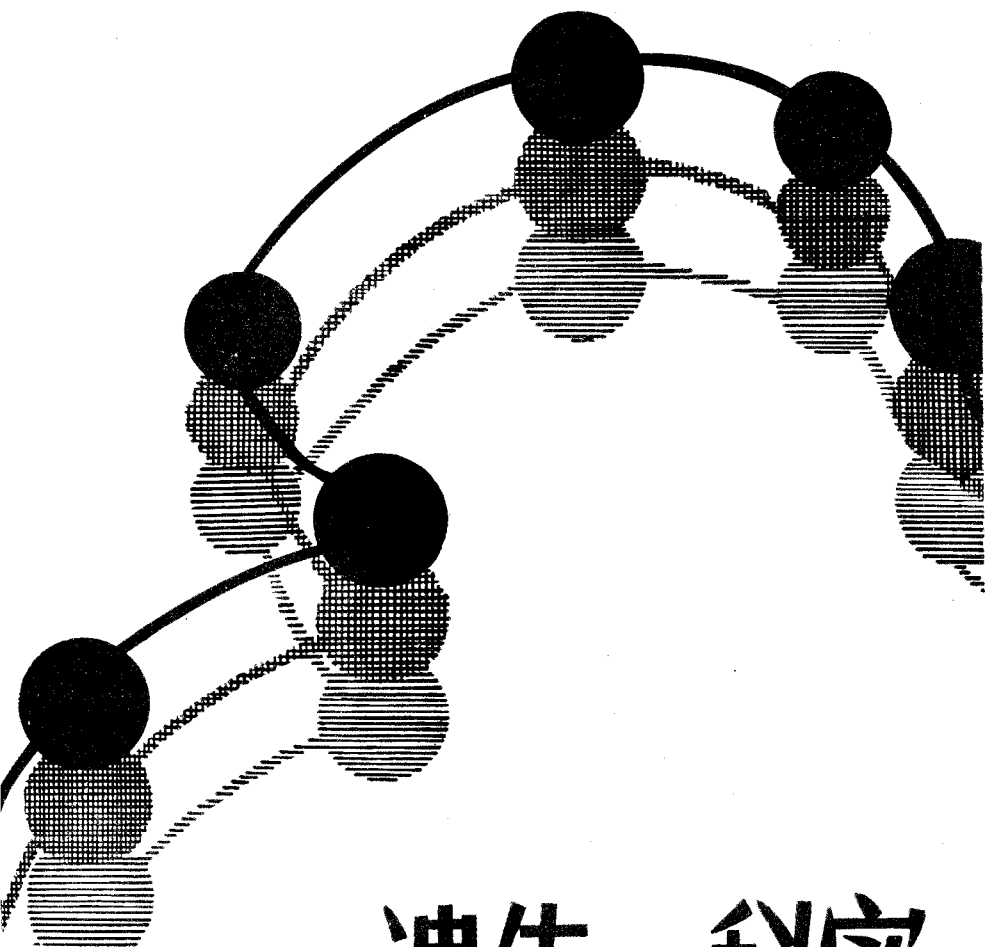


罗兰 编译



3-49

遗传的秘密

中国农业机械出版社

内 容 提 要

遗传学主要有两大派,一派是米丘林、李森科的学说,另一派是孟德尔、摩尔根的学说。两派之间,现在仍然有争论。

本书主要是介绍孟德尔、摩尔根一派的基因学说。对于近来发现的所谓“遗传密码”究竟是怎样的,也作了一些解释。

书中通俗讲述了:生物怎样传宗接代;前一代与后一代为什么相似,又有差别;后代突变是怎么回事和癌肿的成因;生物为什么有性别;还介绍了人的血型问题;最后讲述了人类的一些遗传病。

