

(沪)新登字第 305 号

责任编辑 陈英黔 王惠基

扑朔迷离究缘由

——遗传的故事

钟 坤

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 上海新四印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.25 插页 2 字数 52000

1996 年 5 月第 1 版 1998 年 3 月第 4 次印刷

印数 41401—48400

ISBN 7-5427-1071-0/Q · 11 定价:3.00 元

内 容 提 要

本书通过一个个生动有趣的故事,介绍了遗传学的一些基本问题、实验资料和具体的实用价值。遗传是生命得以延续的锁链,是研究生物体遗传变异规律的科学。本书深入浅出,适合具有中等文化程度的读者阅读或作为有关教学参考资料。对于医务工作者及其他遗传学工作者也有一定参考价值。

序

生物世界——这是一个对青少年永远充满着诱惑力的活生生的世界。随着年岁和学识的增长,青少年一定希望对生物学的过去、现在和今后的发展获得更多的了解。为此而编写的“生物故事丛书”的确是为广大青少年准备的了解生物世界的一套读物。

生物学是古老的学科。人类从摆脱愚昧开始,就在认识、了解、研究自己周围的生物世界了。

生物学又是一门新兴的学科。植物、动物、生态、形态、遗传、发生、仿生等学科本身在不断发展,新的学科如分子生物、细胞生物、群体生物,边缘学科如生物化学、生物物理又在不断涌现,全息生物学也就是这方面的一个例子。

希望本书能成为青少年和广大读者了解、认识、激发学习生物知识的起点,进而用自己的智慧和努力,为人类认识、利用、改造生物世界作出更多努力和贡献。

谈家桢

1995年3月

前 言

在生物界,不论动物、植物、微生物,一方面,子代和亲代有其相似的地方,另一方面子代和亲代又存在着差异。遗传和变异是每一个生物体的基本特点,遗传学正是研究性状遗传和变异的现象、本质和规律的学科,因此遗传学是生物学科中重要的基础学科之一。

近代遗传学的发展从1900年孟德尔的论文被证实算起,至今还不过90多年历史,在这90多年时间里,发展突飞猛进。20年代摩尔根与他的学生以果蝇为材料进行了深入细致的研究,创立了基因学说,形成了完整独立的经典遗传学的理论体系。特别是在1953年沃克与克里克提出DNA双螺旋模型学说后,分子遗传学应运而生。重组DNA技术及基因工程的研究得以广泛的开展。于是在医学、农业、食品工业等各个领域得到应用,随之而来的是研究成果累累,使遗传学成为目前研究生命体的引人注目的学科之一。

现代遗传学研究的成果已经对人类社会的工农业生产、医疗卫生及日常生活发挥了巨大的作用,所以在经济建设与发展中也是不可缺少的一门学科。

本书作为一本科普读物,主要从遗传学领域中发生的有趣故事及现象出发,介绍浅显的遗传学理论,一些专门术语尽

量少用,有关的化学和统计学知识也从简,力图使具有中等文化程度的读者都能看得懂,并在学习和工作中有参考价值。

由于作者水平有限,本书中难免有不足之处,祈求读者不吝赐教,以便改进。

目 录

- 1 遗传学的先驱——
摩尔根 (1)
- 2 奇妙的实验动物——
果蝇 (4)
- 3 人类染色体数目是多少? (7)
- 4 生男还是生女? (11)
- 5 亲上加亲要不得 (14)
- 6 双生子的故事 (17)
- 7 血型与遗传 (19)
- 8 小瑞德的诞生 (22)
- 9 辽宁毛孩 (25)
- 10 皇家病 (29)
- 11 道尔顿的发现 (31)
- 12 黑的、白的、呆的 (33)
- 13 童第周教授的实验 (36)
- 14 路易斯·布朗 (39)

15	非洲蛙、猛犸象、埃及王子	(42)
16	隐藏在肤纹中的遗传	(45)
17	痛会遗传吗?	(50)
18	马里鸟之死	(53)
19	微型的食品工厂	(56)
20	灵丹妙药	(58)
21	试管植物	(61)

1.

