

YICHUAN
MANHUA



3
2

遗传漫话

1967.12

内 容 简 介

本书共分二十九章，多数通过生动的比喻、形象化的插图和科学家的实践活动，深入浅出地介绍了遗传学的基本知识，从观察遗传变异现象到揭示遗传学中三大定律；从细胞的基本结构、分裂特点到如何验证基因与染色体的关系，剖析遗传工程的实质；从孟德尔、摩尔根的科研过程到许多科学家实事求是对待科学的精神等等。

本书生动有趣，图文并茂，引人入胜，可供中学生课外阅读，也可给具有中等文化水平的有关专业人员，尤其基层农业科技工作者参考。读者将在获悉基本概念的同时，了解到不少科学家的战斗历程，从中得到一些有益的启示。

中学生文库

遗 传 漫 话

潘 重 光 编 著 上海教育出版社出版
(上海永福路 123 号)

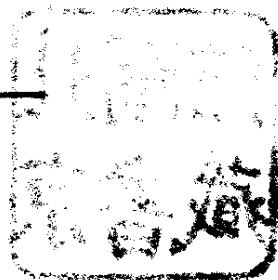
上海市印刷三厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/32 印张 4.75 字数 98,000

1982 年 3 月第 1 版 1982 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—20,000 本

统一书号：7150·2675 定价：0.35 元



A

前 言

遗传学是近几十年来生物学中发展最快的一个领域。它从纯粹的描述性学科，经过细胞学的阶段而进入了分子遗传学时代。近几年来，由于遗传学研究中所取得的卓越成果，一项新兴的工程——遗传工程正在世界兴起。可以毫不夸张地说，遗传学是一门重要的基础理论学科，同时又是指导植物、动物、微生物育种的理论基础，并且与医学和人民保健事业关系极为密切。

为了使广大中学生有可能利用课余时间多掌握一点遗传知识，并逐步培养青年学生对生物学的兴趣与爱好，特地编写此书。本书力求通俗、生动地介绍了遗传学中的基础知识以及科学家的实践、研究活动，希望能引导广大青年学生爱科学、学科学，立志向科学进军。

在书稿编写过程中，复旦大学遗传研究所葛扣林、邹高治等同志提供了不少有益的意见，并由胡永光等同志协助配图，在此一并致谢。

由于本人水平的限制，书中错误难免，欢迎遗传学界的专家和广大读者提出批评和意见。

潘重光

1981 年

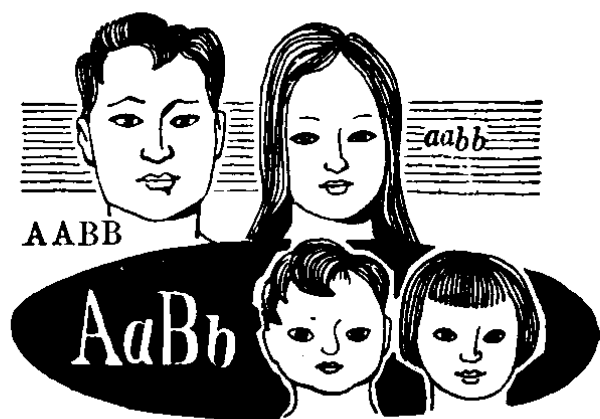


目 录

ZHONG XUE SHENG WENKU

1 象与不象·····	1
2 性别与性状·····	4
3 值得纪念的人·····	8
4 孟德尔的成就·····	14
5 值得纪念的一年·····	23
6 接二连三的挑战·····	25
7 三者关系·····	36
8 全都一样·····	39
9 这也是共同的·····	46
10 莫非染色体就是基因·····	53
11 摩尔根的试验·····	56
12 不解之缘·····	71
13 基因的大小·····	78
14 基因的本质可能是蛋白质·····	80
15 还魂·····	83
16 借腹怀胎·····	86
17 DNA 在细胞中的位置·····	89
18 核酸的研究·····	91

19 核酸分子的复制.....	96
20 遗传密码.....	100
21 转录和翻译.....	103
22 基因表达的调节控制.....	110
23 基因的分离.....	116
24 合成基因.....	119
25 基因运载体——质粒.....	122
26 基因的切割和缝合.....	125
27 遗传工程.....	128
28 生物变异的原因.....	134
29 结束语.....	143



