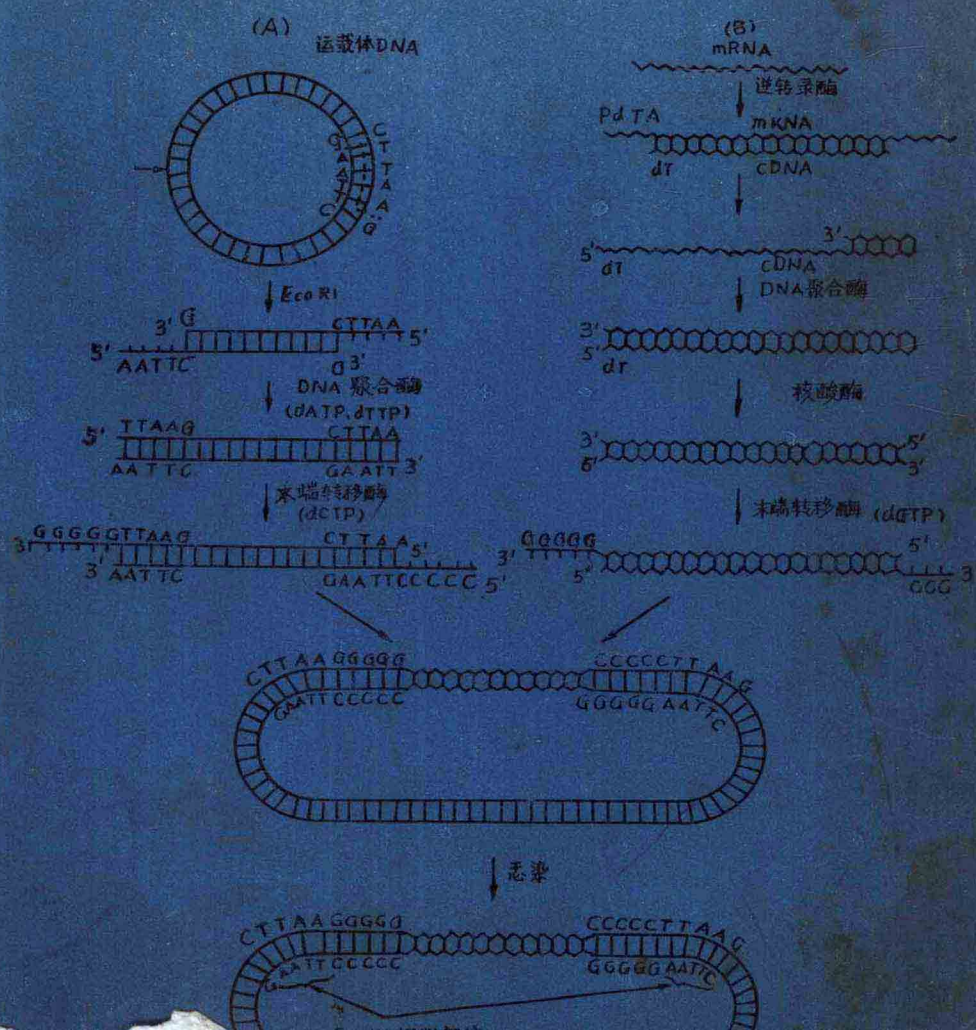


王万和编著



道 考 学

王 明 著

道 考 学

道 考 学

道 考 学

前 言

教育部最近决定,从1981年起,凡报考理工医农类学校的学生,都要考试生物学。这一具有远见卓识的果断措施,对于提高全民族的科学文化水平、造就大批合格的建设人才、促进我国四个现代化事业的高速发展,都将起着极其重要的作用。遗传学是现代生物学的中心和领先学科。因此,全国统编的高中生物学教材不仅主要内容是遗传学,而且还编进了七十年代的最新成就。然而,我国在五十年代,受苏联那一套把基因论为中心的遗传学斥之为反动的伪科学的影响,在六十至七十年代又受林彪四人帮的摧残。因而在高中生物学教师中,系统地学过遗传学的很少,了解和熟习遗传学最新成就的则更少,故目前教师的水平同统编教材的要求差距甚大。努力培训高中生物学教师,积极编印供给教师进修和教学参考书,更是迫在眉睫的任务。为此,我校编写了《遗传学》一书,主要供给高中生物学教师进修和教学参考,也可作为有关专业的大专学生学习和参考用书。

本书的内容和特点:1. 为保持遗传学的系统性和完整性,使其将来高中统编教材若发生变动时也能适用。故本书按遗传学自身的发展顺序,从经典的遗传学理论开始,然后是细胞遗传学、生化遗传学、分子遗传学到遗传工程,由浅入深,微序渐进,有系统地对遗传学的基本概念、基础知识和基本的实验技术方法等进行叙述,以避免支离破碎、知其然而不知其所以然的毛病。2. 为照顾“半路出家”教师多,而缺乏基础知识这一特殊情况。在有关章节适当地增加有机化学、生物化学、细胞学、生理学、微生物学和动、植物学的基础知识。例如:细胞的亚显微结构和功能;有丝分裂和减数分裂过程;动物、植物、真菌、细菌、病毒的生活周史和有关的形态特征等;蛋白质、氨基酸的化学组成、结构、性质、作用、分类等;酶的本质、组成、催化机制、命名分类等;核酸的组成、结构、作用和生化反应过程原理等;甚至无机化学的化学键(如氢键)等等基础知识都作了恰当的补充。在高中生物学教材中有细胞的透性和生命起源的内容,本不属于遗传学的范围,为满足教学的需要,也较详细地补充了这方面的知识。3. 在选材上尽量联系工业、农业、医药和育种实践中的例证,同时还附有大量的图谱、表格和说明,使之易于理解和教学时引用。4. 对名词术语尽量作确切的解释并用黑体字以引起重视和注意。5. 遗传工程是七十年代发展起来的一门兴新学科,多数人比较陌生,为此,在这一章先对遗传工程的步骤作概括论述,然后逐个问题深入讨论并引入一些最新成果的材料,这就可以克服自修看不懂的困难。

