

江苏省金陵科技著作出版基金

A N E C D O T A I N G E N E T I C S

基因回眸

——遗传学的人和事

高毓之 著

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



江苏省金陵科技著作出版基金

A N E C D O T A I N G E N E T I C S

基因回眸

——遗传学的人和事

高翼之 著

江苏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

基因回眸:遗传学的人和事 / 高翼之著. —南京:
江苏科学技术出版社, 2011. 8

(青鸟文丛)

ISBN 978 - 7 - 5345 - 7659 - 1

I. ①基… II. ①高… III. ①遗传学—普及读物 IV. ①Q3 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 202040 号

总顾问 周光召

总策划 黎 雪

青鸟文丛

基因回眸——遗传学的人和事

著 者 高翼之

责任编辑 赵 玲

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏省高淳印刷股份有限公司

开 本 880 mm×1 230 mm 1/24

印 张 10.333

插 页 1

字 数 180 000

版 次 2011 年 8 月第 1 版

印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 7659 - 1

定 价 58.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。



给科普工作插上翅膀

周光召

科学普及工作越来越受到政府和全社会的重视,这一点是不容置疑的。《中华人民共和国科学技术普及法》的颁布和实施,使得科普工作有法可依,《全民科学素质行动规划纲要》的颁布,使得科普工作的目标和实施步骤更加明确了。随着时代的不断进步,我国科普工作的内涵得到了进一步拓展,同时对科普工作也有了更高的要求,我国的科普工作已经进入一个新的发展时期。

科普工作很重要的方面是要提高全民的科学素养,这就要求科普工作在向广大群众普及科学和技术知识的同时,大力弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法。在科学技术日益发达的今天,公众的科学素养已经是世界上许多国家都非常重视的问题。对个人来说,它关系到每个人在现代社会中的发展和生存质量;对国家而言,提高公民科学素养对于提高国家自主创新能力、建设创新型国家、实现经济社会全面协调可持续发展、构建社会主义和谐社会,都具有十分重要的意义。

科普工作不是某些个人和团体的自发和业余行为,而是国家政府的事业和全社会的工程,需要政府积极引导、社会广泛参与、市场有效推动,同时还需要一支专业化的科学普及队伍。

科学普及和科学研究两者是互补的,缺一不可。科学研究工作是在科学技术的前沿不断探索突破,科学普及是让整个社会尽快地理解和运用科学研究的成果。没有科学研

究,将无所普及;没有广泛的普及,科学研究将失去其根本意义,科学研究也将得不到社会的最广泛支持和认同。科学家的主要工作当然是进行科学研究,但是科学家也有义务进行科普工作,促进公众对科学的理解,要充分认识到与公众交流的重要性。科学家应该愿意并且善于和媒体及公众进行沟通和交流,主动积极地把自己的科学见解和科学发明,以及科学上存在的问题告诉广大的群众。同时,公众有权利了解科学的真相,并以各种形式参与到科普行动之中,分享科学研究的成果,掌握科学的方法,理解科学所能给人类带来的各种影响。

科普工作需要科学界和传媒界之间增强交流合作。大众传媒如广播、电视、新闻报刊、出版、网络媒体等,是今天面向社会公众的主要科普渠道。在以网络为代表的现代传媒飞速发展的今天,传统的科普图书仍然有其无可替代的独特魅力。阅读一本好的科普图书所带来的启迪和乐趣,有时让人终生难忘。同时,科普图书在表达作者观点和思想方面,也有着无法替代的功能。我们要重视科普图书的创作,更要重视推广科普图书。好的科普作品通常都具备以下几条:首先是实事求是,科学公正地反映科学上的发明发现;然后就是要有很强的思想性,能够大力宣扬实事求是的科学精神,弘扬不畏艰险、勇于创新、积极向上的科学态度;还有就是能够引人入胜,生动有趣。国内外许多大科学家都积极从事科普图书的创作,比如我们大家所熟知的霍金、卡尔·萨根、高士其、华罗庚等。他们的科普工作,同样得到社会的广泛承认和尊重。

