

现代生物学知识丛书

49

遗传学漫谈

江苏科学技术出版社

现代生物学知识丛书

遗传学漫谈

王爵渊 王祥麟 编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：海门县印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张7 字数150,000

1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷

印数 1—7,000 册

书号 13196·114 定价 0.58 元

责任编辑 冯育北

前 言

几十年来，生物科学不论在基本理论方面，还是在应用技术方面都有了迅速发展，并取得了显著成就，对促进农、林、牧、副、渔、医、生物制品工业以及国防建设等方面的发展起了积极的作用。另外，还出现不少综合性、边缘性的学科，如分子生物学、遗传工程学、仿生学等，引起了从事物理学、化学、数学、工程技术等广大科学工作者的浓厚兴趣。近年来，我国各类中等学校都加强了生物学教学工作，开始涌现出一批热爱生物科学的青少年，他们立志攀登生物科学高峰，为实现四个现代化贡献力量。

为了适应形势的发展，满足各方面学习生物学基本知识的要求，江苏科学技术出版社组织我们南京大学生物系近二十位教师编写了这套《现代生物学知识丛书》。丛书共分七册，包括《生物学史话》、《动物学浅说》、《植物的生活》、《微生物世界》、《遗传学漫谈》、《细胞内幕》和《生命的物质基础》。它们分别介绍了生物学发展史、生物学基础知识、基本原理、应用技术以及现代生物学取得的新成就和发展趋势，帮助读者了解现代生物科学的概貌，为深入学习生物学打下基础。

在编写过程中，我们既注意到这套丛书的系统性和完整性，又考虑到各个学科的独立性和彼此之间的联系，在取材方面尽量避免不必要的重复。读者可根据需要选购，也可整套购阅。

这套丛书文字流畅，通俗易懂，并具有一定的趣味性，可作各类中学教师教学的参考书和学生的课外读物；高等学校学生的课外辅导材料；农林牧副渔医等方面技术人员自学读物；还可帮助从事其他科学研究的工作者，初步了解当前生物学与物理学、化学、数学等方面的关系。

由于编者水平有限，编辑出版时间比较匆促，缺点错误在所难免，请广大读者批评指正。

南京大学生物系《现代生物学知识丛书》编写组

一九八一年五月

目 录

一、写在前面	1
(一)两种重要的生命现象——遗传与变异	1
(二)对遗传奥秘的种种解说	5
二、遗传现象是有规律可循的	11
(一)遗传学的奠基人——孟德尔	11
(二)孟德尔对遗传规律的重要发现	13
1.神奇的比例 3 : 1 ——分离定律	13
2.杂种后代各性状的随机组合——自由组合定律	22
(三)遗传与细胞	30
1.建成生物大厦的砖块——细胞	30
2.体细胞的自我复制	33
3.生殖细胞是怎样形成的	37
4.遗传上有特殊功能的细胞器——染色体	43
(四)性别与性连锁	49
1.生男育女的秘密	49
2.随性别差异而表现不同的遗传	60
(五)连锁、互换与染色体图	63
1.连锁与互换定律	63
2.染色体是运载基因的列车	72
3.基因在染色体上位置的确定	74
(六)遗传与环境	80
(七)孟德尔学说的发展	83
1.基因不是孤立地起作用的	83
2.一组等位基因不一定只包含两个成员	87

3. 一个基因可以产生多种效应	90
4. 杂种后代出现抛物线式分布的多基因遗传	91
5. 染色体以外也有基因	96
(八) 生物变异的由来	101
1. 染色体数目与结构的种种变化	102
2. 基因突变	116
三、遗传物质之谜	120
(一) 作为遗传物质的基本条件	121
(二) 神秘螺旋梯的发现	124
(三) 揭开遗传物质之谜	129
(四) DNA的一分为二	134
四、从遗传物质到性状	139
(一) DNA、酶与性状	139
(二) 蕴藏着生命遗传信息的神秘蓝图——DNA	147
(三) 把核苷酸文字翻译成氨基酸文字的施工图 ——信使 RNA	153
(四) 遗传密码	160
(五) 在核糖体车间中蛋白质被合成	165
(六) 基因活性的调节	176
(七) 从分子水平看突变	179
五、结束语	190
(一) 遗传学与农业	190
(二) 遗传学与工业	192
(三) 遗传学与医学	193
1. 遗传病是可以预防与治疗的	193
2. 谈谈优生学	201
(四) 神话般的生命工程——遗传工程	203
1. 奇妙的基因拼接技术	204
2. 遗传工程发展的宏伟前景	210

一、写在前面

(一) 两种重要的生命现象——遗传与变异

“子性类父”