为照顾参加高考的学生也能阅读和参考,凡高中生物学教材中涉及遗传学的重点和难点的地方,本书都作了详细的阐述。同时在各章都附有习题,书末还有习题解答,便于自修和复习时参考。

本书在编写过程中,受到重庆市教育局和渝州大学领导的鼓励和支持。还得到本校生物教研组许多教师的帮助和支持。本书的封面由骆映邨老师题字,书中的插图由重大印刷所绘图室的三位同志和我校的蹇易纯老师等绘制,在此一并致谢。

由于编者的业务水平有限,编印时间匆促、错漏之处定有不少,敬请读者批评指正。

一九八一年一月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 遗传学的性质和任务.....	(1)
第二节 遗传学的产生和发展.....	(1)
第三节 遗传学与国民经济的关系.....	(3)
第二章 分离规律	(5)
第一节 生物的性状和相对性状.....	(6)
第二节 孟德尔的杂交实验.....	(7)
第三节 分离现象.....	(8)
第四节 孟德尔假设.....	(9)
第五节 基因型和表现型.....	(11)
第六节 孟德尔假设的验证.....	(12)
第七节 分离规律的发展.....	(17)
第八节 分离规律对生产实践的意义.....	(18)
第三章 自由组合规律	(21)
第一节 两对相对性状的杂交实验.....	(21)
第二节 自由组合规律的解释.....	(23)
第三节 自由组合规律的证明.....	(28)
第四节 自由组合规律的普遍性.....	(31)
第五节 自由组合规律对生产实践的意义.....	(32)
第四章 遗传的染色体学说	(36)
第一节 细胞.....	(36)
第二节 染色体的形态结构和数目.....	(42)
第三节 细胞的有丝分裂.....	(49)
第四节 细胞的减数分裂.....	(51)
第五节 染色体周史.....	(53)
第六节 遗传的染色体学说.....	(58)
第五章 连锁互换规律	(62)
第一节 连锁遗传的发现.....	(62)
第二节 连锁遗传的解释和验证.....	(63)
第三节 交换及其细胞学机理.....	(65)
第四节 基因交换率的测定.....	(70)
第五节 基因在染色体上的定位与连锁遗传图.....	(71)

第六节	连锁遗传规律的应用	(77)
第六章	性别决定与性连遗传	(80)
第一节	性别的决定	(80)
第二节	性连遗传	(88)
第七章	基因的作用及其与环境的相互关系	(92)
第一节	基因与环境的关系	(92)
第二节	致死基因	(94)
第三节	复等位基因	(95)
第四节	多因一效和一因多效	(101)
第五节	基因的相互作用	(103)
第八章	基因和新陈代谢的关系	(110)
第一节	蛋白质	(110)
第二节	酶	(121)
第三节	表现型决定于新陈代谢类型	(127)
第四节	基因和新陈代谢的关系	(128)
第五节	基因和酶	(132)
第九章	遗传物质的分子基础	(138)
第一节	DNA作为主要遗传物质的证据	(138)
第二节	核酸的化学结构	(149)
第三节	DNA与RNA在活体内的自我复制	(155)
第十章	基因和蛋白质的合成	(160)
第一节	RNA的转录	(160)
第二节	遗传密码	(163)
第三节	蛋白质的生物合成	(167)
第四节	中心法则和它的发展	(175)
第五节	基因的本质	(177)
第六节	基因的调节和控制	(179)
第十一章	染色体的变异	(187)
第一节	染色体数目的变异	(187)
第二节	染色体结构的变异	(205)
第十二章	基因突变	(220)
第一节	基因突变的概说	(220)
第二节	基因突变的检出和测定	(223)
第三节	诱发突变	(224)
第四节	突变的分子基础	(228)
第十三章	遗传工程	(238)
第一节	遗传工程的基本步骤	(238)

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n}$$

第二节	基因的分离与合成	(239)
第三节	运载工具	(244)
第四节	限制性内切酶	(245)
第五节	重组DNA分子	(246)
第六节	DNA分子无性繁殖系的建立和目的基因的表达	(249)
第七节	基因工程的现状展望和存在的问题	(250)
第八节	细胞工程	(252)
第十四章	细胞质遗传	(254)
第一节	母性影响	(254)
第二节	细胞质遗传	(256)
第三节	细胞质基因与细胞核基因的关系	(259)
第四节	雄性不育的遗传机理及其利用	(262)
第十五章	遗传与进化	(267)
第一节	生命的起源	(267)
第二节	生物进化的概述及进化学说	(272)
第三节	群体中的遗传平衡	(274)
第四节	改变基因频率的因素及其在进化中的作用	(277)
第五节	物种的形成	(280)
习题解答		(284)

