

自然科学知识丛书

DNA



遗传与变异

自然科学知识丛书

遗传与变异

王 鸣 任本命 编著

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张6.5 字数124,000

1981年3月第1版 1981年3月第1次印刷

印数1—5,000

统一书号: 13202·21 定价: 0.54元

出 版 说 明

实现四个现代化是我国现阶段的中心任务。广大工农兵、青年、干部，迫切需要自然科学方面的普及读物。为满足这种需要，我们编辑一套《自然科学知识丛书》，陆续出版。

这套丛书，力求用辩证唯物主义和历史唯物主义观点，通俗地介绍数学、物理、化学、天文、地理、生物等方面的基础知识和新兴科学知识。由于我们水平有限，经验不足，难免有些缺点、错误，希望广大读者批评指正。

编 者 的 话

遗传与变异是生物界普遍存在的一种最基本、最重要的生命现象。遗传学是研究生物遗传变异规律的科学，是生物学的重要基础理论之一，对于人类认识自然、改造自然，推动社会生产发展和人类本身的进化都有着重要的理论与实践意义。

半个多世纪以来，遗传学的发展十分迅速，成就卓著。可以毫不夸大地说没有任何一门生物科学能够不受遗传学的影响。农业、医学、甚至工业和国防事业的发展，都与遗传学有着直接或间接的关系。至于动、植物和微生物的育种学和人类遗传疾病的防治，更与遗传学密切相关。今天，不仅生物学家，而且许多世界著名的数学家、物理学家、化学家和生物化学家，也纷纷加入到遗传学研究的行列中来，从而有力地推动了遗传学向更精密、更高级的水平发展。遗传学的最新分支“分子遗传学”和“遗传工程学”更处于现代生物科学发展的中心位置，成为生物科学的“生长点”和带头学科。据此，我国已将“遗传工程”列为“影响全局的综合性科学技术领域、重大新兴技术领域和带头学科”之一。因此，普及遗传学的基本知识，使人们对于包括自身在内的生物界丰富多采的遗传变异现象的发生原因、内在规律及其定

向控制有一个正确的认识，对于提高广大人民群众的科学文化水平具有积极的作用，对于从事农业、医学和生物学等学科的实际工作者和教学科研工作也有一定参考价值。

本书以介绍生物遗传变异的基本知识为主，同时介绍遗传学的发展历史，遗传与进化，遗传学在各个领域中的杰出成就，以及遗传工程学的轮廓、成就和前景。

本书的主要对象是知识青年、农村四级农科网育种技术员、农村医生以及中级农业技术人员和医务工作者，此外也可供中等农业学校、农村农业中学、中级卫生学校的师生、普通中学的生物学教师和业余生物科学爱好者参考。

由于编者水平有限，错误和不当之处欢迎读者指正。

编 者

1980年 元 旦

目 录

一、生命、遗传与变异·····	(1)
二、生物的繁殖与细胞分裂·····	(13)
三、遗传与环境·····	(34)
四、遗传学的基本定律 (一)	
分离与自由组合定律·····	(47)
五、遗传学的基本定律 (二)	
连锁与交换定律·····	(77)
六、性别与遗传·····	(92)
七、遗传基础的变异·····	(107)
八、遗传的物质基础·····	(127)
九、遗传、变异与进化·····	(140)
十、遗传学在育种上的应用·····	(162)
十一、遗传学在医学上的应用·····	(172)
十二、遗传工程·····	(189)

一、生命、遗传与变异

生 命 现 象

在我们这个星球，居住着无数的“居民”：有的翱翔于云端之上，有的扎根于土壤之间，有的寄身于洞穴之内，有的潜游于湖海之中。有的小到比芥豆还微，比尘埃还细，有的却身高百米，体重万斤。有的朝生暮死，有的长寿千年。尽管它们千差万别、多种多样，但都有一个共同的特征，即有生命。这些“居民”可以分为三类：动物、植物、微生物。它们共同组成生物界。根据科学记载，动物有一百多万种，植物有30多万种，微生物也有好几万种。但实际上生物的种类远不止此数，因为有很多种生物还未发现，科学家们还在寻找之中。人类本身也是生物界中的一类，只因为人会劳动、会思想，与众不同，所以卓然自立、雄视万类，被誉为“万物之灵”，成为这个星球的主宰。

