

SEVEN COLOR

科学七色光丛书

KEXUE QISEGUANG CONGSHU



编著 张根发

走向 新世纪的 遗传学

xiang Xinshiji de yichuanxue

湖北教育出版社

· 科学七色光丛书 ·

SEVEN COLOR

走向新世纪的遗传学

编著 张根发

湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

走向新世纪的遗传学/张根发编著. —武汉:湖北教育出版社, 1999

(科学七色光丛书)

ISBN 7-5351-2679-0

I. 走… II. 张… III. 遗传学—普及读物
IV. 03-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 75640 号

出版
发行:湖北教育出版社

武汉市青年路 277 号
邮编:430015 电话:83625580

经销:新华书店

印刷:湖北省新华印刷厂

(430034·武汉市解放大道 145 号)

开本:787mm×1092mm 1/32

1 插页 4.5 印张

版次:2000 年 6 月第 1 版

2000 年 6 月第 1 次印刷

字数:93 千字

印数:1-5 000

ISBN 7-5351-2679-0/G·2178

定价:7.00 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换

走向新世纪的遗传学 序

张根发

十分高兴有机会和青少年朋友畅谈科学的发展和未来。这次与湖北教育出版社合作,向青少年朋友介绍 20 世纪最耀眼夺目的学科之一,遗传学的产生、发展和 21 世纪的发展趋势,我感到十分荣幸,也体味出其任务之重大和工作之艰巨,要在十几万字里简要地、重点地介绍这门富有魅力的科学领域实在是勉为其难,但想到我亦曾为人子,渴望知识和新天地的那种回味,令我义无反顾地只身前行。在写作过程中,我注意到趣味性和实用性并举,用浅显易懂的语言揭开遗传学神秘的面纱,把青少年朋友带入现代遗传学的“王国”。既考虑到对遗传学基础知识的阐述,又有对这门新兴学科发展前景的展望;结合实际生活中大家感兴趣而又有些困惑的问题,深入浅出地把遗传学这门既边缘又贴近生活的科学展示在大家面前是我的初衷。然而我深知科

学发展和知识更新的速度越来越快,人类认识的范围也越来越广,本书的介绍不过是一个世纪以来遗传学发展的一个个断面,只是青少年朋友真正认识遗传学,走向 21 世纪的“小桥”。我希望“抛砖引玉”,以此书唤起更多青少年朋友的兴趣,在世纪末,乃至下个世纪,为遗传学的深入发展、为遗传学的普及做出更大的贡献。

特别值得一提的是,当本书的提纲拟好,资料积累过半,开始动手写作之时,与以色列合作科研项目要求我尽快赴以色列进行“基因”筛选和定序的工作。撰写“走向新世纪的遗传学”就成为更加艰难的任务,因此几次犹豫,想要罢手。然而,与责任和情感相驳。而尤应郑重提出的是我的妻子张玉书,是她鼓励我,支持我,我才携着全部资料来到以色列。这本书的手稿就是通过鸿雁传书,由我妻子协助整理,打字,校对而完成的。我也十分感谢我的学生聂艳丽为手稿的完成所做的辅助工作。我真诚期望这本书对青少年朋友有所帮助。当然,这也是作者第一次为青少年朋友写作,也竭诚希望读者对这本书给予更多的关怀。各方面的希望和建议,作者都是引以为荣的。

谨以此书献给我亲爱的妻子,以表示对她的支持理解和劳动的回报!

1999 年 4 月 18 日,于以色列

目 录

一、生命的延续与进化	1
1. 种瓜得瓜,种豆得豆	1
2. “一母生九子,连娘十个样”	3
3. 物竞天择	6
二、“曲径探幽”——揭开遗传奥秘的探索	10
1. 孟德尔——遗传学的开山鼻祖	10
2. 孟德尔的分离规律	14
3. 基因、基因型和表现型	20
4. 自由组合规律	21
三、生命砖石与遗传魔棒	26
1. 生命砖石——细胞	26
2. 遗传魔棒——染色体	28
3. 神奇的分身术之一——体细胞增殖	34
4. 神奇的分身术之二——生殖细胞的形成	38
四、“生命之魂”——不再是神话	44
1. 生命之魂——DNA	44
2. 开启生命奥秘之门的金钥匙	49
3. 巧解天书——“遗传宝典”的揭秘	52
4. 神奇的调控	57
五、“生命之魂”的法则	63
1. “生命之魂”的复制	63
2. 遗传信息的中心法则	66