遗 传 的 秘 密

罗 兰 编译

中国农业机械出版社出版

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

787×1092 32开 3印张 62千字

1982年4月北京第一版·1982年4月北京第一次印刷

印数:00,001—15,800 定价0.30元

统一书号:13216·004

目 录

一、遗传学的发展	1
二、孟德尔的遗传定律	5
从茧蚕说到孟德尔分离定律	5
人的眼睛颜色及味觉	11
高矮、胖瘦与表现型、基因型	11
数学在孟德尔自由组合定律中的应用	13
后代和前代为什么不象	16
三、细胞与染色体	19
生命的砖石——细胞的大小和结构	19
细胞的第一种分身术——有丝分裂	22
细胞的第二种分身术——减数分裂	24
染色体与孟德尔因子	26
四、染色体与性别	27
人类希望控制性别	27
性别决定于性染色体	27
动物性别与染色体	29
判别性别的性指数	30
女人长寿的原因	31
控制性别的试验	32
五、遗传基因的链条	34
果蝇与基因连锁	34
染色体中基因的交换	36
六、染色体异常与失序	38

染色体的四种错失·····	38
超雌性与超雄性·····	40
染色体异常与失序的意义·····	41
一公斤重的大苹果与多倍体·····	42
研究遗传学有助于了解古代地理·····	43
远缘杂种无后代·····	44
七、基因是怎样工作的·····	46
基因与酶·····	46
酶的分子结构与基本氨基酸·····	48
基因对酶的控制·····	51
蛋白质的“指纹”·····	52
黑尿病和“天老儿”·····	53
想象中的基因作用机制·····	54
八、遗传密码·····	57
螺旋链梯式的DNA分子·····	57
DNA的分身术·····	59
RNA与遗传密码·····	60
S菌能够“复活”吗·····	64
细胞质的遗传能力·····	66
遗传密码控制着遗传·····	68
九、人类血型的遗传·····	69
血液、血型与输血·····	69
血型的遗传规律·····	72
MN血型及其他血型系统·····	73
十、遗传突变·····	75
形形色色的变种·····	75
生物突变的原因·····	76
遗传密码改变引起的生物突变·····	78
癌肿是体细胞突变·····	79
利用遗传特性处理杂交·····	80

十一、人类的遗传病	83
某些疾病有遗传因素.....	83
遗传突变的镰形贫血症.....	83
癌症、糖尿病是否有遗传因素.....	86
肠胃溃疡与血型.....	87
关节炎、癫痫和精神病.....	88

一、遗传学的发展

遗传到底是怎么一回事？有人把它说得很神秘，说遗传是“天赋”的、“神安排”的，是“不能改变”的。于是，什么“人种优劣论”、“聪明先天论”、“性格不变论”等等就应运而生。把贫苦的人说成是“天生卑贱无能”，是“命中注定”；把一个人种欺压另一个人种说成是“主的安排”，是“天经地义”的事。有人还把这种观点用来解释国际争端和民族纠纷。希特勒不是说日耳曼民族是优等民族，应该统治欧洲，借以进行侵略吗！

但是，时代是在不断前进的。人们对于遗传的看法和解释，逐渐摆脱了迷信的说法而采取科学的态度，一门研究遗传的学问——遗传学也跟着诞生出来了。

十八世纪，人们开始用科学的方法来解释遗传。例如，瑞士学者波奈（C. Bonnet, 1720~1793）对于生物为什么能够一代一代遗传下去和发育起来这些问题很感兴趣，他从生物本身来解释这些问题。但他解释得很离奇。他看到蚜虫有孤雌生殖和植物种子内的胚有子叶，于是他想：卵内一定预先存在着构造完备的胚胎，也就是说，胚胎里有小胚胎，小胚胎里有更小的胚胎，就好象大匣子里装小匣子，一个套着一个。第一个雌体里，就含有整个物种所有的胚胎，每一代的繁殖，就象抽开了一层匣子一样。那么等到这些胚胎用完了呢？照他的说法，物种就该绝灭了。显然，他的设想与自然界的发 展是相矛盾的。

还有一种说法，认为孩子的性状，是他们双亲的混合

体，就象将两种不同的金属熔化在一起，组成新的合金一样；孩子的血液就是他双亲血液的混和物，就象两瓶不同颜色的墨水，被倒在一起似的。达尔文的堂兄弟高尔顿（Francis Galton, 1822~1911），根据这种概念，用统计方法研究了遗传性传递的规律。他提出“祖先遗传律”的学说。意思是说，孩子的遗传性，有二分之一是由父母亲传下来的（父亲和母亲各占四分之一），四分之一是由祖父母及外祖父母传下来的。如果继续下去，系统的总数是：

