

少年百科知识文库

奇异的生物工程

遗传与生物工程史

新疆人民出版社



少年百科知识文库

奇异的生物工程

上卷：遗传与生物工程史

新疆人民出版社

(新)新登字 01 号

少年百科知识文库

奇 异 的 生 物 工 程

上卷:遗传与生物工程史

☆

新疆人民出版社出版发行

各地新华书店经销 新疆大学出版社印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 117.2 印张 2350 千字

1995年3月第1版 1997年9月第2次印刷

ISBN7-228-03509-7/C·34

全套(24册) 总定价:132.00元

目 录

第一章	遗传规律的发现	1
第二章	遗传基因的探寻	22
第三章	双螺旋的贡献	52
第四章	基因工程	63
第五章	细胞工程创造奇迹	82
第四章	微生物工程的来龙去脉	103

第一章 遗传规律的发现

一、从三头怪兽和“童鱼”说起

《封神演义》和《西游记》是我国童叟皆知的神话故事。在这两部书中，三头六臂的哪吒以他那与众不同的长相和盖世武功降妖伏魔，他跟随姜子牙，扶助李天王曾立下赫赫战功。无独有偶，我国古代神话中也曾有过集狮、蛇、山羊三类动物的头于一身的三头怪兽，这种怪兽有何独特功能，至今不得而知。但不管是哪吒还是三头怪兽，都是神话。虚构的神话除反映人们对自然现象的恐惧外，同时也反映着人们战胜邪恶的良好愿望和改造自然的美好向往。

哪吒也好，三头怪兽也好，谁都没有亲眼见过，而说到“童鱼”，这倒是确实确实的人造奇迹。本世纪70年代，我国著名诗人曾为“童鱼”题诗写照。这位诗人就是赵朴初，当赵老见到一幅幅怪模怪样的“金鱼”图后，兴趣倍增，诗兴盎然，欣然命笔，写下了如下诗句：

异种何来首尾殊，画师笑答是童鱼。

他年破壁飞腾去，驱遣风雷不怪渠。

诗人所指首尾殊的异种就是童第周教授亲手创造的一种

新生物——童鱼。

童第周，我国杰出的生物学家，他出生于1902年，故乡是浙江鄞县一个名叫童家坳的山村，父亲是山村里的一位私塾先生，家里本来就很清贫，而童第周又是父亲的第七个孩子，家里的生活就更加拮据了。但是，童第周渴望上学读书，得到哥哥的帮助，经过刻苦的自学，直接跳班考上了效实中学的三年级插班生，因为没有打好基础，一开始成绩是全班倒数第一，可到期末考试的时候，他的成绩一下子跃进到全班正数第一，受到学校老师和同学们的称赞，毕业后，他又接着考上了上海复旦大学学习哲学心理学。

然而在那个时代，大学毕业以后面临的的就是失业。经过几番周折，童第周终于得到一个机会，到比利时留学。他在那里的比京大学改学生物学，在生物实验室里工作得十分出色。1933年，他从比利时回到中国，在山东大学生物系任教。新中国建立以后，童第周又被调到中国科学院动物研究所，专门研究生物的发育和遗传。他为探索生命奥秘，呕心沥血。他信奉真理，不畏艰险，不辞辛劳。他所创造的“童鱼”，举世瞩目。“童鱼”的出现，为人工创造新的生物开辟了更广阔的领域。

20世纪70年代初期，新中国还处于“史无前例”的动乱时期，科学园地一片死寂。在北京中国科学院的动物研究所内，大字报铺天盖地，像童第周这样的专家被打成了反动学术权威。在众多科学家朝不保夕的艰难岁月里，细胞研究室内灯火通明，这里正在进行着人类创造新生命的革命，在这次伟大革命中，一位七十多岁的长者运筹帷幄，冲锋陷阵，他就是童第周。

天刚朦朦亮，童教授在啼鸟声起之前已赶到细胞研究室。

研究室内的金鱼，好像善解人意似的，在童弟周先生到来之前互相追逐嬉戏，而在童先生到达之后，雌鱼开始产卵。金鱼的卵是童教授“革命”的对象。他要从金鱼卵中取走细胞核，然后再把鲫鱼或其他鱼类的细胞核放进去。想用这样的实验来观察一下，被换了细胞核的金鱼卵细胞，会发育成什么形状的鱼。

