



上海科普图书创作出版专项资助

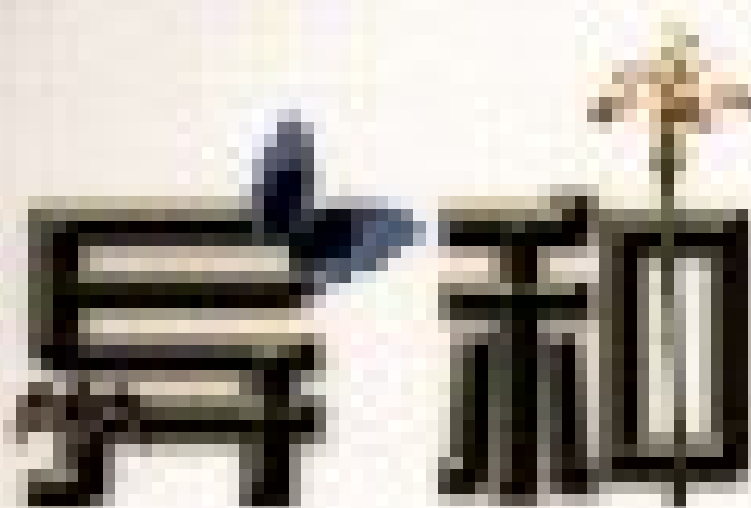


{ 100 年来最富传奇的生命科学发现 }

邢志华 · 编著

生命起源 米勒 摩尔根 果蝇 基因 连锁 重组 穆勒 突变 比德尔 塔特姆 酶 卢里亚 细菌 莱德伯格 遗传重组
麦克林托克 转座 赫尔西 蛋白质 病毒 修饰 沃森 克里克 双螺旋结构 科恩伯格 奥乔亚 合成 莫诺 雅各布
睡衣实验 操纵子 尼伦伯格 霍拉纳 遗传密码 罗伯茨 周正 夏盖 断裂基因 刘易斯 同源异形 阿尔伯 史密斯
内森斯 限制性内切酶 分子剪刀 尼斯莱因-福尔哈德 维绍斯 穆利斯 扩增 谢灵顿 巴甫洛夫 斯佩里 大脑 洛伦茨
印刻 嗅觉 兰德斯坦纳 血型 弗莱明 钱恩 弗洛里 青霉素 梅达沃 免疫耐受 班廷 麦克劳德 贝斯特 胰岛素
耶洛 放射性免疫分析法 布卢姆伯格 乙肝疫苗 托马斯 干细胞 科马克 亨斯菲尔德 特明 巴尔的摩 病毒致癌

上海文化出版社



{ 100 種最有趣的自然科學知識 }

科學出版社



上海科普图书创作出版专项资助

异和

{ **100** 年来 最富传奇的生命科学发现 }

邢志华 · 编著

上海文化出版社

图书在版编目(CIP)数据

异种:100年来最富传奇的生命科学发现/邢志华

编著. - 上海:上海文化出版社,2011.8

ISBN 978-7-80740-679-2

I. ①异… II. ①邢… III. ①生命科学-普及读物

IV. ①Q1-0

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第087122号

责任编辑

黄慧鸣

装帧设计

汤靖

书名

异种——100年来最富传奇的生命科学发现

出版、发行

上海文化出版社

地址:上海绍兴路74号

网址:www.shwenyi.com

印刷

上海交大印务有限公司

开本

700×1000 1/16

印张

14.75

字数

236,000

版次

2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

印数

1-3,210册

国际书号

ISBN 978-7-80740-679-2/G·539

定价

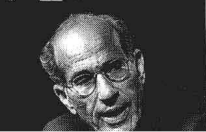
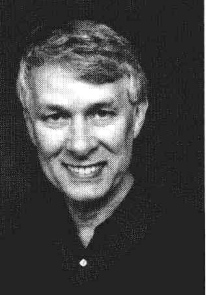
30.00元