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots = 1$$

这样看来，祖先愈远，遗传上的影响就愈少，但是只要有血统关系，不管多么远，都会有一些遗传。虽然高尔顿说得满有意思，但却没有什么事实可以证明它。以后，随着遗传规律的揭示，这种见解也逐渐被人们抛弃了。

到了十九世纪，遗传学的研究又有了一些发展。法国的拉马克（J.B.Lamarch, 1744~1829）首先提出进化的概念。他认为自然环境是经常变化的，生物为了适应变异了的环境，也发生了相应的变异，这种变异能够遗传下去。他认为，动物本身的意志，对发生变异是非常重要的。例如栖息在水边的鸟，不喜欢浮水，但又不得不在水边捕鱼充饥，它经常是尽力地伸长两脚行走于淤泥之间，这就渐渐地演变成长脚的鹤。

达尔文在研究进化学说的同时，也广泛地研究了遗传和变异。他把变异分为可遗传的变异和不可遗传的变异，认为前者才是重要的。他还创立了“泛生说”来说明遗传的机制。这个理论认为生物体各部分的构造，都能按照它的实际情况产生出一些代表性的微粒。这些微粒随着血液循环汇集

在生殖器官里。每个卵或精子中，各有一团这样的微粒。这样产生下一代时，由于这些微粒，使下一代跟前一代一模一样。可惜的是，直到现在，科学家们还没有找到这种“微粒”。

后来魏斯曼（August Weismann, 1834~1914）又提出了“种质说”。把生物体分为种质和体质两部分，认为只有种质的变异才是可以遗传的变异，环境所引起的体质变异——获得性是不遗传的。

过了一年，英国的斯潘塞（Hebert Spencer, 1820~1903）发表论文反对魏斯曼的观点，认为环境影响而产生的获得性是遗传的。双方展开了激烈的争论。

比较系统地研究遗传规律，开辟了近代遗传学历史的，却是奥地利的孟德尔（G.J. Mendel, 1822~1884）。他用豌豆作材料进行了细致的试验，得出了几点重要结论。以后，英国的贝特森（W. Bateson, 1861~1926）、美国的摩尔根（T.H. Morgan, 1866~1945）作了进一步的研究和补充，使它发展成为遗传学中的孟德尔-摩尔根学说，即基因学说。

按照这个学说，认为遗传是有物质基础的。这个物质就是位于染色体上的基因。基因在染色体上按一定的次序和距离直线排列着。生物遗传下来的是全套的基因。基因有很高的稳定性，能够准确的复制自己。这就是生物具有高度稳定性的原因。

那么，遗传性又怎样才能变异呢？荷兰的德弗里斯（Hugo De Vries）提出了“突变学说”，认为基因可以发生变异。这种变异不是逐渐产生的，而是在一个品系的群体里突然出现的。

现在知道，各种大小的突变都可能发生，有的突变很显著，而有的却很细微，甚至要用最精密的方法才能测量出来。

到了二十世纪三十年代，苏联又发展了一个新的遗传学派——米丘林、李森科学派。这个学派从新陈代谢为生物的基本特征观点出发，通过无性嫁接的试验，断定无性杂交是真实存在的。并且由此认为细胞里任何一点生活物质都具有遗传性，而不存在特殊的遗传器官。认为有机体与生存环境是统一而不可分割的。环境的变化能引起有机体定向的变异，而这种变异是遗传的。因此，这一学派主张可以由控制环境来达到定向培育的目的。

以上就是遗传学的发展情况。从古老的、违反科学的论说发展到现代的、符合科学的论说。由于米丘林、李森科的学说和孟德尔、摩尔根的基因学说有着根本的差异，所以形成了现代遗传学的两大派，正在互相争辩着。