要给金鱼卵进行“外科”手术是十分困难的，因为动物身上的细胞一般都很小，直径只有几十分之一毫米，当然细胞里的细胞核就更小了，大概只有几百分之一毫米。他借助显微镜和熟练的细胞学技术，先将金鱼卵细胞的细胞核取出来扔掉，又把鲤鱼胚细胞的细胞核小心地取出来，使它保持完整无损，然后再用给人打防疫针那样的方法，把取出来的鲤鱼胚细胞核，注射进已经被取出细胞核的金鱼卵细胞里去，让鲤鱼的胚细胞核在金鱼的卵细胞质里发育。

童弟周为什么要把实验做得这么复杂呢？要知道，金鱼和鲤鱼亲缘关系相距很远，在分类学上分别属不同属的二个种。在外形上也明显不同，例如鲤鱼嘴角有须而金鱼无，侧线鳞片数目和脊椎骨的数目都有差异。让这两种鱼在自然情况下进行杂交是根本不可能的，只有用外科手术的方法，硬将鲤鱼胚胎细胞的细胞核移植到去掉了细胞核的金鱼卵细胞里，才能看出这样两种亲缘关系相距很远的鱼，被用外科手术的方法组合起来以后，会发生什么样的变化。

经过日复一日的精心培养，那些被重新组合的金鱼卵细胞终于发育成为一条条活泼的小鱼，它的模样很怪，嘴角长着鲤鱼的须，而它的脊椎骨数目和侧线鳞片数却又像金鱼，对于这种地球上从来没有出现过的怪鱼，既不能把它叫鲤鱼，也不

能再叫做金鱼。它是童教授用卓越的生物学知识和高超的移植技艺创造出来的新物种，于是科学家都亲切地叫它“童鱼”。

童教授初战告捷。童鱼临世的辉煌成果震撼了全球，在那震耳欲聋的庆贺声中，创造新生命的导演——童弟周却镇定自若。他告诫全体同仁，“宜将剩勇追穷寇，不可沽名学霸王”。成绩仅仅是继续前进的起点。

童教授的第二步目标是什么呢？他要进一步搞清楚，究竟是哪些具体的物质在影响着新一代的生物性状，也就是说，在鱼的卵细胞里面，是哪些具体的物质，携带着遗传信息，使新一代的童鱼，照着鲤鱼的特点，长出了鲤鱼的须；照着金鱼的特点，长出了金鱼脊椎骨的数目和侧线鳞片数。

原来，在成熟的卵细胞质里，存在着一种能把遗传信息携带给新一代的物质，这种物质叫做信使核糖核酸（英文的表示方法是 mRNA）。童教授带领着他的战斗集体，用化学的方法，把鲫鱼成熟卵细胞中细胞质里的 mRNA 提取出来，用它进一步进行生物遗传试验。

他们用注射针把鲫鱼的 mRNA 注射进金鱼的受精卵里，结果有 33.1% 的被注射的金鱼卵发育成了头尾相异的“童鱼”。这种鱼的头是典型的金鱼头，而尾部却由金鱼的双尾变成了鲫鱼的单尾。

更引人注目的是他们从两栖类的蝾螈内脏中，提取出一种叫去氧核糖核酸（DNA）的化学物质，把这种物质注射入金鱼的受精卵内，经过注射的金鱼受精卵，长出的金鱼中，有 1% 具有蝾螈的棒状平衡器，这种器官本来只有像蝾螈这样的两栖类才具有。当然，这种有棒状平衡器的金鱼也是童教授的杰作，也应该称作“童鱼”。

这样的“童鱼”是自然界所不存在的，它的诞生，为人类创造新生物带来了曙光。“童鱼”的出现，连它的创造者也并不认为是他个人的功劳。他认为，“童鱼”的问世是无数探索生命奥秘科学工作者的集体结晶。他只是带着有准备的头脑寻找到了幸运之神的代表而已。

