

# 遗传学三百题解

刘国瑞等 编

北京师范大学出版社

# 遗传学三百题解

刘国瑞等 编

\*

北京师范大学出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
解放军七二二六厂印刷

\*

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.875 字数: 208千

1984年3月第1版 1984年3月第1次印刷

印数: 1—31,000

统一书号: 13243·41 定价: 0.92元

## 序

遗传学同生物学其他各学科一样，是实验性科学，其理论的基石是严密的科学实验。然而，由于遗传学自身的特点，在加强实验教学的同时，辅之以一定数量的练习题，实为教学基本环节所必需。这个《遗传学三百题解》（下称《题解》）即基于此目的所做的一个尝试。

本《题解》所及范围，系根据1980年高等学校理科教材会议所拟《高等师范院校遗传学教学大纲》和《综合大学遗传学教学大纲》规定的教学内容，考虑到各校或各专业因其特点不同，在实际教学过程中，可能各有侧重。因此，《题解》的个别部分，在内容上与上述两个《大纲》又略有不同。

题目来源，主要选自刘祖洞、江绍慧：《遗传学》（1979年第一版），J.F.Crow: Genetics Notes (1976.7th ed.)，J. B.Jenkins: Genetics (1978.2nd ed.)；此外，还有盛祖嘉：《微生物遗传学》（1981年第一版），D.T.Suzuki and A.T.Friffiths: An Introduction to Genetic Analysis(1976)，I. H.Herskowitz: Principles of Genetics(1977.2nd ed.)和方宗熙：《普通遗传学》（1978年第四版）等著作。为尊重原作，对于遗传学的常用符号，在这里未作划一。

在解题过程中，力图给一用基本定律分析实际问题的明

确思路。但是，通常一题有多种解法，限于篇幅，本《题解》只举一种，余不赘述，谨期读者举一反三。此外，凡费解题例，对题意的理解一般有所交待，所依原理亦略作阐述或提示。

这个《题解》，是在北京师范大学彭奕欣副教授和毛盛贤同志的鼓励下写成的。在编写过程中，得到刘来福副教授及黄远樟同志许多帮助。特别是，幸蒙郭学聪副教授审订全稿，并指出了其中许多错误之处。在此，一并表示衷心感谢。

本书主要由刘国瑞同志编写，其中部分题目是冯新芹同志选解的，梁彦生同志参加了讨论等工作。由于我们的专业水平有限和教学经验不足，难免仍有内容不妥和编解错误之处，敬希有关专家和广大读者批评指正。

编者

1982年12月

## 目 录

一、孟德尔定律.....	(1)
二、孟德尔定律的扩展.....	(39)
三、性别与伴性遗传.....	(65)
四、连锁与互换.....	(89)
五、遗传的细胞学基础.....	(132)
六、原核类(包括噬菌体)的遗传分析.....	(154)
七、遗传的分子基础.....	(176)
八、数量性状的遗传.....	(217)
九、群体遗传学.....	(260)
附1 果蝇的基因位点.....	(302)
附2 大肠杆菌的遗传学图.....	(304)
附3 mRNA遗传密码表.....	(305)
附4 $X^2$ 表.....	(307)
附5 t表.....	(309)

## 一、孟德尔定律 (1-39)

1 通常，人类眼睛的颜色是遗传的，即褐色归因于显性基因，蓝色是由其相对的隐性基因决定的。假定，一个蓝色眼睛的男人与一褐眼女人婚配，而该女人的母亲为蓝眼。问其蓝眼孩子的预期比率如何？

解 若 B 代表显性基因（褐色），b 代表隐性基因（蓝色）。

于是，根据题意可知，蓝眼男人为隐性纯型合子，即 bb，而褐眼女人由于其母为蓝眼，故应为杂型合子褐眼 Bb。因此，该婚配其子女类型及频率可推知如下图示：

$$\begin{array}{ccc} Bb & \times & bb \\ & \downarrow & \\ \frac{1}{2}Bb & & \frac{1}{2}bb \end{array}$$