1

象与不象

电影“他俩和她俩”中的主人公是谁呢？当然是“他俩”和“她俩”了。看过这部电影的都知道，他俩就是杨氏兄弟大林和小林，她俩嘛就是圆圆和方方。

这两对双胞胎真象。脸型象，鼻子象，身材象，体重象，血型象……一切都象。要不然，大林怎么把圆圆当方方，顾师傅把大林看作是小林呢？就是处处细心的杨家妈妈，在方方面面唠叨的也全是圆圆的家常。

这种十分相象的兄弟姊妹和他（她）们的父母象不象呢？我们说，既象又不象。你看，他（她）们的脸型象妈妈，眼睛又象爸……而他（她）们的鼻子既不象妈，也不象爸。这种父母与子女以及子女之间彼此相象的现象就叫遗传（图1）。在日常生活中，不仅可以经常看到父母与子女之间的差别，也会

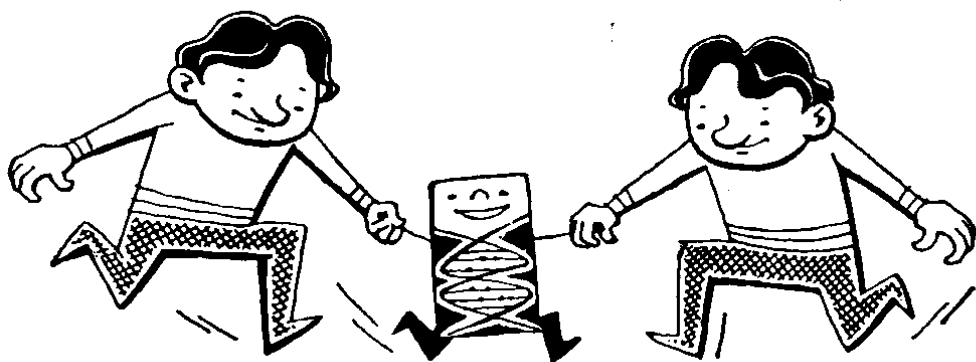


图1 他俩真象

经常看到同胞兄弟姊妹之间的不象，这种上代与下代之间的差异和同胞之间的不象就称为变异。

遗传和变异是一切生物的重要特性，也是推动人类发展和生物繁荣的根本动因。

如果生物没有遗传单有变异，那真会是“眼睛一眨，老母鸡变鸭”，就没有生物的种性可言，我们不仅看不到人类的固定形态，就连稻、粱、粟、麦、黍、稷是什么样子也一无所知，农业生产就无法想象。但是，要是生物只有遗传而无变异，那可以料到，各种生物总是那个老套套，根本谈不上生物的新陈代谢、推陈出新，一切生物就只能僵滞在三十多亿年前的原始状态。

生物体在一定条件下会不断发生变异，有些变异在特定的条件下又会得到遗传。这就是说，原来的变异转化成了遗传。这种遗传在一定条件下又会重新产生变异，也就是说，遗传又转化为变异。遗传、变异，变异、遗传，如此循环往复，推动着生物的发展，使整个生物世界朝气蓬勃、气象万千。

让我们用稻的发展史作为例子来简单地说明一下遗传、变异在生物演变中的相互关系吧！

现在种植的稻，类型很多，有籼稻、粳稻，有水稻、陆稻，有粘稻、糯稻，有早稻、晚稻等等。这些不同类型的稻，从考古资料和生态资料可知，它们都是起源于野生稻。也就是说，野生稻在一定的气候条件下，发生了这样那样的变异，其中有些变异在以后的世代中转化为遗传，就这样，从野生稻演化出多种多样的稻（图 2）。这从云南地区的稻作分布就可得到证明。云南地区地形复杂，有椰林葱郁的热带和亚热带，有海拔三千米以上终年积雪的高山，也有“山国里的平原”，形成了“十里不同天”的立体生态条件。海拔上升 100 米，气温下降 0.7°C 。

海拔一千七百米以下是籼稻分布区，一千七百米到二千米是籼、粳稻交错分布带，二千米以上是粳稻分布带。海拔从低到高，稻的变异趋势是：籽粒由细长变圆短，稃毛由疏而密，由短而长；叶片由有毛到无毛；脱粒由易到难。当人们在长期实践中认识到稻的遗传、变异特性以后，就进行了有目的选择和培育，从此以后，野生稻的子