在探索生命奥秘的长河中，开辟航向的应首推奥地利的僧侣格里高·孟德尔。

二、孟德尔在后花园里的研究

1822年出生于奥地利的孟德尔，童年、青年历尽苦难，在山穷水尽的困境下走进了布隆修道院，这位并非对上帝虔诚的小伙子，在修道院中倒也安于清贫，遵守院规。在那里，他与孤灯为伴，苦读四年“圣经注释”、“教会问答”等宗教专著，他的勤奋和才智赢得了该院最高权威那佩院长的欢心。他不仅将孟德尔提升为神父，而且送孟德尔到维也纳大学深造。从宗教殿堂进入科学大厅的孟德尔，立即对进化论、植物学、数、理、化等自然科学发生了浓厚的兴趣，在这座科学大厅里，他尽情地吸收着科学的营养，二年大学生活，转瞬即逝，当他再度进入修道院时，已对“圣经注释”等宗教界的宠论毫无兴趣，而生物体上代与下代间为什么能保持相同，又为什么同样的父母既会生下而目相像的子女，也会生下而目全非的子女等问题犹如空气那样成为他的“伴侣”。为了提开这个千古之谜，他利用修道院后面的花园种上了豌豆，一年年种，一年年收，春去春又回，匆匆八载过去。在这八年中，他终于揭开了上代

与下代“像”又“不像”这个千古之谜，为生物的遗传、变异奠定了科学基础。

孟德尔选用豌豆做遗传试验，是成功的关键之一。他看到，豌豆是闭花授粉的植物，由于长期的闭花授粉，保证了豌豆的纯洁性，也就是说，一个开红花的豌豆品种，后代也开红花，高杆的豌豆后代也绝对不会出现矮杆的……；他也看到豌豆中，红花与白花、高杆与矮杆、圆粒与皱粒……是那样泾渭分明。这些泾渭分明的一对一对的豌豆花色、粒形等称为相对性状。正是由于豌豆的遗传相对性状泾渭分明，而闭花授粉的特点，又使它们的遗传相对性状十分稳定，用具有这样特点的植物研究，很容易观察到受异种花粉影响的效果。

孟德尔还看到，豌豆虽然是闭花植物，但花形比较大，用人工的办法拔除豌豆花中的雄蕊，给雌花送上花粉是容易办到的。

孟德尔胸有成竹地开始了前人没有进行过的遗传实验。他一丝不苟地拔除了红花豌豆的雄花，送上白花豌豆的花粉，得到了杂种第一代(F₁)，第一代种子长出的豌豆开的是红花，让这第一代豌豆闭花授粉，得到了第二代种子，当第二代种子长出的植株开花时，除了四分之三的植株开红花外，还有四分之一的植株开的是白花。他把第一代出现的那个亲本的性状叫做显性性状，而未表现出来的那个亲本性状就叫做隐性性状。把第二代中两个亲本的性状同时出现的现象称为“分离现象”。真是无巧不成书，孟德尔在用豌豆做杂交试验时，仔细地观察了如下7对差别鲜明的性状：

- 花的颜色：红色与白色；
- 种子的形状：圆形和皱形；

子叶的颜色：黄色和绿色；
花着生的位置：腋生（即枝叉生）和顶生；
成熟豆荚的形状：饱满和缢缩；
植株的高矮：高和矮。

最初的试验是将上述单个性状上有明显差别的两种豌豆（亲本）杂交，上述 7 组相对性状分别做了 7 次杂交。7 次杂交的结果具有惊人的一致性。那就是杂种一代都只出现一个亲本的性状，例如开红花的植株与开白花的植株杂交，杂种一代总是清一色的红花；子叶是黄色的豌豆与子叶是绿色的豌豆杂交，子一代（F₁）总是具有黄色子叶的性状等等，这种在杂种一代中只出现杂交双亲中一个亲本性状的这种现象在孟德尔观察的 7 对相对性状和杂交中，无一例外。此外，当杂种一代自花授粉时，得到了杂种二代种子。在 7 次杂交的杂种二代中，都出现了二个杂交亲本的性状，即都出现分离现象。更有趣的是杂种二代中，第一代出现过的那个亲本的性状（即显性性状）和第一代未出现的那个亲本的性状（即隐性性状）都为 3：1。