告读者 本书如有质量问题请联系印刷厂质量科

T: 021-65410805

目录 CONTENTS

- 001 生命迷踪
关键词：米勒、实验、生命、起源
- 007 果蝇轻叩生命门
关键词：摩尔根、果蝇、基因、连锁、重组
- 013 异种
关键词：缪勒、X 射线、突变
- 018 双剑芒锋
关键词：比德尔、塔特姆、基因、酶
- 023 细菌中了500万以后
关键词：卢里亚、细菌、突变
- 029 第一种性
关键词：莱德伯格、细菌、有性繁殖、遗传重组
- 034 玉米夫人
关键词：麦克林托克、玉米、基因、转座
- 040 病毒PK细菌
关键词：卢里亚、病毒、复活、修饰
- 045 这是一个问题
关键词：赫尔西、DNA、蛋白质、遗传物质
- 050 华山论剑
关键词：沃森、克里克、DNA、双螺旋结构
- 056 酶的情人
关键词：科恩伯格、奥乔亚、RNA、DNA、合成



062 科学战士

关键词：莫诺、雅各布、睡衣实验、操纵子

067 破译生命的密码

关键词：尼伦伯格、霍拉纳、遗传密码

073 多歧路，今安在？

关键词：罗伯茨、周芷、夏普、断裂基因

078 果蝇重现江湖

关键词：刘易斯、同源异形、基因

083 天赐神刀

关键词：阿尔伯、史密斯、内森斯、限制性内切酶、分子剪刀

089 果蝇制造

关键词：尼斯莱因-福尔哈德、维绍斯、果蝇、发育、基因

095 啊哈，灵光乍现

关键词：穆利斯、PCR、DNA、扩增

100 探秘人体“司令部”

关键词：谢灵顿、巴甫洛夫、斯佩里、大脑

106 此中有真意

关键词：洛伦茨、雁鹅、印刻

112 揭开嗅觉之谜

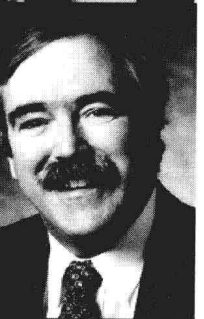
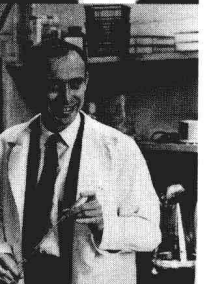
关键词：理查德·阿克塞尔、琳达·巴克、嗅觉、组合

117 血疑

关键词：兰德斯坦纳、血型、献血

目录 CONTENTS

- 123 **如果·他们**
关键词：弗莱明、钱恩、弗洛里、青霉素、瓦克斯曼、链霉素
- 129 **牛皮，鼠皮，肾移植**
关键词：梅达沃、免疫耐受
- 134 **江湖恩仇胰岛素**
关键词：班廷、麦克劳德、贝斯特、胰岛素、牛胰岛素
- 140 **女科学家更难**
关键词：耶洛、胰岛素、放射性免疫分析法
- 145 **肝胆相照**
关键词：布卢姆伯格、乙肝、疫苗、基因
- 150 **神奇的种子**
关键词：托马斯、干细胞、移植
- 155 **立体的镜子**
关键词：科马克、亨斯菲尔德、CT、稀土
- 160 **直觉了，认定了，追到了**
关键词：特明、巴尔的摩、病毒致癌、逆转录酶
- 166 **非常1加1**
关键词：毕晓普、瓦穆斯、癌症、原癌基因
- 171 **库鲁病之谜**
关键词：盖达塞克、普鲁西纳、库鲁病、朊病毒
- 176 **爬出试管的婴儿**
关键词：斯特普托、爱德华兹、试管婴儿、生殖技术



182 奇妙的“派对”

关键词：劳特布尔、曼斯菲尔德、核磁共振

186 疯狂的细菌

关键词：沃伦、马歇尔、幽门螺杆菌

192 克隆羊的进攻

关键词：威尔穆特、坎贝尔、克隆

198 $1 + 1 < 1$

关键词：法尔、梅洛、RNA 干扰

203 迎战艾滋病

关键词：艾滋病、传播途径

210 生命科学的“登月计划”

