

毛盛贤
陈学君
曹臻 等编著

遗传探秘



DNA



克隆羊



转基因(荧光)植物

气象出版社

遗 传 探 秘

毛盛贤 陈学君 曹 臻 编著
魏 湜 刘发魁 吴东兵

气象出版社

内容简介

本书是一部遗传学方面的科普读物。作者用浅显易懂的文字,准确地反映了复杂的遗传学科理论和技术所达到的水平,并根据遗传学理论的发展线索,生动地解释了自然界中各种生物的遗传规律及现象。全书语言流畅,图文并茂,内容丰富,启发性强,可供非遗传专业大学生、中学教师、中学生和相应水平的人阅读。

图书在版编目(CIP)数据

遗传探秘/毛盛贤等编著. —北京:气象出版社,2003.8

ISBN 7-5029-3575-4

I. 遗... II. 毛... III. 遗传学—普及读物 IV. Q3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 035352 号

遗传探秘

毛盛贤等 编著

责任编辑:王元庆 终审:周诗健

封面设计:张建勇 责任技编:刘祥玉 责任校对:蔡云

气象出版社 出版

(北京市海淀区中关村南大街46号 邮政编码:100081)

北京市白河印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

2003年8月第一版 2003年8月第一次印刷

开本:787×1092 1/32 印张:7.75 字数:172千字

印数:1~2000册 定价:15.00元

前 言

为什么子女的长相(甚至性格)竟如此酷似父母,但世界上却又找不到两个完全相同的人?

为什么有的夫妇,甚至外表完全正常的夫妇,其孩子会患所谓的遗传病呢?有的遗传病(如白化病)男孩和女孩患病的可能性相等,有的遗传病(如红绿色盲)男孩患病的可能性远大于女孩,而有的遗传病(如佝偻病)女孩患病的可能性却又大于男孩,这些又是为什么呢?在这些情况下,如果夫妇再生小孩,其小孩患类似遗传病的可能性又有多大呢?

为什么凭一根毛发能确定一个人是罪犯还是无辜,而凭一滴血可鉴别亲子关系?

为什么人分男女和牝鸡能够司晨,而奥运场上会出现假女人?

为什么秃顶多属男人,而高寿多属女人?

为什么近亲结婚往往其生不蕃,而远亲后代却往往优上加优?

许多生物,其中包括我们人类,从来就是通过两性的精、卵细胞的结合繁衍后代的,但为什么会产生没有外祖父的癞蛤蟆?为什么还竟可通过身体上的一个细胞繁衍出或克隆出一个“自我”呢?

自古以来,鲤就是鲤,鲫就是鲫,二者从来老死不相往来,而现在为什么会出现“鲤中有鲫和鲫中有鲤”的鲤鲫鱼呢?

为什么细菌能生产人的胰岛素,小麦能固氮,今后的猪可能大如象呢?

动外科手术时,经麻醉后,在一定的时间内,多数病人能苏醒过来;而少数人却不能,若不及时抢救,有生命危险。这又是为什么?

有的人,在青少年时代的行为举止完全正常,为什么进入

壮年后,其动作却不自主地表现为手舞足蹈(称舞蹈病)呢?有的人进入老年,为什么会患所谓的“老年痴呆症”呢?

.....

这本小册子——《遗传探秘》,就是为了回答诸如此类的问题,为非遗传专业大学生、中学教师、中学生和相应水平的人写的一本科普读物。

编写这本小册子,编者注意了如下几点:第一,从专业的低起点出发,力争反映遗传学科理论和技术所达到的新水平。为此,书中第一、第二和第三部分,分别介绍了颗粒遗传和分子遗传的基本知识,其余部分涉及遗传学在日常生活和国民经济各领域中的主要应用,突出了遗传工程给社会带来的革命性变化和发展前景。第二,在理论和技术的叙述上,不仅注重其结论或结果,更注重这些结论或结果是如何产生的,以使读者在学到理论和技术的同时,更学到了在实践中如何提出和解决问题的科学方法。第三,理论与实际应用紧密结合。例如,尽量以遗传学各发展阶段上的应用为线索阐述有关遗传原理,设计了为读者容易做的若干遗传实验和遗传调查,目的都是为了培养读者的实践意识和动手能力。第四,在介绍世界级遗传学明星的重大发现时,跟踪他们在学习和科研过程中的足迹,看他们是如何学习、如何发现和解决问题的。这对于我们,尤其是青年读者来说,该用什么样的科学理论和技术武装自己,如何建立科学的方法论,如何培养实事求是和集体主义的科学品德,以及如何学习他们为科学献身的精神,都是很有启发的,会使我们受益终身。