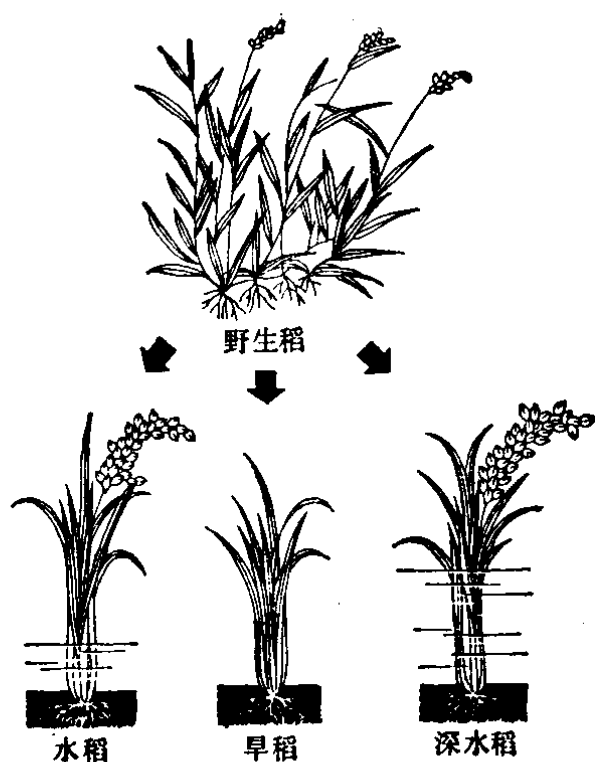


图2 它们来自同一祖先

孙兴旺昌盛，光在云南就有“红谷红似火，黑谷赛漆墨，花谷色艳丽，斑斓胜彩虹”的地方品种。

在全国，野生稻的后裔更是名目繁多了，例如广东有著名的丝苗米和齐眉稻；江西的贡米，米粒细长，米色润泽，用这种米煮成的饭软滑而味甜；江苏有薄稻，米粒扁圆，米质坚硬，淀粉含量高，适于酿酒；陕西的香禾，安徽的夹沟香稻，福建的过山香等等，不仅扬花时节香气袭人，就是在熬粥做饭时也是香溢四邻。此外，南方的“玻璃翠”和北京郊区的京畿稻，米粒晶莹透亮，蛋白质含量丰富；而云南的紫米和江苏的胭脂赤，据传还含有铁质，除营养价值极高外，还可兼作补血用药，更有奇特的紫色“接骨糯”，除作食用外，还可用于接骨……

稻从野生稻为始，至今已是类型杂、品种多的一个植物家系了。稻的演变过程，正是变异和遗传推动生物发展的过程。



2

性别与性状

人分男女，鸡有雌雄，猪分公母，一句话，就是动物都有性别，这是常识。植物有没有性别？今天的答案当然是清楚的，即植物与动物一样也有性别。

绝大多数动物，非雌即雄，因此动物的性别容易被人公认，而植物界，虽有非雌即雄的类型，可大量的亦是雌亦雄的植株，再加上植物生殖器官的多样性，所以对植物性别的认识经历了一个漫长的过程。

据传说，古巴比伦和亚述人，在公元五千年前就已隐隐约约地知道海枣有雌有雄。约在二千四百多年前，一个叫希罗多德的人游历东方时，亲眼看到了土著人为海枣举行的婚礼。婚礼开始时，一个男人爬到雄海枣上，取下雄株上的雄花序，诚惶诚恐地递交给一位大僧侣，大僧侣立即把这个雄花序放在雌海枣的雌花序上摩擦。经验告诉他们，只有经过这样的婚礼以后，雌海枣才会“生儿育女”，否则，海枣就会“断子绝孙”。由此可见，远在二千多年前，人们就已经意识到海枣的性别了。

可是，在希罗多德看到这种婚礼以后的五百年内，再也没有人提到过植物的性别。五百年后，普林尼在他所著的自然史大全中，又谈到了棕榈的性别。他说：“雄性的棕榈叶子高耸，样子英武；而雌性棕榈的叶子柔和，似有女性模样，它总是

侧身倾向雄株，仿佛这样可以解除不获交配的苦楚”。虽然普林尼明确地指出了棕榈的雌雄，可他的观点并未被更多的人接受。到十五、十六世纪时，有一批科学工作者干脆断然否定植物具有性别。