关键词：人类基因组计划、DNA 测序

215 诺贝尔生理学或医学奖获奖年表

223 后记

226 附记

生命迷踪

2005年6月23日晚上7点,第十四届生命起源国际大会颁奖晚宴在慈禧太后当年看戏的颐和园听鹂馆举行。美国斯克里普斯研究院的乔伊斯教授获得了国际生命起源协会的最高奖——尤里奖,他在高高的戏台上发表自己的获奖感言,34个国家的300多名学者见证了这一时刻。

他说:在我的研究生涯中,我要特别感谢一位大家都熟悉的朋友,斯坦利·米勒,他曾经给了我很大的帮助,激起我对生命起源的理论研究兴趣,同时鼓励我进行实验研究。

正对着戏台的“寿膳厅”前,顺着一条通道向上看,时年75岁的米勒坐在轮椅上,他也出席了整个晚宴,看着乔伊斯在高台上发言。今天晚上他精神很好,看上去非常兴奋。当他听到乔伊斯提到自己的名字时,心情异常激动,这让他想到了自己在芝加哥大学时的年轻岁月。



斯坦利·米勒(Stanley Miller)

师生辩论

1953年,美国芝加哥大学的教授协会正在举行一场激烈的辩论。当时的教授协会可以说是人才济济,原子弹研制的关键人物费米、“氢弹之父”泰勒、诺贝尔化学奖获得者尤里等都是当时的风云人物。这次辩论的焦点就是尤里23岁的学生米勒(Stanley Miller,1930~2007)设计的一个新颖别致的实验。他要用实验的方法探索

链接 Link

●地球是唯一有生命存在的星球吗?

现在的科学已经证明,太阳系除了地球以外,其他行星上都没有生命。但太阳系只不过是整个宇宙的沧海一粟。根据宇宙大爆炸理论,宇宙的产生至少已有 100 多亿年,类似太阳的恒星约有 1020 个,而有生命的行星至少会有 108 个。此外,凡是条件适宜的地方星际分子都有可能通过化学进化过程演变出生命。因此,虽然目前尚未发现地球以外存在生命,可在其他星球上发现生命的可能性依然不能排除。

●生命的奥秘,有待一一揭开

米勒和他的追随者们用一系列科学严谨的实验向人们展示了生命起源的奥秘,产生了大量的氨基酸,解决了生命起源的第一步。但氨基酸是如何相互组合和反应形成生命的大分子核酸和蛋白质的呢?生物的大分子又是如何形成生物的多分子体系的?生物的遗传物质到底是核酸还是蛋白质?人类是否能够借助这些研究治愈疾病并操作生命的进程?等等。这些问题有些已经获得了答案,有些还有待科学家们的——探索。

生命迷踪,试图用化学方法模拟生命起源的过程,合成生命的重要物质基础氨基酸。

在座的很多教授都对这个毛头小伙子的实验设想进行了无情的质疑。他们认为,生命起源是一个亘古未解之谜。地球上的生命产生于何时何地?是怎样产生的?人们在破解这一谜底之时,遇到过不少的陷阱。有时候仿佛见到了前所未有的光明,但实际上还是空欢喜一场。

当法国著名的科学家巴斯德破除了生命产生的自然发生论时,“腐草化萤”的说法不再为人所称道,但生命的起源似乎还是迷雾一团,即使在科学昌明的 20 世纪中期,相信生物和人类是上帝或者其他神灵所创的说法还是颇为流行。比如流行的一个观点就认为,生命就像蒲公英一样,本来就是宇宙所固有的,它飘到哪个星球,哪个星球就产生生命。著名的物理学家亥姆霍茨和化学家阿伦尼乌斯就认为宇宙中一直存在生命的种子,它们以孢子的形式,在太阳光的压力下,不断在星际间流走,落在地球上,地球就有勃勃生机。甚至还有其它关于生命起源的学说,都很神奇,可都缺乏关键性的证据;而米勒的实验设想,既没有前人的工作基础,也没有非常合理的解释,完全不可行。

但年轻气盛的米勒似乎早就准备好了让教授协会的教授们责难,他丝毫不以为意。他说,自从达尔文的进化论发表以后,认为物种的起源是生命本身演化的结果的思想已经很流行。但从非生命物质到生命物质的过渡完全是化学行为。地球的早期混沌一团,各种物质结构非常不稳定,熔岩四处喷射,这为化学行为创造了非常好的活动场所。在这一理想场所,偶尔产生生命的物质基础氨基酸并不是什么难事,就算是亿万分之一,这种