我们居住的地球，有着得天独厚的优越条件。它温度适宜、水份充沛、土壤肥沃，四周还有大气层包围，这些都特别有利于生物的生存与繁衍，因而它可以称得上是生物的乐园。环顾地球，从高山峻岭到江河湖海，从烈日炎炎的赤道到冰天雪地的北极，从干旱的沙漠到多水的沼泽，从五千米的高空到五、六米深的土层，几乎到处都有生物的踪影。据初步统计，地球上的生物种类就有近二百万种之多。可以这样说，正是由于存在着这些种类繁多的生物，才使我们地球显得这样绚丽多姿，生气勃勃。

生物有两个最基本的特性。一个是在其一生中无时无刻不在进行着两种相反相成的过程——同化作用与异化作用，或统称为新陈代谢，它使个体得以生存。另一个是繁殖，也就是在其生命终止前按自己的模式来生儿育女，使物种得以绵亘不绝。

人们把生物繁殖过程中，父母与子女间保持着的形态、结构、生理功能、生化反应、行为本能各方面的相似性叫做遗传。

遗传是一种普遍的生命现象。只要是生物，那怕是最简单的噬菌体，直至号称万物之灵的人类，全都毫无例外地存在

着遗传性。以人类为例，大至身高、体型、肤色，小至眼皮单双、睫毛长短、鼻梁高低、鼻孔大小，都无不看到父母与子女之间的相似性。正是由于遗传性的普遍存在，才使所有生物物种能在漫长岁月中保持其相对稳定性。比方说，在北京周口店发现的二万年前的山顶洞人，与现代人的模样没有什么差别。在这方面还有许多更为突出的事例：象四五亿年前出现的腕足类海豆芽，至今未发生显著变化；软体动物牡蛎和昆虫中的蟑螂全都非常相似于二亿年前它们的祖先。要是生物没有遗传性，上述这些生物又如何能与它们的远古祖先保持基本上一个模样呢？

“一母生九子，九子各别”

由于遗传性的存在，子女酷似父母，这是毫无疑问的。但是我们绝不能把事情绝对化了，把遗传性说成是子女应当与其父母一模一样。因为按这种说法，物种就永远不会变化，那末今日地球上生存的近二百万种生物就应当各有其不同的祖先。如果再追问下去，这些为数众多的最早祖先又是从何而来的，那就使人不得不陷入唯心主义的泥淖。18世纪著名的植物学家林奈(Carl von Linné, 1707——1778)就是由于主张物种不变说，终于走上了唯心主义的特创论。他曾直言不讳地说：“物种的数目和全能者在开天辟地时所造出来的不同类型的数目是同样的，这些类型按照生殖规律又产生其它的但永远同自己相似的类型。”

事实上，只要善于观察，任何人都会发现，每个孩子总是在这几点上象父亲，在那几点上象母亲，也有些地方既不象父亲，又不象母亲。俗话说：“一母生九子，九子各别”。这就是说，不论是在父母子女之间，还是在兄弟姐妹之间，都是有差别的。甚至就连被人们看成是相似得维妙维肖的一卵双生

子,对他们观察得最仔细的父母,总还能说得他们存在着这样或那样的细微差别。无怪乎著名的进化论者达尔文(C. R. Darwin, 1809——1882)曾说:“甚至同胎中的幼体以及由同蒴中萌发出来的幼苗,有时彼此也会表现出极其显著的差异。”

由此可见,在生物界,与遗传同时,还存在着另一类普遍的生命现象——变异。和遗传相反,变异指的是父母与子女之间在形态、结构、生理功能、生化反应、行为本能各方面的不相似性。正因为变异性的普遍存在,我们可以说,在世界上从未有过,而且也永远不会有两个完全一模一样的个体。因此只要善于抓住个体的特征,就能象达尔文所指出的那样:“牧羊人能以熟悉的眼光认识出每一只羊,一个人可以在几百人之中认识出他的朋友。”

既然生物同时存在着遗传性与变异性,那就得承认,物种既是相对稳定的,又是不断变化着的。遗传性使物种保持其相对稳定,而变异性则为自然选择提供材料,使物种不断适应变化的环境,而发展进化。著名的进化论者拉马克(J. B. Lamarck, 1744——1829)曾经这样写道:“我们必须承认一切生物体都应该逐渐发生变化,……尽管这种变化只有在经过长时期之后才能看得出来。”拉马克还用一个生动的比喻来说明物种的永恒性是相对的。他指出:由于人的生命十分短促,而自然界的变异又进行得非常缓慢,因此要想在短促的生命里看到物种的变异过程,就象想在一秒钟里看到时针的移动一样,这是几乎不可能的。