科普工作是一项创造性劳动,需要坚实的科学功底,更需要一定的写作技巧,还要投入极大的热情和花费很多的时间。所以,从事科普工作的人员都要有奉献精神。如果我们的科学家们都能认识到他们肩负着向公众普及科学的重任,在自己力所能及的条件下,努力写出一些优秀生动的科普作品,我国的科普事业必定能更上一层楼。

江苏科学技术出版社长期以来一直重视科普图书的出版工作,他们一方面从国外引进优秀的科普图书,同时也注重出版原创的科普图书,鼓励国内的科学家积极投身科普创作。本套书从众多国外优秀的科普图书当中精选出来一些作品,同时也有我们国内科学家的原创作品,都很精彩。这套书突出了生态意识,关注生命的本质,很有时代特色和现实意义,也很有代表性。希望能够不断出版更多优秀的作品,使这套书更加丰富多彩。但愿科普工作能插上翅膀,为全社会多传递一些科普的信息。



目 录

1. 解读宝籍	
——孟德尔和他的论文《植物杂交的实验》	1
2. 珠联璧合	
——贝特森和庞纳特对创建遗传学的贡献	19
3. 永恒术语	
——约翰森如何创造“基因”一词	32
4. 明星昆虫	
——摩尔根和他的白眼雄果蝇	40
5. 以讹传讹	
——孟德尔为什么没有发现基因连锁现象	56
6. 配错溶液	
——徐道觉与人类细胞遗传学的曙光	62
7. 意外获宝	
——蒋有兴确定了正确的人染色体数	71
8. 憨态可掬	
——勒琼开创了医学细胞遗传学	76
9. 艳丽色彩	
——染色体制备技术的改革	80
10. 神奇带纹	
——卡斯珀松和染色体显带技术	84
11. 人工诱变	
——穆勒和辐射遗传学的兴起	95

12. 基因和酶	
——比德尔开创了生化遗传学	102
13. 深入浅出	
——李景均对群体遗传学的贡献	110
14. 灭顶之灾(上)	
——李森科伪科学肆虐苏联记	120
15. 灭顶之灾(下)	
——李森科伪科学肆虐中国记	129
16. 革命前奏	
——艾弗里等鉴定细菌转化因子是 DNA	145
17. 新的纪元(上)	
——物理学家在生命科学的伟大革命中	151
18. 新的纪元(下)	
——沃森和克里克创建 DNA 双螺旋模型	159
19. 拷贝自身	
——科恩伯格证明 DNA 的自我复制	171
20. 生命之妙	
——雅各布和莫诺揭开细菌基因调控之谜	179
21. 解密生命	
——尼伦伯格等和柯拉纳等破译遗传密码	201
22. 尊重事实	
——罗伯茨等和夏普等发现断裂基因	211
23. 基因和癌	
——癌症相关基因研究一百年	221
24. 生生死死	
——寻找细胞凋亡基因	231

一所中学兼课。1851年,他被修道院派往维也纳大学学习自然科学,包括物理学、化学、数学、生物学等,听过许多著名学者开设的课程,包括因提出“多普勒效应”而闻名的物理学家多普勒(C. Doppler, 1803—1853)的实验物理学课程,并在此课程中担任演示助教。这些名师使孟德尔受到了系统的和严格的科学思维方法和实验分析方法的训练。1853年秋,孟德尔回到布隆,仍在中学兼课。1856~1863年,他在修道院内的一块约 220 m² (长 120 英尺、宽 20 英尺)的园地中进行了 8 年的豌豆杂交实验。其间,孟德尔和几位朋友共同于 1862 年创立了布隆自然科学学会。1865 年 2 月 8 日和 3 月 8 日,孟德尔分两次在布隆自然科学学会的年会上宣读论文《植物杂交的实验》,1866 年,该论文发表于学会的会刊上。1868 年,他被选为修道院院长,此后没有继续在中学兼课,也不再从事科学研究。1884 年 1 月 6 日,孟德尔因突发肾炎并发高血压逝世。



图 1-2 孟德尔(站立者右二)与修道院其他神父



从以上的简介可知,孟德尔终其一生是一位专职的神职人员。他先后两次在中学任教共17年,教课深受学生欢迎,但先后两次都未能通过教师资格考试而无法获得正式教师的资格,用现在中国的习惯用语来说,只是一名代课教师。他花费很多心血从事科学研究,却只是一名业余科学家。1884年1月9日,在孟德尔葬礼的当天,《布隆日报》登出讣告,宣称:“他的逝世使穷人失去了一位捐赠者,使人类失去了一位品质高尚的人、一位热心的朋友、一位自然科学的促进者、一位模范的神父。”当时,没有人知道3天前逝世的是人类历史上最伟大的、影响最深远的科学家之一。

