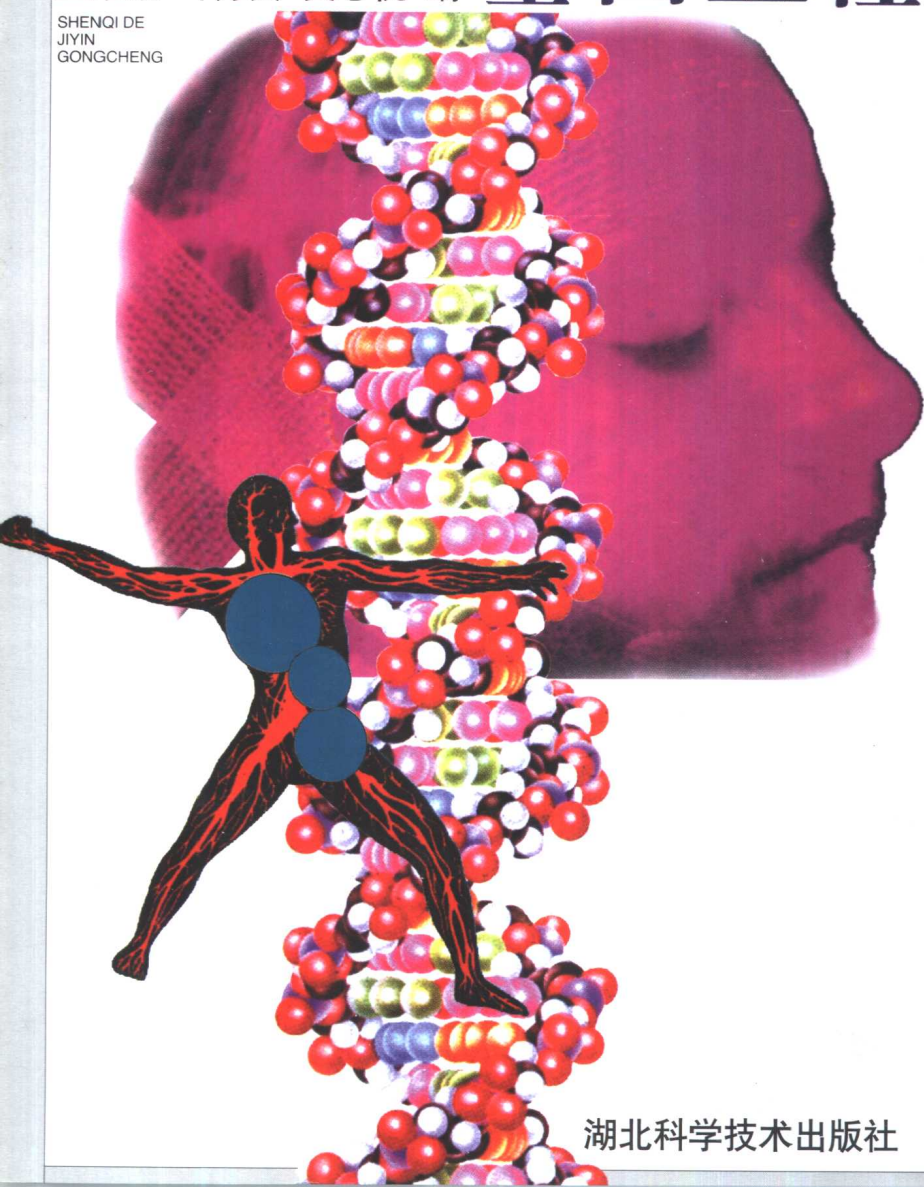


神奇的

基因工程

王维焱 叶方寅 吴心悦 编

SHENQI DE
JIYIN
GONGCHENG

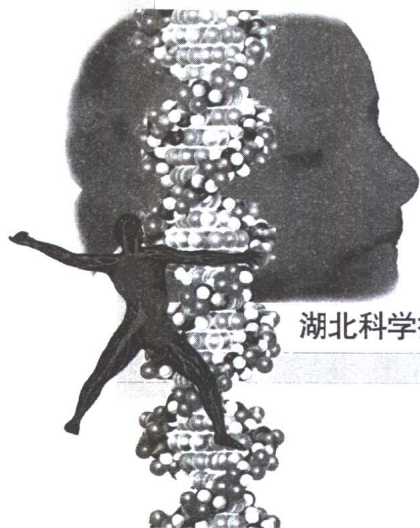


湖北科学技术出版社

神奇的 基因工程

王维焱 叶方寅 吴心悦 编

SHENQI DE
JIYIN
GONGCHENG



湖北科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

神奇的基因工程 / 王维焱, 叶方寅, 吴心悦编. — 武汉: 湖北科学技术出版社, 2001.10

ISBN 7-5352-2660-4

I. 神... II. ①王... ②叶... ③吴... III. 基因—遗传工程—普及读物 IV. Q78-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 022722 号

神奇的基因工程

© 王维焱 叶方寅 吴心悦 编

责任编辑: 蔡荣春

封面设计: 王 梅

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 86782508

地 址: 武汉市武昌黄鹂路 75 号

邮编: 430077

印 刷: 武汉第二印刷厂

邮编: 430100

850mm × 1168mm

32 开

4.625 印张

110 千字

2001 年 10 月第 1 版

2001 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1-3 000

定价: 8.00 元

ISBN 7-5352-2660-4 / R · 583

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换



目 录



1	引 言
3	1 孩子像父母的秘密
5	豌豆种植中发现的规律
13	摩尔根和果蝇
16	2 撩开基因的面纱
16	细胞遗传物质的携带者——染色体
19	揭开基因的本质
29	3 爬不完的螺旋梯
30	脓液中隐藏的核素
32	揭开 DNA 结构的奥秘
38	DNA 的半保留复制
41	破译“密码”
45	4 从 DNA 到蛋白质
45	RNA 为何物
48	从 DNA 到蛋白质
53	5 基因突变

57	6 给基因下定义
