

高等学校试用教材

遗传学

(上)

刘祖洞 江绍慧 编

人民教育出版社

高等学校试用教材

遗 传 学

(上)

刘祖洞 江绍慧 编

人民教育出版社

高等学校教材

遗传学

(上)

刘祖洞 江绍慧 编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 8.125 字数 195,000

1979年3月第1版 1982年5月第4次印刷

印数 57,501—78,500

书号 14012·026 定价 0.60 元

前 言

遗传学是一门兴起较迟的学科,但又是一门发展迅速的学科。它的分支几乎扩展到生物学的所有领域,成为生物科学的中心了。

遗传学的内容丰富,在一本教科书里既要系统地介绍遗传学的基本概念,又要简明地说明遗传学的发展方向,确实是一件不容易的事。我们根据自己的教学经验、并参考了国内外的遗传学教科书,对内容的安排和材料的选择,大致上根据下面这样的原则:

(1) 叙述一般地依据学科发展的顺序,因为读者最初想了解的是,性状是怎样遗传的,然后进一步要问遗传物质是什么,以及这类遗传物质是怎样决定性状的。所以我们想从遗传性状的传递讲起,从个体水平到细胞水平,再转入分子水平,最后讨论到群体水平,这样对基本概念的掌握,可能比较容易。

(2) 基础遗传学的内容酌量增加,因为对这方面内容的熟悉有助于基本概念的理解和遗传现象的分析,也有利于分子遗传学内容的学习。例如高等生物的遗传作图和真菌类的四分子分析等内容的熟悉,对重组的分子基础的了解很有帮助。

(3) 分子遗传学的深度和广度有所增加,以反映学科的发展方向。

(4) 在内容的安排上虽然重视基本理论的阐明,但在有关的地方尽可能地提到这些理论在实践上的应用,因为在实践上能够发挥作用的理论是最有生命力的。

(5) 每章后面都附有习题,使学生通过习题,加强对课文内容的理解,并能应用遗传学的基本原理,分析遗传学数据,解释遗传学现象。

因为遗传学进展快,分支学科多,所以有些应该介绍的内容可能没有提到,还由于我们的水平有限,文中说明不清楚,解释欠妥当,以及理解有错误的地方,也一定不少,希望读者们能提出宝贵意见,以便再版时加以修改。

本书是根据全国高等学校生物类教材工作会议讨论修订的大纲编写的。在开始草拟和修订本书大纲时,承四川大学、北京大学、武汉大学、南开大学和复旦大学各位老师提出修改意见。初稿完成后,在上海集体审稿,又承北京大学、南开大学、武汉大学、中山大学、四川大学、新疆大学等与会同志提出建设性意见,使本书增色不少。本书插图除从其它各书借用外,都由陶德笙同志绘制。对以上各位同志的有益帮助,我们在这儿谨表衷心谢意。

编 者

1979年1月于上海

上册目录

前言

第一章 绪论	(1)
第一节 什么是遗传学	(1)
第二节 遗传学的发展	(2)
第三节 遗传学与国民经济的关系	(3)
第二章 孟德尔定律	(5)
第一节 分离定律	(6)
显性和隐性	(6)
分离现象	(7)
孟德尔假设	(8)
基因型和表型	(10)
孟德尔假设的验证	(11)
配子形成时发生分离的证明	(14)
分离比实现的条件	(15)
第二节 自由组合定律	(16)
两对性状的自由组合	(16)
自由组合的解释	(18)
两对基因杂种的基因型和表型	(19)
多基因杂种	(22)
对培育良种的启示	(23)
第三节 遗传学数据的统计处理	(23)
✓ 概率	(24)
✓ 二项式展开	(29)
好适度测验	(35)
用卡平方来测定好适度	(38)
第三章 遗传的染色体学说	(46)

第一节 细胞	(46)
细胞质	(46)
细胞核	(47)
染色体	(48)
第二节 细胞分裂	(53)
有丝分裂	(53)
成熟分裂	(56)
第三节 染色体周史	(60)
动物的生活史	(61)
植物的生活史	(61)
真菌类的的生活史	(64)
第四节 遗传的染色体学说	(65)
第四章 基因的作用及其与环境的关系	(71)
第一节 环境的影响和基因的表型效应	(71)
环境与基因作用的关系	(71)
性状的多基因决定	(73)
基因的多效性	(75)
显隐性关系的相对性	(76)
(1) 不完全显性	(76)
(2) 嵌镶显性	(79)
(3) 并显性	(79)
(4) 显隐性可随所依据的标准而更改	(81)
(5) 显性与环境的影响	(82)
表型模写	(83)
第二节 致死基因	(84)
第三节 复等位现象	(86)
瓢虫的鞘翅色斑	(86)
ABO 血型	(88)
Rh 血型与母子间不亲和	(91)
家畜的母子间的血型不亲和	(93)
自交不亲和	(94)