当历史的时针走到 1694 年时，科学上的勇士格留明确地指出，任何植物的雄蕊就是植物的雄性器官。卡默拉里乌斯的认识比格留又进了一步，他认为：植物的花药具有雄性生殖器官的作用，而柱头和花柱相当于植物的雌性器官。有了这样明确的说明以后，争论上千年的植物性别之谜才算揭开。

飞禽走兽、花草虫鱼虽然都有性别，也都要通过雌雄结合才会传种接代。但动物和植物之间的性别，毕竟还是有所不同的。例如，大多数动物是雌雄异体的，而植物除雌雄异体外，还有很多雌雄同体的，在雌雄同体的一类植株中，又有象玉米那样同体异花的类型，也有象麦子、水稻那样雌雄同花的个体（图 3）。

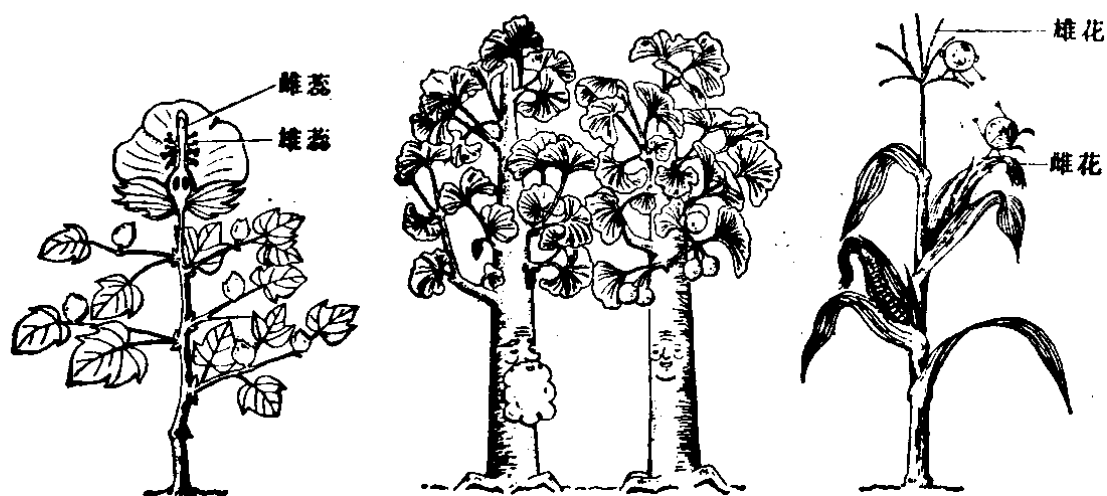


图 3 植物的性别

雌雄同花(左)

雌雄异株(中)

雌雄同株(右)

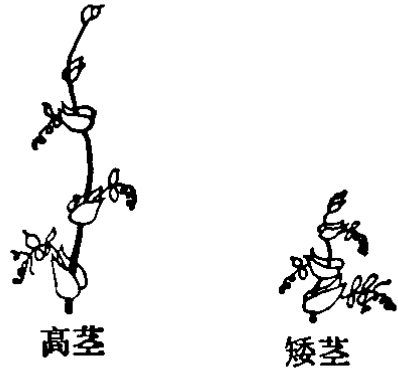
雌雄同花的植物，常常是同一朵花里的雌与雄结合以后产生后代的，这种同一朵花内的雄花授到雌花上去的结合方式叫自花授粉或叫自交，通用的自交符号是 $\otimes$ 。是不是只有同一朵花内的雄花授到雌花上才能称为自花授粉或自交呢？那倒不是，象水稻、麦子那些有分蘖的作物，自花授粉或自交就有三种形式：同一朵花内的雌雄结合，同穗不同花的雌雄结合和同株异穗之间的雌雄结合。