3. 遗传信息的使者——mRNA	68
4. 遗传性状的实现	70
5. “生命之魂”的再现	77
六、“妈妈的儿子,爸爸的女儿”	80
1. 遗传魔棒的“小把戏”	80
2. 从英国皇家病谈起	82
3. 魔棒的失误	87
七、遗传与人类健康	91
1. 人种与遗传	91
2. 基因与环境	94
3. “滴血认亲”的真伪	98
4. 多指与并指	101
5. 中国人生出的“洋娃娃”	102
6. 生命的恶魔——“山蟹”	104
八、“青出于蓝而胜于蓝”	107
1. “男女同姓,其生不蕃”	107
2. 胎儿优劣早知道	111
3. “机器母亲”与遗传工程“造人”	114
九、新世纪的“诺亚方舟”	119
1. 新技术的“鬼斧神工”	119
2. “狮身人面兽”与重组 DNA	123
3. 从必然王国到自由王国	127
4. 攻克顽症痼疾的曙光	130
5. 让生命之树常青	134

一、生命的延续与进化

1. 种瓜得瓜,种豆得豆

遗传是生命的一种自然属性,人类什么时候开始认识生物性状世代相传的遗传现象无史可考。但无可争议,人类从远古时代就在农业、畜牧业实践中注意到了遗传现象的普遍性。“种瓜得瓜,种豆得豆”就是我国民间对遗传现象的精辟概括。

经过许多世纪的探索,科学和实践都证实遗传这一生命现象以它最顽强的力量传递着亘古以来的生物特征。前苏联考古学家曾在格鲁吉亚地区旧石器时代的地层里发现小麦的种子,把它和现代小麦种子加以比较,在外型上几乎没有区别。

在我国辽宁普兰店地下的泥炭层里发现埋藏数千年的古莲子,令人惊奇不已的是它不但能生长,并且竟然开放出与现代荷花相同的典型色彩的荷花。数千年的岁月竟没有使生物发生大的变化,而是依然按照原样一代一代地传递下去,这种奇妙的机制就是遗传。

人类也是一样,有些科学家曾做过有趣的实验,把几千年前埃及的木乃伊的蛋白质分离出来,令人惊讶的是:这些蛋白质竟然和现代人类的蛋白质没有什么差别。这就是遗传所具有的神奇作用。

自然界的生物形形色色：植物、动物、微生物。从宏观到微观，从天空、陆地到海洋，这许许多多的生物就是靠遗传来生息繁衍，来传递生物的每一个性状的。

生物种群的繁衍——传宗接代，就是靠遗传十分精妙、准确地使下一代与亲代保持一致。于是老虎生下的是虎仔，鸡产蛋孵出来的是小鸡。同样吃的是青草，母羊怀孕生出的是小羊，母牛生出的是小牛——而绝不会是小羊。有兴趣的同学不妨仔细观察一下，遗传的现象比比皆是。中国人是黄皮肤，黑头发，数千年来正常的后代都是这样。还有人的血型、个子的高矮、瞳孔的颜色，走路和跑步的姿式，甚至某些疾病（如近视眼、糖尿病、贫血症、血友病甚至癌症）都与遗传休戚相关。

生物的遗传不仅仅表现在外部特征上，特别是低等生物，其遗传性与其生活力密切相关，著名生理学家巴甫洛夫说过“没有先天性反射，也就不可能有动物的生活”。猫生下来就会捕鼠；蛤蟆生来就是捉虫子的好手；蜂儿天生就会酿蜜；猎狗世代是捕猎能手、赛跑冠军；苍鹰是天才的飞翔专家……，这种由遗传获得的，生物个体不教自会的本领，使得生物可以适应千变万化的地球生态环境而生存下来，并通过严酷的自然环境的选择和考验而遗传下来、保存下去。

就拿我们人类熟悉的候鸟来说，许多候鸟年年春秋两季、迁徙往返数千里乃至上万里，年复一年，春去秋来。虽然远隔千山万水，可是它们无论是结伴飞行，还是孤身远翔，都可以毫无差失地到达归宿地。精细的科学家设计实验证明候鸟的迁飞的遗传性，实验者将几只莺从孵化出来就养在与外界完全隔离的房间里，使它们终年生活在人工制造的绿树如阴的夏天环境中，无法从外界环境中获得季节变化的任何暗示。然

而，一到外界是秋季的时候，莺就开始发生巨大的生活变化，在房间的树丛间穿腾飞翔不停，焦躁不宁，接连许多夜晚拍打翅膀，不能入睡，而这段时间恰好是莺迁飞的时间。其他一些实验也证明，莺具有奇异的“生物钟”判断迁飞时间，并且它还具有辨别天体方位的能力。而这些本能绝不是依靠训练和传授，而是从上代遗传获得的。