惊人的一致性中有什么内在联系呢？才思敏捷的孟德尔不失时机地把握契机，在掌握了足够的事实后提出了自己的设想。他认为，生物体表现出来的性质和形状，即简称“性状”不过是人们能够通过感觉器官感觉到的表面现象，而现象的重复出现必定反映着某种内在的本质。根据这样的推理，他假定决定性状的内在根据是遗传因子，他十分明确地指出，生物体的每个单位性状是由两个遗传因子决定的。因为同一个单位性状会有明显的差别，例如花色（单位性状）有红有白，所以决定同一个单位性状的通传因子也会有两种形式，一种是决

定显性性状的形式，另一种是决定隐性性状的形式，这好比同样反映一个人的照片和底片。当决定某一单位性状的两个因子完全一样时（如两张均为照片或两张都是底片），这种遗传因子的组合方式就叫纯结合，不言而喻，纯结合就会有显性纯结合和隐性纯结合两种形式了，实际上纯结合的意思就是人们平时说的纯种罢了。如果决定某个单位性状的两个遗传因子不是完全相同，而是相似，犹如一张底片和一张照片那样，那么，这种遗传因子的组合就叫杂结合或异质结合，也就是平时常说的杂种。

孟德尔在对决定性状的遗传因子作了具体说明后又明确指出，生物体在形成生殖细胞时，原来成对的遗传因子必然不能同时进入同一个生殖细胞（生殖细胞可以叫性细胞，雄性的生殖细胞叫精子或精细胞，雌性的生殖细胞叫卵子或卵细胞），因此，每个生殖细胞中只有一对遗传因子中的一个。当雌、雄生殖细胞（即卵和精子）结合（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。

孟德尔在作出遗传因子决定性状的假设后，他立即意识到，决定某个单位性状的二个遗传因子（等位基因）在生物体形成生殖细胞时，各自分别进入不同的生殖细胞是杂种二代中显性性状和隐性性状出现 3:1 分离的内在原因。现在，“成对遗传因子（基因）在生物体形成生殖细胞时必然分离”已被称作遗传学第一定律，即分离定律。

为了说明遗传因子的分离及由此而出现的性状分离，不妨我们来进行一次特殊的扑克游戏。首先我们用扑克牌中的红桃 A 代表红花因子，用黑桃 A 代表白花因子。现在甲、乙两人手中分别有两张红桃 A 和黑桃 A。游戏按每人每次出一张

牌的规则进行,可想而知,一次游戏结束,每人手中仍是两张 A,但此时每人手中已各有一张红桃 A 和黑桃 A。按照游戏的另一条规定,凡是红的和黑的在一起时,红的总放在黑的上面,这样一来,虽然每人手中各有一张红桃 A 和黑桃 A,实际上看到的是每人手中只有红桃 A。每人手中的两张牌相当于每个亲本具有一对遗传因子。每人每次出一张牌,相当于同对遗传因子在形成生殖细胞时的分离。甲、乙两人各出一张牌放在一起,相当于受精。红桃 A 总放在黑桃 A 上面,相当于红桃 A 是黑桃 A 的显性。如果手中各有一张红桃 A 和黑桃 A 的甲、乙两人继续按每次每人出一张牌、红桃 A 放在黑桃 A 上面的规则玩扑克,那么有可能在 4 次出牌中,有一次各自的红桃 A 遇在一起,还有二次各自的一张红桃 A 遇到对方的黑桃 A,由于红桃 A 总放在黑桃 A 的上方,因此,这二种情况表面看来也只出现红桃 A,另外一次是甲、乙双方的黑桃 A 相遇。因此出现了 3 次红桃和 1 次黑桃的格局,就像上图所表现的那样。

孟德尔在总结出遗传因子的分离规律后,又进一步分析了不同对遗传因子在生物体产生生殖细胞时的相互关系。根据他的追踪试验,他得到的结论是十分简单明了的,即生物体在形成生殖细胞时,每对遗传因子都要分离,各对遗传因子的分离,彼此间互相不受影响,即每对遗传因子的分离是各自独立的。由于各对遗传因子分离的独立性,使原属不同对的遗传因子有可能自由搭配(组合)在一起进入同一个生殖细胞中。现在,把各对基因的独立分离和不同对基因的自由组合已被称为遗传学第二定律,即自由组合定律或独立分配规律。