读了这本小册子后,读者若能对上述诸如此类的问题有个基本的了解,有人若还能因此立志把遗传学当作自己未来的事业,就足令编者欣慰了。

编者 2003 年 3 月

目 录

前言

一、遗传奥秘,初见端倪——颗粒遗传的建立	(1)
1. 科学背叛神话传说	(2)
2. 牧师揭示基因遗传	(5)
3. 追溯牧师成功之路	(21)
4. 请你亲做遗传实验	(25)
二、遗传奥秘,越探越明——染色体遗传的确立	(37)
1. 生命的基本单位——细胞	(37)
2. 细胞的繁殖方式——分裂	(40)
3. 基因的宿营巢穴——染色体	(45)
4. 生物的多样性——遗传解释	(49)
5. 细胞的疯狂繁殖——癌症	(51)
6. 颗粒遗传的发展——遗传第三定律	(53)
三、遗传奥秘,终被破译——分子遗传的兴起	(63)
1. 基因桂冠属于谁——遗传物质的本质	(63)
2. 识破庐山真面目——遗传物质的结构	(64)
3. 依葫芦画瓢分身术——遗传物质的复制	(69)
4. 基因蓝图变现实——基因表达	(72)
5. 不变之中有微变——基因突变	(85)
6. 步调一致听指挥——基因调控	(87)
7. 侦察破案新技术——DNA 指纹图	(92)
8. 世界科星成功路	(95)
四、血型遗传,亲子相关	(106)

1. 谁是孩子的双亲	(106)
2. ABH 血型发现小史	(106)
3. ABH 血型遗传	(109)
4. ABH 血型遗传和亲子鉴定	(112)
5. HLA 血型遗传和亲子鉴定	(113)
6. Rh 血型遗传发现小史	(114)
7. Rh 血型遗传与新生儿溶血病	(115)
8. 植物血型发现小史	(117)
五、生男生女,谁主沉浮	(120)
1. 性别决定	(120)
2. 性别预测	(124)
3. 性别分化	(125)
4. 性别转化	(127)
5. 性别控制	(130)
6. 性别舞弊	(132)
六、性状表现,雌雄有别	(137)
1. 佝偻病	(137)
2. 蚕豆病	(138)
3. 玳瑁猫	(141)
4. 男人毛耳	(141)
5. 雏禽辨性	(142)
6. 男人秃顶	(145)
7. 母鸡产蛋量	(146)
8. 女人高寿	(146)
七、近交衰退,杂交兴旺	(148)
1. 近亲后代,其生不蕃	(148)
2. 近亲结婚,达氏之过	(149)

3. 杂交后代, 优上加优	(150)
4. 雄性不育, 变废为宝——三系杂交水稻	(151)
5. 雄性不育, 变废为宝——二系杂交水稻	(156)
6. 自交不亲和, 蔬菜杂种化	(157)
八、遗传变异, 根源之一——染色体的数量变异	(160)
1. 染色体数量变异的类型	(160)
2. 望而知之的遗传病——先天愚型	(162)
3. 她是假女人——XO 单体综合征	(163)
4. 他是假男人——XXY 三体综合征	(164)
5. 无籽西瓜——同源三倍体	(166)
6. 小黑麦——异源八倍体	(169)
7. 单亲后代——单性生殖	(171)
九、遗传变异, 根源之二——染色体的结构变异	(174)
1. 染色体结构变异的类型	(174)
2. 猫叫综合征	(174)
3. 蚕卵辨雌雄	(175)
十、细胞手术, 细胞工程	(177)
1. 克隆的理论基础——细胞全能性	(177)
2. 传统的克隆技术——营养体繁殖	(178)
3. 现代的克隆技术——体细胞培养	(180)
4. 种子克隆技术——人工种子生产	(182)
5. 生物导弹——单克隆抗体	(186)
6. 借腹怀胎——胚胎移植	(189)
7. 人工多胚——胚胎切割	(191)
8. 克隆绵羊——细胞核移植	(192)
9. 鲤鲫鱼——动物种间体细胞杂交	(198)
10. 番茄薯——植物种间体细胞杂交	(199)