古生物学的研究以大量确凿的化石证据,令人信服地证明了所有现代的物种都应当起源于现已绝迹的古老物种。就以马的进化为例来说一下吧。古生物学研究告诉我们,马五千

多万年前的祖先叫做始祖马。它只有狗一般大小，足有四趾，臼齿小，齿冠低，它们生活于矮树林中，以嫩叶为食。到了三千多万年前，形成了渐新马。它大小似羊，足有三趾，中趾特别发达，前臼齿变大。后来由于居住环境由树林变为草原，到了二千多万年前，它又成为草原马。为适应奔跑避敌，其四肢增长，中趾进一步增大。与此同时，为使牙齿适应研磨坚硬食料和经久耐用，臼齿齿冠增高，形成褶皱并以白垩质充填。最后直到一千万年前，它们方才演变成上新马，在基本结构与躯体大小等方面变得与现代马接近。马有它的进化历史，别的生物也都有各自的进化历史。

因此我们可以这样说，自从 35 亿年前地球上出现了原始生命开始，经历了漫长岁月的不断演化，才形成了今日近二百万种的不同生物，使自然界变得如此丰富多采、生气盎然。

对遗传的初步认识来自生产活动

毛主席说过：“人的认识，主要地依赖于物质的生产活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性、人和自然的关系，……”

正如以上所说，我们的祖先对遗传的初步认识是来自于生产活动。

早在渔猎时代，人们就开始把猎取到而暂时吃不完的野兽圈养起来。以后他们发现，一些怀孕的野兽能按照自己的模样生育子女，由此懂得了“龙生龙、凤生凤”的遗传道理。就这样开始了在人的照料下繁殖野生动物，人类就从狩猎经济逐步过渡到原始的畜牧业。同样地，古人开始时只是把已采集到而暂时吃不完的野生植物果实、种子、块茎等贮存起来。以后他们又发现，这些野生植物的果实、种子、块茎偶而掉在土里，又长出了同样的植物，由此领悟到“种瓜得瓜、种豆得

豆”的遗传规律性。这样他们就开始有意识地种植野生植物，并逐步过渡到原始的农业。

考古学家告诉我们，早在距今六千多年的我国西安半坡遗址中，就已经发现人们的主食是粟米，副食蔬菜有芥菜或白菜，荤菜有猪肉与狗肉。这说明了远在六千年前，我们的祖先早已成功地栽培植物。另外经生物学家鉴定，半坡遗址的猪头骨与猪的祖先野猪不同，而与家猪相似；遗址的狗头骨也与狗的祖先狼有显著差别。因而，狗与猪的驯养无疑要比植物的栽培还更早些。一般认为，早在一万年前，人类就已经成功地驯养动物。

当人类开始种植野生植物与驯养野生动物时，他们只是无意识地留下较好的个体加以繁殖。就象主妇先杀产卵少的鸡来吃，而对产卵多的鸡舍不得杀一样，古人也总是先杀老狗、劣狗，而把狩猎时较有用的狗暂且留下。这种做法实际上就起了选留繁殖良种的作用。也正是在这样的生产活动中，人们又进一步认识到：“什么样的葫芦，什么样的瓢”，“好种出好苗”，“宝马产良驹”的遗传道理，并终于从无意识选择逐步走上了按事先规定的目标进行选择，即有计划的选择，迈进到定向改造动植物的阶段。

（二）对遗传奥秘的种种解说

前面说到，人类从生产活动中认识遗传现象已有上万年历史，可是究竟为什么会有遗传和变异现象？遗传和变异有没有规律可循？遗传和变异的物质基础是什么？遗传物质是怎样支配性状遗传的？人能否控制遗传和变异来定向改造生物？对于这一系列在遗传上带有根本性的问题，长期以来始终是一些不解之谜。现在就来说一下，二千年来人们是怎样

解说这些问题的。

古希腊时代对遗传的解说

早在二千年前，古希腊名医希波克里特就曾经提出过精子把前人的性质带给了下一代的说法。他说道：“我的看法，精子要从整个身体，肯定地从硬的部分以及软的部分，也从身体的湿的部分分离出来。……精子来自全体，健康的来自健康部分，有病的来自有病部分。”“所以，蓝眼产生蓝眼，长头产生长头，秃头产生秃头，癫痫病人也就产生患癫痫的后代。”