概率还是存在的。

“如果我们能够模拟出原始地球的大气成分,再模拟出当时电闪雷鸣的外在条件,就有可能获得我们心中的氨基酸。”米勒在总结陈词中非常自信地说。

死水微澜

米勒所信奉的生命起源的化学学说最初是从他的老师尤里那里听说的。他的导师提到了在具有高度还原性的地球大气中出现生命的可能性,并且建议感兴趣的人去开展实验。在老师的启发下,他逐步了解了苏联科学家奥巴林提出的“化学演化论”。

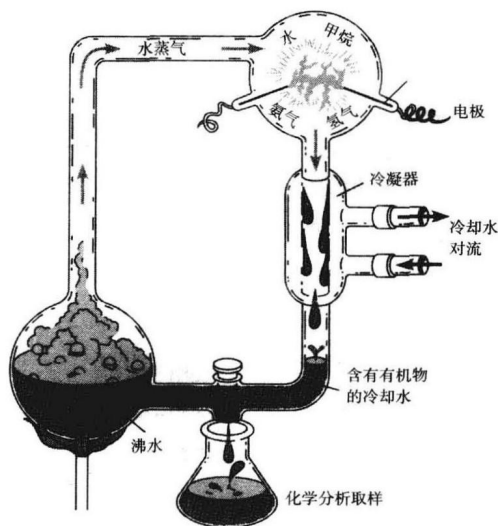
原来,在19世纪末20世纪初,有关生命起源的种种猜测非常流行,人们从生物、化学、物理和地质各方面的角度出发,探索着生命起源的线索和本质。德国化学家维勒1824年第一次在实验室人工合成了有机物尿素。而随着十月革命的成功,恩格斯关于“生命的起源必然是通过化学途径实现的”这一论点在苏联非常时髦。

当时,奥巴林凭着自己丰富的化学知识,在1922年就提出了还原性大气中可能生成有机物,并且提出生命最早产生于地球上的“原始汤”:在这个不起眼的原始星球上,地球表面到处是岩石和荒野,火山喷薄而出,地震绵延不断,呼啸而来的飓风吹过每一寸土地,地球内部的物质被高温分解成气体,伴随地壳的运动,冲入空中,形成了最初的原始大气。但此时的大气并不适宜人类居住,因为它很原始,缺乏供给生命呼吸的氧气。它的主要成分是水蒸气、氨气、氢气和甲烷。而原始地球的海洋也很小,因为没有臭氧层,太阳中的紫外线辐射和其他射线可以直穿大气层达到地面,而雷电、火山和放射性物质为生命的进化提供了大量的能源。这种原始大气在化学活动频繁的条件下,为无机物向有机物的发展提供了巨大的便利,氨基酸、核苷酸等生命的化学基础应运而生。随着地壳运动的渐趋缓和,火山不再像以前那样活跃,真正的大气开始形成,雨水把各种氨基酸运到地球的各个角落。32亿年前,产生了最原始的细胞,从此开始,这个星球上就有了生命,渐渐有了各种微生物、植物和动物,并最终产生了我们人类。

奥巴林把自己的理论设想发表在《莫斯科生物学通讯》上。1924年,他根据自己的最初设想,把自己的理论进行了扩充和普及,写就了《生命的起源》一书。1936年,奥巴林再次对自己的著作进行了修订,出版了《地球上生命的起源》,并在英美等国出版了英译本,从而使他的理论学说漂洋过海,在芝加哥大学年轻的米勒身上产生了波澜。

米勒实验

鉴于协会绝大多数教授的反对,尤里虽然赞同米勒的实验,可他也知道这样做的风险很大,如果迟迟得不到结果,米勒就无法按时获得博士学位。因此尤里的条件就是如果一年之内没有成功的迹象就要放弃实验计划。面对这种情况,米勒将何去何从?



