



破译生命密码

—— 诺贝尔奖和遗传学

陈蓉霞 著



商务印书馆

K816.1/35

2008

巅峰之旅

破译生命密码

——诺贝尔奖和遗传学

陈蓉霞 著

商务印书馆
2008年·北京

图书在版编目(CIP)数据

破译生命密码:诺贝尔奖和遗传学 / 陈蓉霞著. —北京:
商务印书馆, 2008

(巅峰之旅丛书)

ISBN 978-7-100-05536-9

I. 破… II. 陈… III. 诺贝尔奖—科学家—生产事迹—
世界 IV. K811

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 039572 号

所有权利保留。
未经许可,不得以任何方式使用。

PÒ YÌ SHēNGMìNG Mì Mǎ

破译生命密码

——诺贝尔奖和遗传学

陈蓉霞 著

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码 100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北京瑞古冠中印刷厂印刷

ISBN 978 - 7 - 100 - 05536 - 9

2008年4月第1版

开本 700×1000 1/16

2008年4月北京第1次印刷

印张 12 1/4

印数 5 000 册

定价: 24.00 元

从豌豆到果蝇:经典遗传学脱颖而出	1
孟德尔:“这些豌豆是我的孩子们” 1	
摩尔根:一只白眼果蝇带来的幸运 11	
马勒:小心,X射线! 25	
一枝新秀:生化遗传学异军突起	35
尿液怎么会变黑? 35	
比德尔:农民的儿子慧眼识菌 37	
细菌:分子遗传学家的宠物	47
细菌的身世 47	
卢里亚:中了一个幸运的大奖 50	
莱德伯格:细菌也分雌雄 60	
德尔布吕克:噬菌体学派的教皇 70	
DNA 双螺旋模型:见证分子遗传学的诞生	77
DNA 是一座金矿 77	
沃森和克里克:因双螺旋而一举成名 82	

巅峰之旅

从细菌到玉米:揭密基因组的调控中枢	98
莫诺、雅各布:细菌的生存策略——船小好掉头 98	
麦克林托克:倾听玉米诉说的奥秘 109	
遗传密码的破译:分子生物学的黄金时代	118
三联体密码的浮现 118	
尼伦伯格:第一个遗传密码的破译 127	
复杂如何源于简单:发育遗传学崭露头角	131
刘易斯:果蝇怎么长出了两对翅膀? 131	
福尔哈德、威绍斯:发现分节基因 134	
分子生物学技术	142
阿伯:发现了一把特殊的剪刀 142	
穆利斯:发明 DNA 分子的拷贝术 154	
打开癌症的黑匣子	162
劳斯:捕获致癌凶手 162	
特明:逆转录酶的发现 167	
毕晓普:对癌基因的历史考古 171	
洛伦茨:与鸟兽虫鱼的亲密对话	177
成长的足迹 178	
从发现“铭印”说起 183	
攻击的秘密 186	
社会生物学:一枚酸涩的果子? 190	

从豌豆到果蝇：经典遗传学脱颖而出

孟德尔：“这些豌豆是我的孩子们”

在人类对自然现象的探索过程中，最先走向成熟的是天文学、力学等学科，然后有化学、地质学等，遗传学则是后起之秀。在很长的一段时期，遗传现象一直笼罩在神秘的面纱之后，有的仅是猜测，其中不少还是错误的。就连生物学中的巨匠达尔文，也被这些错误的说法所迷惑。说起来，遗传现象实在有点扑朔迷离。

让我们先从植物说起。“种瓜得瓜，种豆得豆”，这其实就是对遗传现象的一种描述，它来自于生活经验。当然，它谈不上是一种科学理论。因为这句谚语只是描述了一种现象，却未对现象背后的原因有所追究。记住，科学的目的是要揭示现象背后起作用的原因并以此来解释现象。在此意义上，遗传学作为一门科学，它的出场就是相当晚的事情。

早在两千多年前的古希腊，就有一位植物学家德奥弗拉斯托(Theophrastus；约公元前 373—前 285 年)，提出植物也具有雌雄两种性别的观点。他熟识枣椰的几个品种，而且知道它们要用不结果实的枣椰树的花粉才能成功地授粉并结果实。于是，他把开花的枣椰称为雄性，结果实的枣椰称为雌性。但遗憾的是，当时很少有人理会这一说法，动物常有求偶行为，它们有雌雄两种性别是明摆着的事实，但植物，它们毫无行为能力，哪来的性别呢？因此这一真知灼见由于人们的无知而备受冷遇。