古希腊著名学者亚里斯多德（Aristotle, 384——322 B. C.）则认为：胚胎的形体是由母亲的血凝成的，而胚胎的生命则是由父亲的精子赋予的。他写道：“在生儿育女中，胚胎是在子宫内由月经血凝成的，而男子的精液则有能力赋予胚胎以生命。”他又写道：“当男子的性冲动更强的时候，他将生一个男孩而不是一个女孩，而且这是一个象父亲而不象母亲的孩子。反之也是一样。”按照亚里斯多德以上的说法，男孩都应当象父亲，而女孩则应当象母亲。

古希腊人对遗传的这些解说虽然幼稚可笑，但以当时的科学水平来衡量已可说得上是难能可贵的了。

先成论

经历了漫长的科学上的黑暗时代，直到十七世纪末，一种形而上学的先成论开始流行起来。先成论当时分成二派。卵子派的哈特索克尔（Hartsoeker）等主张在卵子里存在着一个小个体；精子派的达伦派梯斯（Dalempatius）等则主张在精子里存在着一个小个体。他们共同认为这些小个体里包含着各种器官的微小雏型。个体发育实际上就是由精与卵相互受精，然后受精卵里的小个体所包含着的各种器官的微小雏

型逐渐增大,形成了成体。十八世纪瑞士学者波奈(C. Bonnet, 1720——1793)是先成论最特出的代表。他在胚胎研究中发现了蚜虫的孤雌生殖,他又在植物种子胚里发现了子叶。于是从这些事实出发,他提出了在卵里一定预先存在着构造完备的胚胎,在胚胎里又有小胚胎,小胚胎里又有更小的胚胎。就好象大盒子里装小盒子,小盒子里又装更小的盒子那样,一个套着一个。因此在最早诞生的第一个雌体里,就应当已经包含有整个物种的胚胎。第一代的个体就是由最外层的胚胎长大而成的。第二代的个体就是由里面第二层的胚胎长大而成的。依此类推。按照波奈这种说法,一旦这些蕴藏在卵里的胚胎用完,物种就将绝灭。

十七世纪显微镜的发明与应用,大大推动了细胞学、组织学、解剖学等的发展。以后著名的瑞士解剖学家柯立克尔(Van Kolliker)在1841年首先证明了精子在组织学上也是一种由机体产生的细胞,其中并不含有什么特殊的小个体。1884年他又把这种概念推及到卵。这样一来,主张精子与卵中预先存在着构造完备的胚胎的先成论,就从此彻底破产了。

祖先遗传律

很久以来,在人们中间一直流传着孩子的特性是由他双亲的特性混合而成的说法。俗话把孩子称作“混血儿”,就是比喻孩子是他双亲血液的混合物。优生学的创始人戈尔登(Francis Galton, 1822——1911),根据这种观念,提出了他的“祖先遗传律”。这个定律认为:如果一个生物个体,他的遗传性质总和作为1的话,那末,其中 $1/2$ 是由父母亲传下来的,即父亲和母亲各占总量的 $1/4$ 。其中 $1/4$ 是由祖父母与外祖父母共同传下来的,即每人各贡献总量的 $1/16$ 。其中 $1/8$ 是由曾祖代八个人传下来的,即每人各贡献总量的 $1/64$ 。依此类

推, 戈尔登用如下数式来表示他的祖先遗传律。

$$1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \dots\dots\dots$$
$$= \frac{1}{2}^1 + \frac{1}{2}^2 + \frac{1}{2}^3 + \frac{1}{2}^4 + \frac{1}{2}^5 + \dots\dots\dots \frac{1}{2}^n$$

个	亲	祖	曾	高	五祖	n 祖
			祖	祖	代	代
体	代	代	代	代	前	先

根据以上数式, 每一世代的贡献总和应为 $1/2^n$, 每一世代中每人的贡献应为 $(1/2^n)^2$, 其中 n 为相距世代数。因此, 相距世代愈远的祖先, 遗传上的影响就愈少。但只要有点血统关系, 不管多远, 总还是会有一定影响的。

祖先遗传律, 乍一看来, 似乎说得满有道理。但如仔细想一想, 这个定律只是单纯的数学推算而已。它并不能解释为什么同一父母所生的兄弟姐妹会具有不同的性质。以后随着遗传规律的不断阐明, 这一定律就被人们抛弃了。

泛 生 论

进化论者达尔文, 为了说明获得性遗传, 曾于1868年提出了他的泛生论。这个假说认为: 生物体的各个部分, 包括每个细胞, 每种组织与器官, 都能按照自身特点, 产生出一种代表其特性的微粒。这种微粒叫做微芽、胚芽或泛生粒。由于向心力的作用, 这些代表身体每一部分特性的微芽随着动物血管内的血液循环或植物导管内的液体输导, 而被汇集在生殖细胞里。这就使每个生殖细胞里包含着大量各种各样的微芽, 它们分别代表着身体上每一部分的特性。在以后的个体发育中, 各个微芽又被重新分散到它们所来自的各有关部分去发生作用, 从而使身体各细胞、各组织、各器官重现出与前代相同的特性。如果在外界条件影响下, 某一部分发生了任何变化, 那末它所产生的微芽也将发生相应的变化。以后这些变化