本书主要是介绍孟德尔、摩尔根的基因学说。

二、孟德尔的遗传定律

从蚕说到孟德尔分离定律

养过蚕的人都知道，有的蚕吐丝结的茧是黄的，有的蚕吐丝结的茧是白的。如果你把黄茧的蚕和白茧的蚕交配产卵，有时产出的后代结的全是黄茧，一个白茧也没有。人们说这是遗传。究竟是怎样遗传的呢？这个问题可以用奥地利科学家孟德尔在十九世纪后期从实验中发现的遗传法则来解释。

孟德尔从1857年开始就在教堂的一块小园地里作了许多杂交试验。他选择豌豆作为实验材料。选出二十二种豌豆，这些豌豆有七对明显不同的相对性状——同一性状的不同表现类型。这七对相对性状是：

种子形状：圆的和皱的。

子叶颜色：黄色和绿色。

种皮颜色：灰褐色和白色。

成熟的豆荚：饱满膨大和不饱满而有皱缩的部分。

未熟豆荚的颜色：绿色和黄色。

花的位置：叶腋的和顶端的。

茎的高度：高的（182~213厘米）和矮的（23~46厘米）。

这些性状，在原来品种中都是稳定的。比方，圆形种子的植株，如与同种杂交，产出的后代永远是圆形种子。

孟德尔把具有相对性状的品种互相杂交，即彼此互为父

本或母本。杂交的结果，使孟德尔非常惊讶，因为全部七个试验所得的后代，只出现一个亲本的性状。例如，圆种子植株与皱种子植株杂交，后代所产的种子全是圆的；黄子叶与绿子叶植株杂交，后代全是黄子叶的等等。若以 P_1 表示亲本， F_1 表示第一代子叶， $\times$ 表示杂交，则孟德尔的实验可写成：

P_1 圆形种 $\times$ 皱形种

↓

F_1 圆形种

P_1 黄子叶 $\times$ 绿子叶

↓

F_1 黄子叶

⋮

⋮

P_1 高茎 $\times$ 矮茎

↓

F_1 高茎

这里要说明的是：两个相对性状的品种中，不管是哪一个作父本或者母本，杂交的结果都如上述。这说明父本和母本，有同样的遗传能力。

然而那些相对性状——皱种、绿子叶……矮茎等，都到哪里去了呢？是完全消失了，还是躲起来了？为了解答这些问题，孟德尔又把杂交所得到的第一代 F_1 实行自交 ($F_1 \times F_1$)，把所得种子再播种，成为第二代 F_2 。奇怪的是，在这第二代 F_2 中，那不见了的性状又出现了。就是说，两种相对性状都

出现了。由此可知，在F₁这一代中，实际上两种相对性状都存在，只是一种在“台前亮相”，而另一种则“隐居幕后”罢了。孟德尔分别把它们称为显性和隐性。在孟德尔的实验中，圆种是显性，皱种是隐性，黄子叶是显性，绿子叶是隐性……等等。在所有F₂这一代中，无论是七个实验中的哪一个实验，出现显性性状与隐性性状的数目虽不同，但二者的比例却大体相同。表1列出了孟德尔豌豆实验F₂一代的结果。

表1 孟德尔豌豆实验的结果

性 状	显性植株数	隐性植株数	F ₂ 一代的显隐比例
种 子 的 形 状	5,474 (圆)	1,850 (皱)	2.96:1
子 叶 的 颜 色	6,022 (黄)	2,001 (绿)	3.01:1
种 皮 的 颜 色	705 (灰)	224 (白)	3.15:1
豆 荚 的 形 状	882 (膨大)	299 (皱缩)	2.95:1
未成熟豆荚颜色	428 (绿)	152 (黄)	2.82:1
花 的 位 置	651 (叶腋)	207 (顶端)	3.14:1
茎 的 高 度	787 (高)	277 (矮)	2.84:1

由表1可以看出，显性数目与隐性数目的比例，大致上都是三比一，即显性者占全部F₂一代的四分之三，而隐性者占四分之一。至于中间类型，在实验中则完全没有出现。

为什么显性者与隐性者数目之比总是三与一，是巧合还是有规律的呢？为了解决这些问题，孟德尔又作了第三代F₃、第四代F₄、第五代F₅的实验。F₃是F₂自交所得种子种植起来的，F₄和F₅也依次如此。以高茎与矮茎杂交为例，实验结果如图1所示。

