



中国少年儿童

ZHONGGUO SHAONIAN
ERTONG KEXUE YUEDU



- 丛书列入中国科协繁荣科普创作资助计划
- 十几位中国知名科普作家、科学家倾心创作
- 最新鲜的科学信息、最先进的科技成果，让你做一个科学达人
- 3000多幅彩色图片穿越时空，向你展示科学之美

主编 / 陈芳烈
编著 / 魏荣瑄 陈秀兰

生物**工程**



浙江出版联合集团
浙江少年儿童出版社

kexueyuedu



中国少年儿童

ZHONGGUO SHAONIAN
ERTONG KEXUE YUEDU

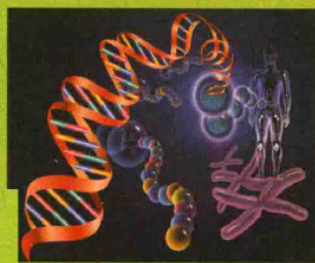
科学阅读

主编 / 陈芳烈

编著 / 魏荣瑄 陈秀兰



生物工程



浙江出版联合集团
浙江少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国少年儿童科学阅读. 生物工程/陈芳烈主编;
魏荣瑄, 陈秀兰编著. —杭州: 浙江少年儿童出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5342-6947-9

I. ①中… II. ①陈…②魏…③陈… III. ①科学
知识-少儿读物②生物工程-少儿读物 IV. ①Z228.1
②Q81-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 087963 号

责任编辑: 张宇

美术编辑: 吴珩 邵安

封面设计: 沈利

电脑制作: 枫桦图文

责任校对: 沈鹏

责任印制: 林百乐

个别图片和资料难以寻得作者, 望作者和相关
人士告知联系方式, 出版社将及时奉上酬谢。

中国少年儿童科学阅读

生物工程

陈芳烈 主编

魏荣瑄 陈秀兰 编著

浙江少年儿童出版社出版发行

杭州市天目山路 40 号

杭州丰源印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

开本 710×1000 1/16

印张 8.5

印数 1—12180

2012 年 8 月第 1 版

2012 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5342-6947-9

定价: 17.00 元

(如有印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换)

前言



人们总是梦想能创造出对自己有百利而无一害的生物,梦想自己能像鸟儿一样自由飞翔,能人工合成食物,能有百病不侵的身体,或者能有祛除病魔的良方。这些想法虽然有些幼稚可笑,但也并非完全虚妄荒诞,狂想也许正是科学发展的动力之一,也许正是生物工程在胚胎时期的躁动。

所谓工程,就是根据人们的需要制造相应的产品,大体过程包括思想、设计、施工(制造),直至完成产品。生物工程也是如此。生物工程,或者说生物技术,就是按照人们的愿望(想法),根据生物学或相关学科的原理,设计实验,应用相应的技术和工具,创造新的生物产品、制剂、方法,或对已有的产品进行修饰和再加工。生物工程的内容比较广泛,包括遗传工程、医学工程、农业工程等;单单就遗传工程而言,又可以分为不同的层次,诸如群体水平、个体水平、细胞水平和分子水平等,因此有所谓基因工程和细胞工程之分。医学工程和农业工程也有各自不同的分支,各个分支和层次所强调的重点也不尽相同。

生物工程不是一个很严格的专业术语,涵盖的范围也很广,所以,人们有时用

前言



生物工程、有时又用生物技术称呼同一专业领域。有人认为生物工程比较偏重应用,而生物技术比较偏重方法,实际上两者没有绝对界限,例如有一类科研项目叫生物技术育种,其中既有技术方法,也有应用,而生物医学工程则既有应用也有技术方法。所以,这两个术语指的是同一个领域,可以交互使用。