超越时代的研究成果

假如以为孟德尔只是一位业余科学家,他的研究工作和研究论文也只有业余水平,那就大错特错了。

孟德尔的《植物杂交的实验》论文用德文写成,长达41页,共分11个部分,中译文有三万多字。该论文的精彩之处不在于它的篇幅之大,而在于它在内容上处处体现出孟德尔极其严谨的科学态度。

1. 客观而谨慎地为自己的研究工作定位

论文的开头,孟德尔就指出,“直到现在,还没有圆满地提出一个能普遍应用的控制杂种形成和发育的规律……只有在我们面前有了对于种类繁多的植物所做的精密实验的结果以后,才能够得到一个最后的确定。”他对他的研究工作作了客观而谨慎的定位:“这个实验实际上只限于一个小的植物类群……至于各项实验所据以进行的计划是否最适于达到所预期的目的,则留待读者的友好判断。”

2. 周密地选择实验植物

孟德尔描述了他如何极其周密地选择实验植物。他指出:

如果希望从一开始就避免有可疑结果的危险,用作这类实验的植物类群就必须尽可能仔细地选择。

实验的植物必须要:

(1) 具有稳定的可以区分的性状。

(2) 这种植物在开花期间必须受到保护以防止所有外来花粉的影响,或者,它容易受到这种保护。

杂种和它们的后代在后续的世代中,在它们的繁殖力方面应该不遭受显著的变动。

外来花粉的偶然授精,假如它发生于实验中而得不到识别的话,会造成完全谬误的结论。某些类型繁殖力的降低或完全不育,就像许多杂种的后代中所发生的那样,会使这些实验非常困难,或完全失效。为了发现杂种类型彼此之间以及和它们先代之间的关系,看来有必要使每一连续世代中所发生的系列的全部成员都毫无例外地受到观察。

孟德尔根据花器结构的特点而把选择实验植物的范围集中于豆科植物。用好几种豆科植物进行实验后,发现豌豆属具备必要的合格条件。他说:

这一属中的某些迥然不同的类型具有稳定的、易于肯定地识别的性状。当它们的杂种相互杂交的时候,它们产生有完全繁殖力的后代。此外,外来花粉的干扰不易发生,因为受精的器官紧密地包于龙骨瓣中,而花药在花蕾中开裂,以致柱头在花开之前已布满花粉。这种情况特别重要。值得提到的其他优点是,这些植物在露天地面以及在盆中都易于栽培,并且它们的生长期相当短。人工授精当然是一项比较细致的手续,但是它差不多总是可以成功的。为此目的,在花蕾完全发育以前就要把它们打开,把龙骨瓣去掉,用镊子仔细拔除每一个雄蕊,此后柱头可以立即撒上外来花粉。

孟德尔就是在这样的周密考虑下选择了豌豆属作为实验植物的。



3. 为弄清昆虫对杂交的可能干扰而设立对照植株

在选定豌豆作为实验植物后,孟德尔在论文中进一步描述:“这些植物被种在花园的地上,少数种在盆里,并且用木棒、树枝和拴于其间的绳索撑起,以保持其天然直立。对于每一个实验,在开花期间有一些盆种的植株放在温室里面,作为露天主要实验的对照植株,以防昆虫的可能干扰。”昆虫的干扰主要是指豌豆象把龙骨瓣打开在花里产卵而造成外来花粉的进入。此外,孟德尔还提到因花瓣的部分凋萎、龙骨瓣发育残缺不全等花器结构不正常使受精器官部分暴露而造成外来花粉干扰的可能性。这些情况在温室里都不可能发生,事实上也从来没有见到过。孟德尔在对照实验中证明,外来花粉的干扰对豌豆而言极其轻微,不会扰乱实验的结果。

4. 选用“易于肯定地识别的性状”