生物有着各种各样的生命活动。最常见的是任何生物都有生、有长、有老、有死。一粒种子在有空气、水分、营养物质存在及一定的温度条件下，从发芽、生长、开花、结果，到最后死亡；一个初生婴儿，经哺乳期、幼年、少年、青年、壮年直到衰老去世；这些都是生物体进行生长发育的生命现

象。所谓生长发育，就是生物体摄取外界物质建造自己身体的一系列量变和质变的复杂过程。在生长发育过程中，生物体要不断地进行新陈代谢。新陈代谢是生物体最基本的生命活动，也是生物和非生物的主要区别。

另外，还有一种生命活动，这就是生物的繁殖后代——“生儿育女”。繁殖亦称生殖，是生物体生长发育的必然结果。凡是生物都具有繁殖后代的本能。无论是飞禽走兽、草木虫鱼，低级如病毒，高级如人类，莫不如此。生物如不能繁殖，种族就会绝灭，生物界也就不会继续存在。

遗传与变异

新陈代谢是生命的基本特征，生长发育和生殖是生物最主要的生命现象。但是，各种生物是循着什么道路来生长发育，又是按照什么模式来塑造子女、传种接代的呢？这就涉及到生物的遗传变异问题。

在生物繁殖后代的时候，有两种值得注意的现象。一是亲代和子代之间的相似性。譬如，狗生的崽象狗，象生的子象象。这些司空见惯的现象就是“遗传”，人们常用“种瓜得瓜，种豆得豆”这句成语来通俗地说明它。

二是亲代和子代之间的不相似性。人们发现，尽管孩子象他们的父母，但总不完全相似。“一娘生九子，共有十个样”，不但没有一个孩子和母亲完全相似，而且九个孩子之间彼此也不完全相似。大家知道，兄弟姐妹之间通常只有那

么一点相似，不相似的地方总是要多得多。这些不相似表现在个子的高矮，头发的浓淡，皮肤的黑白，体质的强弱，所属的血型等各个方面。就是双胞胎中的一卵双生也不会长得完全一模一样（图 1），而二卵性双胞胎就无异于一般的同胞兄弟姐妹。在植物中，同一个豆荚里的种子，仔细看看也会发现它们在大小、形状、色泽、饱满程度方面存在着差异。同一蒴果中的种子长成的萝卜彼此并不完全相同（图 2）。总而言之，亲子之间以及子代各个体之间的不相似性也是广泛存在的，这就是生物的“变异”现象。