直到 17 世纪末，植物学家才真正意识到植物性别问题的重要性。18 世纪，瑞典植物分类学家林奈(C. Linnaeus, 1707—1778)在建立植物分类体系时，就以植物的花作为重要依据。他已认识到，花，被多少诗人当作美丽的象征而大加赞美的东西，其实就是植物的生殖器官。不过同样的器官在动物身上，却是难登大雅之堂。



▲ 瑞典植物分类学家林奈。

林奈承认，“雄蕊和雌蕊的奇特结构和显著功能让我着迷，使我潜心探索大自然在它们中究竟蕴藏着什么。它们用自己所执行的功能来表白自己。”花的功能就是为传宗接代服务，故开花结果是其正常使命，华而不实则有辱使命。当然，不同于动物，花的多姿多彩不是为了吸引其配偶，而是为了招蜂惹蝶——吸引昆虫来为之传粉，故所有的虫媒花都长得赏心悦目，令人类捎带得以大饱眼福。相反，风媒花，如水稻等，因依赖风来传播花粉，就难怪其貌不扬了。林奈用了许多拟人化的语言来描述植物的生殖过程，比如，“植物的爱情和婚礼，是用花瓣来铺就新娘的床。”在当时，这样的叙述还被当作是有伤风化的描写呢。

自林奈以后，植物也具有性别并且在此基础上能够进行有性生殖，这些事实已被人们普遍接受。但紧接着就带来一个问题，植物的杂交（即不同品种之间的相互交配）会带来什么样的后果呢？当时欧洲各国纷纷以悬赏论文的形式，鼓励植物育种爱好者从事这方面的研究。比如，荷兰的园艺业相当发达，公开悬赏的题目是：“一种花用另一种花的花粉进行人工授精而产生新的品种，这个经验说明了什么？用这种方法可以产生和繁殖什么样的经济作物和观赏植物？”一时间各种各样的植物杂交实验在欧洲各国层出不穷。在众多的实验者当中，有一位佼佼者脱颖而出，他就是孟德尔（G. J. Mendel, 1822—1884）。

1822年7月22日，拿破仑死后的第二年，孟德尔诞生于奥地利的海因岑多夫（今捷克的海恩塞斯），他的父母都是家境贫穷的农民。孟德尔在上学期间成绩优秀，尽管不时还得饿着肚子听课。在初中毕业的一份简短的自传中，孟德尔写道：“1838年我的双亲连学费也缴不出了，16岁的我不得不自寻生计。因此这一年我参加特罗保郡丘学校预备教育和家庭教师的讲习会。很幸运，在考试中受到最优秀的推荐，于是得以进入中学高级班，一边勉强强迫地自



▲ 虫媒花都长得赏心悦目。

孟德尔：“这些豌豆是我的孩子们”

立,一边继续读书。”

在高中,孟德尔靠当家庭教师勉强维持生计。后来为了进一步深造,他不得不离家前往靠近波兰边境的奥尔米茨哲学学院读书。在求学过程中,孟德尔的妹妹甚至拿出自己的一部分嫁妆资助孟德尔上学。1843年,他以优异成绩毕业。

孟德尔的求学故事不由得让我们想到眼下不少农村贫困地区学生求学时的类似遭遇。他们似乎都在努力克服家庭的贫困以发奋求学。但有一点似乎不太一样。孟德尔的求学动机明确简单,那就是对知识的渴望。所以,求学之路的终点不是进入一个好学校,以便之后谋得一份好职业。相形之下,眼下我们社会中那些苦苦求学的学生,或许更多吸引他们的就是对于迈入大学的向往,因为那就意味着从此可以脱离贫穷的家乡,过上另一种生活。