孟德尔在豌豆杂交实验中所观察的7对相对性状是:种子形状的圆对皱;种子颜色的黄对绿;花瓣颜色的红对白;豆荚形状的无缢痕对有缢痕;豆荚颜色的绿对黄;花朵位置的腋生对顶生;茎长的高对矮。

关于最后一对性状,孟德尔特别说明:“为了能确切地辨认,总是用6~7英尺的长轴类型同 $3/4 \sim 1.5$ 英尺的短轴类型作杂交。”6~7英尺相当于1.83~2.13 m, $3/4 \sim 1.5$ 英尺相当于0.23~0.46 m,的确是“易于肯定地识别的性状”。

孟德尔在实验中采用的7对相对性状都是这一类“易于肯定地识别的性状”,同时也特别说明他不采用的另一类“难以作明确和肯定的划分”的性状。他指出,“有些注意到的性状难以作明确和肯定的划分,因为其差异只是多一点或少一点的性质,这往往很难说明。这一类性状不能用来作各别的实验;这些实验只能采用在植物中表现突出且明

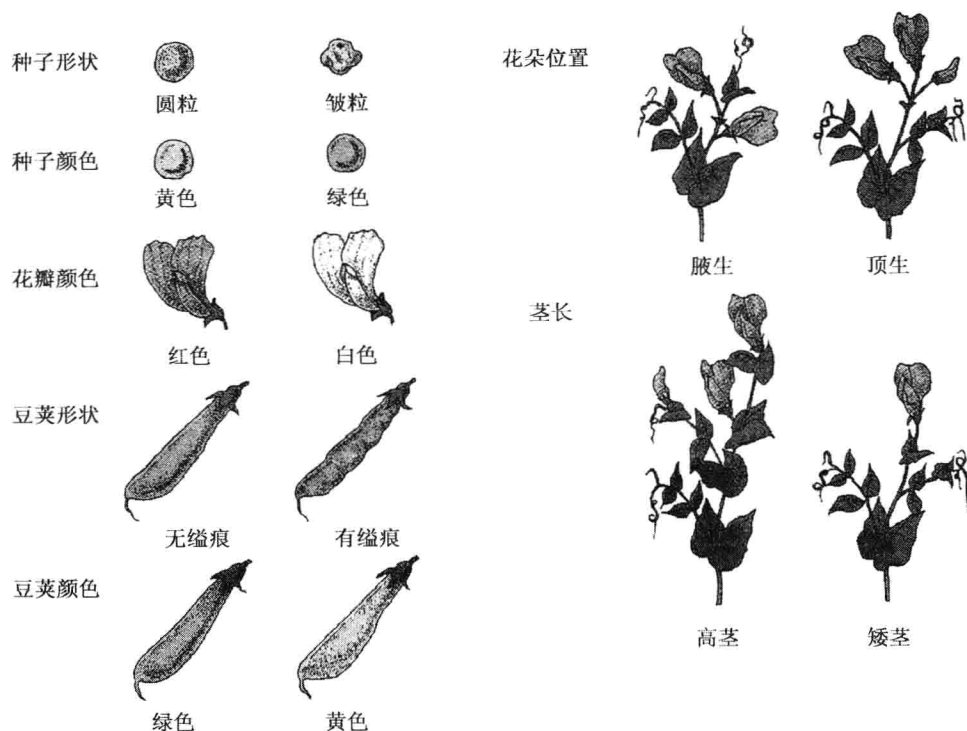
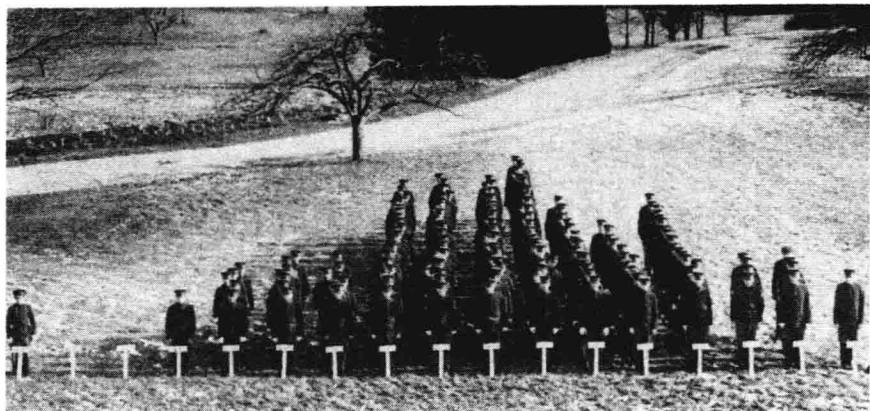