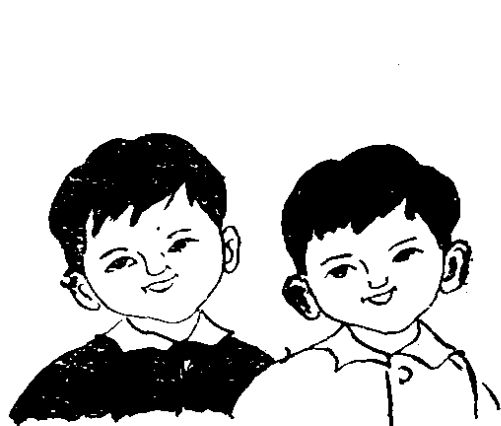


图 1 双 胞 胎

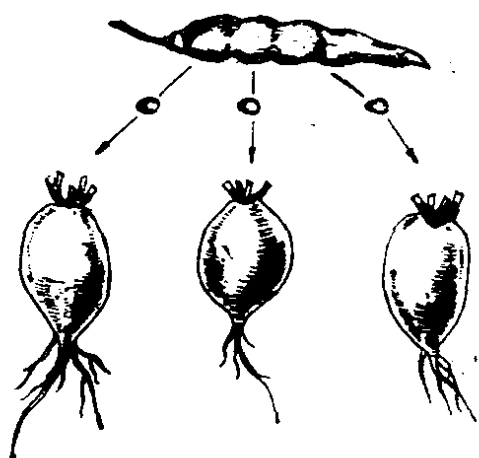


图 2 同一蒴果中的种子长成的萝卜所表现的差异

遗传与变异的辩证关系及遗传学的任务

遗传与变异的关系如影随形，极为密切。遗传与变异体现在同一个生物体上，风趣地说，可谓“似是而非”。

遗传反映生物进化和育种实践中的继承和连续性，即其

相对静止、相对稳定的方面。变异则反映生物进化和育种实践中的革新和创造性，即生物变化和发展的方面。遗传和变异构成生物内在的相互对立而又统一的一对矛盾，它们相互依存、相互制约、相互斗争、相互转化。如果没有“遗传”，也就没有生物“种”和动、植物“品种”的相对稳定性，这样生物界将是杂乱无章、变幻无常，即使再好的变异，再优的品种，也不过是“昙花一现”，而不能遗传给后代。但是如果只有“遗传”没有“变异”，那么整个生物界就会成为停滞不前的“一潭死水”，亿万年前是什么样，现在还是什么样。这就谈不到什么改造自然和创造新品种，生物的进化和农牧业的发展也就无法实现。在遗传与变异中，变异是绝对的，遗传是相对的，有条件的。在实践中，我们要充分发挥人的创造性，在一定的条件下巧妙地诱导生物向着有利于人类的方向变异，然后使这种变异遗传给后代，以创造新品种或新物种，从而达到发展生产和科学的目的。

“遗传学”是研究生物遗传变异规律的科学，它是人们认识生物改造生物的有力武器，是生物科学的主要基础理论之一，也是一切生物科学的共同语言和不可缺少的基本知识，对农业、工业、医疗卫生和国防事业的发展均有重要作用。

遗传学史话

我国劳动人民很早就注意到“种瓜得瓜，种豆得豆”的

遗传现象。但是，由于长期的封建统治和迷信思想的影响，严重地阻碍了遗传科学的发展。世界其它各国情况也差不多，直到19世纪以前，没有人对遗传变异进行过系统周密的研究，人们对于遗传的认识，长期停留在感性阶段。

随着资本主义的发展，农牧业生产中人们对改良农作物品种和家畜家禽品种有了更为迫切的要求。动植物的育种工作亟需要有遗传学的知识作为指导。显微镜的发现和 有性生殖机制的阐明推动了遗传研究的发展。1785年，意大利人斯帕拉扎尼用实验证明了精子是卵发育的发动者，肯定了动物雄性细胞（精子）对于雌性细胞（卵）发育的作用。1694年，卡默拉里斯发现，植物的繁殖和动物一样，也具有有性过程。1760年，德国植物学家科尔鲁特进行了第一次植物杂交试验，他用两种烟草进行杂交，证明花粉粒对于产生种子具有重要作用，而且亲本性状可以通过花粉粒和胚珠而遗传。

18世纪和19世纪，在欧洲许多国家广泛开展了动植物的杂交育种。通过动植物的有性杂交，人们得出一种认识，以为杂交后代的性状是双亲性状的混合，好象两种金属融化成为一种合金，两瓶不同颜色的墨水混成一种颜色一样。有的人还用红花紫茉莉和白花紫茉莉杂交子代开桃红色的花、蓝花苜蓿与黄花苜蓿杂交后代开绿色的花这样的例子来论证“混合遗传”。这种混合遗传观念在相当长一段时间占统治地位，直到现在人们所说的“混血儿”还含有“混合遗传”的意味。然而，事实上哪有一个孩子是由父母的血液混合而成的呢？

后来，达尔文的堂兄弟高尔登在混合遗传的基础上提出了“祖先遗传律”的学说。他认为孩子的遗传性 $\frac{1}{2}$ 来自父母， $\frac{1}{4}$ 来自祖父母和外祖父母， $\frac{1}{8}$ 来自曾祖父母和外曾祖父母。这样往前推去， $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots$ 最后等于1。他的理论说明，祖先越远，遗传上的影响就越小，但只要有血统关系，不管多么远，总会有一定影响。虽然他的理论纯属推论性质，没有实验证据，但是已经比原有的纯感性认识进了一步。

对遗传和变异的系统研究是从19世纪法国的拉马克和英国的达尔文开始的。

拉马克（1744—1829）是一个生物进化论的先驱者。他对生物的遗传变异作了大量观察和推理，得出了“器官用进废退”和“获得性遗传”的结论。所谓“用进废退”，就是说器官有用则进一步发达，不用则逐渐退化。好比长跑健将，他的下肢肌肉就很发达，经常不运动的人，他的下肢肌肉会逐渐萎缩。而这样的变异——获得性，按照拉马克的说法，是可以遗传的。他举了若干例子来论证获得性的遗传，其中最著名的是关于长颈鹿的起源问题。拉马克认为，长颈鹿这种动物之所以产生，是由于它们短腿短颈的祖先许多世纪中生活在干燥无草的地区，生活的需要迫使它们不得不觅食树上的叶子，因而产生了伸腿伸颈的行为，许多世纪伸颈伸腿的习惯，使腿和颈不断伸长，最后形成了长颈鹿（图