当然,在任何一个社会中,一个人愿意凭借自己的努力过上一种更好的生活,这本是无可非议的事情。只是对于一名科学家的成长来说,求知而非求职才是更有效的动力。

为了求知的渴望能够如愿满足,孟德尔作了一个重要决定,那就是投身教会。这样他就可以通过教会的资助完成学业,但同时他必须以僧侣为职。凭着对知识和信仰的追求,1843年10月9日,孟德尔在布尔诺奥古斯丁修道院举行了着衣式,成了一名见习修士。格雷戈尔,就是他的教名。这座修道院有一个可贵的传统,就是极其重视自然科学。所以,院长一见到孟德尔,就有一种直觉:此人也许不适合传教,可是却适合作科学研究,正好符合修道院的传统。看来孟德尔的这步棋还真是走对了。

说到这里,读者也许会生出疑惑:修道院,一个纯粹的宗教传教之地,怎么会不但容忍而且鼓励教士从事科学研究呢?说来这一情况与欧洲当时特定的文化背景密切相关。简单地说,基督教有一个主导思想,自然界是上帝的创造物,研究自然就是研究上帝的作品,因而这是理解和赞美上帝的重要途径。正是在此意义上,宗教并不完全排斥科学,它甚至还为科学提供了一种有益的氛围。要知道,在19世纪的欧洲,宗教还是一种强大的力量,相形之下,科学的地位倒是远远没有如今这样显赫,它还要从宗教那儿获得一定的支持和力量。所以在当时,一个科学家受



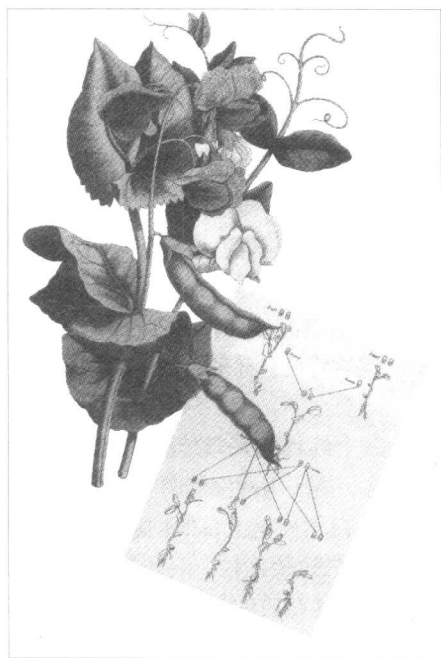
▲ 孟德尔,奥地利遗传学家,遗传学奠基人。

孟德尔:“这些豌豆是我的孩子们”

过神学教育是常见的事情。

孟德尔一进入修道院，院长就同意他以听讲生的身份去维也纳大学学习三年。早有先辈说过，大学之大，不在大楼而在大师。维也纳大学的闻名于世恰恰就在于它拥有一流的大师。正是在这里，孟德尔有幸聆听当时欧洲一流学者的课程。由于孟德尔对知识的兴趣面极广，他在这里不仅受到了正规的植物学训练，而且还大量旁听数学、物理学及化学方面的课程。可以说，与当时其他的生物学家相比，孟德尔所受到的数理训练更多更严格，当其他生物学家仅仅只知道分类学、形态学等方面的传统知识时，孟德尔却受到了统计学方法的训练，还熟知化学中的元素概念、化学反应的特性等等。维也纳不仅成就了孟德尔，而且也未忘记孟德尔，如今在维也纳的第八区中有一条格雷戈尔·孟德尔大街，即为纪念孟德尔而命名。

1853年秋天，孟德尔学成返回修道院。修道院有一个园子，他在此种下了最早的一批豌豆种子。他要利用豌豆来做在当时的欧洲极其盛行的植物杂交实验。作为一个农民的儿子，单身的神父，孟德尔对豌豆寄予了深切的关心，他说这些豌豆就是自己的孩子。



▲ 孟德尔的豌豆。

世上的植物种类繁多，孟德尔为何独独钟情于豌豆？显然这是经过一番精心挑选的。豌豆是一种自花授粉植物，这就意味着它不会受到外来花粉的干扰，同时人工去雄方便、容易栽种、还具有一系列稳定可靠的性状。可见它是做植物杂交实验的理想对象。后来的事实证明，孟德尔从豌豆起步，最终取得成功，足可见其慧眼非同寻常。