遗传学的先驱——摩尔根

托马斯·亨特·摩尔根由于他对遗传学染色体理论的卓越贡献，被授予 1933 年诺贝尔生理学 and 医学奖。他和他在哥伦比亚大学“果蝇室”的同事们为一门叫做遗传学的学科奠定了基础，这门学科为近代生物学带来了革命。

他是从来采访的新闻记者处获悉自己获奖消息的，对这消息他像往常一样把荣誉证书往抽屉里一塞而漠然处之，只允许报纸上登载一张站在一群左邻右舍孩子中间的他的一张照片。他并且没有按时去斯德哥尔摩参加正式颁奖仪式，而是在下一年去斯堪的纳维亚旅行途中顺便去受奖，4 万元奖金被平均分给了他自己的孩子及两个同事的孩子。

摩尔根于 1866 年出生在美国肯塔基州，他的父亲查尔顿·亨特·摩尔根，毕业于特兰西瓦尼亚大学，他没有加入兄长所经营的大麻和贸易业，而是在美国驻墨西哥领事处供职。摩尔根从小就喜欢生物，他常用一副逮蝴蝶的网到郊区去捉蝴蝶或去马里兰州渥克兰处霍华德家夏季别墅不远的山区采集标本。他曾在家里顶楼布置了贴有标签的鸟类、鸟蛋、蝴蝶、化石等标本。这间房子一直保持原样，他的妹妹一辈子就住在里面，直至 1956 年去世。

1880 年摩尔根考上了肯塔基州立学院预科班，这所学校后来发展成肯塔基大学。摩尔根选修了科学而不是古典文学，

在学校里系统地读完了植物学、化学、动物学和兽医学。1886年获得了理学学士学位,并且进入约翰·霍普金斯大学深造。

在霍普金斯大学开学的第一天就有当时首屈一指的达尔文进化学说的支持者英国博物学家托马斯·赫胥黎来校致开幕词。教师也经常讲些进化论,这充分表现了这所大学的学术思想自由交流的气氛。摩尔根在这所大学里,进一步研究了胚胎学。学校里崇尚“实验式”的研究方法也培养了他不依赖高级仪器进行研究的作风。

1891年9月,摩尔根离开霍普金斯大学,到布林马尔学院任教。他主讲生物学的课程并继续进行自己的研究工作,主要对柱头虫、两栖动物的蛙类及海鞘进行描述性的研究,1894年又进行了对发育的实验研究。他用简单的鲁布·戈德堡仪器研究若干种内部和外部因素影响卵的发育过程,并用实验证明半个或 $1/4$ 的卵能发育成一个完整的个体的过程。

1903年摩尔根与生物学家莉莲结了婚。他的妻子协助他的工作。这时他对突变学说产生了兴趣。从1909年起,他在果蝇中进行实验遗传学研究,在多次实验的基础上,发展了染色体遗传学说。摩尔根和他的同事还研究了果蝇在染色体上的基因是直线排列的,并且在生殖细胞生成时会发生交换,交换的频率取决于基因在染色体上的距离远近。摩尔根的学生斯特蒂文特还绘制了一张染色体图。染色体理论或如摩尔根所谓的“基因理论”,开始并不被所有科学家接受,如同任何真正的科学突破那样,这理论引起了一大批实验,但是在摩尔根的眼里,基因理论是强有力的。1928年他概述如下:

基因论认为个体的种种性状起源与生殖质内联在一起,形成若干链锁群的成对基因,生殖细胞成熟时,每一对基因分离……不同对的基因自由组合……有时也发生交换,交换的频率可以提供有关每个链锁群内成员向线性排列的证据

.....。

摩尔根在布林马尔大学、哥伦比亚大学、加利福尼亚理工学院工作中,发表了 21 本专著,370 篇论文。

摩尔根一直患有慢性十二指肠溃疡病,有时疼痛得以酒止痛,但他从不抱怨紧张、疼痛。他的妻子则根据他的食欲好坏来判断他这一天在大学过得怎样,并且根据容易作痛的胃的不适程度来估量他的各部著作的价值。1945 年,摩尔根病倒了,并开始胃出血,这才停止工作住进帕萨迪纳的亨廷顿纪念医院,并召回了孩子。12 月 4 日因动脉破裂而去世。摩尔根那种对科学孜孜不倦的热情、工作过程中的民主作风,他那种唯贤是用、尊重人才的态度,他那种动用公库资金的一丝不苟和解囊助人的慷慨态度,将永远留在人们的记忆之中。他不愧为遗传学的先驱,对细胞遗传学的发展产生了不可磨灭的影响和作用。

2.