生物工程牵涉的学科也很多。就生物学来说,它牵涉到遗传学、生物化学、生理学、细胞学、胚胎学等;在其他学科方面,它牵涉到化学、物理学、计算机科学、信息学、数学和力学等。从 20 世纪 70 年代开始,生物工程异军突起,发展迅猛,枝叶繁茂,涉足领域迅速扩大。主要领域有:遗传工程与基因工程——包括基因修饰与替换、转化,基因组学与蛋白质组学;细胞与组织工程——包括细胞与组织培养,分泌组学与代谢组学;生物医学工程——包括基因治疗,生物标记与诊断技术,干细胞利用,药物发现,给药系统,生物材料,医学信息等。

生物工程对人类非常重要,直接关系到我们生活的质量、疾病的诊断与防治、犯罪案件的侦破、资源供应、环境保护等;对于动植物的作用也不容忽视,在动植物育种、物种多样性的保护、濒临灭绝物种的挽救和古生物(如猛犸、恐龙)的模拟性再现等方面有着不可或缺甚至是独特的作用。生物工程通过改变生物的遗传背景及其生化与代谢途径,使有利变化(变异)得到固定,从而创造能够遗传的新产品,或者虽不能遗传但能应急的产品;而且,通过模拟和控制生物系统,使好的性状得到巩固和增益,坏的性状被替代。这就是植物和微生物育种的新途径,称作生物技术育种。所以在农业方面,在常规育



前言

种之外,又增添了生力军——农业生物工程(或称农业生物系统工程)。医学工程的进展也是突飞猛进,在药物发现、生物标记和干细胞技术应用等方面尤为明显。我们就来看看干细胞技术应用的例子吧。2007年,三位科学家因小白鼠胚胎干细胞的研究成果而获得了诺贝尔奖,说明干细胞研究具有重要的理论意义和实用价值。胚胎干细胞具有全能性,能分化成多种细胞型,虽然由于伦理学和技术复杂等原因它还未获准应用于人类疾病治疗,但成人干细胞用于血液病的治疗已经多年,例如利用骨髓移植治疗白血病。癌症、帕金森综合征、糖尿病等疾病也都有望利用干细胞进行治疗,事实上已经出现了成功的案例。2007年,德国一位艾滋病毒 HIV 呈阳性的白血病患者接受了 HIV 抗性供体的骨髓细胞移植,获得了对这种病毒的抗性,这一结果开创了利用干细胞治疗艾滋病的先河。科学家对干细胞研究注入了空前的热情,目前正在对容易获得的细胞进行再编程,使之成为具有全能性潜力的干细胞,治疗有关疾病。例如,科学家对皮肤细胞进行再编程,使之变成难以找到合适配型的胰岛素细胞,再用这种再编程细胞对患者施行移植,结果获得成功,只是胰岛素分泌量较低。蛋白质组学是生物医学工程中的另一个闪光点,通过对细胞中全部蛋白质结构及其功能变化的研究,促进个性化医学的到来。

我国学者在生物细胞和组织培养领域取得了比较出色的成绩,在胚胎细胞核移植方面的成果也令人瞩目,袁隆平的杂交水稻更是轰动世界。此外,我国还参与了人类基因组计划的测序工作,测定了家猪的基因组,构建了蚕基因组框架图,开

前言



展了蜜蜂基因组研究。这些仅是豹之一斑,说明我国生物工程研究已进入蓬勃发展的新时期。

生物工程虽然进展迅速,但是问题依然堆积如山,就连致病元凶——小小的微生物——目前尚无应对良策,老的真菌没有根治,新出现的真菌又在威胁着人类和其他生物,更别说它们惊人的重塑适应性的能力了,真有“道高一尺,魔高一丈”之势,人类需要努力再努力啊!