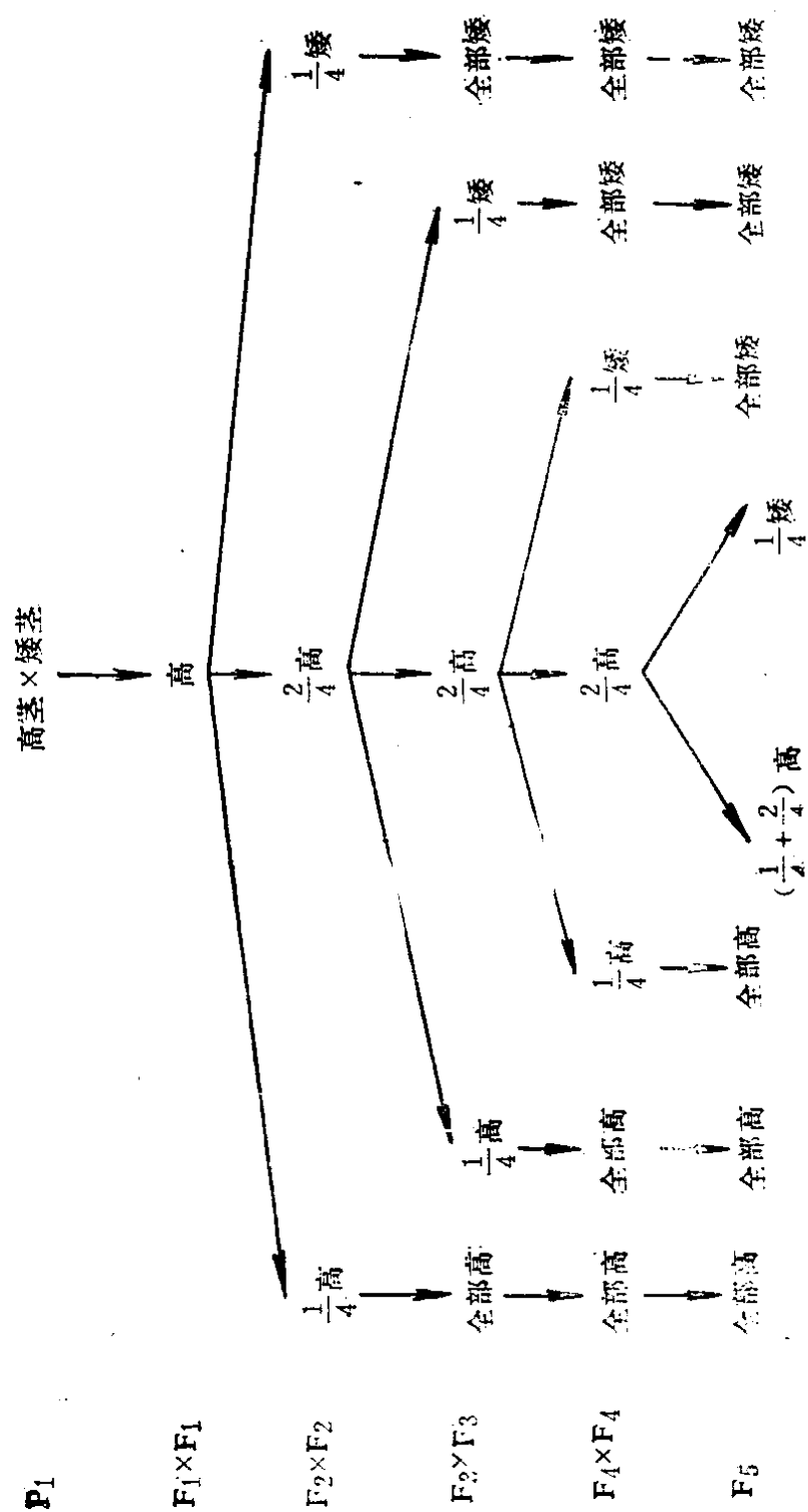


图 1 豌豆高和矮的遗传

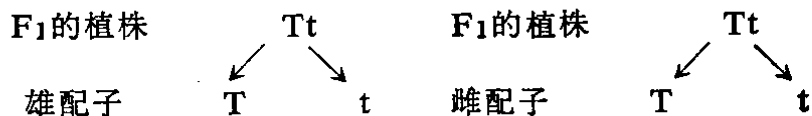
由图 1 不难看出，在 F₂ 这一代中，虽然有 3/4 是高茎的，但这 3/4 的高茎植株，有两种类型：一种（占 F₂ 这一代的 1/4）

自交所产的后代 F_3 全是高茎而无矮茎；另一种自交所产的后代 F_3 则有 $3/4$ 是高茎，而 $1/4$ 是矮茎。至于 F_2 这一代的 $1/4$ 矮茎植株，其自交所产的后代 F_3 ，则全是矮茎，其后各代的情况也是如此。

既然这么多代都有着显性者与隐性者三与一的比例，可见这决不是巧合。然而这是为什么呢？孟德尔认为这是由从生殖细胞带来的遗传因子决定的。他设想：一个因子决定一种特性， F_2 这一代中，虽有 $3/4$ 是高茎，但它们所具有的因子不同； $3/4$ 中有 $1/3$ （即相当于占 F_2 这一代的 $1/4$ ）一直只出现高茎，表示仅含有高茎因子； $3/4$ 中的其余 $2/3$ （即相当于 F_2 这一代的 $2/4$ ），其后代既有高茎，也有矮茎，显然既含有高茎因子，也含有矮茎因子。至于矮茎的，后代一直是矮茎，必然仅含有矮茎因子。

孟德尔假设显性高茎因子为 T ，隐性矮茎因子为 t ；那么，为了说明那三与一的恒定比例，必须再假定最初的杂交亲本 P_1 的纯种高茎植株中，含有一对高因子 TT ，而纯种矮茎植株则含有一对矮因子 tt 。 F_1 是高和矮杂交的杂种，必然含有 T 及 t ，以 Tt 来表示。因 T 是显性，故 F_1 的一代，表现的全是高茎。