图 1-3 孟德尔研究的豌豆 7 对相对性状

确的性状。”这一取一舍，真是孟德尔独具慧眼之举，是他的研究取得成功的关键。被孟德尔舍弃不用的那一类性状称为“数量性状”（也译为“定量性状”）；被孟德尔采用的那一类性状称为“质量性状”（也译为“定性性状”）。质量性状的特点是在群体中其变异是不连续的。例如，高茎豌豆植株茎长 1.83~2.13 m，矮茎豌豆植株茎长 0.23~0.46 m，变异不连续。仍以植株的茎高为例，通常情况下我们观察到的同种植物茎高的差异不像孟德尔选用的那样呈两个不连续的极端，而只是高一点或矮一点的差异，那就是数量性状。人的身高也是数量性状。在人群中，具有平均身高的人总是占最大多数，具有较高身高和较矮身高的人数稍微少些，具有极高身高和极矮身高的人数总是很少的。数量性状的特点是在群体中其变异是连续的。孟德尔实验采用的是豌豆的质量性状，他得出的结论能适用于数量性状的遗传规律吗？在



1	0	0	1	5	7	7	22	25	26	27	17	11	17	4	4	1
4:10	4:11	5:0	5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:6	5:7	5:8	5:9	5:10	5:11	6:0	6:1	6:2

图 1-4 人的身高在人群中的变异是连续的(单位:英尺)

1900 年孟德尔论文被重新发现时,的确曾遭到当时影响很大的以韦尔登(W. F. R. Weldon, 1860—1906)为代表的英国生物统计学派在这个问题上的质疑。

在这方面打破第一个缺口的是瑞典植物学家、生物统计学家尼尔松-埃勒(H. Nilson-Ehle, 1873—1949),他于 1909 年在孟德尔学说的基础上提出“多因子假说”来解释数量性状的遗传。20 世纪 20 年代,英国的费希尔(R. A. Fisher, 1890—1962)、霍尔丹(J. B. S. Haldane, 1892—1964)和美国的赖特(S. Wright, 1889—1988)等遗传学和生物统计学大师把孟德尔遗传学说和生物统计学巧妙地结合在一起,简单地说,对数量性状而言,孟德尔遗传学说提供了对连续变异分析必须依据的遗传学原理,生物统计学提供了对连续变异进行有效分析的方法,从而为数量遗传学奠定了理论基础,这是后话。

5. 一粒一粒、一株一株地数出了一门崭新的科学

孟德尔在豌豆杂交实验中观察上述 7 对相对性状时,

注意到“子一代”($[F_1]$)杂种总是显示相对性状中的一种,不显示另一种。豌豆的红花植株与白花植株杂交,杂种总是红花植株;高茎植株与矮茎植株杂交,杂种总是高茎植株……再把杂种植株自交,其后代即“子二代”($[F_2]$)又会出现 $[F_1]$ 杂种不显示的另一种性状。孟德尔在论文中说明:

此后在本文中,凡是那些性状,它们在杂交时完全即几乎不变地传给后代,因而本身就造成杂种性状的,就称为显性性状,而那些在这种传递过程中潜伏起来的性状就称为隐性性状。之所以采用“隐性”这种说法,是因为用它所表示的性状在杂种中退出即完全消失了,但尽管如此,在它们的后代中却又重新出现,没有改变……