本书限于篇幅和作者水平,难免挂一漏万,尚请指正。

魏荣瑄 陈秀兰

遗传与进化

一切从豌豆开始 / 1

孟德尔的故事 / 4

从“遗传因子”到“基因” / 5

遗传学“功臣”果蝇 / 6

养果蝇的科学家 / 8

果蝇基因组测定完毕 / 10

遗传奥秘藏在哪里 / 11

细菌“变脸” / 14

解开 DNA 结构之谜 / 15

生命的螺旋天梯 / 17

大器晚成的克里克 / 17

沃森的成长之路 / 18

DNA 的挑战者 / 19

RNA 干扰机制的发现 / 21

紫矮牵牛花变白的秘密 / 21

突变：从自然到人为 / 22

基因突变 / 25

染色体突变 / 25

染色体组突变 / 25

东方魔稻 / 26

杂交水稻之父 / 28

中国水稻基因组图谱 / 28

太空育种 / 29

太空良种 / 31

哺乳动物的性别决定 / 32

雌性异配动物 / 34

动物的性反转 / 34

基因工程与酶工程

基因工程三步走 / 36

基因治疗 / 38

中国人共同的基因 / 38

重塑 DNA / 39

“一本万利”的 PCR 技术 / 42

碱基顺序测定技术 / 42

一本“天书”——人类基因组 / 43

我国的人类基因组研究 / 45

世界首份个人 DNA 图谱 / 45

独一无二的“我” / 46

基因身份证 / 48

绘制生物基因组图谱 / 49

让灭绝生物“重生” / 52

基因组学的嫡系——蛋白质组学 / 53

蛋白质组学与新医学 / 56

细菌“制药厂” / 57

似生命非生命的纳米细菌 / 59

人造生命 / 60

最危险的人造病毒 / 63

转基因动物制药 / 64

转基因克隆动物 / 66

转基因作物 / 67

植物探雷器 / 70

神奇的酶 / 71

基因与酶 / 73

巧用加酶产品和酶制剂 / 73



生物技术联手信息技术 /74

生物芯片 /77

人体网络 /77

寻找长寿基因 /78

突破寿命极限 /80

手掌静脉识别 /81

指纹识别 /83

人脸识别 /83

虹膜识别 /83

微生物与免疫学

“亦正亦邪”的细菌 /84

微生物与牛仔服 /86

淘矿能手 /86

小病毒大挑战 /87

酝酿中的噬菌体药业 /89

疯牛病病因初探 /89

接种疫苗少生病 /90

免疫学之父琴纳 /92

可以吃的疫苗 /92

警惕结核病卷土重来 /93

可恶的抗药病菌 /95

器官移植不简单 /96

脑死亡与器官移植 /98

直面白血病 /99

中华骨髓库 /101

细胞工程与胚胎工程

生物技术育种 /102

人工种子 /104

花粉育种 /105

花粉漫谈 /107

花粉传播谁为媒 /107

世界上最著名的小羊羔 /108

多莉壮年早逝之谜 /110

打造当代诺亚方舟 /111

拯救野骆驼 /113

大熊猫基因图谱 /113

冷冻动物园和干细胞动物园 /114