第一章 绪 论

第一节 遗传学的性质和任务

什么是遗传学 (Genetics) ? 一切生物, 无论动物还是植物, 无论高等还是低等生物, 无论是复杂的人类还是简单的病毒, 它们的后代和前代之间在形态结构和生理特征上总是表现出相似的现象。把生物所具有的性状, 能相对稳定地传给后代的现象, 叫做**遗传 (heredity)**。但是, 人们总是经常看到后代与前代之间表现出不同程度的差异。把生物所具有的这种后代与前代之间的性状表现出差异的现象叫做**变异 (Varition)**。我国古代所说的“种瓜得瓜, 种豆得豆”, “一母生九子, 九子各别”, 就是讲的遗传和变异现象。**遗传学就是研究遗传和变异的科学,**

遗传和变异是生物的一种特性。遗传和变异是相互依存, 相互转化的一对特殊矛盾。遗传使生物的性状保持下来, 一代一代地延续下去; 变异使生物产生新的性状, 不断与变化的环境条件产生新的适应性, 使生物得以进化发展。如果只有遗传而没有变异, 则生物就永远停止在一个水平上, 就不可能有现在这样复杂纷繁的生物世界了; 如果只有变异、没有遗传, 新的性状就不可能保存和稳定地延续下去, 同样生物就不知道变成什么东西了, 包括我们人类也就不存在了。遗传使变异所获得的性状保存下来, 延续下去; 变异打破遗传的保守性使生物获得新的性状。生物就是不断地变异, 不断获得新的性状, 又不断地通过遗传, 使新获得的性状保持下来, 延续下去, 如此循环往复的矛盾运动, 使生物得以进化发展。

研究遗传学的目的和任务。生物遗传和变异的原因是什么? 遗传和变异有哪些规律性? 遗传的物质基础是什么? 遗传和变异与环境有什么关系? 遗传与个体发育和系统发育有什么关系等问题, 正是遗传学研究的内容, 搞清楚这些问题, 使我们能控制和改造生物的遗传性、培养人类所需要的动、植物优良品种, 控制和医治不利于人体健康的遗传疾病, 使生物沿着人类所需要的方向发展, 为社会主义现代化建设作出更大的贡献, 这就是研究遗传学的目的和任务。

第二节 遗传学的产生和发展

遗传学和一切科学一样, 都是人们在生产的实践活动中产生和发展起来的。人类很早就注意到遗传和变异现象, 我国劳动人民很早就从农业生产实践中, 在观察野生和家养的生物中, 利用生物的遗传和变异特性, 通过人工选择和嫁接等方法, 培养出各式各样的符合人们需要的品种。世界各国人民对遗传和变异也进行过许多探索和研究, 并提出过许多看法和见解。但是都未对遗传学作过系统的研究, 真正作系统研究是从十九世

纪开始的。

著名的进化论者达尔文，他联系进化问题，广泛地研究了遗传和变异。“动物和植物在家养下的变异”一书就是他多年研究遗传变异的总结。他提出了一定变异和不定变异的分类，并描述了相关变异和延续变异，分析了变异和生活条件的关系等，他对遗传和变异的论述绝大部分都为现时遗传学研究证明是正确的。他还提出了“**泛生论**”来解释遗传的机制和获得性遗传的机制。“泛生论”的大意是：生物的遗传物质是“胚芽”这种胚芽由身体各器官产生，是很细小的微粒，通过血液循环汇集于生殖细胞，因而生殖细胞含有身体各部份的性质，经过受精后，发育成生物体的过程中，这些微粒又到身体各有关部份发挥作用，表现出前代的性状。他的这个假说对研究遗传学虽有某些指导作用，但是缺乏科学基础，至今在血液里，找不出这种“胚芽”。

魏斯曼 (August Wesismann) 于1892年提出了“**种质论**”，否定了达尔文的“泛生论”和“获得性遗传”的机制。他认为生物体内分为“**种质和体质**”两种，种质是独立的，能逐代遗传，并能产生种质和体质，而体质不能产生种质。他还认为遗传的变异是种质的变异，环境条件引起的变异，是体质的变异，把这种变异叫做**获得性**，是不能遗传的。他根据当时细胞学的成就，还指出：“**种质就是生殖细胞中的染色体**”。魏斯曼的“种质论”，是摩尔根遗传学派的理论基础，对遗传学的发展起了重要的指导作用。

以上这些研究都没有发现遗传学的基本规律。孟德尔 (Mendel) 于1866年发表了遗传学论文。在论文里报导了他对豌豆进行杂交试验的结果，提出了遗传因子的分离和重组的假设。他用统计的方法分析和验证这个假设，揭示了遗传的分离和自由组合规律，对细胞遗传学奠定了基础。但是孟德尔的工作当时并未引起重视，直到1900年三个植物学家：荷兰的德弗里斯 (De Vries)，德国的柯灵斯 (Correns) 和奥地利的丘歇马克 (Tschermak)，在不同的地点，不同的植物上，做了大量的植物杂交工作，得出跟孟德尔相同的遗传规律，并重新发现了孟德尔的重要论文。到这时遗传学作为独立的一门科学才真正诞生了。