F_2 是由 F_1 自交（ $Tt \times Tt$ ）而得，但 F_2 有纯显性植株，也有纯隐性植株，所以 F_1 的一代在自交时所产生的配子（即雄性或雌性生殖细胞，对人来讲，就是精子或卵子），必然有的只含有高因子 T ，有的只含有矮因子 t 。即



F_1 的一代自交时，雄配子和雌配子结合（受精），发育而成后一代 F_2 ，这就有四种可能结合的情况：雄配子 T 和雌配子 T 结合成 TT ，雄配子 T 和雌配子 t 结合成 Tt ，雄配子 t 和雌配子

T结合成Tt，雄配子 t 和雌配子 t 结合成tt。

用生物学上的式子来表示，可写成

$$Tt \times Tt \longrightarrow TT + 2 Tt + tt$$

这个式子和数学上的式子 $(T+t)^2 = TT + 2 Tt + tt$ 很相似，你说奇怪吗！从上述式子可以看出，F₂这一代，纯高茎TT占总数的1/4；高茎但含有隐性矮因子的占总数的2/4；纯矮茎tt占总数的1/4；若单就外表而言，则高茎占总数的三份(1/4 + 2/4 = 3/4)，而矮茎占总数的一份(1/4)；故高矮数目之比为 **3 : 1**。

孟德尔用这些假定，解释了为什么纯高茎与纯矮茎杂交时，第一代仅出现高茎植株，而第二代却高矮兼备，而且比例为 **3 : 1**。第三代、第四代、……，除了纯高和纯矮的植株外，其余那些表面上高的植株，也产生 **3 : 1** 的高矮后代。

孟德尔根据上述假设的内容，得到了一条遗传学上有名的分离定律。这定律说：

一、在杂种中，成对的遗传因子并不融合在一起，在产生配子时，这些遗传因子对各自分离，有的到这个配子上，有的到那个配子上。这好比是氢元素和氧元素结合而成水，但水中的氢和氧本身并无改变，通过电解，又可放出氢气和氧气。