16年冻鼠获重生 /116

保护濒危物种 /116

单克隆抗体 /117

新一代“生物导弹” /119

单克隆抗体的应用 /119

能干的干细胞 /120

普通细胞漂亮变身 /122

胚胎算不算人 /122

胚胎飞渡大西洋 /123

器官冷冻保存的突破 /125

人体冷冻 /125

试管婴儿诞生记 /126

试管婴儿的难题 /128

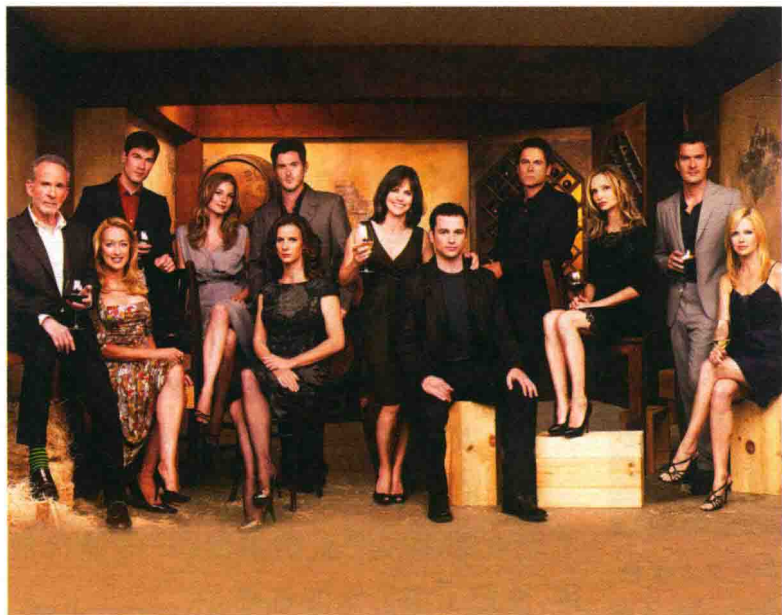
试管婴儿“升级换代” /128

科学对话

一切从豌豆开始

有些孩子在和父母拌嘴的时候会说：“都是你遗传的！”撇开孩子的偏激情绪，这句话其实是真理。俗话说：种瓜得瓜，种豆得豆。上一代的性状会传给下一代，父母有什么特性，孩子就有什么特性。这就是生物共有的遗传现象，这种后(子)代同亲代的相似性就称为“遗传性”。但是还有一句俗语：一母生九子，九子各不同。就是说孩子又不完全与父母相同，兄弟姐妹之间也有差别。这就是所谓变异性，即后(子)代与亲代之间、群体中的个体之间的差异性。

遗传性是所有生物的最基本特性之一，大到鲸，小到病毒，概莫能外。生物借此“传宗接代”，绵延自己，与



仝同中有异、异中有仝的兄弟姐妹。

K 科学微博
KEXUEWEI BO

遗传学鼻祖

随着遗传密码被破译，人们对遗传机制有了更深刻的认识。现在，人们已经开始朝着控制遗传机制、防治遗传疾病、合成生命等更重大的造福人类的工作方向前进。然而，所有这一切都与奥地利那个献身科学的修道士的名字相连，他就是“现代遗传学之父”孟德尔。



其他物种竞争。变异性是相对于遗传性而言的,指的是使遗传性发生变化的一种特性,而不是指生物表面的变化或改变。生物的变异是在不同的环境中、长期的历史演变过程中形成的,因此,变异性是一种适应性特性。但是,如果生物的变化没有涉及分管遗传的物质,不管变化怎样剧烈,都不会遗传给下一代。举例来说,如果割去老鼠的尾巴,即使连续割一千代,那第一千零一代的老鼠仍然会长出和祖先一样的尾巴。其原因是此举根本不触及遗传物质,老鼠依然故我,绝不会变成兔子。

遗传学就是研究生物的遗传和变异现象的科学。人类早在新石器时代就开始驯养动物、栽培植物,而后逐渐掌握了改良动植物品种的方法。公元1世纪,西班牙学者科卢梅拉在《论农作物》中记载了一些嫁接技术,还列举了几个小麦品种。533~544年间,我国学者贾思勰在《齐民要术》中论述了各种农作物的栽培和家畜的饲养,还特别记载了果树的嫁接、树苗的繁殖、家禽家畜的阉割等技术。

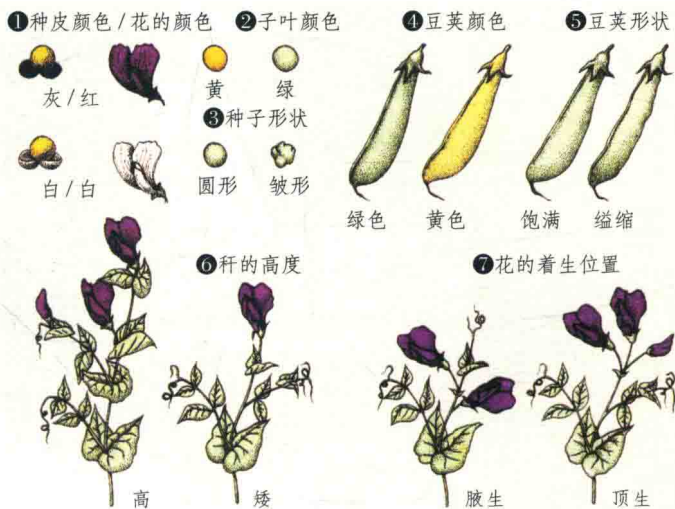


豌豆是一年生或二年生草本植物,因性状多样且为自花授粉,成为孟德尔的研究对象。

人类改良动植物品种的活动从未停止过,在这些活动的基础上,许多人试图阐明亲代和杂交子代的性状之间的遗传规律,但都未成功。直到1865年,奥地利科学家孟德尔根据他的豌豆杂交试验发表了论文《植物杂交试验》,这才揭示了现在被称为“孟德尔定律”的遗传规律,奠定了遗传学的基础。