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年丹麦植物学家约翰逊 (Johannsen) 称遗传因子为**基因 (gene)**。1910年左右摩尔根 (Morgan) 和他的学生们以果蝇为材料，研究性状的遗传方式，得出**连锁交换规律**，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。这样就形成了以**遗传的染色体学说为中心的基因论**。

基因如何决定性状呢？早在1902年A. Garrod对人类黑尿病的遗传现象进行了研究，提出基因控制酶，酶决定表现性状的见解。到1940年伯德 (Beadle) 和达潭姆 (Tatum) 以红色链孢霉为材料，深入研究基因和性状之间的生化、代谢效应后，提出一个**基因一个酶的学说**，对生化遗传学的建立和发展起了重要作用。

由于组成染色体的物质有组蛋白和非组蛋白，DNA和RNA等，究竟**什么是遗传物质**？40年代起世界各国争论不定。Avery等用提纯的DNA作转化因素，做了S型和R

型肺炎双球菌的转化实验；1946年Lederberg对细菌的杂交实验；Hershey和Chase用放射性同位素 S^{35} 标记蛋白质， P^{32} 标记DNA进行噬菌体的感染实验，这些实验结果都直接的证明遗传物质是DNA而不是蛋白质。Fraenkel和Courat用烟草花叶病作病毒感染实验，证明在无DNA存在的情况下，某些RNA也有遗传作用，同时也证明蛋白质不是遗传物质。这就解决了基因主要存在于DNA分子上这样一个大问题。

特别是1953年瓦特森（Watson）和克里克（Crick），借助于X射线衍射的研究，肯定了DNA分子的双螺旋结构模型，用来阐明基因的核心问题——遗传物质自体复制，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，三联体密码的确定，调节机制和原理的发现，以及突变的分子基础被揭示等，已使遗传学的发展走在生物科学的前面了。七十年代在分子生物学的基础上，又出现一门新兴的学科——遗传工程学。它的问世，就象初升的太阳，光芒四射，照亮了生物学科各个领域，推动着生物科学的迅猛发展。目前遗传学是自然科学中发展最快，成果最多、最活跃的一门学科了。遗传学在基因的分离，合成、载体、重组、转移和表达等方面取得了许多惊人的成就。正在朝着定向改造遗传物质结构，创造新物种的方向迈进。

第三节 遗传学与国民经济的关系

由于遗传学发展迅猛异常，对工农业生产和医药事业的发展将起着巨大的促进作用。

我国运用遗传学的原理和方法，培育高产优质的农、牧业新品种方面已取得了可喜的成就。如三系配套的杂交水稻、玉米、高粱、棉花新品种的培育成功和大面积的推广使用，为我国农业生产的发展做出了巨大贡献。现在人们正在试图用遗传工程新技术培养能自身固氮的粮食作物新品种和其它高产优质的农牧业新品种。

遗传学与医学的关系也很密切。世界各国已发现遗传病达2700余种之多。目前国外已设专门的遗传病医院和防治机构，对防治遗传病和提高人类素质将发挥巨大作用。运用遗传工程技术人工合成胰岛素和人的生长素已获成功，为医学的发展开辟了新的途径。越来越多的事实证明，威胁人类生命的癌症与遗传变异有关系，相信在不远的将来定能战胜这个“不治之症”。

遗传学的历史发展过程证明，数、理、化和生物各门学科的发展，为遗传学的发展创造了理论和物质技术基础，从而推动了遗传学的发展。如电子技术的发展，为生物学提供了电子显微镜，原子核物理学的发展为生物学提供了示踪原子新方法和X射线等，这些都为分子遗传学的建立和发展起了促进作用。同时遗传学的发展，反过来又推动着数、理、化等自然科学的发展，如生物化学的建立和发展，都与遗传学的研究成果分不开的。现在许多自然科学工作者，都纷纷由数、理、化转到生物科学特别是遗传学的研究上来，这必将推动遗传学和其它自然科学的共同发展，进而为我国工农业生产的发展和四个现代化建设提高到新的水平提供科学技术条件。

遗传学在近二十年来虽然取得了长足的进步和惊人的成果。但是马克思主义的认识论告诉我们：“对客观世界的认识是无止境的”。遗传学中未被认识的事物还是无穷的，何况我国由于林彪“四人帮”的破坏，离世界各国的先进水平还有一个不小的差距，在遗传学的领域内是大有作为的。我国遗传学工作者和青年一代，在党的领导下，脚踏实地，艰苦奋斗，发挥我们的聪明才智，在不远的将来，一定能够赶上和超过世界先进水平，为祖国的四个现代化建设作出更大的贡献。