3)。

拉马克的理论有其正确合理的部分，也有幼稚和不成熟的地方。篇幅所限，这里不一一评价。读完这本书，读者自己可以作出判断。拉马克作为一个科学的进化论者，他的理论对于当时的“特创论”（即上帝创造生物和人类的理论）是一个有力的打击。

达尔文（1809—1882）在拉马克的基础上，对生物的遗传变异作了更为广泛的大量研究，并在“物种起源”一书中提出了他的“进化论”。

达尔文注意到变异的普遍性。这是与他多年环球考察的科学实践分不开的。他认为变异有大有小。他重视微小的变异，认为这是自然选择的材料；也注意到显著的变异，例如短腿的安康羊以及植物的芽变，但他认为这类变异比较少，在进化上不太重要。他还认为变异不仅见于外部形态，也见于内部构造和生理特性，不仅见于有性繁殖的生物，也见于无性繁殖的生物。

关于变异的原因，达尔文认为主要是由于生活条件的改变。生活条件既可直接作用于生物体或某些器官，也可间接影响生殖器官，无论是直接影响或间接影响，都可引起生物的变异。

达尔文接受了拉马克用进废退的观点，认为器官的用与



图3 长颈鹿

不用会导致变异。他举出乳用牛比非乳用牛的乳房发达来说明用进废退的道理。

达尔文认为，环境条件引起生物当代或后代的变异有一定变异和不定变异两类。所谓一定变异，就是一切个体或多数个体均按同样的方式产生一样的变异，即方向是一定的。例如气候可以影响皮肤的色泽、毛的厚度和密度。所谓不定变异，就是生物在若干世代相似的条件下同类各个体之间产生不同的变异，这些变异方向不定，区别明显，例如各种突变（安康羊、哈吧狗、果树的芽变等）。他认为不定变异比一定变异要普遍，不定变异也是生物进化的材料。

达尔文还根据有机体各部分相互关系的科学事实，提出了相关变异和延续变异的规律。所谓相关变异，就是生物体一个部分或一种器官发生变异，其他有关部分或器官也会相应发生变异。长腿的动物必定有长颈，例如长颈鹿、马、驴、白鹤、鹭鸶等。鸟的喙长其舌必定也长。达尔文认为，如果引起变异的条件在后代继续发生作用，变异就会在后代加强起来，向着同一方向发生变异。例如当园丁发现某一种花上多生了一两个花瓣，他就有可能由此培育出重瓣花。

关于遗传问题，达尔文认为遗传是生物的一种特性。变异有遗传的，也有不遗传的，能遗传的变异广泛存在。他认为遗传是生物的保守性，克服保守性比较困难，改变生活条件不一定能很快发生影响，但是经过多代影响也能引起变异。

达尔文也接受了拉马克获得性遗传的理论，至于获得性

为什么遗传，达尔文提出了一种假说——“泛生说”来解释。

所谓“泛生说”，是说生物体各个部分都有一种代表这部分的胚芽或微粒，如果生物体为适应环境发生变异，那么这些微粒也相应发生改变。这些微粒随着血液循环，最后汇集到生殖细胞里，所以生殖细胞含有身体各部分的性质，由此形成的受精卵，则包括了父母双方的性质。当受精卵发育成生物体时，各种微粒就纷纷到达有关部分发生作用，因此后代发育起来的性状就跟亲代一样。达尔文用这样的假说圆满地解释了生物的遗传机制、获得性遗传及个体发育等问题。但可惜的是，细胞学的发展并不支持这种假说，因为血液里找不出这样的胚芽或微粒，假说虽然很漂亮，但毕竟只是一个假说。

达尔文对遗传变异的研究比起他的前辈大大地前进了一步，但是对于遗传变异的实质和规律并未能真正揭发。达尔文自己也说：“遗传的法则是不可思议的，这是未来科学的事情。”

1892年德国的魏斯曼（1834—1914）提出了“种质说”，否定了达尔文的泛生说。魏斯曼认为，生物体可以分为体质和种质两部分。种质在生物体内是独立的、连续的，种质能够产生种质和体质，而体质不能产生种质。种质的变异可以引起遗传性的变异，而环境条件只能引起体质的变异。体质的变异即获得性是不遗传的。他认为生殖细胞里的染色体就是种质。从图4中可以看出，种质说和泛生说具有本质上的

不同。魏斯曼的理论和实验引起很大的反响，使得当时的生物界分成了两大派别：一派是以魏斯曼为首的新达尔文主义，认为获得性不能遗传；另一派是以英国的斯宾塞为首的新拉马克主义，主张获得性能够遗传。