59	7 寻找基因表达的调控系统
65	8 生命的“运载火箭”:质粒和噬菌体
65	质粒
71	噬菌体
77	9 “手术刀”和“缝合线”
78	基因工程科学家的“手术刀”
82	基因工程科学家的“缝合线”
83	其他工具酶
85	10 目的基因的制备
85	从生物的基因组中分离目的基因
88	人工合成目的基因
90	11 基因工程的基本过程
92	DNA 分子的体外重组
95	DNA 分子的连接
96	外源基因的克隆
100	目的基因克隆的选择和鉴定
106	目的基因的表达
109	真核基因在大肠杆菌中的表达
111	转基因动物
115	12 基因工程成果谈
115	基因工程与制药工业
122	基因工程与农业
129	基因工程与医学
134	基因治疗
140	后 记
141	主要参考文献



引 言

电影《失落的世界》栩栩如生地再现了远古时期的恐龙。而电影中所描述的恐龙竟是基因工程技术的产物。

1993年，依据美国科幻小说《侏罗纪公园》拍摄的电影《侏罗纪公园》的上映，在全世界范围内掀起了一股经久不衰的恐龙热。直至1997年《失落的世界》的上映，这股恐龙热仍不见降温。观众在发出对计算机多媒体动画模拟和遥控模型等高科技手段能栩栩如生地再现远古时期的恐龙世界的赞叹的同时，也对原作者非凡的科幻能力发出由衷的赞叹。

确实，原作者的科幻能力是超常的。作者竟能想象从琥珀——史前树液的石化树脂中提取出远古时期吸血昆虫肚子里的恐龙血，从中分离出恐龙DNA（脱氧核糖核酸），破译恐龙的遗传密码，然后利用基因工程技术，人工无性繁殖出侏罗纪时期和白垩纪时期的恐龙。

赞叹之余，许多人可能要问了：什么是基因工程技术？为什么想象用基因工程技术繁殖恐龙？

基因工程又称为遗传工程或重组体 DNA 技术。它是一项将一种生物的基因通过载体运送到另一种生物的活细胞中，并使之增殖（称之为“克隆”）和行使正常功能（称之为“表达”），从而创造生物新品种或新物种的遗传学技术。基因工程技术始于 1973 年，经过 20 多年的发展，基因工程技术已日臻完善。目前，基因工程技术已在工业、农业、医学和环境保护等各个领域发挥了巨大的作用。随着基因工程技术的深入研究，基因工程技术已展示出更美好的前景。

基因工程技术是一种很复杂的技术，它涉及到许多基础理论，包括遗传规律、DNA、RNA、遗传密码、酶……只有了解这些基础理论后，你才会对基因工程技术有一个较为清晰的认识。那时，你就会知道为什么作者能想象出用基因工程技术繁殖恐龙了。