米勒设计的实验装置

米勒设计了一种简易的密闭装置,把 200 毫升水加入到 500 毫升的烧瓶中,抽出空气。接着在装置里通入混杂有甲烷、氨气、氢气的各类气体。将入口玻璃管熔化封闭,然后对这个装置进行加热。水开始沸腾,成为水蒸气。水蒸气、甲烷、氨气和氢气在装置内开始形成循环。水蒸气驱动混合气体在玻璃管内流动,进入容积为 5 升的烧瓶中。这时,米勒再模仿原始地球,通过电极对这个装置进行连续放电,啪啪的声音在他们的实验室里回响,这就如同原始大气中的打雷和太阳辐射。

米勒对实验装置连续不断地进行加热放电,让混合气体充分进行循环和反应。整个实验持续了整整一个星期,米勒天天盯着他的实验装置,几天都不合眼,他仿佛看到了生命就在这些大气之中萌动。在冷凝器冷却后,产生的物质沉积在 U 型管中。他们对其中的化学成分进行了检测。结果发现,在装置冷凝的液体中,不但有水、甲烷、氢和氨,还得到了 20 种小分子有机化合物,其中有 11 种氨基酸。在这 11 种氨基

酸中,有4种氨基酸——甘氨酸、丙氨酸、天门冬氨酸和谷氨酸——是天然蛋白质所含有。

米勒兴奋异常,在第一时间把实验结果告诉了他的老师尤里。

论文首发

随后,米勒很快将他的实验结果写成了一篇科学论文。因为担心自己的大名可能会遮挡住米勒的光芒,尤里拒绝了米勒希望和导师联合署名的请求。尤里为了联系论文发表的事宜,很快与著名的《科学》杂志编辑部进行了沟通,尽量解释米勒工作的重要性,希望论文能够发表。但几个星期过去了,《科学》杂志杳无音讯。

就在这一紧要时刻,米勒从当时的《纽约时报》上读到一则科学新闻。俄亥俄州立大学的一名科学家也进行了模拟原始地球大气的放电实验,并得到了“十分复杂、难以分析的树脂状物质”。米勒看到这则消息以后,神情紧张地跟尤里说,俄亥俄那名科学家的工作与他的实验大体相同。而科学研究领域的发现只认第一、不认第二,功劳通常属于首先发表研究论文的人。

尤里在得知这一情况后也有所忐忑,他和米勒商量,决定从《科学》杂志撤回论文,改投《美国化学会志》。就在尤里与《科学》杂志的编辑联系撤稿的时候,《科学》的编委会主任方才有些着急,他一方面害怕把米勒的研究成果耽搁掉,另一方面也不愿意其他的科学研究杂志发表这一重要的科学成果。他对于米勒论文的延迟表示抱歉,同时表示愿意马上刊发,而且是作为主打论文。尤里和米勒同意了《科学》的这种做法。

1953年5月15日,米勒的研究成果终于出现在了著名的《科学》杂志上。

平息挑战

米勒的实验论文发表以后,正如预料的那样,科学界的很多前辈对之进行了怀疑和挑战。甚至研究生命起源问题的先驱奥巴林也一度不大相信米勒真的得到了氨基酸,他认为米勒的实验太顺利、太漂亮了。但是,米勒实验却支持了他的“原始汤”理论。

有些科学家认为,实验中所加入的各种反应气体和原始地球大气的成分有差异,其浓度要远远高于原始地球大气的实际浓度。米勒实验即使真的产生了氨基酸,也不能证明地球生命的真正起源。

但另外的一些科学家却积极行动起来,参照米勒实验,模拟了多种原始地球大气

的模型,改用别的能源,比如紫外线、X射线等,也都得到了类似的结果。尤其让人自豪的是,1959年,我们中国的科学家模拟米勒火花放电的方法,在实验中加入硫化氢气体,甚至得到了比米勒实验更多更复杂的氨基酸,如胱氨酸、蛋氨酸等。随着时间的推移,大多数的科学家在严谨的证据面前终于承认了米勒等人的研究成果,但现在仍有一小部分科学家对米勒以及随后的一系列实验表示怀疑。

米勒的实验首次成功模拟生命化学进化的第一步,把原始地球浓缩在小小的实验设备之中,重演了几十亿年生命发生的轨迹,让生命的化学演化理论居于科学的主导地位。虽然他的成就并没有获得瑞典皇家学院的青睐,但他的发现是诺贝尔奖级的。