两个不同个体之间的雌雄结合，叫异花授粉或异交。如果异花授粉是在两个具有不同遗传性状的个体之间发生的，那就是杂交。杂交的符号是“ $\times$ ”。

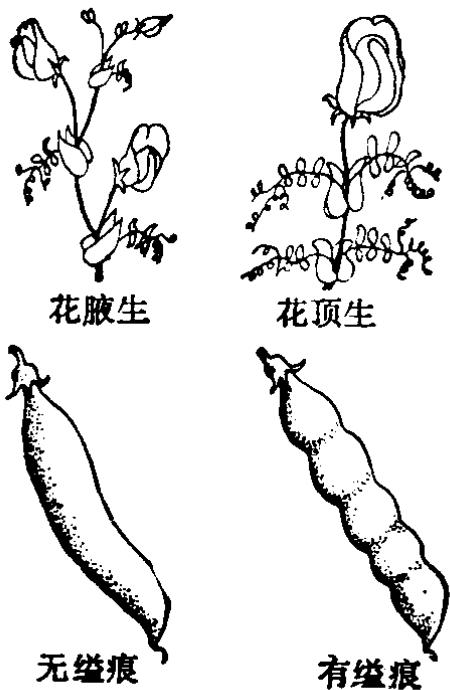
杂交时，供应花粉的植株叫父本，用符号 σ 表示，接受花粉的植株叫母本，用符号 φ 表示。杂交得到的第一代杂种叫杂种一代，可简写成子₁或 F_1 。杂种一代自交得到的后代叫杂种二代，简写为子₂或 F_2 。如果我们用甲为母本和乙为父本杂交，一般可写成甲 $\times$ 乙。在某些特殊情况下，也可把父本乙写在左面，即写成乙 $\times$ 甲，但最好用文字注明。

人类在进行植物杂交时，总是带有一定目的的。例如想得到一个高产量、高蛋白的水稻新品种，就可选用高产量和高蛋白的两个品种进行人工杂交，在杂种后代中就很有可能出现两者兼而有之的个体。为了深入研究生物的遗传和变异的需要，把生物个体所特有的蛋白质含量高低等性质及果实大小、花的形状等等统称为“性状”。一个生物体具有很多性状，就人的头部而言，就可举出多种性状，如头发的卷曲与否，脸型的长、圆，眉毛的浓淡，嘴巴的大小，鼻梁的高低……等等都是性状。不只是人，就是植物，也同样带有多种多样的性状，麦子的植株有高低，麦粒有红白，麦芒有或无，蛋白质含量多

或少……等都是性状。在同一种生物里，不同个体相同部位的性质和形状所表现出来的不同形式又叫做“相对性状”。例如一株豌豆高而另一株豌豆矮，那么这两株豌豆的高与矮就是一对相对性状，又如一株豌豆开红花，而另一株豌豆开白花，那么红花与白花又是一对相对性状(图4)。要是这两种豌豆只是在株高和花色这两方面存在着差别，在其他方面都完全一样，那就可以说，它们之间具有两对性状的差别。



花，那么红花与白花又是一对相对性状(图4)。要是这两种豌豆只是在株高和花色这两方面存在着差别，在其他方面都完全一样，那就可以说，它们之间具有两对性状的差别。



当我们选用一对性状差别的两个亲本杂交时，例如用开红花的豌豆和开白花的豌豆杂交，杂种一代的表现至多有三种可能：红、白或介于红白之间。当然杂种一代的具体表现只可能是三者之一。如果杂种一代的表现和某一亲本性状相同，那我们就把与亲本相同的这一性状叫做显性性状，它的相对性状就叫隐性性状。要是

图4 豌豆的几对相对性状

杂种一代的表现介于两者之间，如红白花豌豆杂交的第一代开粉红色花，那花色这对相对性状就为“不完全显性”。带有显性性状的亲本取名为显性亲本，而带有隐性性状的亲本当然就可取名为隐性亲本了。



3

值得纪念的人

1965年夏天，世界各地的学者名流云集捷克斯洛伐克布尔诺莫勒温镇，他们不是来避暑，也不是来赏景，而是来参加这里的教堂为已故的一位主教——格里高·孟德尔(图5)举行的纪念会的。主教孟德尔与今天的科学探索者为什么有缘分呢？当然不是在于已故主教对天主的虔诚。这位主教在100年前，用他出色的实验成果为遗传学的发展奠定了基础，一百年后的专家教授不顾酷暑炎热，不畏跋涉长途来参加纪念会完全是出于对这位遗传学奠基者的由衷敬仰！

格里高·孟德尔(1822年—1884年)出生于奥地利的一个贫苦农家，父亲依靠耕种本村庄田为生。孟德尔从小就受到家庭和周围环境的影响，爱好园艺。少年时代就热爱自然科学。但因家境贫寒，伏案攻读也难免腹中之饥。十六岁时，父亲因服徭役受伤致残，失去劳动