当时的遗传学园地，可谓是杂草丛生，一片荒芜。人们在解释遗传现象时用一种叫融合遗传的假说。它的意思是，双亲的遗传物质类似于液体，它们在子代体内彼此融合。这就好像是一瓶红墨水与蓝墨水搅在一起，得到的混合

孟德尔：“这些豌豆是我的孩子们”

色就是子代所表现出的性状。这一假说不仅直观易懂,也在一定程度上符合观察事实。大多数时候,子代表现出的性状正是父母性状的混合。比如,黑白混血儿的肤色就介于父母之间。但有时又确有例外,早在两千多年前,处于欧洲和非洲交界处的古希腊人就已经认识到,白人和黑人结合后生育的子女,有可能表现出纯白人性状,正如巴西电视剧《女奴》中的那个女主角,肤色与白人无异,母亲却是一名黑奴,这样的事例在北美不时发生,从而成为表现黑奴生活的文学题材。但这样的现象显然就不是融合遗传所能解释的。

植物杂交实验的用意就在于找出遗传现象的规律。一般来说,在做杂交实验之前,先要在植物中选取某些稳定可辨的性状,观察它们在后代体内的遗传情况。孟德尔从豌豆中分离出了7对明显可辨的性状。它们中有花的颜色(红花与白花)、茎的高矮(高茎约2米、矮茎约30厘米)、种子的形状(饱满的与皱褶的)等等。面对这7对性状,孟德尔先是着重分析其中一对性状的遗传规律。方法是将开红花的纯种豌豆与开白花的纯种豌豆进行杂交。杂交后长出的子一代开花了,但开出的竟然全都是红色的花!(注意,不是如融合假说认为的那样是淡粉红的花。)白花的性状哪儿去了呢?别着急,孟德尔将这批杂交后的豌豆再进行相互交配,得到了子二代豌豆植株。在子二代中,开出的花有红花、白花。瞧,白花性状没有消失,它只是在子一代中隐藏起来,但在子二代中又重新出现了。不过依然没有粉红色的花。

前人在做植物杂交实验时,也曾得到过这些结果,但孟德尔的高明之处在于,他不满足于定性的观察,他对子二代中红花和白花出现的比例进行统计,结果发现,红花与白花之比大致为3:1,也就是说,红花个数是白花个数的3倍。接着,孟德尔又对豌豆的其他性状做了同样的杂交实验,发现结果是惊人地相似。以高茎与矮茎为例,第一代出现的全是高茎,第二代中高茎与矮茎的比例也为约3:1。

从这些事实中,孟德尔设定,在子一代中出现的性状为显性性状,反之,在子一代中隐而不现、在子二代中又重新出现的性状则为隐性性状。显而易见,在豌豆中,红花、高茎是显性,而白花、矮茎则是隐性。每一种性状总是成对出现。现在“性状”已经成为遗传学研究的基本单位。在人类当中,也存在着不少这样成对的显隐性性状,比如,有些人的脸上有酒窝,大多数人则没有,这就是一对性状,其中有酒窝为显性;人类中黑色毛发对于金色毛发来说是显性,所以,黑发的人与金发的人所生的孩子较多是黑发等。科学理论的魅力就在于它具有普遍性。

那么,在性状的背后又是什么机制在起作用呢?对此,孟德尔的假设为:生物

体的各种性状(比如花的颜色、茎的高矮、种子的形状)都分别受一对遗传因子所控制,这一对遗传因子中,一个为显性因子,另一个为隐性因子。当一个显性因子与一个隐性因子结合在一起时,表现出的是显性性状,隐性性状则隐蔽起来了。只有当两个隐性因子结合在一起时,隐性性状才会表现。显而易见,两个隐性因子正好碰在一起的机会要少于两个显性因子或一个显性因子与一个隐性因子结合在一起的机会。所以,隐性性状的出现机会要少于显性性状。这就是红花的数量是白花数量的3倍的缘故!