如果用扑克牌中的 A 和 K 代表不同对的遗传因子。假设

现在甲手中有两张红桃 A 和两张红桃 K，乙手中有两张黑桃 A 和黑桃 K。游戏时，每人各出一张 A 和一张 K（出牌相当于形成生殖细胞时的成对因子分离），这样一次游戏结束，甲、乙两人手中的 4 张牌，就都为 2 张 A 和 2 张 K，且 A 和 K 中都是一红一黑。此时的甲和乙继续按各出一张 A 和 K 的规则游戏，则甲和乙在抽 A 和 K 时，就可能出现 4 种 A 与 K 的搭配形式，即红 A 与红 K 在一起，红 A 遇到黑 K，黑 A 遇到红 K，黑 A 与黑 K 相遇。甲、乙两人各自抽一张 A 和一张 K 好比生物体在形成生殖细胞时，各对因子（基因）的独立分离和不同对基因间的自由搭配。当甲、乙两人抽好牌后，下一步是出牌，在出牌过程中，甲的 4 种搭配可与乙的 4 种搭配充分相遇，换句话说就会有 16 种相遇的可能，由于在 16 种相遇的可能性中，红 A 总在黑 A 上面，红 K 总在黑 K 上面，因此，16 次相遇中，会有 9 次看到红 A 和红 K，3 次看到红 A 和黑 K，3 次为黑 A 和红 K，只有 1 次为黑 A 和黑 K，就像下页图所表示的那样。

本该弘扬上帝教义的孟德尔，不顾教义的约束，更不怕亵渎上帝，他在上帝的殿堂上养鼠、种豆以致进行人工杂交，理所当然地遭到上帝卫道士们的诽谤和攻击。指责孟德尔是上帝的叛徒者有之，斥责他在教堂里开妓院者有之。可是科学特别喜爱上帝的叛逆者。正当孟德尔在后花园中默默耕耘时，真理正悄悄向他走去。最后，孟德尔与真理相互拥抱了，可是，拥抱真理的孟德尔并未立即发出耀眼的光辉。

当孟德尔把八年积累的资料整理成文求教于当时的植物学权威、瑞士的耐格里时，这位名噪一时的学者由于对植物的遗传和变异规律一无所知而全盘否定了孟德尔的结论。他认

为,孟德尔的试验充其量是数数豌豆而已,数豌豆怎么会发现科学定律呢?!这位权威的言论和漫不经心的态度不仅把孟德尔这位上帝的叛逆者又送回给上帝,而且使孟德尔的科学结论在全世界 120 多个国家的图书馆中沉睡了 34 年。

耐格里可以将孟德尔推向上帝的怀抱,但科学永远不会与上帝握手。当历史的时针指到 1900 年时,三个互不相识的异国科学家同时公布了自己多年来进行豌豆杂交试验的结果,他们分别公布的结果却是完全一致的,这真是科学史上一次最奇妙的巧合!

这三位科学家是荷兰的德弗里斯、奥地利的邱歇马和德国的柯伦斯。当这三位科学家在自己的国度里整理试验数据时,个个都抑制不住内心的激动,因为结果和数据太美了,他们都以为自己首次发现了生物的遗传规律。当他们在图书馆里寻查有关资料时,三位科学家又不约而同地在布满尘埃的书架上看到了孟德尔的《植物杂交试验》论文,当他们仔细地看完了这篇在 34 年前已问世的论文后,孟德尔的伟大名字已占据了他们的心田。他们认为,孟德尔的伟大,在于早他们 34 年就发现了遗传学规律,孟德尔才是遗传学的真正奠基人,而他们只不过是对孟德尔的结论作了一次证实而已。