图5 遗传学的奠基人格里高·孟德尔

能力,从此以后,孟德尔处境更难,不得不自谋生路,或利用业余时间充任私人教师,或在假日受雇于农家,挣钱糊口并维持学业。

几年后,孟德尔身居异乡,举目无亲,加上贫病折磨,渐感前途渺茫。在这种情况下,他终于在1843年进入奥地利布隆城的一所修道院做起修道士来了。此时,他专攻神学,从《圣经注释》、《教会问答》到宗教史、宗教法律和布道学,整整苦读四年,居然成了奥古斯派的信徒,1847年得到了牧师职位。

可是,身为牧师的孟德尔并不忠于牧师职守,他甚至对教堂的阴森气氛也十分讨厌。只要有空,他就研究教堂里陈列的气象仪器和后花园的花花草草。因此,这位牧师没有受到主教的青睐,终于被主教派遣到一所学校去讲授数学和希腊文等课程了。

1850年,他为了取得一名正式教师的资格,参加了教师甄别考试,虽然成绩良好,可由于主试人克纳教授的宗教偏见,结果名落“孙山”。幸好,阅卷人中还有伯乐,包姆加纳教授从孟德尔的物理试卷上发现了这个很有培养前途的青年,他和那佩耶教授一起,推荐、资助孟德尔到维也纳大学理学院学习。孟德尔在这所高等学府中系统地学习了数学、物理、化学、动物学、植物学等课程,而且受到了科学研究的基本训练。

1853年夏季,他又回到了布隆修道院,1854年受聘为时代学校的代理教员,从此致力教学十四年,主讲动物学、植物学、物理学等自然科学课程。

他一面讲课,一面利用修道院的后花园,栽种了很多植物,在园地附近还饲养了蜜蜂,甚至在自己的住房里饲养小老鼠。孟德尔用这些动植物进行了广泛的杂交试验。

他在豌豆杂交方面，整整花去了八年时间，终于揭示了两条重要的遗传学规律——分离定律和自由组合定律，为遗传学的奠基正式揭开了序幕。

在他那个时代，从事杂交试验来研究遗传问题的已有人在，有些研究者也看到了一些重要的遗传现象，如亚历山大·塞顿、高斯等都做过豌豆杂交试验。高斯还发现用绿色种子的豌豆与浅黄色种子的豌豆杂交，第一代结的种子全部为淡黄色，如让这些种子产生第二代，那在杂种二代中会出现黄色、绿色、白色……等种子。可是他除对这些现象感到惊诧外，那就是一筹莫展。就连伟大的生物学家达尔文，虽然收集了大量的遗传变异材料，并写了许多专著，但也无法回答“为什么同种的每个个体或者不同种间有着同一的特性，为什么这个遗传而那个却不遗传，为什么小孩往往会带有祖父、祖母及先代祖宗的若干性状”等问题。所以当历史的车轮行进到十九世纪末期，我们这个星球上还只有孟德尔才能对遗传学的本质问题作出一些合理的解释。

孟德尔为什么会取得那么大的成就呢？这除了他那种坚韧不拔、持之以恒的精神以外，还与他运用正确的思维推理和一套科学实验的方法分不开，另外他选用的试验材料对他的成功也起了很大的作用。

他选用的豌豆，具有一种清楚可辨的特征，开花时不受外来花粉的影响，得到的杂种也完全可孕。他认为试验材料的选择往往是成功与否的关键，他说：“任何试验的价值与用途决定于材料之是否适宜于所用作的目的。”