奇妙的实验动物——果蝇

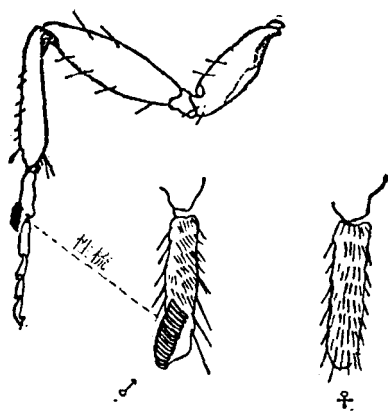


图1 雄果蝇的性梳

果蝇是一种比普通苍蝇小得多的蝇，通常生活在腐烂的水果上。成虫身长 0.6 厘米，有一对翅膀。雌果蝇腹部有七条易见的环节，而雄果蝇只有五节，在雄果蝇跗关节前端表面约有 10 个坚硬、黑色的鬃毛流苏，称为性梳(图 1)，在雌体上则没有这些性梳。

对果蝇最早作出书面描述的是亚里士多德，他曾提到有一种从粘液的幼虫孵化出来的成虫即果蝇。人们把它放在 *Oinopta* (嗜酒者) 属中，又称它为“爱露者”。最常用的一种叫黑腹果蝇，原产于东南亚，也许是在 1871 年前它们附着在一串香蕉上而来到了美国。昆虫学家伍德沃德在哈佛大学培养了这种果蝇，两年过去了，无论在眼睛颜色、翅膀形状方面都没有发现什么突变现象，就把果蝇推荐给了卡斯尔。卡斯尔培养了 5 年也没有发现什么，于是卡斯尔又向卢茨推荐。

卢茨至少发现过一种突变现象，又把果蝇推荐给摩尔根。

摩尔根把果蝇饲养在有香蕉渣的牛奶瓶中，他的学生佩恩在实验中最先使用这种小虫作为实验的材料，两年后他们几乎不指望能在黑暗的培养条件下会发现什么突变种。就在这时，第 69 代果蝇中暂时出现了一种眼睛几乎昏花的果蝇，佩恩叫来了摩尔根，庆贺他们几乎获得的成功。可是这些果蝇很快恢复了视力，并向窗户飞去，似乎什么也不曾发生过。

不过确实已经发生了什么，那就是一种近乎理想的实验动物已被引进摩尔根的哥伦比亚大学实验室。果蝇能毫无节制地、迅速地繁殖，它的食物是发酵过的香蕉，一只牛奶瓶能饲养成千上万个果蝇。

大约在 1910 年 5 月，在摩尔根的实验室中诞生了一只白眼雄果蝇，而它的兄弟姐妹眼睛都是红色的，它是从哪里来的呢？它可能是用射线照射后突变而来的，也可能是从别人实验室里产生而继承过来的。这时摩尔根家里正好添了第三个孩子，当他去医院见他妻子时，他妻子的第一句话就是“那只白眼果蝇怎么样了？”他的第三个孩子长得很好，而那只白眼雄果蝇却长得很虚弱，摩尔根把它带回家中，让它睡在床边的一只瓶子中，白天把它带回实验室，不久他把这只果蝇与另一只红眼雌果蝇进行交配，在下一代果蝇中产生了全是红眼的果蝇，一共是 1240 只。后来，摩尔根让一只白眼雌果蝇与一只正常的雄果蝇交配，却在其后代中得到一半是红眼、一半是白眼的雄果蝇，而雌果蝇中却没有白眼，全部雌性都长有正常的红眼睛。

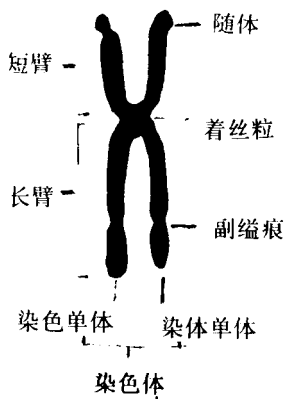
摩尔根对此现象如何解释呢？他说：“眼睛的颜色基因(R)与性别决定的基因是结合在一起的，即在 X 染色体上。”或者像我们现在所说那样是链锁的，那样得到一条既带有白眼基因的 X 染色体，又有一条 Y 染色体的话，即发育为白眼

雄果蝇。

摩尔根及其同事、学生用果蝇做实验材料。到 1925 年已经在这个小生物身上发现它有四对染色体,并鉴定了约 100 个不同的基因。并且由交配试验而确定连锁的程度,可以用来测量染色体上基因间的距离。1911 年他提出了“染色体遗传理论”。他的学生斯特蒂文特还绘制了一张果蝇染色体图,果蝇给摩尔根的研究带来如此巨大的成功,以致后来有人说这种果蝇是上帝专门为摩尔根创造的。

3.