孟德尔还进一步假定,生物体的每一对因子中,一个来自父亲,一个来自母亲。我们知道,生殖就是来自父母双方的生殖细胞结合在一起的过程。因此孟德尔又假定,在生殖细胞中,因子就不是以成对而是以单个的形式出现,随着父母双方生殖细胞的结合,单个的因子又恢复成一对。这就是遗传过程的实现。

我们可以打个比方:遗传因子好比是手套,体细胞中存在着的是成对的颜色、大小、式样不同的手套,在生殖细胞中,这些成对的手套被分离,每个生殖细胞只得到其中的一只手套,随着来自父母的两个生殖细胞的结合,颜色、大小、式样相同的手套分别配对,于是又恢复成一对。应该指出的是,孟德尔当时并没有明确的遗传因子与生殖细胞相对应的概念。他只是猜测,在植物的胚珠或花粉中肯定包含着某种遗传因子,它们均以独立的形式存在,绝不会在子代中相互融合。这就是与融合遗传假说相反的颗粒遗传说。顺便提及,孟德尔所说的因子,后来被称为基因。

在研究一对性状的基础上,孟德尔又进一步考察了两对性状同时遗传所发生的情况。以茎的高矮和种子的形状为例,高茎和种子饱满的性状是一起传递,还是分开独立地传递呢?杂交后得到的结果是后者。这就意味着,遗传因子彼此之间是独立的,可以自由组合。好比一个父亲有着卷曲的头发,还有着一对酒窝,这两种性状在子女身上就不一定同时出现了。或许他的子女中有些有着卷曲的头发,有些则有着一对酒窝。这就是各因子之间的自由组合。有时一对漂亮父母生出的孩子不见得同样漂亮,原因就在于这些性状在孩子身上由于自由组合而把本来较为完美的搭配给弄乱了。

1865年,孟德尔将自己的工作在布吕恩自然科学研究会上作了演讲。听众们很有礼貌,但是由于不能理解,所以没有提问者。后来整个演讲稿以《植物杂交的试验》为题发表,但整个科学界对此仍保持沉默。孟德尔一定感到极其孤独,而这是思想史上的先驱者常会碰到的情况。

确实,孟德尔所表达的内容实在过于抽象了。如此神通广大的遗传因子,它究

孟德尔:“这些豌豆是我的孩子们”

竟是一种什么物质并存在于何处呢?对此,孟德尔无法回答。孟德尔的因子纯粹是一种抽象推理的产物,它的依据只是豌豆在杂交实验时所表现出来的现象。如此看来,遗传因子在某种程度上有些类似于我们日常使用的“数”。自然界中只有具体的三把椅子、两只苹果、五个小孩等等,但从这些具体的对象中提炼出一个抽象的“数”的概念,实在是人类思维一次了不起的进展。孟德尔的了不起也正在于此。面对一大堆杂交数据,他却看出背后一定存在某种看不见的“因子”在起作用。尽管以当时孟德尔的能力,他根本无法告诉人们因子存在于何处,但他还是坚信它的存在!这是因为假想中的因子能够完美解释观察到的杂交事实。这就如同一个高明的侦探,仅从现场得到的蛛丝马迹,他就能推断出凶手是怎么样的,尽管他不一定能亲自抓住凶手。在此意义上,侦探破案的过程极其类似于科学家的研究过程,设计一个高超实验的意义就在于捕捉蛛丝马迹,接下来就是推理了。

孟德尔的设想在今天看来完全成立,于是,我们不由地要问:当初孟德尔是怎么想到如此抽象的遗传因子概念的呢?看来这至少与他所受的教育背景有关。在维也纳大学,他曾接受过严格的物理学和化学训练。从化学课上,孟德尔知道了道尔顿(J. Dalton, 1766—1844)的原子说。原子说是当时化学界的中心思想。在化学反应中,原子保持其自身的性质不变。举个简单的例子,氧原子和氢原子化合而成水,而水分解后所产生的氧原子和氢原子与反应前的完全相同;通过加热氯酸钾所得到的氧,也与分解水所得到的氧完全相同。不同化合物中原子的稳定性、不变性给孟德尔留下了深刻的印象。当进入植物杂交领域时,他的一个主导思想也极其明确,这就是要寻找遗传现象中的“原子”,它应该代代相传却保持其本性不变。在此意义上,“遗传因子”正相当于化学反应中的原子。