让我们先从遗传规律谈起吧！



孩子像父母的秘密

孩子像父母是遗传所致，而遗传是一种普遍的生命现象。孟德尔和摩尔根分别从豌豆种植和果蝇中揭示了遗传学上的三大规律。从此，遗传学发展的步伐大大加快。

孩子像父母，好像是天经地义的事。确实，父母与子女间有惊人的相似性。无论是身高、体型、肤色还是眼皮单双、睫毛长短、鼻梁高低、鼻翼大小……从子女身上都可看到父母的影子。这种父母与子女间保持着的形态、结构、生理功能、生化反应、行为本能等各方面的相似性就叫做遗传。遗传是一种普遍的生命现象。只要是生物，不管你是万物之灵的人类，还是最简单的噬菌体，全都毫无例外地存在着遗传性。由于遗传性的存在，所有生物物种在漫长的岁月中都保持着相对的稳定性。如2000年前的山顶洞人和今天的人在模样上并没有什么差别；而四五亿年前的腕足类海豆芽，至今也未发生显著变化。

子女像父母，但是子女又不完全像父母。即使是孪生子女——双胞胎之间，都存在着这样或那样的差别。正所谓“一母生九子，九子各别”。因此，父母与子女之间和子女与子女之间还存在着不完全一样的地方，也就是说，存在着变异。变异就是指父母与子女间在形态、结构、生理功能、生化反应、行为本能各方面的不相似性。遗传学是研究生物的遗传和变异的科学。说具体一点，

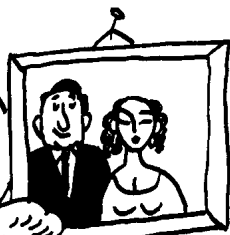


世界上没有两片相同的叶子

就是研究生物的相似性与不相似性。子代为什么像亲代？子代和亲代之间以及子代个体之间，为什么又相似又不相似？这其间有什么规律？



有人说我像爸爸，有人说我像妈妈，我到底像谁呀？



豌豆种植中
发现的规律

伟大的物理学家牛顿坐在苹果树下看书，一只苹果从树上掉了下来，落在了他的身上。“苹果为什么掉在地上？”这个司空见惯而世人漠然处之的现象引起了牛顿的深深思索，结果他



发现了万有引力定律。孩子像父母,但又不完全像父母,这又是一个见怪不怪的现象。为了合理解释这个异同,遗传学家孟德尔进行了8年的豌豆杂交种植试验,发现了遗传学上最普遍的规律(或称定律)——分离规律和自由组合规律。

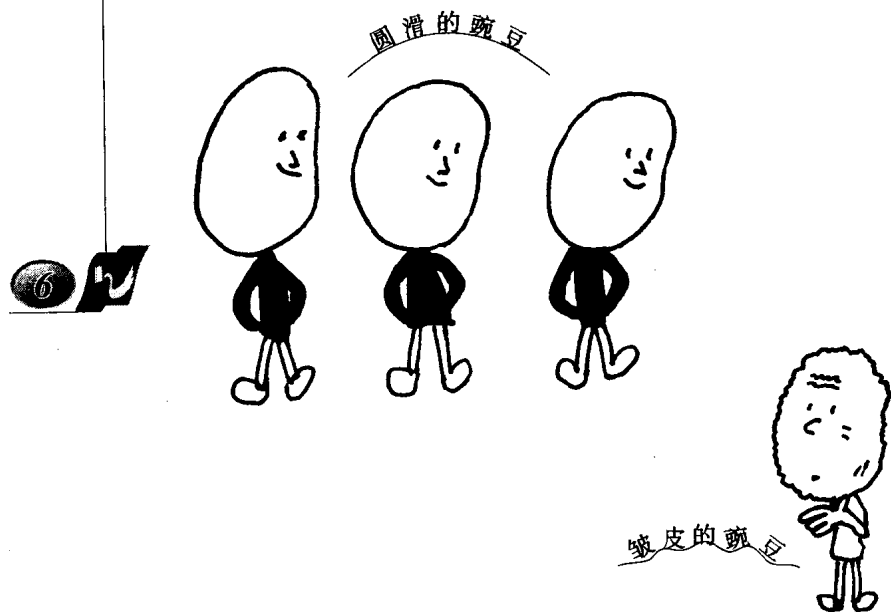
孟德尔 1822 年出生于当时奥地利海森道夫的一个小镇上,是一个农民的独生子。家境虽然贫寒,但自小仍受到了较好的教育,中学时对自然科学发生兴趣。1847 年,连续向教会申请了 4 年的孟德尔获得了神父的职位。1851 年到 1853 年,孟德尔在维也纳大学学习期间,

