学在整个生命中占有十分重要的地位。因为遗传与变异，是一切生物的共同特性，所以遗传学研究的是生命的普遍规律，它的研究涉及生命的本质和起源问题，并且同生命科学的许多分科密切相关。

从理论上讲，遗传学的研究，尤其是基因工程的研究，既为细胞分化、生长发育、肿瘤发生等有关高等生物的基础研究提供有效的实验手段，又为解决基因和基因组的精细结构、功能、控制的机制等问题提供必要的分析手段。从实践上看，遗传学的研究，尤其是基因工程的研究将为解决农业、工业、医学、环保、能源等部门面临的许多重大问题开辟新的途径。例如：培育抗逆性强的作物，促进家畜的产乳、产肉和产毛量，提高谷类作物蛋白质的含量，固N基因的转移，提高工业发酵产品的产量和质量，创造清除环境污染的新型生物类型，治疗人类的遗传性疾病，用微生物生产人类需要的疫苗、抗体、激素、酶和维生素，利用微生物开采石油等等。

总之，随着遗传学的发展，它与生产实践的关系越来越广泛，越来越紧密，对我国社会主义建设事业将起着越来越大的促进作用。我们要努力学习现代遗传学中的新观点、新技术、新方法，为促进遗传学在我国的发展，赶超世界先进科学水平，作出应有的贡献。

目 录

前 言 绪 论

一、遗传学的研究对象和范围	(1)
二、遗传学的诞生和发展	(2)
三、遗传学在国民经济中的地位 and 作用	(3)
第一章 遗传的细胞学基础	(1)
第一节 细胞	(1)
一、细胞质	(2)
二、细胞核	(3)
第二节 染色体及其结构	(4)
一、染色体的大小和数目	(5)
二、染色体的形态和结构	(6)
三、染色体组型 (或核型karyotype) 和组型分析	(19)
第三节 染色体的传递	(23)
一、有丝分裂	(23)
二、减数分裂	(27)
第四节 染色体周史	(33)
一、动物个体发育的染色体周史	(34)
二、植物个体发育的染色体周史	(36)
第二章 分离规律与自由组合规律	(39)
第一节 分离规律	(40)
一、分离规律的实质	(40)
二、显性的相对性与多样性	(50)
三、基因型、表现型和环境	(53)

四、分离规律的应用	(55)
第二节 自由组合规律	(58)
一、自由组合规律的实质	(58)
二、多对相对性状的遗传分析	(64)
三、自由组合规律的应用	(65)
第三节 基因的相互作用	(66)
一、基因互作的发现	(66)
二、非等位基因互作的类型	(67)
三、非等位基因互作的机理	(74)
四、多因一效和一因多效	(75)
第四节 遗传学数据的统计分析	(77)
一、概率的应用	(77)
二、二项式展开的应用	(84)
三、 X^2 (卡平方) 测验	(88)
第三章 连锁和交换规律	(95)
第一节 基因的连锁和交换	(97)
一、连锁	(97)
二、交换	(101)
第二节 基因定位和遗传学图	(106)
一、基因定位的方法	(106)
二、干涉和并发系数 (符合系数)	(112)
三、遗传学图	(113)
四、人类基因定位	(115)
第三节 链孢霉的连锁和交换	(121)
一、链孢霉的生活史	(121)
二、四分子分析	(122)
三、着丝粒作图	(123)
四、着丝粒距离和重组频率	(127)

第四节	连锁交换规律的理论和实践意义	(132)
第四章	性别决定与伴性遗传	(138)
第一节	性别决定	(138)
一、	性别决定的主要类型	(138)
二、	性别分化和性别异常	(147)
第二节	伴性遗传	(153)
一、	X 连锁遗传	(154)
二、	Z 连锁遗传	(159)
三、	Y 连锁遗传(限雄遗传)	(160)
四、	从性遗传	(160)
第五章	细菌和噬菌体的遗传分析	(163)
第一节	细菌的遗传重组	(163)
一、	转化	(163)
二、	转导	(164)
三、	接合	(168)
四、	基因作图	(173)
第二节	噬菌体的遗传学分析	(178)
一、	T 偶列噬菌体的结构及繁殖	(179)
二、	T ₂ 噬菌体的基因重组及连锁	(180)
第六章	数量性状遗传	(186)
第一节	数量性状的遗传学分析	(186)
一、	数量性状遗传的实例——	
小麦粒色遗传		(186)
二、	数量性状的多基因假说	(188)
三、	数量性状的遗传特点	(189)
四、	数量性状与质量性状的关系	(189)
第二节	数量性状遗传的研究方法	(190)
一、	平均数	(190)

二、方差和标准差	(191)
三、遗传力	(193)
第三节 近亲繁殖和杂种优势	(197)
一、近亲繁殖的遗传效应	(198)
二、杂种优势	(203)
第七章 遗传的分子基础	(211)
第一节 遗传物质是核酸	(211)
一、DNA 是遗传物质的间接证据	(211)
二、DNA 是遗传物质的直接证据	(212)
第二节 DNA和RNA 的结构与复制	(217)
一、DNA的分子结构与复制	(217)
二、RNA的分子结构与复制	(222)
第三节 基因与蛋白质的合成	(224)
一、DNA 与 基因	(224)
二、性状与蛋白质	(225)
三、基因控制蛋白质的合成	(225)
四、中心法则及其发展	(230)
第四节 基因的概念及发展	(231)
一、遗传因子	(232)
二、基因是功能、重组和突变单位	(232)
三、基因是遗传的功能单位——顺反子	(232)
第八章 染色体畸变	(241)
第一节 染色体的结构变异	(241)
一、染色体结构变异的类型	(241)
二、染色体结构变异在生产实践中的应用	(251)
第二节 染色体的数目变异	(252)
一、染色体组	(252)
二、染色体数目变异的类型	(252)