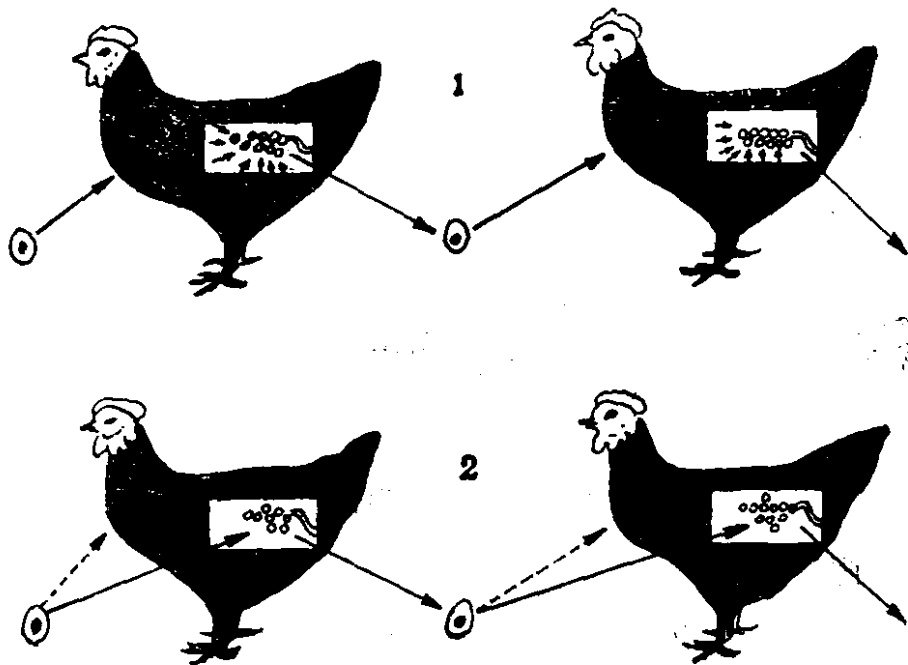


图 4 泛生说和种质说

- 1—泛生论者认为种质细胞是由体细胞形成的；
- 2—魏斯曼主义者认为种质细胞直接由前代的种质细胞产生。

但是所有这些派别以及他们的实验研究都没能揭示遗传的基本规律。1856年奥国生物学家孟德尔（1822—1884）以豌豆为材料，经过八年辛苦的试验，终于发现了生物遗传的基本规律，即显性原理、分离定律、自由组合（独立分配）定律。这些规律在1900年被欧洲另外三名学者戏剧性地重新发现以后，整个遗传学从此面目一新，得到突飞猛进的发展，涌现了许许多多卓越的遗传学家，如英国的贝特森，荷

兰的德伏里斯，丹麦的约翰逊，美国的摩尔根等。尤其是摩尔根等人，以果蝇作材料，通过大量研究，不仅证实了孟德尔的遗传定律，而且进一步发现了生物遗传的连锁和交换定律，并结合当时细胞学的成就提出了基因学说，创立了细胞遗传学。基因学说接受了魏斯曼种质论中的合理部分，认为种质是连续的，种质是遗传的物质基础，种质就是染色体上的基因，基因是遗传的基本单位，在染色体上直线排列，有高度的稳定性，能自我复制，基因也会发生变化，但这种变化是方向不定的突变，突变也不是由一般生活条件变化引起的，基因突变是生物进化的原因。

摩尔根基因论，本质上不同于达尔文的泛生说，而与魏斯曼的种质说基本一致。所不同的是，魏斯曼认为只有生殖细胞中的染色体才是种质，而摩尔根认为一切细胞里的染色体都是种质，不然的话对于无性繁殖从体细胞产生后代就不能解释。事实上也是这样，不论是生殖细胞还是体细胞，其染色体都具有高度的稳定性、连续性和自我复制能力。因此，魏斯曼把生物体分为种质和体质是有见地的，但他把种质局限于生殖细胞是不对的。

从本世纪初到五十年代，遗传学家们主要是从细胞水平研究生物的遗传和变异。到1953年，华特生和克里克用X光衍射法研究遗传物质DNA（去氧核糖核酸）的结构，提出了DNA的双螺旋结构模式，这标志着遗传学的研究已从细胞水平进入到分子水平，意味着分子遗传学的诞生。

分子生物学和分子遗传学的诞生为遗传学研究开辟了广