受到了良好的植物学和物理学训练。1854 年回家乡继续在修道院任职。1857 年起,孟德尔在植物学家奈盖里的指导下,在捷克的布尔诺教堂的苗圃中,进行了 8 年的豌豆杂交试验。于 1865 年发表了著名论文《植物杂交》试验,提出遗传因子的分离和自由组合假设。

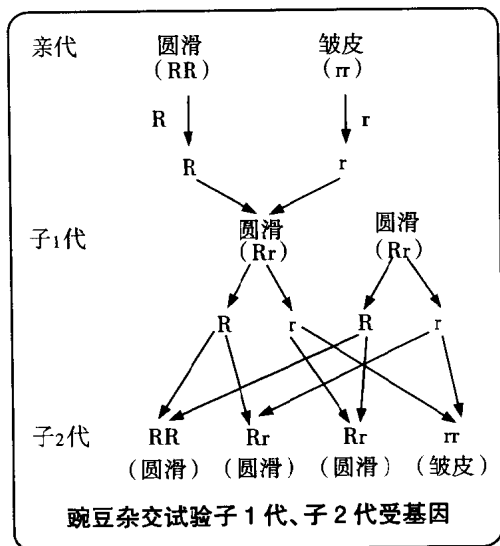


孟德尔为什么要用豌豆作试验呢？因为豌豆有许多优点适合做植物杂交试验。它有许多品种，植株高度、花色、种皮颜色等性状都能非常稳定地遗传给下一代，因此把它们区别开来是很方便的。而且豌豆通常是严格的自花授粉的植物，只要把花中的雄蕊或雌蕊去掉进行人工授粉就能进行植物杂交试验。为了分析试验结果，孟德尔用统计学方法对杂交试验结果进行处理。

孟德尔用纯种圆滑和纯种皱皮的豌豆进行杂交，所得的结果是，杂交后结出来的豌豆（即子₁代）全都是圆滑的。子₁代自花授粉后所结出来的豌豆（即子₂代）有圆滑的，也有皱缩的。253 株子₁代的果实——豌豆共 7324 粒，圆滑的有 5474 粒，皱皮的有 1850 粒，二者比例大约为 3 : 1。

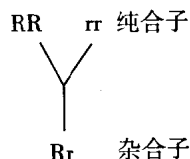


对于这个试验结果，孟德尔假设生殖细胞中含有控制性状发育的遗传因子（现在称为基因）。在体细胞中，基因是成对地存在。我们假设把圆滑豌豆的体细胞中的一对基因称为 RR ，皱皮豌豆体细胞中的一对基因称为 rr 。这些圆滑或皱皮的豌豆，也就是具有 RR 或 rr 这样一对相同基因的豌豆，称为纯合子。具有两种不同基因的纯合子（圆滑和皱皮）的亲代经过杂交，各自拿出一个基因（ R 或 r ），繁殖成的子₁代的基因全部为 Rr 的个体。由于这一对基因彼此不同，故称为杂合子。子₁代的外形都是圆滑的，我们就将它称为显性性状，控制显性性状的基因 R 我们就称为显性基因；子₁代虽外形没有表现出皱皮，但隐含着皱皮的基因，我们就将它称为隐性性状，控制隐性性状的基因我们就称为隐性基因。



因为子₁代所含的基因型都是 Rr ，所以子₁代自花受粉后所结出的豌豆，即子₂代所具有的基因型就应该有 4 种：即 RR 、 Rr 、 Rr 、 rr ，因此圆滑与皱皮的比例就成了 3 : 1。

为了证实这个假说的真实性，孟德尔又进行回交试验，并对试验结果作出一些预测，以此来证明他提出的理论的正确性，其结果与预测一致。这样，经过反复验证，孟德尔就提出了分离律，即生物在形成生物细胞时，成对的基因彼此分离，分别进入不同的生殖细胞。分离规律又称为孟德尔第一定律。



分离规律是生物界最普遍的遗传规律。无论是动物、植物、微生物还是人,都存在着性状分离现象。如用纯种的黑豚鼠和纯种的白豚鼠进行杂交,其子₁代都是黑色的;如用子₁代个体相配,产生的子₂代就既有黑色,也有白色,其比率也为3:1。又如依据分离规律的原理,可从已知双亲的血型来判断子女的血型(表1)。

表1 双亲ABO血型 and 子女间血型遗传关系

双亲血型		子女可能有的血型	子女不可能有的血型
A	A	A, O	B, AB
A	O	A, O	B, AB
A	B	A, B, AB, O	-
A	AB	A, B, AB	O
B	B	B, O	A, AB
B	O	B, O	A, AB
B	AB	A, B, AB	O
AB	O	A, B	AB, O
AB	AB	A, B, AB	O
O	O	O	A, B, AB

从双亲血型来判断子女血型可用来进行法医学鉴定和亲权鉴定。



爸爸是AB型,妈妈是O型,我是不是4种血型都有可能呢?