人们也许更清楚，儿女和亲生父母长得惟妙惟肖。常常听到人们讲：“张家的女孩双眼皮，大眼睛，尖下额，和她妈一模一样，真漂亮。”有时见到相像的父子，你会大吃一惊，疑虑不解的是：“呀，你怎么这么快就老了。”定神细看，再问清楚才知道是儿子太像父亲而混淆了。双胞胎是遗传上最相近的个体，那更是难于区分，神鬼莫辨的了。

人类和自然界各种生物一样就是靠了这种遗传特征世代延续，如果生物没有遗传性，世界又会是什么样子呢？或许用不上 50 年世界上所有的生物我们都无法认识了，似乎都成了“外星来客”。可以毫不夸张地说，遗传是生物最普遍最重要的规律之一。

也许朋友们会在想，既然生物间各个物种由遗传支配着世代延续，那么为什么有的人家父母身材较小却生养了一个高挑的女儿，平常百姓人家却养育了聪明而富有才干的儿子呢？这就是生物遗传规律的另一个方面——变异。

2. “一母生九子，连娘十个样”

我国古代，人们就注意到人类遗传和变异的现象，俗话说“一母生九子，连娘十个样”，就是说：虽然九个孩子都是同父、同母生养的，仔细观察却每一个都有区别，这是民间对遗传变

异的总结。现在,也许在我国不会再有一个家庭有“九个孩子”的事了,但这个古朴而真实的民间谚语却深刻地揭示了遗传变异现象的广泛性。

伴随着世代延续的种族繁衍的遗传过程——遗传物质的重新组合、环境的差异或遗传物质的突变,生物体会产生无穷无尽的后代变异,如同古代哲学家的著名格言“人不可能蹚过完全相同的河流”,遗传物质的传递就像是流水一样,是一种生命运动方式,并且是多方向的,不会停止在某一点上。因此,世界上不可能找到两个完全一样的个体,总是可以找出哪怕一点点微小的差异。著名生物学家达尔文(Ch. Darwin, 1809~1882)是生物进化论的创始人,他通过贝格尔军舰的环球航行,揭示了生物界的进化规律和遗传变异。自然界的生物、饲养的动物、乃至栽培的植物都存在着变异。一只兔子,它的身长、大小、体重、骨骼形状等等,决不会有另一只兔子与它完全相同。一株玫瑰的株型、花瓣数量、叶子形态、茎的粗细或刺的数量和形态,总会与另一株有所差异。牧羊人能熟悉羊群中每一只羊;园丁能够识别 160 种没有开花的山茶;养鸭人能辨别出他养的大群鸭子中的任何一只。这都是因为生物个体间有一定的特征和差异,也就是我们说的遗传变异。

达尔文曾断言:“甚至同胞中的幼体,以及由同蒴中的种子萌发而来的幼苗,有时彼此也会表现出极其显著的变异。”变异通常被分为两类:遗传引起的变异和环境差异引起的变异。白猪和黑猪杂交的子代是黑白相间的花斑猪,但即使同一窝仔猪的个体在花斑形态上也是有差别的。它们的后代变异就更大了,黑斑比例从小到大,各种不同类型都可以找到,甚至可以出现全白或全黑的仔猪——尽管它们在血统上是同胞

兄妹,而且是在几乎同一时刻受精的胚胎,说明即使是嫡系之间也存在着各种变异,这主要是由遗传重组的变化造成的。偶然的基因突变也可能产生新的类型,“安康羊”就是一个典型的例子。1791年美国一个农民在羊群里偶然发现一只矮腿羊,因为它不能跳过篱笆墙便被留下来做种羊,形成了矮腿的“安康羊”绵羊品种,并参见图1-1。人们长期以来利用遗传变异规律在农业、畜牧业、水产养殖业等方面都取得许多有益的变异品种,产生了巨大的经济效益,为人类生存发展做出了重大贡献。



中国古书有文记载:“橘生淮南为橘,生于淮北则为枳”说的就是环境引起变异的经典例子。这说的是不同个体处于不同环境的例子。其实即使同一个体,遇到不同环境也会表现出变异。例如有一种藏报春花(*Primula sinensis*)在一般温度,如20℃开的是红花,而在30℃时则开放白色的花朵。更经典的例子是水毛茛(*Ranunculus*

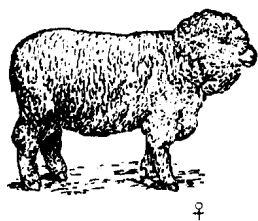


图1-1 安康羊

aquaticus),水毛茛极易受环境影响而发生变异,不仅个体植株,就是同一植株的叶子,长在水里与长在水面上的叶子都有显著的差异,水中的叶子裂痕很多很深,使叶子近乎于细丝状,长在水面的叶子却是扁平的,参见图1-2。

我们也可以偶然遇到个别极端变异的类型,如有时在乌鸦群中可以看到白色个体,在实验室饲养的老鼠品种内曾经

产生没尾巴和尾巴扭结的老鼠。类似的现象在植物界也并不少见,在成片倒伏的水稻田里,可以令人惊奇地发现顽强的直立植株——抗倒伏水稻。在植物病害猖獗的年头,也会应运而生某些个别的硬骨头——它们的抵抗力使病菌悄

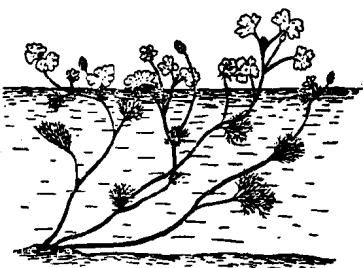


图 1-2 水毛茛

然而过;同样昆虫群体也经常出现对各种农药有高度抗性的个体。类似的现象在细菌中也常常发生,如人类的致病菌常常会出现不怕青霉素或其他抗生素的类型,尽管这种特性是这个家族前所未有的。

生物界就是这样既有着遗传的保守性,使各色各样的生物稳定地繁衍发展,又有着广泛的变异性,不断产生新的种类。变异是进化发展的动力,使生物有可能产生更适应新环境的新个体,继而遗传性又使得新的特征巩固下来并延续下去。

遗传过程的变异,有些对人类是有益的,有些则是有害的,这是相辅相成的矛盾着的两个方面。只有全面深入了解遗传与变异的内在规律,才能使人们对生物界的认识完成由“必然王国”到“自由王国”的转变,按着人类的意愿和需要来改造生物,维护人类健康,使自然更好地为人类服务。

3. 物竞天择

今天,世界上大约有 200 多万种生物,这是几十亿年来不断进化的结果,而且进化仍在继续着。新的物种在不断产生,旧的物种在不断消亡。特别是自人类出现以后,通过对自然环

境的改造,对生物的人工选择都极大地影响着生物的发展变化。随着科学的发展和人类对自然认识的深入,人类的活动将对生物的发生和发展起着越来越重要的作用。

生物上下代之间,同代不同个体之间的差异就是我们上面讲到的变异是生物不断演变发展的基础,当然变异产生的新的性状必须能稳定地遗传下去,才有可能形成新的物种。所以没有变异就没有生物的发展和进化,没有遗传就没有物种的相对稳定性。这一对矛盾的相对运动是推动生物进化发展的根本原因。

那么生物个体新的变异类型是如何战胜旧的物种而发展成为新的种群的呢?科学证明:千万年来的进化历程中,“自然选择”和“适应”是生物得以进化发展的主要原因。

达尔文指出:“物种之所以不会数量骤然增加,乃是由于生存斗争”。鱼每年产相当多的卵,如一条翻车鱼年产卵量竟能达三亿多,但在孵化前后大量被其他动物吃掉,能长成大鱼的比例是微乎其微,有的鱼类的成鱼比例几乎不到百万分之一。物种总是面临着生存斗争:与同种的个体斗争(种内斗争),与异种的个体斗争(种间斗争),还有与各种自然环境进行的生存斗争,如严寒、干旱、大风等。生物个体的变异是普遍的,因而每个个体都有差别,在生存竞争中占有优势的变异个体被保存下来,有机会留下更多的后代,同样,在生存竞争中居于劣势的变异个体早年夭折,或不能成熟乃至繁衍后代被逐渐淘汰。在寒冷地区,皮毛厚的个体就容易生存下来,而皮毛薄的个体就会夭折而被淘汰。在大风吹刮十分强烈的海岛,短翅及无翅不能飞行的昆虫被保留下来,而有翅的昆虫只有飞行能力极强的个体能抵御风暴的袭击而被保留下来,从而

形成与大陆完全不同的昆虫种群,这就是适应。生存斗争的结果就是适者生存,也就是说只有具备适应性的个体才能生存下来。

适应性是生物在一特定环境条件下生存及繁殖下来的遗传特性。有花植物都依靠外界因素来授粉,各种外界环境因素不同时,花也随之改变,形状、颜色、结构、香味等都随之不同。例如,依靠蜜蜂传粉的花都有鲜艳的颜色、芬芳的香味、白天开放以及具有一个供蜜蜂停落的结构。科学家们同时还发现,依靠蜜蜂传粉的花都是黄色或蓝色,很少是红色,因为蜜蜂不能分辨红色。而依靠蜂鸟传粉的花具有鲜艳的红色和黄色,极少有蓝色,因为这种小鸟只能看出红色或黄色。依靠蛾类传粉的花大多是晚间开放的,大都是白色,因为蛾类主要在黄昏时活动,这类花还具有芳香味,对于引诱蛾类有重要作用。与此大相径庭的是依赖蝇类传粉的花,它们具有特殊的臭味,用以吸引各种蝇类。

昆虫的保护色也是生存竞争和长期自然选择的结果。这方面研究较为详尽的是桦尺蛾(*Biston betularia*)。这是一种夜晚活动的蛾类,白天栖息在树干上,它的身体是灰白色(白底黑斑)和树干上地衣的颜色相似,不易为鸟类发现,这是长期自然选择的结果。19世纪工业革命后,1848年在英国某一工业区发现了黑色个体,从此以后,这种黑色尺蛾就不断增加,到1895年,其频率竟达到98%,这一演变过程是由于工业污染造成的,大量工业煤灰杀死了桦树干上的地衣植被,并使树皮蒙上黑色。这样先前自然选择的灰白色——保护色失去了作用,不再具有适应性,易于被鸟类捕食。而原先易于暴露的黑色却变成了保护色,由于自然选择的压力,黑色类型生

存的机会增加,繁殖更多的后代,并逐渐取代了灰白色类型。这一事例说明了生存竞争与适应对进化的作用,并且揭示了适应的相对性,适应依环境的变化而变化。

人类的发展和各类活动的增加,从某种意义上改造着自然界的生物进化历程和方向,如家畜、家禽和人工养殖的各类植物——小麦、玉米、水稻、棉花等等,都是依据选择与适应的规律对野生动植物长期的驯化和培育而产生,这些“家化”的种类和它们的野生祖先有很大差异,甚至这种差异超过两个野生种之间的差异。

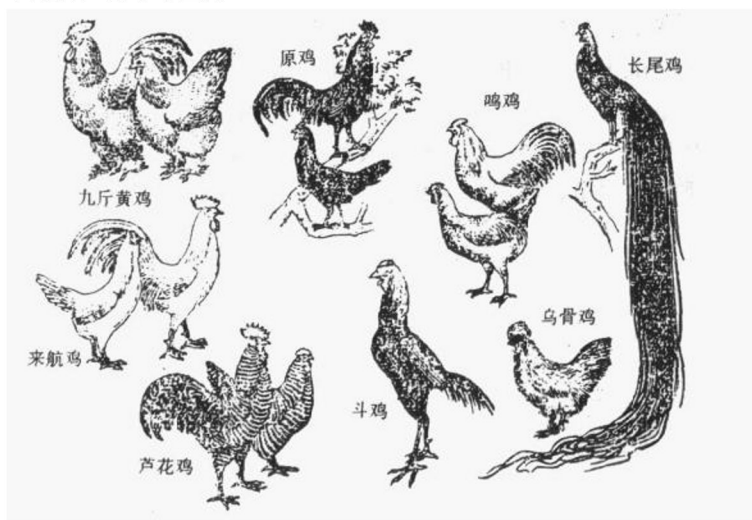


图 1-3 原鸡和鸡的各种品种

这方面最典型的例子是鸡的饲养和选育,参见图 1-3,鸡的祖先就是现在的野生鸡——原鸡,目前我国西南地区 and 印度的森林中生活。体重只有一斤多,年产蛋七八枚。而现

代饲养的各种类型的鸡是人工选择的结果。古代劳动人民养鸡伊始,就开始根据不同需要进行人工选择,比如人们想要鸡生蛋,就把生蛋少的鸡杀死吃肉,保留生蛋多的。这样一代一代地选择,就发展成卵用型鸡的品种,如白来航鸡。同样,有人需要肉鸡,选留那些生长快、体型大、肉味鲜美的鸡来繁殖、留种,这样长时期的人工选择,就培育出肉用鸡。如此循环往复,经过千百年的驯化、选择和培育,就由一种野生原鸡选育出各种不同类型的鸡的品种。卵用鸡一年最多可生 380 枚蛋,肉用鸡体重可超过十斤。此外,还有供药用的乌骨鸡(泰和鸡)和供观赏用的长尾鸡等。人工选择同样丰富了生物的多样性。

由于劳动人民的辛勤劳作和聪明创造,培育出的优良品种不止万千,从谷物、水果、蔬菜、家畜、家禽以及水产等生物品种无一不有。这些品种对人类生存和生活水平的提高起着重要的作用,这也是利用遗传变异规律造福人类的例证。