第四节 非等位基因间的相互作用	(96)
互作基因	(96)
抑制基因	(98)
上位效应	(99)
互补效应	(101)
第五章 性别决定与伴性遗传	(104)
第一节 性别决定	(104)
性染色体	(104)
性别由性染色体差异决定	(104)
(1) XY 型性决定	(105)
(2) ZW 型性决定	(106)
第二节 伴性遗传	(107)
果蝇的伴性遗传	(107)
人的伴性遗传	(111)
高等植物的伴性遗传	(114)
鸡的伴性遗传	(115)
第三节 遗传的染色体学说的直接证明	(117)
果蝇 X 染色体不分开现象	(117)
第四节 其它类型的性决定	(121)
蜂的性决定	(121)
后螯的性决定	(122)
高等植物的性别分化	(123)
环境对性别分化的影响	(125)
第五节 人类的性别畸形	(127)
几种性别畸形	(127)
(1) Klinefelter 综合症	(127)
(2) XYY 个体	(128)
(3) Turner 综合症	(128)
基因突变在性别分化上的作用	(130)
细胞遗传学的研究, 说明了例外的现象	(131)
第六章 染色体和连锁群	(134)

第一节 连锁与交换	(134)
连锁	(134)
交换	(138)
雌雄的连锁不同	(141)
连锁群	(145)
三点试验与基因直线排列	(147)
并发率和干涉	(154)
连锁图	(155)
第二节 真菌类的遗传学分析	(158)
四分子分析	(158)
着丝粒作图	(159)
链孢霉的连锁	(163)
染色单体干扰	(168)
第三节 人的细胞学图	(169)
第四节 染色体遗传机制在理论上和实践上的意义	(174)
第七章 细菌和噬菌体的重组和连锁	(181)
第一节 细菌和病毒在遗传学研究中的地位	(181)
作为遗传学研究对象的细菌和病毒	(181)
细菌和病毒是遗传学研究的好材料	(182)
第二节 细菌的遗传分析	(183)
细菌的杂交	(184)
F 因子	(186)
用中断杂交试验作连锁图	(188)
F 因子整合到细菌染色体的过程	(191)
细菌的交换过程	(193)
重组作图	(193)
性导	(197)
第三节 噬菌体的遗传分析	(200)
烈性噬菌体	(200)
噬菌体的基因重组	(202)
溶源性细菌	(205)

转导	(207)
第八章 数量性状遗传	(215)
第一节 数量性状的遗传学分析	(215)
数量性状的多基因假说	(215)
影响数量性状的多基因也在染色体上	(218)
数量性状与质量性状的关系	(219)
数量性状和选择	(222)
第二节 分析数量性状的基本的统计方法	(224)
平均数	(224)
方差	(225)
标准误	(226)
第三节 遗传变异和遗传力	(227)
遗传力	(227)
遗传力的公式和运算	(227)
几种动植物的生产性能的遗传力	(236)
第四节 近亲繁殖和杂种优势	(237)
近交的影响	(237)
杂种优势	(240)
杂种优势的遗传学理论	(241)
(1) 显性说	(241)
(2) 超显性说	(243)
杂种优势的利用	(244)

第一章 绪 论

第一节 什么是遗传学

生物通过各种生殖方式繁衍种族。单细胞生物一般通过细胞分裂来繁殖自己，多细胞生物则无性繁殖和有性生殖都有。无论那种生殖方式，都是保证了生命在世代间的连续，这种世代间的连续叫做“遗传”(heredity)。

有性生殖从精卵结合，形成受精卵开始。有一定遗传结构的受精卵从细胞外部吸收物质，在细胞内发生一系列的代谢变化，结果导致细胞的生长、分化和增殖。这些变化在时间上和空间上有相当严密的秩序，从而保证了受精卵沿着一定的途径发育成一定的个体，具有一定的结构和功能，并与外界环境保持一定的关系。生物的这种结构和功能互有差异，这取决于它们的遗传结构的不同和随之而来的代谢过程的差别。生物个体间的差异叫做“变异”(variation)。

什么是遗传学(Genetics)? 遗传学就是研究生物的遗传与变异的科学。

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，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。没有变异，生物界就失去进化的材料，遗传只能是简单的重复。没有遗传，变异不能累积，变异失去意义，生物也不能进化。因此研究生物的遗传与变异现象，深入探讨它们的本质，并利