在维也纳大学经受的严格的实验物理学训练,还使孟德尔深深意识到,杂交的结果必须加以定量的分析才有意义;而统计分析又极为关键。事实上,为了得到有意义的实验结果,孟德尔以惊人的耐心对一万株以上的植物进行了仔细观察,统计其中不同性状出现的具体数目,所以才会有 3:1 定律的发现。可以说,正是借助于这种统计方法,他才从豌豆的杂交实验中找到一种抽象的遗传因子的存在。然而,这种定量的统计方法,对于当时的生物学家来说实在过于陌生,难怪他们看不懂孟德尔的论文了。其实生物学发展至今,定性描述的传统依然占有优势,不过遗传学却是生物学各分支学科中运用数学更多的学科,这就是孟德尔当初奠定的传统。

孟德尔的遗传学说与过去的融合遗传学说有一个本质的差异,在孟德尔这里,

遗传因子呈颗粒状存在,彼此之间绝不会相互掺杂,如同一副围棋,将白子与黑子相互混合,取出来的仍是单个的白子或是黑子。他的分离和自由组合定律都表达了这一意思。而融合遗传的假说正与此相反。仅从直观来看,融合遗传说倒是更符合常识,有时子代的性状确实会居于双亲之间。以植物为例,紫茉莉花中有开红花和开白花两个品种,它们的杂交种第一代开粉红色花,遗传性状似乎在子代杂种中相互融合了。与此对照,颗粒遗传观倒是违背了常识。但接下来的事实却是,在第二代中又出现了开红花的个体,表明遗传性状并没有真正融合,对此,只有颗粒状遗传学说才能作出正确解释。这就提醒我们,从表面看来,有时科学理论似乎是在背离常识,如哥白尼日心说就不如传统地心说那么直观符合常识,但科学理论胜过常识之处就在于,它具有更强的预测能力。与常识不同还在于,科学理论大多得借助数学语言作为工具。以此标准来评判,孟德尔理论就是一种科学理论。

孟德尔理论不仅能解释豌豆中杂交子一代全部的红花现象,也能解释上述紫茉莉花中的看似反常的现象。这就是说,在大多数情况中,性状不是由单一基因(因子)所决定,而是由多个基因决定的,现在我们就是用多基因学说来解释紫茉莉花的现象。看来孟德尔的幸运在于他所观察的豌豆的7对性状恰恰受单基因所控制,于是才有理想中的分离和自由重组现象,对此只有颗粒状遗传因子才能作出解释。当然,实际情况更有可能是,孟德尔在研究的一开始,就已设定遗传现象中应该存在如化学中的“原子”那样的因子,于是,他才会设法去寻找符合这种想法的杂交结果。这样说来,科学研究中的“先入己见”有时是不可缺少的,用科学哲学家的话来说,这就叫做“观察渗透理论”。

孟德尔遗传学问世于1865年,比达尔文的《物种起源》(1859年)晚几年。然而,生物学中的这两大领域在当时的遭遇却截然不同,进化论很快引起了科学界甚至公众的极大重视,而有关植物杂交的论文在科学界中却未激起丝毫涟漪。在此意义上,孟德尔确实是一位悲剧型的科学家。最终,他是以一名修道院院长的身份离开尘世。他一生不仅研究遗传学,也研究气象学,他撰写的气象学论文甚至要多于遗传学。不过他的惊人才智仅在遗传学中才得到淋漓尽致的发挥。不妨设想,若孟德尔因条件所限,仅仅研究气象学,那他就是辜负了上苍赋予他的才智和耐心。可见每个人都有一条最适合自己的路,有时成功的要诀就在于是否找到属于自己的那条路。

孟德尔的健康状况一向不好,晚年还过于肥胖。他在给一位同事的信中写道:“我已经不能做采集植物等活动了。因为我的身体太重,已经达到对万有引力过于

敏感的程度,我已被祝福在天国里。”

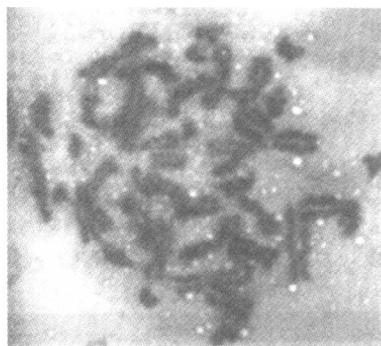
1884年1月6日,孟德尔因心脏病和肾炎与世长辞。其后不久,新任修道院长把孟德尔未发表的论文付之一炬。