米勒晚年曾是美国加州大学圣地亚哥分校的荣誉退休教授。由于中风,言词已经不是非常清楚,一条腿也完全瘫痪,因而不得不坐上轮椅,并最终于2007年辞世。他2005年的中国之行,既是中国科学界的一件幸事,也是米勒晚年生命中的一抹光彩。我们相信他的实验对人类社会的影响就像中国人民给予的掌声一样经久不息。

问 题

一问一答

1. 谁提出了生命起源的“化学演化论”?
2. 恩格斯关于生命起源的名言是什么?
3. 生命起源的假说主要有哪些?

答 案

1. 俄国科学家奥巴林在1922年提出了生命起源的“化学演化论”。
2. 生命的起源必然是通过化学的途径实现的。
3. 自然发生说、生生说、宇宙胚种论和化学演化论。

果蝇轻叩生命门

1910年春的一天,美国哥伦比亚大学校园内绿树苍翠,气候宜人。摩尔根正陪着学校里的另一位教员散步似的向他的实验室走去,因为他的这位同事听说摩尔根的实验室饲养了很多果蝇,他们整天侍候果蝇,并对其进行“严刑拷打”,非常好奇,早就想去看看“蝇室”。他们边走边聊,还一边开着玩笑。

果蝇是一种比苍蝇还要小一些的昆虫,体长只有几个毫米,喜欢在腐烂的水果上飞来飞去,所以人称果蝇。实际上它喜欢的是腐烂水果发酵产生的酒,古希腊人因此送其外号“嗜酒者”。

在摩尔根的实验室,这位教员被他所看到的情景惊到了。他首先看到摩尔根的助手斯蒂文特躺在一把藤椅上,腿搁在面前的桌子上,叼着烟斗,正在和摩尔根的另一位助手布里奇斯讨论着什么,而布里奇斯则坐在斯蒂文特搁腿的桌子上,手里拿着一根香蕉。他们两人看到摩尔根他们走进来也丝毫不以为意,只是随便打着招呼,继续自顾自地高谈阔论了。

摩尔根的同事接着看到一台巨大的X射线仪器,待稍微适应了一下室内的光线,他就发现了东一根西一截的烂香蕉,成群的果蝇飞来飞去,眼前的情景简直就像是蜜蜂的蜂房,一种嗡嗡的声音清楚而又沉闷。这时,摩尔根对着一些小瓶子指指点点,并跟他说饲养果蝇的好处。他说:“我这里饲养的主要是黑腹果蝇,非常容易,只要一只牛奶瓶,里面放些烂香蕉,就可以饲养数百上千只。有一段时间,饲养的果蝇实在太多,我们就偷偷到附近的奶农那里弄了一些奶瓶子,他们还以为是哪个小孩子偷走了。我这里的果蝇繁殖很快,它的卵孵化成幼虫只需要一天时间,大致在三四天后变成蛹,10天就能化为成虫。一年可以繁殖三十几代。果蝇只有四对染色体,形态比较明显,容易观察,非常适合作为遗传学的材料。只不过,我们实验室饲养果蝇两年来还没有什么大的发现,白白浪费了诸多时光。”

链接 Link

●染色体——生命遗传的主要物质基础

早在19世纪,生命组成的基本材料——细胞就被科学家们发现。细胞的中间是细胞核,当细胞被染色时,借助显微镜能够很清楚地观察到细胞核有一种物质被深深地着了色,因此被命名为“染色体”。染色体是细胞核内容易被碱性染料着色的丝状物质,由核酸和蛋白质组成,是生命遗传的主要物质基础。

●基因的人工诱变

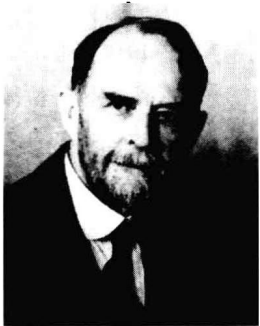
孟德尔和摩尔根的遗传学理论,科学地阐明了物种进化的内在原理。但在当时的条件下,基因变异基本上是自然发生的,无法人工制造基因变异,人们只是被动地对自然条件下发生基因变异的物种进行选择。但是今天,人类已经掌握了很多方法对物种的基因变异进行诱发,利用人工诱变培育优良品种。这一变化却要归功于摩尔根的学生缪勒。