十一、基因手术, 基因工程	(203)
1. 基因工程两件宝	(203)
2. 基因工程三部曲	(206)
3. 基因工程与农业	(207)
4. 基因工程与医学	(212)
5. 基因工程与国防——基因武器	(222)
6. 基因工程与环保——“白色污染”的克星	(223)
7. 基因工程与第六代计算机——生物计算机 ...	(224)
8. 基因工程与人类基因组计划 ——第二个阿波罗计划	(225)
十二、药物遗传	(230)
1. 肌肉麻痹症——琥珀酰胆碱敏感症	(230)
2. 药物溶血症 ——葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺乏症	(231)
3. 畸型怪胎儿 ——孕妇随意服药的苦果	(231)
十三、行为遗传	(234)
1. 蜜蜂清巢	(234)
2. 遗传性舞蹈病	(235)
3. 老年痴呆病	(236)

一、遗传奥秘，初见端倪

——颗粒遗传的建立

现代科学技术正在以惊人的速度向前发展。对于没有生命现象的非生物——万丈高楼，宇宙飞船，还有电脑和机器人等，都是根据人们精心设计的“蓝图”制造出来的；它们产生于人、受控于人和服务于人。

那么，您试想一下如下两个问题：第一，对于具有生命现象的生物——微生物、动物和植物，尤其是我们万物之灵的人类，又是如何“制造”出来的呢？第二，能否像制造非生物那样，根据人们事先设计好的“蓝图”制造出符合人类所需要的生物新类型，以便更好地为人类服务呢？

现代的遗传学理论，可以圆满地解释第一个问题。根据现代的遗传学理论发展起来的工程技术——遗传工程，正在把第二个问题的理想变为现实，而有的已经变为现实。

每种生物个体是如何“制造”出来的呢？凭常识知道，是通过不同的繁殖方式“制造”或产生的。单细胞生物，如细菌，主要是通过无性繁殖，即一个细胞通过一分为二的繁殖方式产生后代；多细胞生物，则可用无性繁殖（如柳树通过插枝）和有性繁殖（如我们人类通过精、卵细胞结合）产生后代。

生物，在产生后代的过程中，有两个最基本的现象：

一是遗传，即在种族延续过程中产生同类或“类生类”的现象，所谓的“种豆得豆，种瓜得瓜”，就是这一现象的通俗说法。例如，人的后代总是人，狗的后代总是狗，而不是别的什么。

这种类生类，或子代类似于亲代的现象，长期以来，虽然

人们不甚理解,但却能认同。请看下面的故事:

一对青年夫妻感情深厚真挚,婚后生下一子,更是其乐融融。儿子周岁,亲朋好友来祝贺,其中一个多事者看了孩子后说道:这孩子一点也不像他爸,倒很像隔壁的张三。此言一出,丈夫马上变了脸色,旁人也不知说什么好。从此,丈夫总怀疑妻子在“偷人”。一天,丈夫看到妻子在与隔壁的张三说话,自以为抓到了把柄而大打出手。事后,因感情破裂,以离婚告终。

这个故事表明,自从人类进入一夫一妻制以来,人们对于子代的“亲生性”看得格外重要,因为失去了子女的亲生性,就相当于失去了自己的尊严。而子女是否与父母相像,正是确定亲子关系的一个重要方面。鲁迅说:“要知道尊夫人日后是否会发胖,只要去看看你丈母娘眼下的尊容即可。”这句话,不仅富有文学风采,而且不失遗传科学,真不愧是学过医学的文学家。