回顾自己的一生,孟德尔曾写下这样一段话:“我的一生充满苦难,可是也度过了美好的时光,所以我应该感激上帝。我能专心致志地把自然科学的研究搞到底,大概不要那么长久,世界将承认我的研究成果。”也许正是这一坚强的信念,给他平凡的人生点缀了不平凡的亮色。孟德尔的信念没有落空。1900年,有三位植物学家同时做遗传杂交实验,他们所得到的结果与孟德尔的工作是惊人的一致。于是,孟德尔遗传定律在被埋没了35年之后,终于重见天日。

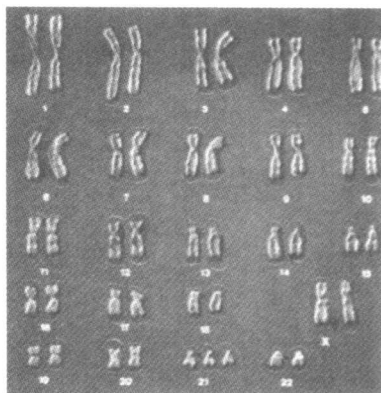
早在19世纪,生物学家就已经知道,所有的生命体都由一种基本的单位——细胞组成。在显微镜下观察细胞时,我们能够看到每一个细胞的中间都有细胞核,细胞核中还有一种物质,叫“染色体”。这名称听起来似乎有点古怪,那是因为生物学家发现,当细胞被一种染料着色以后,细胞核中就会有一种物质被深深地染色,以至于在显微镜下看得极其清楚。当时的生物学家还不识其“庐山真面目”,于是就随便给它取了个名字,叫“染色体”。

1902年,美国哥伦比亚大学有一位生物系的研究生萨顿(W. S. Sutton, 1876—1916)发现,染色体的数目在每一物种的生物体的细胞核中都是固定的,而生殖细胞中的染色体数目却只有其体细胞染色体数目的一半。同时在显微镜下可以观察到,生殖细胞的分裂必然会伴随着两条同源染色体的分离。也就是说,两个子细胞各得到上代细胞染色体总数的一半,因此生殖细胞中的染色体数目就会减半。这是一种特殊的细胞分裂方式,被称为减数分裂。以人类来说,我们的体细胞含有46条染色体,多一条或少一条都会酿成大祸。但是在生殖细胞中,染色体的数目就只有23条了,仅是体细胞的一半。受精时随着来自父母双方生殖细胞的结合,染色体重新恢复为双倍体。

瞧,染色体的这一行为与孟德尔当初所说的遗传



▲ 染色体。



▲ 人类染色体。

孟德尔:“这些豌豆是我的孩子们”

巅峰之旅

因子是多么相似! 于是,萨顿大胆地假定,基因就位于染色体上。后来,随着实验证据的逐渐积累,大约到 1910 年,生物学家大多已经认同,染色体就是基因的物质载体。随着基因的确切位置得到落实,它就不再只是一种抽象的符号,而现身为一种具体的物质。孟德尔确实是一名高明的侦探,“作案者”终于浮出水面。

接下来,遗传学家的任务就是要弄清基因在染色体上的排列方式以及确切位置,这就是经典遗传学的内容。

摩尔根：一只白眼果蝇带来的幸运

1866年9月25日，摩尔根（T. H. Morgan, 1866—1945）出生于美国南部肯塔基州的列克星敦。对于自己的出生，摩尔根曾如此描述：他的胚胎孕育于1865年，有幸与孟德尔经典论文的发表正好同年，可见摩尔根对孟德尔的钦慕。

也正是同一年，美国南北战争尘埃落定，摩尔根家族中的不少成员卷入了这场战争，他的伯父是这场战争中传奇般的英雄，他的父亲和叔叔英勇参战，叔叔不幸阵亡。但最后他们都成为败军之将，因为他们所代表的南军是战败方。战争深刻地改变了摩尔根家族的命运。摩尔根的祖上是来自英国的贵族，他们在肯塔基州拥有不菲的产业。但是，根据战后的法律，凡是和南方同盟有过牵连的人将失去财产权。摩尔根家族因此而饱受重创，所以摩尔根是成长在一个家世显赫但并不十分富裕的家庭之中。也许是因为家族的这一特殊经历，摩尔根厌恶战争，在他看来，战争只能带来伤害和痛苦。摩尔根家族中曾出现过实业家、外交官、法学家及军人，因从事科学而给家族带来荣耀的，摩尔根却是首位。用摩尔根所创立的遗传学术语来说，他算是一个新的突变吧。