摩尔根的同事看到这些乱七八糟的果蝇已经有所畏惧,听见摩尔根这么说,就顺着说摩尔根很有才华,迟早能有大的发现,然后找了个借口就溜之大吉。

出身名门

托马斯·亨特·摩尔根(T.H.Morgan, 1866~1945)1866年9月25日出生于美国肯塔基州列克星敦的一户

名门望族。父亲曾任美国驻西西里岛墨西哥领事,叔叔是美国南北战争时期南方联邦军的著名将领。不过摩尔根很少提到他的名门出身,因为他觉得上一



辈人的辉煌与他没有多少关系,况且南方战

托马斯·亨特·摩尔根
(T. H. Morgan)

败,他们家庭也失去了大部分财产,他可以说是成长在一个并不富裕的家庭。

摩尔根从小就喜欢旅游,爱好爬山,听溪水潺潺,还喜欢捕蝴蝶、掏鸟窝,收集化石和矿物标本。他16岁的时候就进入肯塔基州立学院学习本科课程,20岁时以优异的成绩获得动物学学士学位,并被推选为毕业生代表在毕业典礼上致词。但大学毕业以后,摩尔根有点烦恼,他不知道自己能干点什么,于是决定还是留在学校继续读书。同年秋天,他迈进了著名的霍普金斯大学研究生院,从此与生命科学结下了不解之缘。

霍普金斯大学的生物学系非常著名,师资力量雄厚,学术交流频繁,各种新鲜思想都能及时获

得传播。学校的教育理念是“一切通过实验”，注重培养学生独立自主开展实验的能力。霍普金斯大学的教育对学生影响非常大，摩尔根几乎终生践行大学里的教导原则，从不相信昂贵的仪器设备，更相信脚踏实地的工作作风。

支持还是反对？

当摩尔根在霍普金斯大学读书的时候，有关遗传的一些重要发现已经公之于世。当时的科学家已经可以在显微镜下观察完整的受精过程，并且知道蛔虫的受精卵中的染色体一半来自父亲一半来自母亲。也许是受到这些最新科学发现的影响，摩尔根开始对胚胎学感兴趣。

在摩尔根获得博士学位以后，他开始发现自己并不特别适合胚胎学研究，于是毅然转向了遗传学。因为遗传的规律犹如一首美妙的乐曲，而自己对达尔文的进化理论和拉马克的遗传理论都非常着迷。1903年，摩尔根应哥伦比亚大学生物系主任威尔逊的邀请，来到该校任教。

在哥伦比亚大学，摩尔根试图寻找生物适应性状的获得途径，是由于先天的变异还是后天的环境所导致？他期待通过自己的努力获得答案。与此同时，奥地利的孟德尔在修道院所做的豌豆实验和遗传因子概念也逐渐被人所了解。那一段时期，只要稍微经过一些时间，就会有遗传学的新消息传到摩尔根的耳朵里。摩尔根一开始就对孟德尔的学说和染色体理论非常确信，因为孟德尔的实验结果如此简洁明了，并没有什么值得怀疑的。

出于谨慎的考虑，摩尔根决定检验孟德尔定律。他用家鼠与野鼠杂交，希望能够获得确切的证据，但他得到的结果五花八门，根本无法用孟德尔定律来解释。而且，关于染色体上有基因的说法，当时还只是猜测，用猜测的理论来解释孟德尔的遗传学说，这不是摩尔根的风格。

这时候，摩尔根还发现有许多经验事实是孟德尔理论所无法解释的。比如性别，按照孟德尔的遗传法则，基因决定性状的比例是3:1，因此无论决定性别的基因是显性还是隐性，都会面对一个难以收拾的局面——自然界大多数生物的两性个体比例是1:1。

于是，摩尔根从孟德尔的“粉丝”转身而为孟德尔的反对者。

软硬兼施

1908年一次偶然的的机会，摩尔根发现了果蝇这一似乎是上帝特意选择而来的遗