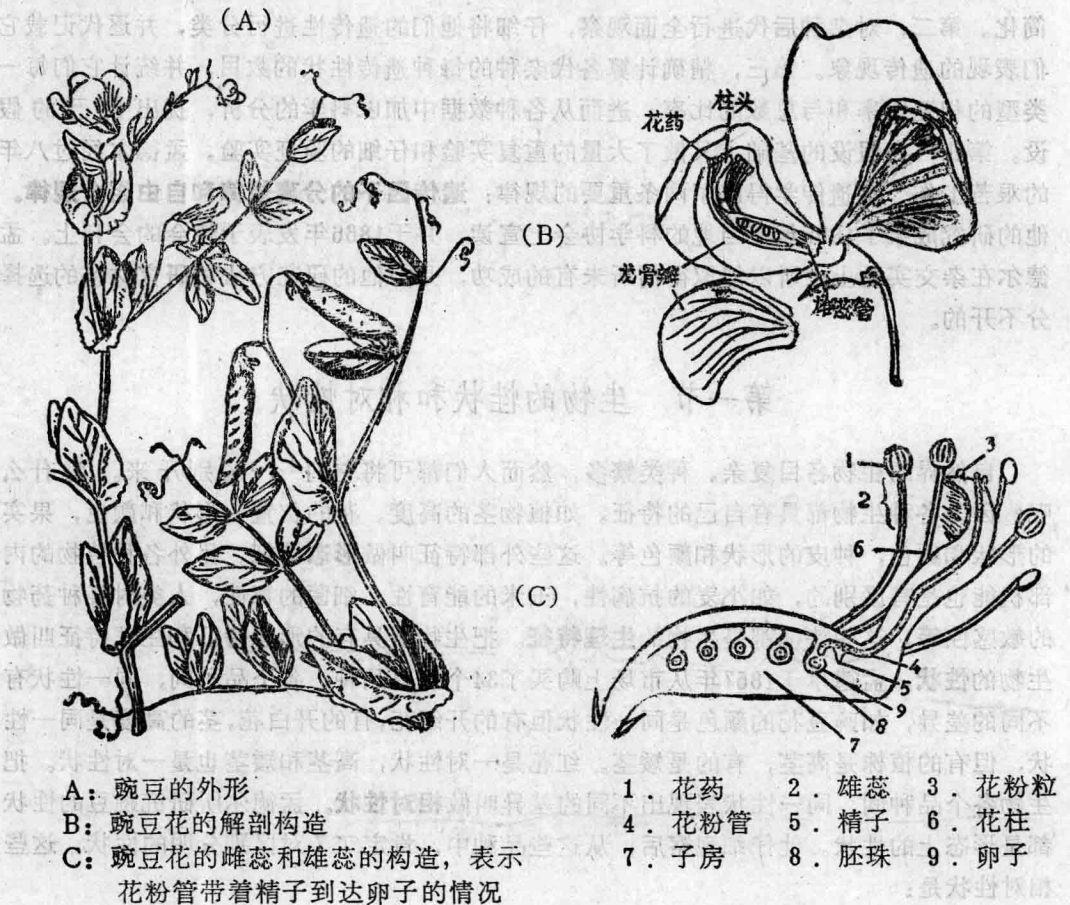
复 习 题

2. 真正的遗传学诞生以前有_____的泛生论和_____种质论对遗传学的产生有着重要的影响。从_____开始才真正建立了遗传学, 是_____发现了连锁互换规律。一个基因一个酶的学说是_____和_____提出来的。DNA双螺旋结构模型是_____和_____发现和提出来的。遗传工程是_____年代产生的。

第三卷 第五期 第五卷 第五期

第二章 分离规律

孟德尔 (Gregor Mendel, 1822—1884年) 是奥地利的一个传教士, 曾在维也纳大学学习自然科学, 对植物学研究很有兴趣, 他从1857年开始在他居住的地方布龙 (Brunn) 的花园里进行生物的杂交试验。在孟德尔实验之前, 植物的杂交试验已在欧洲普遍开展, 并取得了人工育种的显著效果。如Kolreuter、Gartney等的研究报告的杂交试验共有136种, Gartney所著的“植物中杂种的产生”一文中, 记载了杂种的许多遗传变异现象, 但都未总结出一种“杂种的形成和发展的普遍适用的规律。”孟德尔为了解决这个问题, 认真总结和分析了前人实验的经验和缺点之后, 他自己则采取严格的科学态度和周密细致的研究方法〔图二(一)〕:



图二(一), 豌豆的外形和花的构造图。

1 选择豌豆为实验材料。这个材料的优点是: 第一, 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性状差异，如有些品种的植株是高茎，有些是矮茎；有些开红花有些开白花；有些结黄色种籽，有些结绿色种籽；有些是顶生花序，有些是腋生；有些种皮圆形，有些种皮皱形。这些种在性状上都很稳定，都能真实遗传，就是说亲代和后代之间的性状都一样。这些品种自交后，红花品种开红花，白花品种开白花，高茎的子代仍然是高茎，矮茎的子代仍然是矮茎。更重要的，这些品种的性状容易区分，使研究者便于分析。第二，豌豆是天然的自花授粉植物，而且是闭花授粉的，没有外来花粉混杂。因此亲本种籽性状很纯，做杂交试验又便于去雄，易于人工用外来花粉授粉，便于得到正确结果。孟德尔对花粉混杂很重视，他指出，如果忽略了这个问题，有天然的外来花粉混杂，而试验者确不知道，那就会得出错误的结论。第三，豌豆的生活周期较短，繁殖力和生活力都较强。