二、杂种所产生含有不同遗传因子的配子数目相等。各种不同雄雌配子的结合机会均等，纯粹依照数学上的概率而定。

根据这条分离定律，我们就可以解释上面提出的黄茧蚕与白茧蚕相配，后代全是黄茧的原因。

以前曾经有过所谓融合遗传的说法，认为儿子的性状是父母的融合物。高的父亲和矮的母亲结合，子女一定是父母高度的平均——不高不矮。其实，这种说法，早在孟德尔的

分离定律问世以前，就站不住脚了。因为果真如此，在不多几代之后，世上所有的人，不都一样高了。事实上，人类经过这么多世代，高矮仍是参差不齐的。

人的眼睛颜色及味觉

在人类中，正常的性状由单独一对遗传因子（显性和隐性）所决定的情况是极少的，但眼睛的颜色却是个例外。对于黑眼（实际是褐色）来说，蓝眼是隐性，黑眼是显性。纯黑眼的人和纯蓝眼的人结婚，后代通常是黑眼，但有时出现灰色（实际是淡褐色）。这也许是由于我们还无法敏锐而明确地划分蓝与黑，或许是由于眼睛的颜色是由许多遗传因子所决定的。

另一个例外是对于苯硫脲（PTC）的味盲。这种特性是偶然地被两位化学工作者发现的。他们中的一个，尝出苯硫脲是苦的，另一个则感觉它是无味的。据调查，在美国人中，可以分成两种人：一种尝出苯硫脲味苦，一种则觉得苯硫脲无味。对苯硫脲的味觉，是由一对遗传因子P（显性，味苦）和p（隐性，无味）所决定的。调查表明，美国70%的人有PP或Pp因子（即尝出苯硫脲苦），其余30%为pp因子（对苯硫脲无味）。两者的比率为2.3：1，也可算接近于孟德尔的3：1的比率。不过，虽然大多数人能明显地尝出苯硫脲味苦或无味，但还有少数人则不能明确地尝出。因此，上述百分率还不是绝对准确的。

高矮、胖瘦与表现型、基因型

看了上面两节之后，也许你会想到，难道一个生物的外表，比方说高与矮或胖与瘦，单纯由遗传决定吗？事实上，

据科学工作者的调查研究,人的高矮虽主要由遗传因子决定,但环境(如营养和运动等)也有一定的影响。例如,调查统计资料表明,自1900年以来,十一岁儿童的平均高度增加了约9.8厘米。这种变化,归功于环境的影响。

科学工作者认为,决定高矮的遗传因素,是在发育的不同阶段表现出来。初生婴儿的高度,与父母的高矮无关,因为正常的初生婴儿,高度没有多大的差别。到了三岁左右,决定高矮的遗传因素才开始起作用;并且一个三岁儿童的高度,和他到达成年时的成年人高度有关。在青春期,高度增加得最快。

父亲的高度与儿子的高度之间,有一种回归现象。即平均来看,父亲高,他的儿子成年时的高度,比父亲略矮,但比人的平均高度高;父亲矮,其儿子成年时的高度,则比父亲略高,但比人的平均高度矮。

高的人,通常都是比较瘦的,那些在少年时期长得过胖的,通常不会长得很高,以矮的居多。不过,这只是一个因素而已,激素分泌紊乱、发育时期是否有适当运动,都会影响人的高矮。

至于胖瘦,除了与遗传因素有关之外,当然也受环境影响,一个人如果长期缺乏营养,就是他祖上代代是胖子,也是无法胖起来的。从高矮和胖瘦的例子看来,生物外表的表现,还受到环境因素的影响;所以尽管外表表现相同,遗传内容不一定相同。此外,由于遗传有显性和隐性,所以第一节所讲过的高茎 TT 与 Tt ,虽外表同是高茎,但后者含有一个矮因子 t ,二者遗传内容也就不同。为了区别,生物学工作者使用了基因型和表现型这两个名词。基因型,即生物体遗传内容的总和,是肉眼看不到的。表现型,即遗传与环境共同影