他选用最有活力的豌豆植株作试验，用木棒来保持它们的直立。到了开花季节，选择若干朵花(图6)，在花粉尚未成

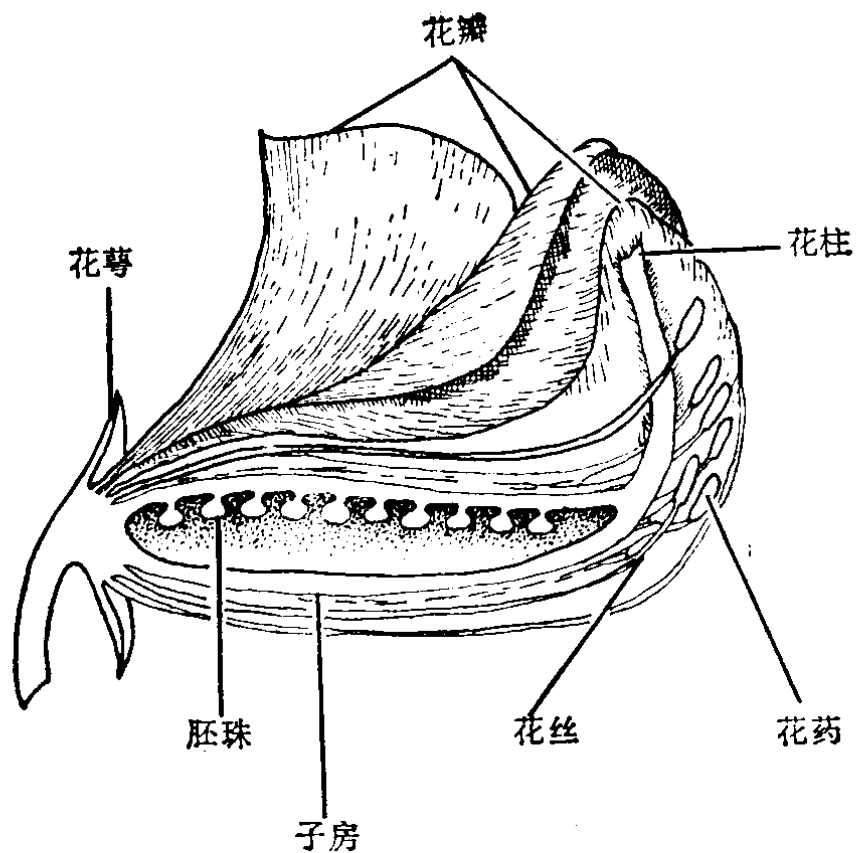


图 6 豌豆花结构

熟的时候就细心地把里面的雄蕊(10个)全部除掉,再把花瓣按原样复原,并在去雄花朵外面套上一个纸袋,防止外来花粉的影响。一天以后,再从另一品种的花朵中取来成熟的花粉或花药,放到去雄花朵的柱头上,再套上纸袋,直到豆荚开始长大才揭去。为避免同一植株上杂交的种子和自交种子混淆,在杂交时要对杂交花朵做上记号。他总共观察了七对相对性状的遗传情况,得到了一致的结果。

在孟德尔的豌豆杂交试验中,他还采用了由简到繁的研究方法,这也是成功的关键之一。他不象以前的人那样把整个亲本的所有性状作为观察对象。他懂得要揭露遗传秘密,先要分别考察某个性状在后代中的动向,然后再进行综合。所

以他开始的时候只注意豌豆的某一性状在后代中的遗传情况,进而再观察两对以至数对相对性状在一起的遗传情况。例如用高茎豌豆和矮茎豌豆杂交,得到了无可辩驳的事实,结束了前人关于父本还是母本最能影响后代的争论。要是把整个植株的所有性状都作为观察对象,那么在杂交第一代中,一定有一部分性状象父本,另一部分性状象母本,那将很难得到正确的结论。

在各对性状分别遗传的情况研究清楚后,他接着又观察了二对、三对等多对性状同时遗传的规律。

当孟德尔得到了充分的数据后,大胆地提出了合理的假说,并引进了能说明问题的符号。不但如此,他还提出了验证假定的实验。这一切都是孟德尔取得成功的关键。

1865年春,他在布隆召开的奥地利自然科学学会第二次会议上作了专题报告,系统地分析了前人工作失败的原因,并公布了自己的实验方法和理论概括。然而,参加听讲的人中,没有一个能识别出这一划时代的重大贡献。宗教界甚至把孟德尔的试验看作是背叛教义的大逆不道行为,把他的重大发现看作是异端邪说。

他在学会上得不到知音,就把自己的结果整理成文抄送一份寄赠瑞士著名植物学家内格利。可是这位名人也没有鉴别出它的重要性,反而认为,孟德尔充其量不过是一位业余的植物爱好者,数数豌豆对了解科学真理不会有什么帮助。内格利的态度大大地挫伤了孟德尔的积极性。

到1866年,他把自己的研究成果,以“植物杂交试验”为题,送交奥地利自然科学学会,同年,该学会的年刊登载了这篇巨著。可惜,当时接受孟德尔理论的时机尚未成熟,尽管这