接着,孟德尔开始了他在实验中最感人的行动——对 $[F_2]$ 显示的两种性状一粒一粒、一株一株地进行计数。

种子形状的圆对皱: $[F_2]$ 7 324 粒中,圆 5 474,皱 1 850;圆:皱=2.96:1

种子颜色的黄对绿: $[F_2]$ 8 023 粒中,黄 6 022,绿 2 001;黄:绿=3.01:1

花瓣颜色的红对白: $[F_2]$ 929 株中,红 705,白 224;红:白=3.15:1

豆荚形状的无缢痕对有缢痕: $[F_2]$ 1 181 株中,无缢痕 882,有缢痕 299;无缢痕:有缢痕=2.95:1

豆荚颜色的绿对黄: $[F_2]$ 580 株中,绿 428,黄 152;绿:黄=2.82:1

花朵位置的腋生对顶生: $[F_2]$ 858 株中,腋生 651,顶生 207;腋生:顶生=3.14:1

茎长的高对矮: $[F_2]$ 1 064 株中,高 787,矮 277;高:矮=2.84:1

就这样,孟德尔一粒一粒、一株一株地数出了一个著名的比数——3:1。他在论文中写道:“假如现在把全部实验的结果综合起来,就发现在具有显性性状类型和隐性性状类型的数目之间,有一个平均 2.98:1 或 3:1 的比例。”后人把这一比数称为“孟德尔比数”,用现在的语言表述为:“ $[F_2]$ 的表现型,显性性状与隐性性状的分离比数为 3:1。”

计数到此为止了吗?没有!因为孟德尔还想看看由杂种所产生的第二代即 $[F_3]$ 的情况,结果发现:“那些在第一代 $[F_2]$ 中表现隐性性状的类型,在第二代 $[F_3]$



中这些性状就不再有变异；它们在后代中保持稳定。”“那些在[由杂种所产生的]第一代中具有显性性状的类型则不一样。在这里面，有 $2/3$ 产生的后代表现显性性状和隐性性状的 $3:1$ 的比例，因而表现的比例刚好和杂种类型的一样，而 $1/3$ 则保持显性性状的稳定。”这个结果也是数出来的。

种子形状的圆对皱。由 $[F_2]$ 显性性状即圆种子种出的565株植株中，有193株只产生圆种子，保持了这一显性性状的稳定；但有372株产生了圆种子和皱种子，比例是 $3:1$ 。因而，杂种的数目与稳定类型的相比，是 $1.93:1$ 。

种子颜色的黄对绿。由 $[F_2]$ 黄种子种出的519株植株中，有166株只产生黄种子；有353株产生了黄种子和绿种子，比例是 $3:1$ 。杂种的数目与稳定类型的相比，是 $2.13:1$ 。

其余5项实验则各选用其 $[F_2]$ 呈显性性状的100株植株，每株栽种10粒种子。这5项实验共5组各100株植株的后代的计数和前2项实验的计数综合起来，孟德尔认为，“看来可以肯定地确定，平均的比例是 $2:1$ 。因而就证明了，在第一代具有显性性状的那些类型中， $2/3$ 具有杂种的性状，而 $1/3$ 则保持显性性状的稳定。”接着，他进一步指出：“因而，在第一代中，显性性状和隐性性状分配的比例是 $3:1$ ，如果按照显性性状的意义又可以把它分成杂种性状或亲本性状的的话，这一比例在所有实验中都可分解为 $2:1:1$ 。”这些实验有的进行了6代，有的进行了5代，有的进行了4代，所有计数都证明：“杂种的后代在每一代中都以 $2:1:1$ 的比例分离为杂种的类型和稳定的类型。”“设以A代表两个稳定性状之一的显性性状，a代表隐性性状，并以Aa代表两者相结合的杂种类型，其公式为：

$$A+2Aa+a$$

这一公式就表示两个可区分性状在杂种的后代系列中的各项。”

按现在的习惯,我们通常写成 $1:2:1$ 和 $AA+2Aa+aa$ 。当然,孟德尔的 $2:1:1$ 指的是植株表现的性状类型,即杂种的性状类型、稳定的显性性状类型、稳定的隐性性状类型的比例;而 $1:2:1$ 则深入一步,指的是植株的遗传组成。 $1:2:1$ 也是“孟德尔比数”,用现在的语言来表述是:“ $[F_2]$ 的遗传型(也译为基因型),显性纯合子、杂合子、隐性纯合子的分离比数为 $1:2:1$ 。”孟德尔的 $A+2Aa+a$ 中的 A 和 a 代表的是性状符号;而 $AA+2Aa+aa$ 中的 A 和 a 则深入一步,代表的是基因符号。