在发表论文之前,孟德尔进行了长

达八年的试验,通过对豌豆等生物成对性状的传递行为的观察和比较,确信遗传和变异一定是通过不连续的遗传单位经过机械方式传递而实现的,这种遗传单位就是后来所说的“基因”。毫不夸张地说,豌豆孕育了现代遗传学,孟德尔就是从它身上发



孟德尔豌豆杂交试验中所用的七对相对性状

现了被尊为遗传学基石的两大定律——基因分离定律和基因自由组合定律。

孟德尔为什么选用豌豆做遗传试验呢?因为他发现,豌豆是自花授粉的植物,长期的自花授粉保证了它的纯洁性,也就是说,一个开红花的豌豆品种,其后代也开红花,高秆豌豆的后代绝对不会出现矮秆豌豆。这些泾渭分明的一对一对的豌豆花色、粒形等特性,称为相对性状。基于豌豆的自花授粉和遗传相对性状泾渭分明的特点,用这样的植物做试验,很容易观察到异种花粉的影响。正确选用试验材料,也是孟德尔获得成功的重要因素之一。

孟德尔的故事

孟德尔出生于奥地利的一个贫苦农民家庭。他的父亲擅长园艺技术，在父亲的熏陶下，他自幼就爱好园艺。1843年，因生活所迫，孟德尔进入一所修道院当修道士。1851~1853年，他在维也纳大学系统学习植物学、动物学、物理学和化学等课程，受到了良好的科学训练，为他后来从事植物杂交的科学研究奠定了坚实的理论基础。1854年，孟德尔回到家乡，继续在修道院任职，并利用业余时间开始了长达12年的植物杂交试验。

在孟德尔从事的大量植物杂交试验中，以豌豆杂交试验的成绩最为出色。经过整整八年的不懈努力，他终于在1865年发表了题为《植物杂交试验》的论文，揭示了遗传学的两个基本定律——分离定律和自由组合定律。孟德尔指出：生物体在形成生殖细胞时，原来成对的遗传因子不能同时进入一个生殖细胞，每个生殖细胞中只存在一对遗传因子中的一个；当雌、雄生殖细胞（即卵子和精子）结合（即受精）时，遗传因子又随着两种生殖细胞的合二为一而恢复成对。另外，生物体在形成生殖细胞时，每一对遗传因子都要分离，这些一对一对的遗传因子在分离之后就不再有关系，当它们再次组合时，可以和原来并不是一对的遗传因子自由搭



配，进入同一个细胞中。

除了进行植物杂交试验，孟德尔还从事过植物嫁接和养蜂等方面的研究。此外，他还进行了长期的气象观测。他生前是维也纳动植物学会的会员，并且是布吕恩自然科学研究协会和奥地利气象学会的创始人之一。

分离定律和自由组合定律的发现和提出，为遗传学的诞生和发展奠定了坚实的基础，也令孟德尔名垂后世。不过，他的创造性见解对于他所处的时代来说显得太超前了，《植物杂交试验》在长达35年的时间里没有引起生物界同行的注意。直到1900年，荷兰的植物学家德佛里斯、德国植物学家柯灵斯和奥地利植物学家丘歇马克在各自的植物杂交试验中分别证实了孟德尔的观点，这才抹去了璀璨珠宝上的灰尘，令它惊现世界。

除了进行植物杂交试验，孟德尔还从事过植物嫁接和养蜂等方面的研究。此外，他还进行了长期的气象观测。他生前是维也纳动植物学会的会员，并且是布吕恩自然科学研究协会和奥地利气象学会的创始人之一。