生物,在产生后代过程中的第二个现象是变异,即生物个体间的差异,所谓的“一母生九子,连母十个样”,就是这一现象的通俗说法。例如,纵使在同类个体中,也找不到两个完全相同的个体,像我们人类的亲子间,甚至兄弟间或姐妹间,尽管很相像,但总存在一些“一目了然”的差异。

研究生物的遗传和变异规律,就构成了遗传学的内容。

1. 科学背叛神话传说

人类对自然现象的解释,依赖于人们的社会实践和当时生产力发展的水平。在古代,由于生产力极为低下,人们对于许多自然现象,其中包括生物的遗传和变异,不能理解,就归结于一种超自然的“神”的力量,即所谓的“神创论”。《圣经》说:上帝随意捏了个小人,用气一吹,就变成一个男人,取名亚

当，又从亚当身上取下一根肋骨，也用气一吹，就变成一个女人，取名夏娃；我们今天的人类，都是亚当和夏娃的后代。我国古代也有“女娲抟土造人”的神话。东汉末年的《风俗演义》说：天神女娲用黄土和水拌成泥团后，捏成一个个小生灵，用气一吹，就成了一个个的人；她嫌这种造人的方法太慢太费劲，就用一条绳子放入泥浆中，然后抽出用力一甩，溅在地上的一个个小泥点，经她用气一吹，也都变成了一个个的人。

这类天真幼稚的神话解释，不仅反映了当时低下的生产力和科学水平，而且还往往容易被统治阶级用来作为欺压麻痹老百姓的理论依据。例如，到了宋朝，统治阶级就把“女娲抟土造人”的神话引申为“富人、贵人是女娲亲手用泥捏成的，穷人、贱人是女娲用泥绳甩成的”，因此，贫富贱贵，命中注定，穷人应“逆来顺受”。

在人类社会，由于社会生产力的不断发展，人们对生物遗传和变异现象的认识也在逐渐深化，并最终用试验和科学代替了神话。

在新石器时代，人类为了生存，从动物和植物群体中选出有利变异的个体传代，选育出了有利于人类生存和发展的动植物新品种。我国北魏时期的贾思勰，在其著的《齐民要术》书中，载有对远缘杂交与杂种优势关系的认识：母驴和公马杂交产生的杂种——驴骡，体小力弱；母马和公驴杂交产生的杂种——马骡，体大力强。

到了18世纪中叶，欧洲处于资本主义的高速发展时期，尤其农业的快速发展带动了动植物育种的发展；而动植物育种的实践活动，又亟需遗传学的理论指导。因此，当时的欧洲，人们对生物的遗传和变异现象进行了较系统的试验研究。

在揭示生物遗传变异的奥秘中，德国植物学家科尔罗伊

德(1733~1806)首次创立了科学的杂交方法。在这里,为了便于以后对杂交结果的分析,必须明确遗传上常用的两个术语:一个是性状,即生物所表现的特征的总称,如植物花的颜色是个性状,人的性别是个性状,动物对某种病的抗病能力也是个性状;另一个是相对性状,即一个性状的不同表现或相对差异,如植物花色这个性状中的红花和白花是一对相对性状,人的性别这个性状中的男性和女性是一对相对性状,动物对某种病的抗病能力这一性状中的抗病强和抗病弱也是一对相对性状。当科尔罗伊德用相对性状不同的两种类型植株(如开红花和开白花植株)杂交时,发现杂种一代只有一种类型(如只出现开红花的植株),而杂种二代可出现不同的类型(如出现开红花的植株,也出现开白花的植株)。对于这些有价值的结果,他并未从中引出有价值的结论。