2. 科学的研究方法。第一，将植物的整体遗传性状，分为若干个别的单位性状，每次杂交实验只选择和观察一个或少数性状在杂交后代中的遗传变异现象，使研究对象简化。第二，对杂种后代进行全面观察，仔细将他们的遗传性进行分类，并逐代记载它们表现的遗传现象。第三，精确计算各代杂种的每种遗传性状的数目，并统计它们每一类型的相互比率和与总数的比率，进而从各种数据中加以科学的分析，提出自己的假设。第四，在假设的基础上又做了大量的重复实验和仔细的验证实验。孟德尔经过八年的艰苦工作，对遗传学得出了两条重要的规律：**遗传因子的分离规律和自由组合规律**。他的研究成果于1865年在当地的科学协会上宣读，并于1866年发表于该会的会刊上。孟德尔在杂交实验上之所以能取得前所未有的成功，是与他的研究方法和研究材料的选择分不开的。

第一节 生物的性状和相对性状

自然界的生物名目复杂、种类繁多，然而人们都可将它们一一区别开来。为什么呢？因为各种生物都具有自己的特征。如植物茎的高度、花的位置、形状和颜色，果实的形状和颜色，种皮的形状和颜色等。这些外部特征叫做**形态特征**。另外各种植物的内部机能也是有区别的，如小麦的抗病性，玉米的能育性，细菌的毒性，人类对某种药物的敏感性等。这些特征都是生物的**生理特征**。把生物所具有的**形态特征和生理特征**叫做生物的**性状**。孟德尔于1857年从市场上购买了34个豌豆品种，各个品种间，同一性状有不同的差异，如豌豆花的颜色是同一性状但有的开红花，有的开白花，茎的高度是同一性状，但有的植株是高茎，有的是矮茎。红花是一对性状，高茎和矮茎也是一对性状。把生物各个品种间，同一性状表现出不同的差异叫做**相对性状**。孟德尔所研究豌豆的性状都是形态上的性状。他仔细观察后，从这些品种中，肯定了7对区别分明的性状。这些相对性状是：

种籽的形状：圆的和皱的

子叶的颜色：黄色和绿色

种皮的颜色：灰褐色和白色

成熟的豆荚：饱满和不饱满
 未成熟豆荚的颜色：绿色和黑色
 花的位置：叶腋的和顶端的
 茎的高度：高（6—7尺）矮（ $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ 尺）

孟德尔就是用这些具有相对性状的品种进行杂交实验的。

第二节 孟德尔的杂交实验

1. **遗传学的常用名词和符号。**在遗传学中，把用来杂交的雌雄个体称为**亲本**，用亲代或“P”表示。“♀”符号表示雌性，如果雌性个体作亲本者，就叫做**母本**。“♂”符号表示雄性，如果雄性个体作亲本者，就叫做**父本**。用“×”表示杂交或交配。例如 $A♀ \times B♂$ ，A和B代表两个杂交亲本类型。一对亲本的杂交在育种上就称为一个杂交组合。如 $A♀ \times B♂$ 称为**正交**，相反 $B♀ \times A♂$ 称为**反交**。所谓正交和反交是指同一杂交组合的父母本相互掉换。是一个相对概念。正交和反交同时都进行叫做**互交**。杂交所产生的后代，叫子代用“F”表示，子一代用“ F_1 ”表示，子二代用“ F_2 ”表示，以下类推。若杂种后代再与亲本之一（父本或母本）进行交配叫做**回交**。遗传性相同的个体交配，或同一品种进行自花授粉叫做**自交**，用“⊗”表示。

2. **一对相对性状的杂交试验。**孟德尔的杂交实验是从一对相对性状开始的。高茎和矮茎就是一对相对性状。他特别注意传粉混杂，影响实验效果，实验时他先用即将成熟的高茎豌豆的花，选一朵或数朵，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，然后套上袋子，防止某些昆虫和风传粉。约一天后从矮茎豌豆的植株上取下成熟的花药，放到高茎植株（已去雄蕊）的雌蕊柱头上，授粉后仍旧套好袋子，并在授粉的花柄上挂一标签以资识别。待豆荚开始长大时才把袋子取掉。同时用同样的方法掉换父母本，做了反交实验，其试验结果和表示方法如下：

亲本 (P)	高茎 ♀ × 矮茎 ♂	矮茎 ♀ × 高茎 ♂
	↓	↓
子一代 (F_1)	高茎 (正交)	高茎 (反交)

孟德尔对实验结果发现，无论是正交或是反交，子一代都表现高茎的性状，而茎矮的性状不表现。他用同样的方法还做了豌豆种籽形状的杂交实验，一个品种的种籽是圆形，另一个品种的种籽是皱形，同样做了正交和反交的实验，其结果如图二（二）：

亲本 (P)	圆形 ♀ × 皱形 ♂	皱形 ♀ × 圆形 ♂
	↓	↓
子一代 (F_1)	圆形 (正交)	圆形 (反交)

图二（二）豌豆一对相对性状的正反交试验

3. **显性和隐性** 实验结果无论是正交或反交，子一代的豌豆种籽都表现为圆形，而皱形表现不出来。孟德尔认为父本和母本对子代的贡献是一样多，为什么高茎性状和

第三节 分离现象

亲代 (P) 高茎 × 矮茎

圆形种籽 × 皱形种籽

子一代 (F₁)

高茎 $\otimes$ 高茎

圆形⊗圆形

子二代 (F_2)

3/4高茎

1/4矮茎

3/4圆形

1/4 皱形

图二(三) 豌豆杂交实验看子二代的结果。⊗表示自交

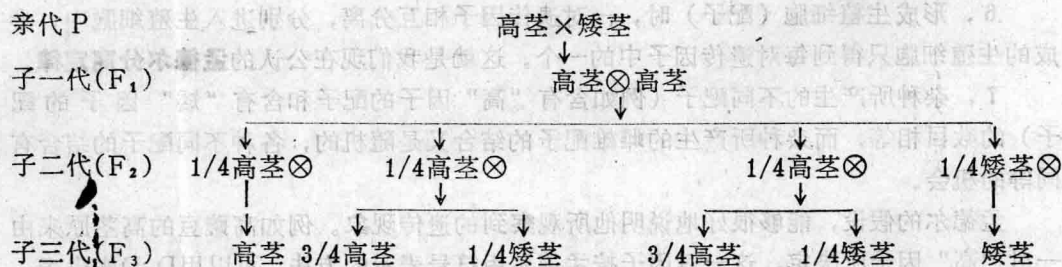
孟德尔在杂交实验中，不只做了两个一对相对性状的杂交实验，而且还做了其它的相对性状的实验，遗传的方式和上述的实验结果很相似。在子一代中可以看到显性现象，在子二代中出现分离现象。他的实验结果如下表所示：

表 2—3 豌豆杂交试验的子二代结果

8

从上表的 7 对相对性状在子二代的分离比例来看，显性都占 75% 左右、隐性都占 25% 左右。也就是说都是 3 : 1 的比例，很有规律。

孟德尔将子二代的种籽继续进行实验，再进行自交（自花授粉），实验情况和结果如图二（四）：



图二（四）豌豆一对相对性状杂交实验看子三代的结果

从实验结果看，并不都能稳定遗传。其中显性个体自交后产生的子三代（F₃），全都为显性个体，它所具有的遗传性状与它们的原始亲代（P）的显性亲本完全一样，这种显性个体是纯合的把它叫做纯种。另一种显性个体自交后，产生的子三代（F₃），仍表现性状分离现象，即有的个体表现显性，有的个体表现隐性，显性个体与隐性个体的比例是 3 显 : 1 隐或 3 高 : 1 矮，这个显性个体与原始亲本（P）不同，而与 F₁ 代的显性个体相同，这种显性个体显然是杂合的，把它叫做杂种。还有一种隐性个体，在 F₂ 代表现隐性的性状，自交后产生的 F₃ 全都与原始亲本（P）相同，即这种个体都能稳定遗传，不发生分离，这种隐性个体显然是纯合的，把它叫做纯种，这样的纯种，是隐性纯种。

从上述实验结果总结起来研究有这样一些问题。一对相对性状杂交后所产生的子一代，为什么有显性现象（表现显性亲本的性状）？子一代自交后产生的子二代，为什么出现分离现象？为什么分离的比例都是 3 显 1 隐？子二代自交后产生的子三代，为什么有的能真实遗传，不发生分离？为什么有的不能真实遗传发生分离？为什么分离的比例都是 3 显 1 隐？怎样来解释这些现象呢？

第四节 孟德尔假设

孟德尔为了解释杂交实验结果所提出的一些问题，提出了下面的假设。

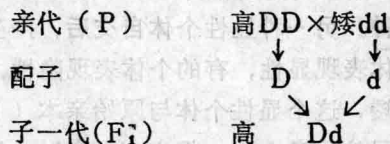
- 1，遗传性状是由遗传因子（hereditary determinant，或 factor）决定的。并认为遗传因子是颗粒式的。
- 2，每一遗传性状在生殖细胞中，只有一个遗传因子。
- 3，生殖细胞的结合（形成一个个体或合子）是随机的。
- 4，受精卵一合子的每对遗传因子，一个来自父本的雄性生殖细胞（精子），一个来自母本的雌性生殖细胞（卵子）。
- 5，每一个植株内的遗传因子是成对的，一对遗传因子控制一个遗传性状（如豌豆

茎的高度)另一对遗传因子控制另一个遗传性状(如控制豌豆种籽的形状)等,如此植物体内全部成对遗传因子,控制植物个体的全部遗传性状;表现出生物个体的特征。纯合型的成对因子表现一个性状。杂合形的成对因子,表现显性性状,不表现隐性性状,但隐性遗传因子仍然独立存在于植物体内。

6, 形成生殖细胞(配子)时,一对遗传因子相互分离,分别进入生殖细胞中,形成的生殖细胞只得到每对遗传因子中的一个。这就是我们现在公认的**孟德尔分离定律**。

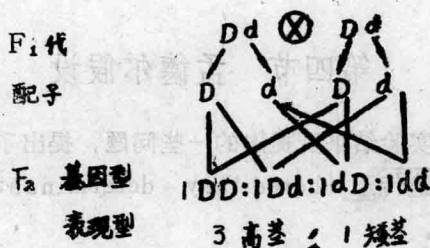
7, 杂种所产生的不同配子(例如含有“高”因子的配子和含有“矮”因子的配子)的数目相等,而杂种所产生的雌雄配子的结合又是随机的,各种不同配子的结合有同等的机会。

孟德尔的假设,能够很好地说明他所观察到的遗传现象。例如高豌豆的高茎原来由一对“高”因子所决定。这一对因子按孟德尔用符号表示的方法,可以用D.D来代表;矮茎由一对“矮因子所决定,这一对因子可以用dd来代表。后来植株成熟产生出配子,配子里只含有所研究性状的一个因子,高豌豆DD产生出配子D,矮豌豆dd产生出配子d。以后通过受精作用,D和d结合,存在于杂种中,恢复了因子成对的状态:如图二(五)



图二(五)用遗传因子表示一对相对性状的杂交

以后杂种(Dd)植株成熟,产生配子时,成对因子的成员(D和d)又分离,各自保持原来的特性,互不发生影响。产生的雌性配子有两种即D和d,数目相等;同样产生的雄性配子也有两种,即D和d,数目也相等。当D和d的卵(雌配子)跟D和d的精子(雄配子)结合时,由于各种配子数目是相等的,所以随机结合的机会也相等。由此子二代就形成了:DD、Dd、dD和dd,由于D对d是显性,Dd和dD是一个东西,所以DD、Dd和dD的外表都是一样的(高茎),因此,杂交子二代(F₂)得到3/4高:1/4矮。由杂种子一代所产生子二代用图表示如图二(六)



图二(六)豌豆杂种自交产生的F₂代

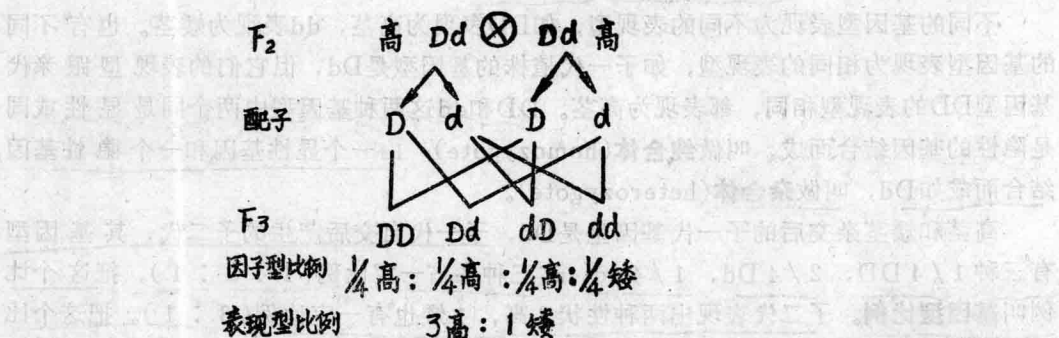
子二代自交后产生的子三代(F₃)有以下三种情况:

(1)当DD植株成熟时,产生的配子无论是精子或是卵子都是D。精子(D)与卵子(D)授精后形成的合子(DD)是纯合的,所以子三代(F₃)全部是高茎纯种如图二(七)。



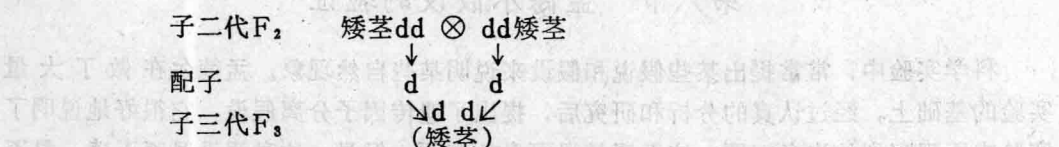
图二(七)子二代纯种(DD)自交产生的子三代的结果

(2) 当子二代是杂种时, 它的因子型是 Dd, 成熟时产生的雄配子有两种, 即 D 和 d; 产生的雌配子也有两种, 即 D 和 d。两种配子数目相等。当雄配子的 D 和 d 与雌配子的 D 和 d 结合时, 由于各种配子的数目相等, 由此形成的子三代有: DD、Dd、dD、dd, 由于 Dd 和 dD 的外表是一样的, 故表现为高茎, dd 是纯合的表现为矮茎, 所以表现型的比例是 3 高 : 1 矮。用图二(八)表示:



图二(八)子二代杂种(DD)自交产生的子三代结果

(3) 当矮茎的 dd 植株成熟时, 无论是雄配子或雌配子都只有 d 一种。当雄配子 d 跟雌配子 d 授精后形成的受精卵 dd, 是纯合的, 由此, 子三代(F_3)全部是矮茎纯种如图二(九)所示:



图二(九)子二代是纯种 dd 自交产生的子三代结果

综上所述, 遗传因子分离假设的实质是: 成对因子的成员在形成配子时彼此分离相互不发生影响。

第五节 基因型和表现型

孟德尔的遗传因子, 现在通称 **基因** (gene)。基因这个术语是丹麦约翰逊 (W. Johansen) 最初提出来的。同一基因的不同形式, 如高茎基因 D 和矮茎基因 d, 相互是 **等位基因** (alleles)。红花基因 C 和白花基因 c, 也相互是 **等位基因**; 但红花基因不是高茎基因的等位基因。