了的微芽被传递到生殖细胞中，就使这种变异被遗传到下一代。这就是获得性遗传的原因。

达尔文的泛生论是一种粗拙的机械论。直到如今，谁也没有找到过达尔文所说的这种微芽，更从未发现过这种微芽的汇集过程。后来连达尔文自己也看到了这个假说的缺点。他直率地把它称之为“最纯粹的胡说”、“垃圾”，并自我嘲笑地说，它“可能会引起很多人的消化不良”。

种质连续学说

德国学者魏斯曼(August Weismann, 1834——1914)曾经做过一个有趣的试验。他把一对雌雄老鼠斩去尾巴，然后让它们交配产生后代。如此连续地做了22代，但最终生下的仍然是有尾巴的老鼠。根据这个实验，魏斯曼于1892年提出了他的“种质连续学说”。他把生物体分为种质与体质两个部分。他认为种质是独立的，是代代相传与永生不灭的，只有种质才能产生后代的种质和体质。至于体质，它只起保护与营养种质的作用，不能产生种质。魏斯曼还认为只有种质的变异才是可以遗传的。至于环境引起的体质变异，由于不能影响种质发生变化，因而获得性是不遗传的。

魏斯曼还提出了在生殖细胞里，含有一种叫做“遗子”的遗传要素。在“遗子”中又含有决定各种遗传性质的更小单位，即叫做“定子”的颗粒。在刚受精的卵里含有各种各样的“定子”。以后随着胚胎发育，各个“定子”逐渐被分配到适当的细胞中去。最后每一细胞只含有一个“定子”，并由其决定了身体各部分细胞间的分化。魏斯曼不同意达尔文泛生论中所说的，代表每一部分特性的微芽由于向心力而从身体各部分汇集到生殖细胞里。恰恰相反，他主张由于离心力使原来就在生殖细胞里的“定子”被分散到身体各部分中去。

遗传学的发展证明了魏斯曼的种质连续学说是错误的。事实上，并不是只有种质里才含有代表遗传物质的全套“定子”，而且每个体细胞里也不是只含有一个“定子”。应当说生物体的每个细胞里都含有整套的遗传物质。身体细胞与生殖细胞的不同仅在于：身体细胞里含有来自父母双方的两套遗传物质，而生殖细胞里则只含有身体细胞一半的遗传物质。

综上所述可见，二千年来，为了解释遗传奥秘，真可说是众说纷纭，莫衷一是。这些解说虽然其中也或多或少地包含一些合理的成分，但它们都有一个共同的致命弱点，那就是它们都不是以充分的科学实验为根据的，因而它们也经受不住科学实验的进一步检验。应当指出，首先用实验方法研究遗传规律并开辟了近代遗传学历史的，乃是奥地利的孟德尔（Gregor Mendel, 1822——1884）。

二、遗传现象是有规律可循的

从肖翁趣闻谈起

英国近代出了一位大文豪，名叫肖伯纳。有一个女演员，在读了肖伯纳的作品后，不禁产生了爱慕之情，向他发出了一封求婚信。信中说：“你是如此聪明，我是这般美丽，倘若我和你结婚，生下的孩子既具有你的智慧，同时又有我的美貌，岂不很好吗。”肖伯纳幽默地回信说：“也可能生下的孩子具有你那样的智慧和我这样的容貌，那岂不就糟了吗。”

对于以上两种针锋相对的说法，怎样才能判断孰是谁非呢？如果你想做到这一点，那就得学习遗传规律。

（一）遗传学的奠基人——孟德尔

教堂的神父成了遗传学的奠基人

孟德尔出生在奥地利的一个贫苦农民家庭里。他的父亲擅长园艺技术，在父亲的熏陶下，孟德尔从小就热爱自然。在小学与中学时代，他学习勤奋、成绩优异。后来因家境贫寒，于24岁那一年，他进入布隆城一个教堂当上了神父。1851——1853年在教堂资助下，孟德尔进入维也纳大学学习数学、物理学和博物学，以后，他在教堂的一所附属中学里兼任物理学教员。从1857年起，孟德尔在植物学家奈盖里（Karl Nageli, 1817——1891）的指导下，利用了教堂后面一块长仅三、五米，宽七米的小园地进行了植物的杂交试验，这项工作前后长达18年之久。