1827年,德国植物学家盖特纳用相对性状不同的两种类型玉米杂交时,得到了与科尔罗伊德相类似的结果,且杂种二代两种类型的个体数目之比为3:1。但他还是不解其因。

孟德尔所崇敬的法国植物学家诺丹(1815~1899),“先后进行一万多次杂交试验,涉及700个种和80余个属”,也发现了杂种一代的一致性(只出现一种类型)和杂种二代的分离性(出现不同类型)。在杂交后代中,生物相对性状的出现为什么会如此地有规律,诺丹已意识到是由概率原理支配的,但他仍不能揭示出隐藏在这些现象背后的遗传规律。

真正揭示遗传规律的人,却是一个牧师——孟德尔(1822~1884)。

2. 牧师揭示基因遗传

(1) 颗粒遗传的里程碑(1)——遗传第一定律 ——奠基性的杂交试验(1)

孟德尔, 祖籍德国, 1822 年 7 月 22 日出生于奥地利摩拉维亚地区的海钦道夫(现属捷克的海恩西斯)。1854 年, 身为牧师的孟德尔, 在总结前人经验教训的基础上, 从实验材料和研究性状的选择, 到实验过程的设计以及对结果的分析 and 验证等方面, 都做了周密细致的考虑。最后他把豌豆选作遗传实验材料, 且实验跟踪了 7 个性状的 7 对相对性状(图 1-1 和表 1-1)的遗传情况。

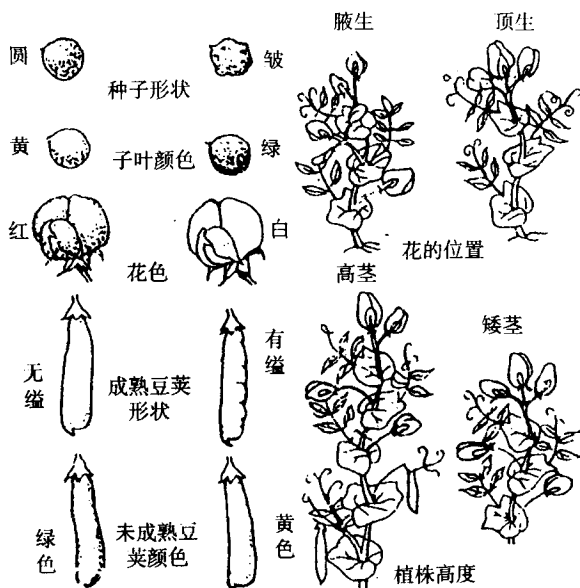


图 1-1 孟德尔研究过的 7 对相对性状

豌豆既是雌雄同花植物,即一朵花中既有雄蕊又有雌蕊的植物;又是自花授粉植物,即一朵花中雄蕊的花粉落在该花雌蕊的柱头上而完成受精结籽的植物。

孟德尔首先让具有这些相对性状的豌豆植株进行自花授粉,以选育出具有这些相对性状的纯种豌豆。例如,为了选育出纯种红花豌豆,他从开红花的自花授粉的植株上,以株为单位收集豌豆籽粒(一株最好不少于 100 粒,如装入一个袋内),并分株种下(如一株的籽粒种成一行)。如果一行中的每株植株都开红花,则这行的植株及其结的籽粒为纯种红花豌豆,其籽粒可留种作遗传实验用;如果一行中不仅有开红花的植株,而且还有开白花的植株,则表示这行的红花植株及其籽粒,还不是纯种,其籽粒不可留种作遗传实验用。用同样的方法,他选育了具有其它相对性状的纯种豌豆。有了这些纯种豌豆,就可做杂交试验了。

所谓杂交,在豌豆,就是相对性状不同的植株间的授粉过程。如在豌豆性成熟前(即散粉前),人工去掉红花豌豆中的雄蕊后,用白花豌豆中的花粉给红花豌豆中的雌蕊授粉是杂交;反之亦然。

孟德尔的杂交试验,首先集中在一个性状的差异上。他用分别具有上述 7 个性状的 7 对相对性状的纯种植株(亲代),做了 7 个杂交,即每对相对性状做一个杂交。结果,这 7 个杂交的子一代都只表现其中一个亲代的相对性状。例如,对花色这一性状来说,纯种红花植株与(纯种)白花植株杂交(图 1-2)后,所得种子及其长出的植株叫子一代(F_1),子一代植株都开红花(图 1-2),即:



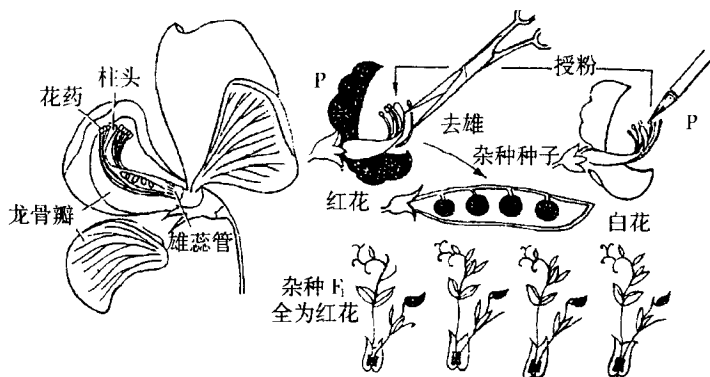


图 1-2 孟德尔的杂交试验

于是,问题产生了:为什么子一代中只表现一个亲本的相对性状(如红花),而不表现另一个亲本的相对性状(如白花)呢? 这个不表现的相对性状,是永远消失了,还是暂时隐藏起来了呢?

为了解答这一问题,他决定让每个杂交的子一代进行自花授粉(即让雄蕊花粉自行落在同一朵花雌蕊的柱头上),以产生子二代(F_2)——子一代植株上结的籽粒及这些籽粒长出的植株。结果,在子二代中出现两个现象:

第一个现象是,在每个杂交子二代中,不是只出现一个相对性状,而是出现了各自的祖父、祖母的一对相对性状,如在子一代红花豌豆的自花授粉后代,即子二代中,既有红花植株又有白花植株,即

子一代

红花(豌豆)

↓ (自花授粉)

子二代

红花(3)

白花(1)

也就是说,在子一代未出现的亲代的白花相对性状,在子二代

又重现了。因此,试验结果为我们的问题提供了答案:在子一代未出现的那个亲代的相对性状,实际上(在子一代)并未消失,而是以某种形式暂时隐藏起来了!孟德尔把子一代表现出来的相对性状(如红花)叫显性性状,不表现的相对性状(如白花)叫隐性性状。对于其它性状的相对性状的显、隐性关系见表 1-1。在这里,子二代显性性状和隐性性状都出现的现象,叫性状分离现象,简称为分离现象。

第二个现象是,子二代在性状分离时,显性性状的个体数和隐性性状的个体数之比接近 $3:1$ (表 1-1)。例如,亲代两亲本分别具有红花和白花的两个相对性状,在子二代,平均说来,每 4 株中有 3 株开红花,1 株开白花,接近 $3:1$ 的比例。这一现象,又给我们提出了新问题:为什么子二代会有规律地出现 $3:1$ 的分离比呢?

表 1-1 孟德尔豌豆杂交子二代结果

性状	相对性状		观测分离比 显:隐
	显性(数目)	隐性(数目)	
1. 种子形状	圆(5474)	皱(1850)	2.96:1
2. 子叶颜色	黄(6022)	绿(2001)	3.01:1
3. 花颜色	红(705)	白(224)	3.15:1
4. 成熟豆荚形状	无缢痕(882)	有缢痕(299)	2.95:1
5. 未成熟豆荚颜色	绿(428)	黄(152)	2.82:1
6. 花着生位置	腋(651)	顶(207)	3.14:1
7. 植株高度	高(787)	矮(277)	2.84:1

* 括号内数字为孟德尔观测的子二代出现的相对性状数目

孟德尔意识到,子二代各相对性状的观测分离比接近 $3:1$,很可能不是一种巧合,而是反映了相对性状遗传的真实比 $3:1$ 。因为根据统计学原理,通过大量的观测,观测分离比可以非常接近真实分离比。为追究这个分离比产生的原因,他决定接着做如下的子三代试验: