

Z X K W T D C S

中学课外天地丛书 00 生物系列 00

应用遗传学纵横谈

SHANXI EDUCATION PRESS

毛盛贤 毛颖



山西教育出版社

Z X K W T D C S

中学课外天地丛书 ● 生物系列 ●

应用遗传学纵横谈

●
毛盛贤
毛颖

山西教育出版社

社 长 任兆文
总 编 辑 左执中
责任编辑 姚儒如
装帧设计 易 一
版式设计 荷 屏

中学课外天地丛书·生物系列

应用遗传学纵横谈

毛盛贤 毛 颖

*

山西教育出版社出版(太原井州北路 69 号)

新华书店经销 山西晋财印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:6.625 字数:139 千字

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月山西第 1 次印刷

印数:1—3000 册

*

ISBN 7—5440—0923—8
G·924 定价:6.60 元

前言

遗传现象令人神往。怎么一个精子与一个卵子结合就能发育成一个同亲代基本相同的个体呢？人们早已注意到，子女同双亲间，有时不只是长相，甚至言行也相似得令人惊叹不已！这个千古之谜，今天已大白于人间。这归功于遗传学的研究和发展。

同其它学科相比较，遗传学发展上的一个显著特点是：形成晚、发展快，后来者居上。1900年，孟德尔揭示的两个遗传学基本规律的再发现，宣告了现代遗传学的开始，孟德尔成了其奠基人。本世纪20年代，摩尔根揭示的第三个遗传学基本规律，又使遗传学进入了以染色体遗传为核心的细胞遗传学阶段。而遗传物质核酸的发现，尤其是1953年，沃森和克利克提出的DNA分子双螺旋结构模型，标志着遗传学发展到了分子遗传学阶段；在此基础上，60年代又阐明了遗传信息表达的机制。

随着遗传学理论的发展，遗传学技术也得到了相应的发展。尤其是70年代以来，体细胞融合和基因工程技术的兴起，使人类开始进入了一个全新改造旧物种、创造新物种使之更适合人类需要的新时代。什么超级鱼和超级猪，什么自身能产生香味物质的烟草和自身能产生抗虫物质的棉花等等，都已取得了喜人的成果。真让人惊奇而振奋。

遗传学在其理论和技术上的每一重大突破或发展，都为人们带来了巨大的社会经济效益。被誉为世界上第一次绿色革命的矮秆水稻和第二次绿色革命的杂交水稻，就是广为人知的例子。在应用上，从已取得的成就和潜在前景来看，遗传学还将为解决世界面临的能源、食品和环保三大危机开拓崭新的出路。它不仅成为新技术革命的强大动力，还将导致社会各领域发生深刻的变化。它的一些术语，如遗传工程、转基因动物、先天愚型、试管婴儿和水稻三系——不育系、保持系和恢复系等，从电台和一般报刊上已为广大群众耳闻目睹。他们为了理解这些事实和成就，为了将来从事这方面的实践活动，渴望对遗传学的基础知识有个初步了解。

这个小册子，就是为了适应上述需要，为在校中学生的课外活动提供一本阅读和实验参考书，为具有中等文化水平的广大干部和群众提供一本科普读物。在写法上，一是注重遗传学的应用性。例如，尽量以遗传学各发展阶段上的应用为线索阐述有关遗传原理；纵使在简要介绍遗传学的一般原理时，也注意其实际应用；最后还专门写了一章中学生可做的遗传实验和调查指导。这些都有利于贯彻学以致用原则和加强学生的实践意识。基于此，该书也就取名为“应用遗传学纵横谈”。二是在介绍世界级遗传学名星的重大发现时，注意跟踪他们在科研实践征途中的足迹，看他们是如何发现和解决问题的。这对我们，尤其是青年学生来说，该用什么样的科学理论和实验技术武装自己，如何建立科学的方法论，如何培养实事求是和集体主义的科学品德，以及学习他们为科学真理而献身的精神，都将是有启发的。

全书共分14章，前4章是后10章的理论基础。

编者参考了所能参考到的有关资料，初稿又蒙北京师范大学哲学系郭华庆副教授审阅，提出不少改进意见。为此，谨向这些资料的作者和审阅者深表谢意。

限于编者水平，不当之处，恳盼读者指正。

编 者

目 录

一	现代遗传学的里程碑 (I)	(1)
	(一) 奠基性的杂交试验 (I)	(3)
	(二) 定量化的遗传分析 (I)	(7)
	(三) 第一规律应用拾零	(11)
二	现代遗传学的里程碑 (II)	(14)
	(一) 奠基性的杂交试验 (II)	(14)
	(二) 定量化的遗传分析 (II)	(17)
	(三) 第二规律应用拾零	(19)
	(四) 孟德尔的成功之路	(20)
三	现代遗传学的新发展	(23)
	(一) 又连又锁	(24)
	(二) 连而不锁	(26)
	(三) 基因定位	(29)
	(四) 第三规律应用拾零	(31)
	(五) 摩尔根的成功之路	(32)
四	遗传学中的概率统计	(35)
	(一) 事件	(36)

(二) 概率.....	(37)
(三) 概率应用.....	(41)
(四) 统计若干概念.....	(44)
(五) 样本特征数.....	(45)
(六) 标准误.....	(50)
五 生男生女, 谁主沉浮	(52)
(一) 性别决定.....	(53)
(二) 性别控制.....	(58)
六 是显是隐, 男女有别	(61)
(一) 抗维生素 D 佝偻病	(61)
(二) 蚕豆病.....	(62)
(三) 玳瑁猫.....	(63)
(四) 男人毛耳.....	(64)
(五) 雏禽辨雌雄.....	(64)
(六) 男人秃顶.....	(68)
(七) 母鸡下蛋.....	(69)
(八) 男女互变.....	(70)
七 血型遗传, 亲子相关	(73)
(一) 谁是孩子的遗传双亲.....	(73)
(二) ABO 血型遗传	(74)
(三) 亲子鉴定方法.....	(75)
(四) Rh 血型遗传	(76)
(五) 血型不亲和的恶果.....	(78)

(六) 新生儿溶血的防治	(80)
八 近亲婚配, 后代衰退	(81)
(一) 近交后果, 凶多吉少	(82)
(二) 亲上加亲, 其生不蕃	(84)
九 杂种优势及其应用	(87)
(一) 杂交后果, 优上加优	(87)
(二) 雄性不育, 变废为宝	(89)
(三) 自交不亲和, 叶菜杂种化	(94)
十 遗传变异的根源	(98)
(一) 染色体变异的类型	(98)
(二) 非整倍体变异的功与过	(101)
(三) 物种内杂交的无籽西瓜	(107)
(四) 物种间杂交的萝卜甘蓝	(110)
(五) 由配子发育的单亲孩子	(113)
(六) 猫叫综合症	(117)
(七) 蚕卵辨雌雄	(117)
十一 DNA 模型问世的启示	(119)
(一) 名家、名著的哺育	(120)
(二) 攻克基因之谜	(122)
(三) 多样的研究方法	(123)
(四) 广泛搜集素材	(123)
(五) 临产前夕的阵痛	(126)

(六) 最后的冲刺	(128)
(七) 独占鳌头的胜者	(130)
十二 细胞水平的遗传工程——细胞工程.....	(132)
(一) 超排卵和胚胎移植	(132)
(二) 体细胞杂交	(134)
十三 分子水平的遗传工程——基因工程.....	(140)
(一) 基因工程两件宝	(140)
(二) 基因工程三步曲	(144)
(三) 转基因动物	(144)
(四) 成就和前景	(147)
十四 遗传实验和调查.....	(150)
(一) 等位基因分离和非连锁基因自由组合实验.....	
.....	(151)
(二) 连锁基因遗传实验	(174)
(三) 性连锁实验	(177)
(四) 多倍体诱导	(181)
(五) 人类性状遗传的调查	(184)
(六) 遗传模拟实验	(187)
附 录	
一、对果蝇的观察.....	(192)
二、卡平方 (χ^2) 测验	(198)



现代遗传学的里程碑 (I)

关于生物遗传的奥秘，自有人类文明史以来就在不断探索中。

公元前 5 世纪，古希腊一位伟大的哲学家希波克拉底提出，子代之所以具有亲代的特性，是因为在父亲的精液或母亲的卵子中，都存在形成子代身体各部分的微小元素，子代胚胎的相应各部分，就是由亲代的这些元素构成的。相隔不到一世纪，这一观点被亚里斯多德推翻。亚里斯多德认为，父亲的精液不是构成子代胚胎的元素，而是促使母亲具有的将来构成子代的质料转变为建造子代的“蓝图”。这就意味着，亲代传给子代的不是性状，而是为子代发育所需要的信息。这一观点，同现代遗传学得到证实的结论有相似之处。但它在随后的 23 个世纪中竟几乎完全被人遗忘了。

19 世纪末，随着生物学的发展，对遗传本质的认识相继出现了一些新观点。1866 年，英国生物学家、进化论的创始人达尔文提出了遗传的“微芽”说。1889 年，荷兰学者德佛里斯提出了遗传的“泛生子”说。1892 年，德国动物学家魏

斯曼提出了遗传的“种质”说。魏斯曼认为：生物体分为种质和体质两部分；种质是独立的和连续的，它能产生子代的种质和体质；体质不能产生种质；生殖细胞中的染色体就是种质。现在看来，由于“微芽”说和“泛生子”说与希波克拉底的观点类似，没有科学依据，是错误的。但魏斯曼的“种质”说，却对遗传物质的深入研究，对遗传学的发展开辟了一条科学的道路。

然而，首先揭示遗传基本规律的是现代遗传学的奠基者——孟德尔（图 1—1）。

孟德尔，于 1822 年 7 月 22 日出生在奥地利的一个贫苦农民家庭。尽管家境贫寒，由于是独生子，自幼受到了较好的教育。不幸的是，当他 16 岁时，父亲因服劳役而致伤残，为了生活，只得自谋生路。贫困的折磨，迫使他于 1843 年进入布鲁恩的一个修道院，当了修道士。他苦读四年，终于在 1847 年获得了神父职位。可是，身为神父的孟德尔，对神学并不感兴趣，他长于数学，更喜爱生物和大自然。为了争得当一名教师的资格，由于社会的不平等竞争，连试三年不成。不幸中之有幸的是遇到了伯乐，一位教授从他的物理试卷发现他是个有为的青年，推荐并设法资助他进了维也纳大学的理学



图 1—1 现代遗传学奠基人——孟德尔

院学习。在那里，从1851到1853年，他主要学习了数学和物理学；因为特别喜爱生物，他还修了植物学。1854年回到修道院继续当神父，并在当地教会办的一所中学教书达14年之久。他主讲过植物学、动物学和物理学等课程。工作之余，利用教堂周围的园地，从事科学实验研究工作。

(一) 奠基性的杂交试验 (I)

在孟德尔时代以前，人们就用杂交方法培育出不少的作物和畜禽新品种，积累了很多宝贵的实践经验。但是，在遗传学理论的进展上却是一筹莫展，因而不能对杂种及其后代的表现作出预测，给育种实践带来浓厚的盲目性。

这引起了孟德尔的深思。在继承并总结前人经验的基础上，他从实验材料、研究性状的选择、实验过程的设计以及对结果的分析 and 验证等方面，都作了周密细致的考虑。

在孟德尔的实验园地里，实验用的植物的物种就有10余个，最后他把豌豆选作遗传试验材料。作为遗传试验材料，豌豆有许多优点。它是严格的自花授粉作物（图1—2）：一是不等花被张开，雄蕊的花粉就落到雌蕊的柱头上，完成了授粉作用；二是花被包得严实，不让其它花粉侵入参与授粉。严格的自花授粉对遗传实验有很多好处，一方面容易得到具有不同性状的纯种，并且这些纯种的相对性状差异明显，因此，用它们做杂交试验，所得结果可靠性高。孟德尔观察了7个性状的7对相对性状（表1—1）。



图 1—2 豌豆花 (左) 和果实 (右)

1. 雌蕊; 2. 雄蕊; 3. 花被

表 1—1 豌豆性状的相对性状

性 状	相 对 性 状
花颜色	红和白
种子形状	圆和皱
子叶颜色	黄和绿
花着生位置	腋生和顶生
成熟豆荚形状	无缢痕和有缢痕
未成熟豆荚颜色	绿和黄
植株高度	高和矮

孟德尔的杂交试验，首先集中在一个性状的差异上。他

用分别具有上述 7 个性状的 7 对相对性状的纯种植株（亲代），做了 7 个杂交，即每对相对性状做一个杂交。结果，这 7 个杂交的子一代都只表现其中一个亲代的相对性状。例如，对花色这一性状来说，纯种红花植株与纯种白花植株杂交后，所得种子及其长出的植株叫子一代（ F_1 ），子一代植株都开红花，即：

亲代 (P)	红花 × 白花
	↓
子一代 (F_1)	红花

为什么子一代中只表现一个亲本的性状（如红花），而不表现另一个亲本的性状（如白花）呢？这个不表现的（相对）性状，是永远消失了还是暂时隐藏起来了呢？

为了解答这一问题，他决定让每个杂交的子一代进行自花授粉，以产生子二代（ F_2 ）。结果，在每个杂交子二代中，不只有一个相对性状，而是都出现了各自的祖父祖母的一对相对性状，如有红花又有白花；通过分类统计还发现，相对性状的出现有一定的比例。例如，亲代两亲本分别具有红花和白花的两相对性状，在子二代，平均说来，每 4 株中有 3 株开红花，一株开白花，接近 3 : 1 的比例（表 1—2）。

也就是说，在子一代未出现的亲代白花性状，在子二代又重现了，因此，它实际上在子一代并未消失，而是暂时隐藏起来了。孟德尔把子一代表现出来的相对性状（如红花）叫显性性状，子一代不表现的相对性状（如白花）叫隐性性状。对于其它性状的相对性状的显、隐性关系见表 1—2。在这里，子二代显性性状和隐性性状都出现的现象，叫分离现象。

表 1—2 孟德尔豌豆杂交子二代结果

性 状	相 对 性 状		显 : 隐
	显性数目	隐性数目	
花颜色	红 (705)*	白 (224)	3.15 : 1
种子形状	圆 (5474)	皱 (1850)	2.96 : 1
子叶颜色	黄 (6022)	绿 (2001)	3.01 : 1
花着生位置	腋 (651)	顶 (207)	3.14 : 1
成熟豆荚形状	无缢痕 (882)	有缢痕 (299)	2.95 : 1
未成熟豆荚颜色	绿 (428)	黄 (152)	2.82 : 1
植株高度	高 (787)	矮 (277)	2.84 : 1

* 括号内数字为孟德尔观测的子二代出现的相对性状数目

孟德尔意识到，子二代各相对性状的分离比接近 3 : 1，很可能不是一种巧合，而是反映了性状遗传的真实比 3 : 1。因为通过大量的观测，根据统计学原理，观测分离比可以非常接近真实分离比。

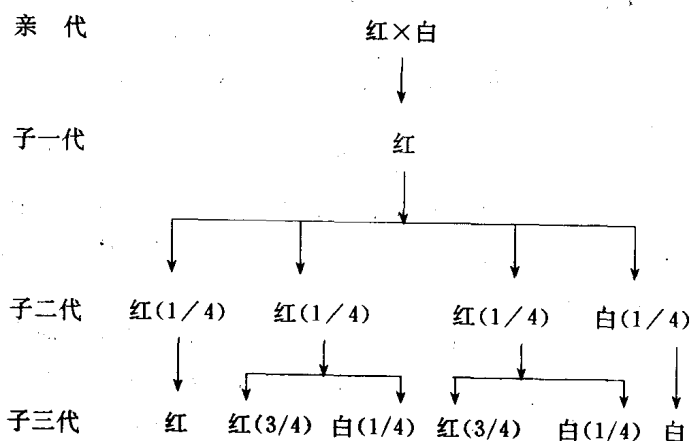
于是，孟德尔把注意力集中到这个 3 : 1 的问题：为什么子二代会有规律地出现 3 : 1，原因何在？为此，他决定接着做子三代的试验。

他让所有 7 对相对性状的子二代 (F_2) 进行自花授粉以获得子三代。仍以红花和白花的分离 F_2 群体说明试验过程：从该 F_2 群体，随机抽取，例如，100 株；按株收获豌豆粒（如一株的豆粒放入一个纸袋内）；按株种植（如一株的豆粒种成一行）。结果，在子三代发现（表 1—3）：凡是在子二代表现隐性性状（如开白花）的植株，子三代仍表现隐性性状，不再发生分离了，即这些隐性性状已成为稳定类型；带显性性

状的子二代中，有 $2/3$ 的个体在子三代又出现了分离现象，显、隐性分离比也是 $3:1$ ，这说明这些子二代个体仍是杂种（与子一代个体一样），另 $1/3$ 的个体不分离。

此后，孟德尔又跟踪观察了子四代、子五代以至子六代的分离情况。他发现，所有表现隐性性状的植株都不再分离了，是纯种；表现显性性状的子代，其中 $1/3$ 的个体也变成了纯种， $2/3$ 的个体仍是杂种；只要是杂种，自花授粉时，总呈现 $3:1$ 的分离比。

表 1—3 豌豆红花和白花遗传现象 (I)



(二) 定量化的遗传分析 (I)

孟德尔认为：理论是否正确，关键要能够合理解释上述