

知识丛书

基因和遗传

上海复旦大学遗传学研究所

基因和遺傳

上海復旦大學遺傳學研究所

《知識叢書》編輯委員會編

一九六二年·北京

知識就是力量。一个革命干部需要有古今中外的丰富知識作为从事工作和学习理論的基础。《知識丛书》就是为了滿足这个需要而編印的；內容包括哲学、社会科学、自然科学、历史、地理、国际問題、文学、艺术和日常生活等知識。为了使这一套丛书編写得更好，我們期望讀者們和作者們予以支持和合作，提供意見和批評。

《知識丛书》編輯委员会

基 因 和 遺 传

上海复旦大学遺传学研究所

科学普及出版社出版

(北京市西直門外燕家灣)

北京市書刊出版業營業許可証出字第112号

(北京市印刷一厂印刷)

新华書店北京發行所發行 各地新华書店經售

开本 $787 \times 960 \frac{1}{32}$ 印張 $4 \frac{7}{8}$ 字數 65,000

1962年9月第1版

1962年9月北京第1次印刷

印數 5,000 定价 0.40 元

統一書号 13051·003 总号 005

目 次

一	緒言	1
二	孟德爾第一規律	3
	八年的豌豆雜交試驗	3
	分離規律的普遍性	11
	“白化病”和一種“白痴”	14
	一個遺傳疾病治療的例子	16
三	孟德爾第二規律	20
	獨立支配或自由組合	20
	對培育良種的啟示	25
四	細胞學和孟德爾規律	27
	細胞分裂和染色體	27
	減數分裂	31
	怎樣決定性別	34
	伴性遺傳	37
五	摩爾根的工作	44
	連鎖和交換	45
	畫一張染色體圖	51
	染色體遺傳機制的意義	53
六	基因和性狀發育	57
	翻毛雞和白玉米說明什麼	57

生活条件和基因的相互作用	60
七 数量性状的遗传	63
多基因理论	63
多基因遗传和选择	69
高产的杂种玉米	72
八 基因和代谢	76
代谢作用和酶	76
基因和酶	79
基因·代谢和生活条件	81
九 突变	84
基因突变	84
影响突变的因素	89
染色体畸变	94
身体细胞突变	100
十 基因的化学构成和作用	103
一系列的探讨	103
核酸结构	107
遗传信息	114
遗传信息传递中的“错误”	119
十一 怎样解释达尔文的进化论	126
DDT杀虫的试验	126
自然选择	129
物种形成的第一方式	132
物种形成的第二方式	136
十二 育种实践	141
人工选择	141
远缘杂交	147
十三 结束语	150

一 緒 言

人类很早就开始注意到生物遗传和变异的現象。我国古話說的：“种瓜得瓜，种豆得豆”，“一母生九子，九子各別”，讲的就是遗传和变异的現象。这些現象提出了两个問題：

1. 遗传現象有沒有規律性？如果有的話，这个規律是怎样的？

2. 双亲传了些什么东西給子女？也就是說，遗传的物质基础是什么？

人类对以上两个問題經過了長時間的探索思考，直到十九世紀中叶，孟德尔从豌豆杂交試驗中，才得出了性状分离和自由組合的規律。这两个規律，以后被証明在植物界、动物界都广泛适用，也适用于人类。二十世紀初年，細胞学的进展，为孟德尔規律提供了科学的基础。摩尔根和一些遗传学家們又进一步証实細胞中的染色体就是遗传的主要物质基础，并发现了基因（控制生物性状的遗传单位）在染色体上作直綫排列的規律。那么基因是什么呢？1940年以

后，由于化学和物理学的进展，人們对于基因本身的性质問題也得到了进一步的了解。

这本书将从十九世紀偉大學者孟德爾的實驗和他所發現的兩大規律開始，系統地、簡要地介紹基因和遺傳的知識。

二 孟德爾第一規律

八年的豌豆杂交試驗

在十九世紀，歐洲有許多園藝家用杂交方法来培育果树、蔬菜和花卉的新品种。由于做杂交的人很多，成就很可观，可是对杂种及其后代的表現找不出規律，不能預見。如果能找出一些規律，当然对实践很有帮助。孟德爾就是在这个需要的推动之下，进行了为时八年的豌豆試驗，取得了巨大的成功。

孟德爾的試驗方法跟前人不同。他采用了严格自花授粉的豌豆做实验材料。他没有被整个杂交現象中的复杂性所迷惑。他把植物一个个明显的性状区别开来，分別作試驗和观察。还根据这些明显的性状把杂种后代个体分成几类，記下每一类型中个体的数目，应用数学的方法来分析和綜合。这几点都是前人沒有做过的。他把杂交的研究工作提高了一大步，这是孟德爾成功的关键。

现在用他的一个实验为例。豌豆中有紅花

品种和自花授粉 (图 1)。紅花品种自花授粉, 后代都是紅花^①; 白花品种自花授粉, 后代都是白花。拿这两个品种的植株做“亲代”杂交 (用紅花作父, 白花作母; 或白花作父, 紅花作母) 后, 所得种子和它长成的植株叫做“子一代”。子一代植株全部都是紅花。子一代植株自花授粉, 所得种子和它长成的植株叫做“子二代”。孟

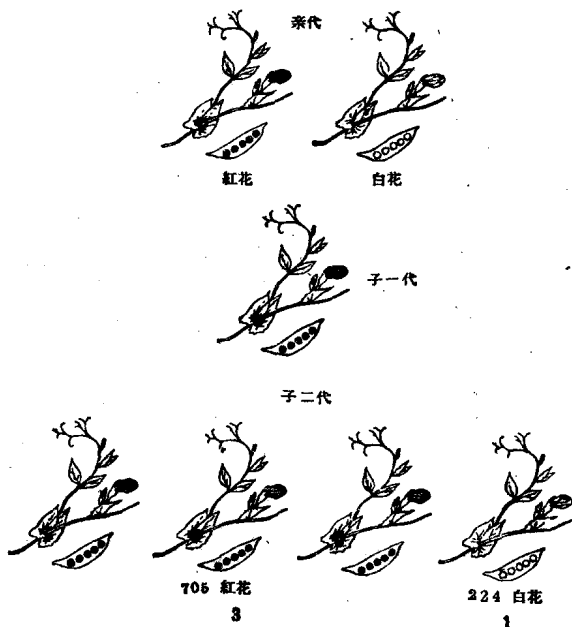


图 1 孟德尔的一个試驗

① 紅花植株不但花是紅色, 在种皮和托叶上也有紅色素。

德尔得到 929 棵子二代豌豆植株，其中 705 棵是紅花，224 棵是白花，比数是 3.15 比 1。

紅花对白花来讲，是个“显性性状”；白花对紅花来讲，是个“隐性性状”。合起来讲，这是一对“相对性状”。子一代沒有白花，全是紅花，这种現象叫“显性現象”；子二代中，隐性的白花性状又出現了，这种現象叫“分离現象”。

孟德尔除了研究紅花和白花这一对相对性状以外，还研究了其他 6 对相对性状，情况与上述实验差不多。在子一代中，都可看到显性現象，在子二代中，也都发生分离現象。他的实验結果，如下表所示：

相 对 性 状			子二代植株总数	子二代中显性植株数		子二代中隐性植株数	
显 性	隐 性			数目	%	数目	%
1 饱满子叶	皱缩子叶		7,324	5,474	74.74	1,850	25.26
2 黄色子叶	綠色子叶		8,023	6,022	75.06	2,001	24.94
3 紅 花	白 花		929	705	75.89	224	24.11
4 成熟豆荚不分节	成熟豆荚分节		1,181	882	74.68	299	25.32
5 未熟豆荚綠色	未熟豆荚黃色		580	428	73.79	152	26.21
6 花腋生	花頂生		858	651	75.87	207	24.13
7 高植株	矮植株		1,064	787	73.96	277	26.03
总 和			19,959	14,949	74.90	5,010	25.10

在子二代中，显性植株都占 75% 左右，隐

性植株都占 25% 左右，也就是說都是 3 比 1，很有規律。为什么都是 3 比 1 呢？这种規律的本质是什么？通常的科学方法是先提出一个“假說”來說明它。然后根据这个假說，再做实验，考驗这“假說”是否符合实际。

孟德尔提出这样一个假說：在每一个植株中，每一个相对性状都来源于两个相同的“基因^①”，显性性状由显性基因得来，隐性性状由隐性基因得来。为了研究和叙述方便，一般习惯用不同的拉丁字母来作不同的基因的符号，大写字母代表显性，小写字母代表隐性。例如拿紅花和白花的杂交試驗来讲：紅花性状有“紅花基因”，符号为 C；白花性状有“白花基因”，符号为 c。照前面所假設，亲代的紅花植株中有两个 C，写作 CC；亲代白花植株中有两个 c，写作 cc（图 2）。他还假設，在产生生殖細胞（配子）时，每个生殖細胞中只得到这两个基因中的一个。紅花植株产生的生殖細胞中只有一个 C，白花植株产生的生殖細胞中只有一个 c。受精时雌雄細胞結合成为合子，两个基因加在一起成为 Cc，这就是子一代植株。因为 C 对 c 是显性，所以子一代植株都是紅花。

① “基因”是后来通用的名称，孟德尔当时叫它做“因子”。

亲代紅花植株有两个基因是CC,白花植株也有两个基因是cc,这叫做基因型。基因型是生物体遗传的基础,是肉眼看不到的东西。CC的基因型表现为紅花,cc的基因型表现为白花,这叫做表型。表型是生物体表现在外面的性状,是肉眼可以看到的。

不同的基因型表现为不同的表型,如CC表现为紅花,cc表现为白花。也有不同的基因型表现为相同的表型的,如子一代紅花植株的基因型是Cc,但它的表型与亲代基因型CC的表型相同,都是紅花。CC和cc这两种基因型,由两个同是显性或同是隐性的基因接合而成,叫做同质接合;Cc这种基因型,由一个显性和一个隐性的基因接合而成,叫做异质接合。

异质接合的子一代植株的基因型Cc,在产生配子时,每个配子只得到两个基因中的一个。这时C就与c“分离”,产生两种配子(雌雄配子都是两种),一种有C,一种有c。两种配子数目相等——1比1。

因为雌雄配子各有两种,受精时就可有4种不同的组合:(1)C精核与C卵核结合;(2)C精核与c卵核结合;(3)c精核与C卵核结合;(4)c精核与c卵核结合——四种组合的机会均等。第一种组合造成CC;第二、第三种组合

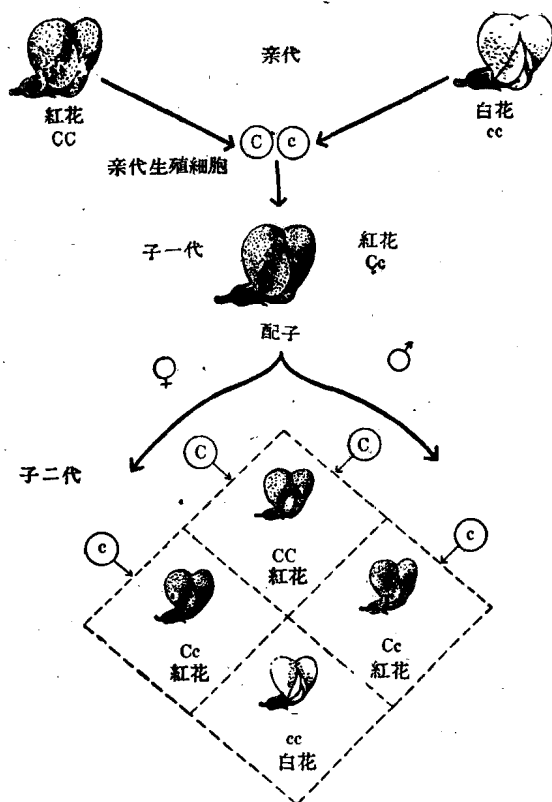


图 2 孟德尔的假說

都造成 Cc ——这 3 种在表型上都是紅花；只有第四种組合造成 cc ，表型是白花。所以子二代植株中紅花植株与白花植株的比数是 3 比 1。

孟德尔这个假說，对子二代中 3 比 1 的分离比数解释得很完美。可是假說如果只能解释

已有的实验(这虽然是成立假说的最起碼条件),那还是不够的,还必须设计新的、另一种性质的实验,来考验这个假说。

孟德尔也做了这一步工作。他想,如果他的这个假说正确,那么:

第一,子一代红花植株与亲代白花植株交配^①,后代应该得到红花和白花两种类型,而且比数应当是1比1。因为照他的假说,子一代产生的两种配子C和c,数目相等,都跟亲代白花的配子c交配,子二代,一半是Cc,是红花;一半是cc,是白花。实验的结果与他所预期的完全符合。

第二,子一代自花授粉得到的子二代在表型上虽然只有两种:红花和白花,但表型为红花的植株中,却有两种不同的基因型,一种是CC,一种是Cc,而且两者的比数是1比2。那么,如果子二代每株红花植株再做自花授粉以得到子三代的话,应当有1/3的红花植株产生的子三代全是红花植株;而2/3的红花植株产生的子三代是红花植株和白花植株,比数又是3比1。因为1/3的红花植株基因型是CC,自花授粉,第三代当然还是CC,是红花。2/3的红花植株自花授

① 杂种与亲代纯种交配,科学上叫做“回交”,这个试验就叫“回交试验”。

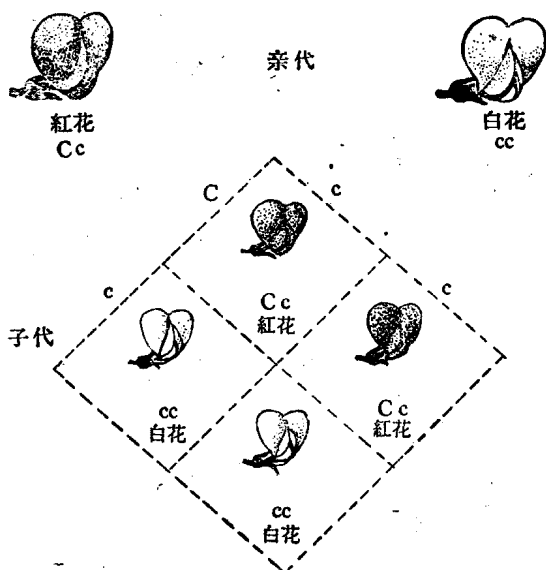


图 3 回交試驗

粉,应当和子一代自花授粉一样,都是 Cc 与 Cc 交配,得出来的也就应当是 CC, Cc, Cc, cc 。3 分是紅花,1 分是白花。实验的结果又与这预期的完全符合。

这样就建立了孟德尔第一规律,即“分离规律”:一对基因在异质接合状态下并不相互影响,相互沾染,而在配子形成时完全按原样分离到不同的配子中去。在一般情况下,配子分离

是1比1,子二代基因型分离是1比2比1,子二代表型分离是3比1。分离出来的隐性同质接合和原来隐性亲本在表型上是一样的,隐性基因并不因为曾与显性基因处于同一个体内而改变它的性质。

一对基因的分离规律是遗传学上最基本的规律。

分离规律的普遍性

一开始有人怀疑,孟德尔的规律只适用于豌豆,不一定有普遍意义。从孟德尔到现在,世界各国许多科学家在各种生物上做了实验,都证实了分离规律。

以玉米的实验为例子:用紫玉米与白玉米杂交,紫是显性,白是隐性。如用白玉米做母本,父本的紫色性状马上在种子(子一代种子)上表现出来。把这子一代种子种下,长成子一代植株。让子一代植株自花授粉,那么结成的种子是什么颜色呢? $3/4$ 紫玉米, $1/4$ 白玉米,完全符合孟德尔规律。

这个实验有两点说明:第一,这是个“种子性状”,在亲代植株结生的种子上就看得出;第二,这是个“胚乳性状”,而胚乳与胚胎不同。不过这一点关系不大,因为在同一粒种子中,胚胎

和胚乳的基因型总是一样的。

糯米和粳米的实验也得到同样结果。我们吃米主要是吃胚乳，胚胎是米上很小的一点。粳米的胚乳中都是淀粉。粳米饭或稀饭加点碘酒都变蓝色，这是淀粉和碘所起的化学变化。糯米没有淀粉，糯米是另外一种东西，叫做“果胶假淀粉”，碰到碘不变成蓝色。

粳米对糯米来讲是显性。如果我们用糯米做母本，用粳米的花粉来杂交，得到的子一代种子全是粳米——糯米植株上结粳米种子！一个稻穗上可以有几粒稻花做杂交（剔去雄蕊，套袋，人工授粉），其余让它自花授粉。自花授粉的仍是糯米，杂交的都结粳米，一个稻穗上又有糯米又有粳米。

把这种杂交粳米种子（子一代种子，异质接合）种下，长成子一代植株。抽穗时，让所有的谷子都自花授粉，结果稻穗上 $\frac{3}{4}$ 谷子是粳米， $\frac{1}{4}$ 谷子是糯米，又符合孟德尔规律。

这个实验还有个好处。原来粳米基因（可用G来表示）和糯米基因（可用g来表示）的作用，在花粉中已经有表现了。我们把亲代粳米品种的花粉放在玻璃片上，加一滴碘酒，放在显微镜下看，所有的花粉都变成蓝黑色，因为粳米的花粉中就有淀粉。糯米花粉加碘酒，没有一