用所得成果,能动地改造生物,更好地为人类服务,这就是遗传学的任务。

第二节 遗传学的发展

与所有的科学一样,遗传学也是在人们的生产实践活动中发展起来的。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有了粗浅的认识,但未形成一套遗传学理论。十九世纪中叶,达尔文(Darwin)对野生和家养的动植物进行了调查研究,总结出以自然选择为中心的进化学说,使生物学有了突破性的发展。同期(即1865年)孟德尔(Mendel),根据前人的工作和他自己进行八年的豌豆杂交试验,提出了遗传因子分离和重组的假设。孟德尔应用统计方法分析和验证这个假设,对遗传现象的研究从单纯的描述推进到正确的分析。但是孟德尔的工作在当时并未引起重视,直到1900年,三个植物学家:De Vries,Correns和Tschermak,经过大量的植物杂交工作,在不同的地点,不同的植物上,得出跟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。

1903年Sutton和Boveri首先发现了染色体的行为与遗传因子的行为很相似,提出了染色体是遗传物质的载体的假设。1909年Johannsen称遗传因子为基因(gene)。1910年左右,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。与此同时,Emerson等在玉米工作中也得到同样的结论。这

样，就形成了一套经典的遗传学理论体系——以遗传的染色体学说为核心的基因论。在基因决定性状问题上，Muller 用射线处理果蝇，研究基因的本质，以后 Beadle 和 Tatum 又研究了链孢霉的生化突变型，于 1941 年提出“一基因一酶”学说，把基因与蛋白质的功能结合起来，这又把遗传学的发展向前推进了一步。

1944 年 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，接着又积累了大量事实，证明 DNA 是遗传物质。特别是 1953 年 Watson 和 Crick 提出了 DNA 双螺旋结构模型，用来阐明基因论的核心问题——遗传物质的自体复制，从而开创了分子遗传学这一新的科学领域。六十年代，蛋白质和核酸的人工合成，中心法则的建立，三体密码的确定，调节基因作用原理的发现，以及突变的分子基础的揭示等，已使遗传学的发展走在生物学科的前面了。七十年代已进入人工合成基因的时代，并利用细胞融合、转化、遗传工程等新技术，朝定向地改造生物的遗传结构的新水平迈进。目前遗传学已成为自然科学中进展快，成果多的最活跃的学科之一了。

第三节 遗传学与国民经济的关系

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。

遗传学与农牧业生产有着广泛而密切的联系，为了提高家畜和农作物的产量和质量，最直接的手段就是育种。应用各种遗传学方法，改造它们的遗传结构，以育出高产优质的品种。现在人们正在试图应用“遗传工程”创造新品种，例如：创造含有高赖氨酸含量的玉米和希望得到能固氮的粮食作物等。

随着科学的发展，遗传与医学的关系也密切起来了。现在已发现的遗传性疾病在二千种以上，要了解这些遗传病而达到治疗的目的，缺少遗传学的基本理论是不行的。肿瘤病因、免疫性问题，也与遗传学有很大的关系。相信在不远的将来，各种学科的相互渗透和发展，包括遗传学在内，将会揭开目前危害人类生命的癌症病因之谜。同样，遗传学与药学，尤其是抗菌素的生产，以及计划生育，环境保护等都有一定的关系。

总之，研究遗传和变异的规律是为了改造客观世界，更好地为人类服务。因此，遗传学的基本理论将在农业、医学、工业等各方面起着积极的作用。

我国是个文化悠久的国家，劳动人民在农业和医学实践中给我们留下了宝贵的遗产。但在旧中国，遗传学和其他学科一样得不到发展。解放后，由于贯彻了“百花齐放，百家争鸣”的方针，使我国的遗传学有了很大的发展，但远远不能满足我国赶超世界先进水平 and 达到四个现代化的要求。要使我们遗传学跟上时代的水平，我们必须努力学习马列主义、毛泽东思想，用辩证唯物主义的方法对待遗传学中的理论问题。努力学习现代遗传学中的新技术、新方法，理论联系实际地把我国遗传学发展起来。

第二章 孟德尔定律

孟德尔(Gregor Mendel, 1822—1884 年)是奥国布隆(Brünn)地方(现在是捷克的 Brno)的神甫,他利用部分时间进行生物学实验。他看到当时杂交育种方法已在园艺方面广泛应用,且有相当成就,但还未能总结出一种“杂种形成与发展的普遍适用的规律”。他想提供一些精密可靠的实验基础,以便找到这些规律。

在孟德尔之前, Kölreuter 和 Gärtner 等人也做过这种植物杂交试验,但孟德尔指出,他们的试验都有缺点:(1) 没有对杂种子代中不同类型的植株进行计数;(2) 在杂种后代中没有明确地把各代分别统计,看每一代中不同类型的植株数;(3) 也没有明确肯定每一代中不同类型植株数之间的统计关系。他认为真正要解决杂交中的遗传问题,必须克服前人的这些缺点,他在 1858—1865 年间进行了大量的试验工作,以豌豆为主要材料,辅以菜豆,石竹等其它材料。