这三位学者在 1900 年同时发现了孟德尔所论述的“分离规律”和“自由组合规律”以后,遗传研究领域的万马齐暗的沉闷局面打开了,一时间歌颂孟德尔定律的和向孟德尔定律挑战的转入了一场激烈的争论。歌颂者预言:“从热力学的二大法则可以演绎出全部热力学,从麦克斯韦公式可以演绎出全部电动力学,从孟德尔法则可以演绎出全套理论进化学与数量性状遗传学。”挑战者认为孟德尔发现的仅仅是适合于豌豆

的遗传定律，复杂的生物界的遗传规律，绝不是孟德尔的分离和自由组合可以概括得了的。争论的双方为了稳操胜券，各自拿出了自己掌握的事实。在经过一场摆事实、讲道理的论辩后，不仅使“分离规律”和“自由组合规律”更加稳固，而且引出了“数量遗传”和“细胞遗传”。

三、接二连三的挑战

1909年，丹麦学者约翰逊觉得孟德尔假设中的“遗传因子”使用不方便，他认为“基因”比“遗传因子”更能反映事物的本质。如果，这也算一次挑战的话，那么，自约翰逊提出的“基因”之后，孟德尔的“遗传因子”就让位约翰逊的“基因”了。

同年，瑞典人尼尔逊·埃尔对孟德尔假定的一对遗传因子决定一个单位性状提出了挑战。尼尔逊·埃尔仿效孟德尔的杂交试验法，用红皮小麦和白皮小麦杂交，杂种一代的籽粒皮色全为淡红色，杂种2代也出现分离，但红皮和白皮小麦的分离比除出现3:1外，还有15:1和63:1等多种形式。孟德尔从未看到过15:1和63:1这种现象，用一对基因决定一个单位性状也确实说不通。难道孟德尔发现的规律初遇挑战就要落荒而逃吗？幸好，尼尔逊·埃尔本人也是一位卓越的科学家，他信奉科学真理，也能在真理的长河中开拓前进的道路。在试验结果与孟德尔假定出现矛盾时，他创造性地提出了自己大胆的设想。他认为，小麦的杂交试验结果预示着小麦皮色可以由一对基因决定，也存在着二对基因、三对基因和多对基因决定的情况。这个观点不仅继承了孟德尔发现的二条定律

而且在继承的基础上发展了孟德尔学说。为什么这么说呢？你大概还很清楚，由一对基因决定的红花豌豆和白花豌豆杂交所得到的杂种二代中，开红花和开白花植株的比是 3:1，也可写 $(3+1)^1$ ，这里的指数 1 代表一对基因。如果指数为 2，则杂种二代中显性和隐性的比例就呈 $(3+1)^2=9+6+1$ ，由于 9 和 6 都表现显性性状，只有一份表现隐性性状，所以杂种二代中，显性和隐性个体的比例就为 15:1。同理，由 3 对基因决定一个单位性状时，杂种二代中显性和隐性的比为 $(3+1)^3$ 的展开，即为，前三项中都有显性基因，因此都表现显性性状，只有最后一项表现隐性性状，这样，显性和隐性在杂种二代的比例就为 63:1。尼尔逊·埃尔的假定不仅说明孟德尔的分离定律和自由组合定律是正确的，而且还修正和补充了孟德尔假定的不足，这次挑战在补充和修正中结束了。

1910 年，美国的伊斯特在玉米上也看到了多对基因决定一个性状的现象。

1913 年，美国的斯蒂特文特在用灰兔和白兔做杂交试验时，杂种二代出现灰兔和白兔的分离，分离比也为 3:1。这说明灰色基因对白色基因来说，前者是后者的显性。当他用白兔和一种喜马拉雅兔杂交时，杂种一代全为喜马拉雅兔的表型（喜马拉雅兔的表型是四肢端部、耳端、尾端都呈黑色，其余部位全为白色），杂种二代中，出现了白兔和喜马拉雅兔的分离，喜马拉雅兔和白兔的比例为 3:1。这二次实验的结果，灰基因和喜马拉雅毛色基因都是白基因的显性，即白毛基因同时会有二种显性基因。这种由三种不同形式的基因决定一种单位性状的情况，孟德尔也没有看到过，他只是指出决定一种性状的基因会出现显性和隐性这两种形式，并把决定同一性状的