这真是“神”了!我们可以设身处地想象一下当年的情景。假如是一般人做豌豆杂交实验,他观察到 $[F_1]$ 只出现显性性状而不出现隐性性状,可能已经觉得有点奇怪了。当他观察到 $[F_2]$ 又出现了在其亲本中已经消失不见的隐性性状时,他更觉得奇怪了,百思不得其解,可能就此打住,放弃继续实验了。偏偏孟德尔独具匠心,他用极大的耐心和细心进行了大规模的计数后,居然得出了 $[F_2]3:1$ 这一比数。这还不够,他还想看看 $[F_2]3:1$ 中的“3”尽管都表现为显性性状,其“内部”都是一样的吗?他居然又从 $[F_3]$ 的计数中独具慧眼地看出 $[F_2]$ 的显性性状又能分为两种类型——杂种类型和稳定的显性性状类型,其比例为 $2:1$,以后各代无不如此,从而得出 $2:1:1$ 这一比数。试想一下孟德尔当时的处境:在他所处的那个时代还没有遗传学;他也不知道有染色体这个东西,更不知道什么 DNA;诸如基因、表现型、遗传型、纯合子、杂合子等等,都是在他的论文发表四十多年之后才出现的名词;他只是做了豌豆的杂交实验,只是一粒一粒、一株一株地计数,最终得出这两个“孟德尔比数”实属不易。

还有更“神”的!孟德尔的慧眼竟然又从这两个比数中看出了 $1:1$ 的比数。尽管在他的论文中没有出现 $1:1$ 这样的数学式,但有好几处表达了这样的意思。

孟德尔论文中很重要的一节是“杂种的生殖细胞”。在这一节中,孟德尔第一次提到了“因子”一词。他说:“稳定的后代只有在卵细胞和授精花粉属于同样性质因而两者都具有创造十分相似个体的要素时才能形成,就像在纯种正常受精的情形那样。所以我们必须认定,在杂种植株中产生稳定类型时,必然有完全相像的因子在起作用。”尽管他在这里谈的是“稳定类型”,但已经明确地提出了在形成性状中起作用的是遗传“因子”。



孟德尔在该节中接着指出,“只要我们同时假定杂种所形成的不同种类的卵和花粉细胞其平均数目相等”,“就完全足以解释各代杂种发育的情况”。这不就是清清楚楚明明白白的 $1:1$ 吗?后人把孟德尔关于 1 对相对性状遗传的规律归纳为孟德尔第一定律即分离定律,其数学表述方式就是 $1:1$,其文字表述方式是:“杂合子的配子分离比数是 $1:1$ 。”正因为杂合子形成带遗传因子 A 的配子与带遗传因子 a 的配子的比数是 $1:1$,受精后才形成 $[F_2]$ 遗传型 AA 、 Aa 、 aa 的 $1:2:1$,才形成 $[F_2]$ 表现型显性性状与隐性性状的比例 $3:1$ 。所以, $1:1$ 是最根本的“孟德尔比数”,另两个“孟德尔比数”是由 $1:1$ 衍生的。难怪英国生物学家贝特森(W. Bateson, 1861—1926)于1900年将当时刚刚被重新发现的孟德尔论文译成英文时对上面两段话所作的注释是:“包含了孟德尔遗传原理的精华”。

“ $1:1$ ”,多么简单的表述方式!它却涵盖了世界无数个基因所控制性状的遗传规律。生物学上至今还没有另外一个像这样简单到极点而又重要到极点的定律。仅就人类而言,现已查明按分离定律遗传的性状和疾病就有好几千种了。

孟德尔进一步观察了同时具有几个可区分性状的杂种后代,即多对相对性状的遗传规律。孟德尔论文中报告了两项实验:第1项实验是将注意力同时集中于种子的形状和种子的颜色,也就是说,用于杂交的亲本,一方是圆黄种子(双显性),另一方是皱绿种子(双隐性)。第2项实验是所观察的性状再加上花瓣颜色,也就是说,用于杂交的亲本,一方是圆黄红(三显性),另一方是皱绿白(三隐性)。孟德尔发现其规律与第1项实验相同,所以我们就可以用第1项实验为代表说明。

圆黄与皱绿杂交, $[F_1]$ 杂种全是圆黄。 $[F_1]$ 自交所产