从“遗传因子”到“基因”

自从 1900 年以后,遗传学成为生物学家们的研究热点,许多人投入到了对生命遗传奥秘的进一步探索之中。

生物体表现出来的性状,比如大小、高矮、颜色等,是人们看得到的表面现象,而这些现象的产生一定有某种内在的原因。孟德尔把这种决定性状的内在原因称为“遗传因子”。他十分明确地指出:生物体的每种性状都是由两种遗传因子决定的,一种决定显性性状,另一种决定隐性性状;如果决定某一性状

的两个遗传因子完全一样,这种组合方式就叫纯结合,就是纯种;如果决定某一性状的两个遗传因子不完全相同,而是相似,这种组合就叫杂结合或异质结合,也就是杂种。

1909 年,丹麦植物学家和遗传学家约翰逊觉得孟德尔所说的“遗传因子”使用不便,而“基因 (gene)”比“遗传因子”更能反映出事物的本质。后来,人们就将决定和控制生物的遗传和变异的某种内在细微因子称为“基因”,意思是最基本的因子。但是在当时,科学家们并不能真正了解“基因”到底是什么,也无法亲眼看到这个神秘的小东西。



兮现在我们知道,基因是 DNA 上具有遗传效应的片段。



遗传学“功臣”果蝇

果蝇又名黄果蝇,广泛分布于世界各温带及热带地区,以腐烂发酵水果上的酵母为食。夏天,它们经常在烂水果堆里嗡嗡乱飞,令人生厌,然而却是最早用来研究遗传学的“元老”和“功臣”。在创立基因学说的过程中,美国遗传学家摩尔根使用过大白鼠、小白鼠、鸽子、虱等实验对象,最后才找到一生的“知己”——果蝇。

作为实验动物,果蝇的优点很多。首先,它的生命周期很短,只有两星期,从卵发育成成虫只需十天,因此便于研究亲代与后代间的遗传关系;第二,它的体形很小,只有大约六毫米,但在低倍显微镜下即可清晰显示;第三,它繁殖快,一只雌果蝇能繁殖数百只后代,便于实验室饲养;更为难得的是,果蝇的每个细胞只有四对染色体,大小和形状各异,极易识别和区分。孟德尔以豌豆为实验对象,一年才种植一代;摩尔根最初以小鼠和鸽子为实验动物研究遗传学,效果也不理想。1908年,他开始饲养果蝇。果蝇的性状变异较多,比如眼睛的颜色、翅膀的形状等,这些特点对遗传学研究也有很大的好处。当然,对于这些优点,摩尔根也不是起初就知道的,而是在研究过程中逐渐体会到的。从



托马斯·亨特·摩尔根(1866—1945)是美国遗传学家,创立了遗传基因在染色体上作直线排列的基因理论和染色体理论。

K 科学微博

基因

基因是决定生物遗传特征的单位,每个特征都有其对应的基因。科学证明,一个基因就是核苷酸的一段特定序列。

染色体

染色体是遗传信息的载体,在细胞分裂的特定时期(有丝分裂期)呈丝状,可被染色,故名。不同生物(物种)染色体的数目和特征各异。

此,他与果蝇结下了不解之缘,犹如一位娴熟的魔术师,将果蝇“玩”出了千般万般的变化。难怪有人说,上帝专为摩尔根创造了果蝇。

根据对果蝇的研究,摩尔根创立了著名的基因论,揭示了基因是组成染色体的遗传单位,它能控制遗传性状,也是突变、重组、交换的基本单位。染色体则好比是传递基因的接力棒,永无止境地从上一代传向下一代。然而基因到底是由什么物质组成的?这在当时还是个谜。在《基因论》一书的末尾,摩尔根以预见性的笔调写道:“我们仍然很难放弃这个可爱的假设,就是基因之所以稳定,是因为它代表着一个有机的化学实体。”1933年,摩尔根因为对基因的研究成果而获得了诺贝尔生理学或医学奖。