早在孩童时代，摩尔根就对野外采集充满兴趣，大自然的一草一木，或是飞禽走兽，全都吸引他的注意。1880年，摩尔根进入肯塔基州立学院的预科学习，学习科目不多，在所有的课程中，最让他着迷的是博物学。1886年，摩尔根获得该学院授予的理学士学位。毕业后，是继续求学还是独立谋生？对此，摩尔根没有十分明确的抱负，但有一点是清楚的，那就是他不喜欢实业界。于是，他选择了继续求学深造。当时，美国的年轻人大多是在欧洲接受学术或自然科学教育，这是因为当时美国本土的高等教育水准远不能与欧洲相比。但摩尔根选择的学校却是位于巴尔的摩的霍普金斯大学，这就是说，摩尔根是放弃欧洲留学教育的第一代美国人之



▲ 摩尔根，美国胚胎学家、遗传学家，1933年诺贝尔生理学或医学奖获得者。

巅峰之旅

一,他可说是个土生土长的美国科学家。巴尔的摩是摩尔根母亲的故乡,也许正是这一点吸引了摩尔根。但值得一提的是,正是这一不相干的原因无意中成就了摩尔根的事业。

当时的美国,可不像今天这样重视科学教育,除了哈佛,所有的高等院校几乎都冷落生物学,其实也是冷落科学。科学必须借农业或地质考察这样的实用课程才得以存在,难怪美国出了个实用主义哲学。但霍普金斯大学却是个例外,它的创始人约翰·霍普金斯(John Hopkins, 1795—1873)因建造巴俄铁路而致富,他出资350万美元用以建造一所大学及医院,除了学校的基金不能用于校舍建筑之外,不附带任何条件,可见他的理念恰恰就是重大师而非大楼。顺便提及,美国的不少大学均为私人基金赞助,这就是富起来的实业家或商人、投资家对社会所作的贡献。这些大学一般都会成立理事会,并聘请一位校长来加以管理。在霍普金斯大学任职25年的首任校长吉尔曼(D. C. Gilman)不负众望,他为新大学招募了一流学者,并承诺要特别强调自然科学,将学校的重点放在提高科研实力和研究生教育上。尤其是,学校还极其重视生物学的课程,这或许与该大学的创始人重视生理学和医学有关。由于吉尔曼对于人才的重视,学校聚集了一批相当出色的一流教师与学生,受此影响,摩尔根说:“我的第一年是热情高涨的一年,而这种热情在我做研究生的四年中都不曾消失过。”其实这种热情在他的一生中都未曾消失,这就是一所好大学给予学生的终生教诲。

在霍普金斯大学,摩尔根最先是通过形态学进入生物学研究的大门。形态学是生物学中最古老的分支学科,它主要是通过观察方法来描述生物体的基本类型,并追溯它们的起源和亲缘关系。摩尔根的博士论文就是对一种海蜘蛛的分类研究。在研究过程中,摩尔根更多运用的是来自胚胎学的资料,亦即通过对其早期胚胎的观察,来确定海蜘蛛的分类。后来这篇文章在一家杂志上发表,因为论文中有图片8帧,据说险些使杂志社破产。这一研究工作不仅让摩尔根获得了博士学位,而且还建立起他对胚胎学的兴趣。

1891年,摩尔根离开霍普金斯大学,接受布林马尔学院的聘请,来到该校任副教授及生物系系主任。布林马尔学院是利用约瑟夫·泰勒(Joseph W. Taylor)的遗赠建立起来的一所女子学院,泰勒是一位慈善家,其财富来源于在俄亥俄的制革生意。布林马尔的志向是要给年轻女子提供与男子同样的受教育机会。从一开始,它就效仿霍普金斯大学的办学理念,并承诺给学生提供全面的研究生教育机会。

正是在布林马尔学院期间,摩尔根博得了一位女学生的倾慕,她就是莉莲·沃