孟德尔在弄清了一对相对性状的遗传规律——分离规律后,又依次研究了2对、3对性状的遗传规律,提出了自由组合规律。这里我们仅用2对性状的遗传规律来叙述自由组合规律。

孟德尔用黄色子叶、圆滑的豌豆和绿色子叶、皱皮的豌豆进行杂交。这里,圆滑皱皮是一对相对性状,圆滑为显性,皱皮为隐性。黄色与绿色为另一对相对性状,即黄色为显性,绿色为隐性。

杂交后的子₁代和所预测的一样,由于只有显性表现,故所有个体都是黄色圆滑。但在子₁代自花受粉产生的子₂代中,则出现了4种不同类型:黄色圆滑、绿色圆滑、黄色皱皮、绿色皱皮。统计这4种类型的数目,发现它们之间的比率关系为:9:3:3:1。

9:3:3:1这个比率是怎么得来的呢?孟德尔假设:2对相对性状共同遗传时,单就每一对性状来看,显性与隐性的比率都仍然是3:1,表明这2对性状的遗传是互不影响的独立事件。既然如此,根据数学上的概率原理,两个独立事件同时发生的概率应当等于每一事件单独发生时概率的乘积。如果用R代表圆滑,r代表皱皮,Y代表黄色子叶,y代表绿色子叶,在一对性状遗传时,各种表型的概率分别为:

圆滑 $3/4$,皱皮 $1/4$;

黄色 $3/4$,绿色 $1/4$ 。

当这两对性状共同遗传时,各种表型的概率应当等于二者的乘积,即:





黄色圆滑的概率 $=3/4 \times 3/4 = 9/16$;

绿色圆滑的概率 $=1/4 \times 3/4 = 3/16$;

黄色皱皮的概率 $=3/4 \times 1/4 = 3/16$;

绿色皱皮的概率 $=1/4 \times 1/4 = 1/16$ 。

从这里看出，子₂代各种表型的比率恰好是 $9:3:3:1$ 或 $(3:1)^2$ 。

按同样道理推断，这两对性状在单独遗传时，各种基因型的比率分别为： $1RR:2Rr:1rr$ 与 $1YY:2Yy:1yy$ 。那么，当它们共同遗传时各种基因型的比率就应当是 $(1:2:1)^2$ 。

为了弄清子₂代各种基因型的分离率是否确实如此，孟德尔又对子₃代进行了试验，其结果仍为 $9:3:3:1$ 。结果证明了子₂代各种基因型的比率与预期一样，完全符合 $(1:2:1)^2$ 。



通过这些试验，孟德尔领悟到：9 : 3 : 3 : 1 比率的实质性原因是杂种 $RrYy$ 产生配子时，两对基因彼此独立地进行分离。 R 与 r 分离，各占 $1/2$ ； Y 与 y 分离，各占 $1/2$ 。根据两个独立事件同时发生的概率应当等于它们单独发生时概率的乘积的原理，杂种子₁代就应当产生 RY 、 Ry 、 rY 与 ry 4 种雌雄配子，它们各占 $1/4$ 。9 : 3 : 3 : 1 终于真相大白。



为了验证这一假设，孟德尔用子₁代杂合子 ($YyRr$) 与绿色皱缩亲代 ($yyrr$) 进行回交，其实验结果与预测一致。

孟德尔对这些实验结果进行仔细分析后，提出了自由组合规律：生物在配子形成过程中，不同对的基因独立行动，可分可合，有均等的机会组合于一个生殖细胞中。自由组合规律是孟德尔第二定律。自由组合规律的提出，使人们懂得了为什么亲兄弟姐妹，即使是孪生子也不会完全相同的原因。因为人至少有几万对性状，由于人都不是纯种，因此除了有少部分基因是纯合的以外，其余大多数的基因都是杂合的。我们假定杂合的基因是 1000 对，那么新产生的配子种类就应该是 2^{1000} 种。以此看来，无论是父或母所产生的配子，都几乎不可能有两个是完全相同的。相互不同的配子产生的兄弟姐妹自然不会完全相同了。人是这样，其他生物也是这样。因此，生物界里的基因自由组合，在后代中产生出形形色色的重组新类型，为自然选择与生物进化提供了极