获奖之后,摩尔根还想把他的遗传学研究推进到一个新层次,研究基因是怎样发挥其控制性状的功能的。实验结果表明,决定果蝇性状的物质有一个转化过程,可是他们无法把有关的各种物质检验和分离出来,因此实验未能深入。

在摩尔根的领导下,这个位于美国哥伦比亚大学校园内的“蝇室”成了全世界的遗传学研究中心,培养出了许多著名的遗传学家,他们的论文和著作也成为遗传学研究者的必读书和重要参考文献。在生物学迅速发展的今天,生物学的研究领域及研究对象逐步多元化,但果蝇作为经典模式生物,依旧具有很大的研究潜力。



不同种类的果蝇,最上方的是黑腹果蝇。

养果蝇的科学家

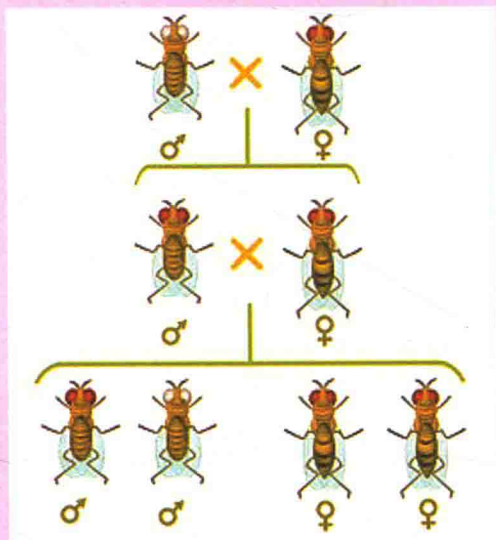
1866年,摩尔根出生在美国肯塔基州。由于家庭条件优越,他从小受到了良好的教育,并能够经常到他喜欢的大自然中去探索,捉蝴蝶、掏鸟蛋、捡矿物标本。1886年,摩尔根大学毕业,进入了霍普金斯大学的研究生院,获得博士学位后,先后在哥伦比亚大学和加州理工学院任教。

在大学读书和任教的岁月里,摩尔根始终保持着对生物学界进展的高度关注。最初,他对孟德尔的学说和染色体理论表示怀疑。为了检验孟德尔定律,他用家鼠与野生老鼠杂交做实验,得到的结果五花八门,根本无法用定律解释。关于染色体上有基因的说法在当时还只是猜测,这对于坚持“一切通过实验”原则的摩尔根来说是不可信的。

1908年,摩尔根开始用果蝇作为实验材料,研究生物遗传性状中的突变现象。1910年的一天,他在红眼果蝇群中发现了一只异常的雄性白眼果蝇,这是罕见的突变品种。摩尔根激动万分,立即将它单独放在瓶中饲养,晚上带着回家,白天带着上班,生怕出现意外。在他的精心照料下,这只原本虚弱的白眼果蝇终于与一只雌性红眼果蝇交配成功,将突变的基因传给了下一代。十天后,第一代杂交果蝇长大了,全部是红眼果蝇。按照孟德尔的学说,红眼基因

相对白眼基因是显性,珍贵的突变基因只是躲到了后台。摩尔根当然不会放过检验前人理论的机会,他用第一代杂交果蝇互相交配,产生第二代杂交果蝇。又焦急地等待了十天,摩尔根得到了第二代杂交果蝇,其中红眼果蝇与白眼果蝇的数量基本符合3:1的比例,与孟德尔总结出的规律一致。

不仅如此,摩尔根还发现了一个孟德尔规律未曾揭示的现象。按照自由组合规律,那些长着白眼的果蝇应当有雄有雌,然而这些白眼果蝇居然全部是雄性的,也就是说,突变的白眼基因是伴随着雄性个体遗传的。摩尔根知道,果蝇的四对染色体中有一对是决定性别的,其中雌性果蝇的两条性染色体完全一样,标记为XX染色体;雄性果蝇的两条性染色体一大一小,标记为XY染色体。摩尔根判断,白眼基因位于X染色体上。白眼果蝇与正常的红眼果蝇交



摩尔根的果蝇杂交实验