人类染色体数目是多少？



人类细胞在一个特定的时期，即细胞有丝分裂中期，经秋水仙素处理后，染成深紫色，就可见到染色体都处在二分体状态。在显微镜下观察可见到“四臂”结构(图2)，由一个着丝粒将纵裂的长、短臂连结起来。这时在显微镜下统计一个细胞中染色体的数目是最好不过了。

人类染色体数目是多少呢？最早人们观察的结果是一个细胞中染色体数目是48条。其实人类的染色体数目是46条。

什么原因使人们在早先数不清一个细胞中的染色体数目呢？因为在处理过程中用等渗溶液处理，染色体聚集在一起，不易数清，后来很多科学家用低渗溶液处理后，细胞核膜吸水胀破，染色体分散，才容易数清。

这里还有一个小故事。华裔生物学家徐道觉，有一次请他的助手配制供实验用的等渗溶液，哪知他的助手配成了低渗溶液，第二天徐道觉用这低渗溶液处理细胞后，细胞核膜破

裂,染色体散得很开。这时数出的染色体数是 46 条。虽然他没有公布这个事实,但后来在利万等科学家的工作中也得到了证实。

人类细胞中的染色体数目是恒定的。把着丝粒的位置作标准就可把染色体分成四种类型(图 3):着丝粒在中央的就叫中央着丝粒型染色体。着丝粒在中央但偏于短臂处叫近中央着丝粒型,也可叫亚中央着丝粒型染色体。着丝粒偏于短臂端部就

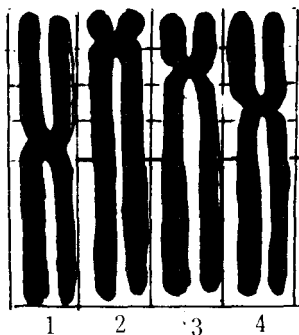


图 3 几种染色体类型图

1. 中央着丝粒染色体 2. 端着丝粒染色体 3. 近端着丝粒染色体 4. 亚中央着丝粒染色体

粒型染色体。着丝粒更偏于短臂端部称端着丝粒染色体。依据着丝粒的类型,再加上染色体的大小,把一个细胞中的全部染色体排列起来,分成七组(A、B、C、D、E、F、G)1 号到 22 号,再加上一对性染色体就叫做核型。女性为 46,XX,男性为 46,XY。如果染色体数目多了或少了都构成染色体数目异常,叫染色体数目畸变。

染色体数目畸变分两种类型,一种叫整倍体,即以 n 为倍数整倍、整倍地增减, $n=23$,其中 $2n$ 为二倍体, $3n$ 以上就叫多倍体。另一种叫非整倍体,即染色体组个别的增加一条或几条或者减少一或几条。其中 $2n+1$ 就叫超二倍体,就会有三体性的染色体发生如 $2n+21$,21 号染色体就是三条, $2n-1$ 叫亚二倍体,少了一条会产生单体,如 45,XO,X 染色体就是单体性的。产生染色体畸变的原因是减数分裂中第一次减数及第二次减数时染色体没有分离。染色体是由 DNA 及组蛋

白,少量 RNA 及酸性蛋白组成,染色体是基因的载体,因此染色体数目的畸变就意味着基因的改变,也反映出遗传物质的变化,酿成遗传病的发生。

有一种染色体病叫先天愚型,是由于第 21 对染色体多了一条,所以该病又叫 21 三体综合征(图 4)。患者有特殊痴呆面容,如眼距宽、塌鼻梁、张口伸舌、流涎、低位耳、智力落后,



图 4 18 三体综合征患儿的外观 18 三体综合征患儿的手
常伴有先天性心脏病,脚趾拇趾与第二趾间距宽,被人称为“草鞋脚”。染色体核型分析为 $2n+21$,即第 21 对染色体为三体性。还有一种叫 18 三体综合征的染色体病这是患者第 18 对染色体三体性造成的,患者后枕部宽,手特殊握拳,脚为摇椅样,患儿易夭折。

还有一种染色体病叫先天性卵巢发育不全综合征。外表女性,患者身材矮小,一般为 120~140 厘米,肘外翻,后发际低、颈项、盾状胸、外生殖器幼稚,卵巢发育不好、闭经、不育,染色体检查只有一条 X 染色体,少了一条 X 染色体。

还有一种染色体病叫猫叫综合征,染色体中第5号染色体部分缺失,患儿哭声似猫叫。其次是智力发育迟缓、小头、婴儿脸圆如满月状。这些都是由于遗传物质的变化而产生的遗传病。