他选豌豆(*Pisum sativum*)为主要材料,有两个理由:

(1) 豌豆具有稳定的可以区分的性状。豌豆各品种间有着明显的形态差异,如有些品种的植株开红花,有些开白花,有些结黄色种子,有些结绿色种子,有些是顶生花序,有些是腋生。这些品种在这些性状上都很稳定,都能真实遗传 (breeding true)。就是说,亲本怎样,它们的子代全部个体也都是这样。更重要的是,这些性状都是一清二楚,在区分时毫无困难,使研究者能进行简明的分析。

(2) 豌豆是自花授粉植物,而且是闭花授粉的,因此没有外来花粉混杂,但人工去雄,用外来花粉授粉也容易。孟德尔对花粉混

杂问题特别注意。他指出，如果忽略了这个问题，有外来花粉混杂，而试验者却不知道，那就会得出错误的结论。

第一节 分离定律

孟德尔的整个试验工作中贯彻了从简单到复杂的原则。他最初进行杂交时，所用的两个亲本（即父本和母本）都只相差一个性状。或者更精确些说，不论其它性状的差异怎样，他都只把注意力集中在一个清楚的性状差异，或者说一对相对性状。因为任意选取两个植株，它们一般总会在好几个性状上有差异，有些差异也许一时还未能察觉。是不是可以把其它性状差异暂时不管，只研究一对性状，把一对性状的遗传规律搞清楚后再进一步同时考虑几对性状呢？事实证明非但可以，而且还是最合理，最有效的研究方法。

显性和隐性 豌豆品种中，有开红花的和开白花的。开红花的植株自花授粉，后代都是开红花的；开白花的植株自花授粉，后代都是开白花的。

如把开红花的植株与开白花的植株杂交，那末这两个植株就叫做亲代(parent generation)，记作 P。实验时在开花植株上选一朵或几朵花，在花粉未成熟时，把花瓣仔细掰开，用镊子除去全部雄蕊，再把花瓣按原样复好，在花朵外面套上一个纸袋，以防外来花粉授粉。一天之后，从开另一颜色的花朵上取下成熟花药，放到去雄花朵的柱头上，授粉后仍旧套好纸袋，并在授过粉的花柄上挂一标签，以资识别。待豆荚开始长大时，才把纸袋去掉。这个豆荚中结的种子就是子一代(first filial generation, F_1)的种子。把这种子种下，长成的植株就是子一代植株。孟德尔发现，不论用红花做母本，白花做父本，还是反过来(所谓反交, reciprocal cross)，以

红花为父本，白花为母本，子一代植株全部开红花，没有开白花的，也没有开其它颜色的花。这样，红花对白花来讲，是个显性性状 (dominant character)，因为红花的性状在子一代中显示出来；白花对红花来讲，是个隐性性状 (recessive character)，因为白花_{在子一代中没有显示出来。}合起来讲，这是一对相对性状。

分离现象 子一代的红花植株自花授粉，所得的种子和它们成长的植株叫做子二代 (F_2)。子二代中，除红花植株外，又出现了白花植株，这种白花植株和亲代的白花植株是一样的。在子二代中，隐性的白花性状又出现了，这种现象叫做分离 (segregation) (图 2-1)。

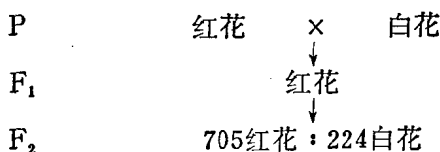


图 2-1 豌豆花冠颜色的遗传。

我们平常使用这样一些表达方式：“子二代中分离出白花类型”(表示子二代个体间有差异)，或“子一代能分离出白花类型”，讲的都是一回事。从这个事实可以看到：子一代植株虽然表现为红花而没有表现出白花亲本的性状，但显然从白花亲本得到了白花的遗传因子，而且这个遗传因子在它体内显然没有起变化，在这个个体的整个生活史中始终没有和代表红花的遗传因子相混合，未受红花因子的“沾染”，因为子二代中的白花跟亲本的白花一样白，完全不带红色。这说明遗传决不是“混合式”的，由此也得出“颗粒式遗传” (particulate inheritance) 的一个重要概念：代表一对相对性状 (如红花对白花) 的遗传因子在同一个体内各别存在，而不相沾染，不相混合。这个概念与混合式遗传的概念尖锐对立，以后遗传学的发展愈来愈显示出这个概念的正确性和重要性。