可见，在他们的子女中，蓝眼孩子预期占 50%。

2 镰形细胞贫血为常染色体遗传。一该基因携带者与另一携带者婚配，其子女中，预期患溶血性贫血的比率如何？属于镰形细胞基因携带者但不患病的比例呢？

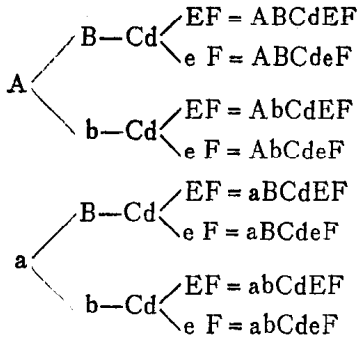
解 从题目中可知，镰形细胞贫血症是由一对隐性基因决定的，杂合子不表现溶血性贫血。因此，若以  $Hb^s$  代表镰形细胞贫血基因， $Hb^A$  代表其等位的正常基因，在上述婚配中，其子女的基因型频率可图示如下：

$$\begin{array}{c}
 \text{Hb}^A\text{Hb}^S \quad \times \quad \text{Hb}^A\text{Hb}^S \\
 \downarrow \\
 \frac{1}{4}\text{Hb}^A\text{Hb}^A \quad \frac{2}{4}\text{Hb}^A\text{Hb}^S \quad \frac{1}{4}\text{Hb}^S\text{Hb}^S
 \end{array}$$

可见，其中表现为镰形细胞贫血的比率为 $\frac{1}{4}$ ，镰形细胞贫血基因携带者而非患溶血性贫血的比率是 $\frac{1}{2}$ 。

3 基因型为  $AaBbCCddEeFF$  的个体，可能产生的配子类型数是多少？

解 因为在形成配子时，等位基因分离，非等位基因自由组合，因此，该个体形成的配子类型，可用分枝法做如下图示：

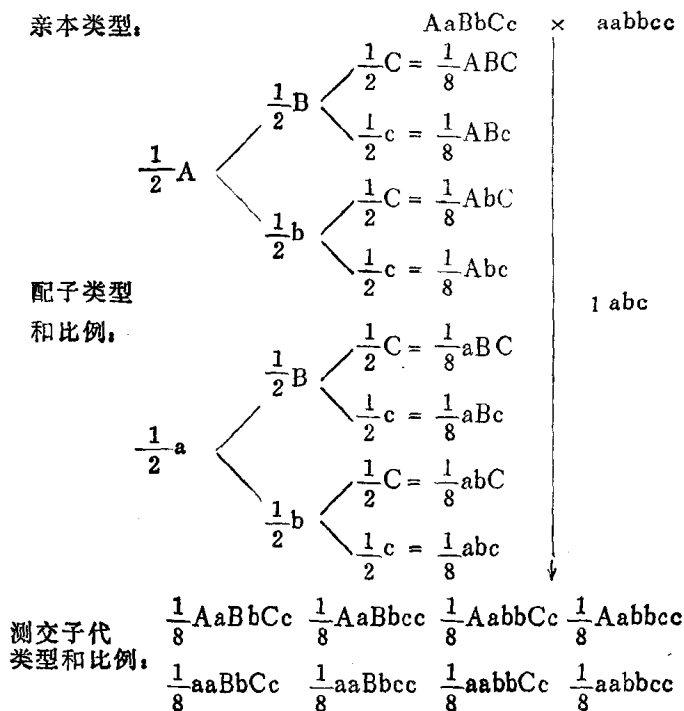


或根据  $F_1$  的配子类型数等于  $2^n$ ，而该个体为三对基因杂合 ( $Aa$ 、 $Bb$ 、 $Ee$ )，另外三对基因 ( $CC$ 、 $dd$ 、 $FF$ ) 为纯合，所以可按三对基因杂合的  $F_1$  形成配子来考虑，即  $2^n = 2^3 = 8$ 。

4 3对独立遗传基因之杂合子测交，可以产生多少种基因型的配子？6对基因杂合子个体，如果这些基因是独

立遗传的，可以形成多少种类型的配子？

解 (1) 3对基因杂合子之测交，两性配子和子代之类型及比例可作如下图示：



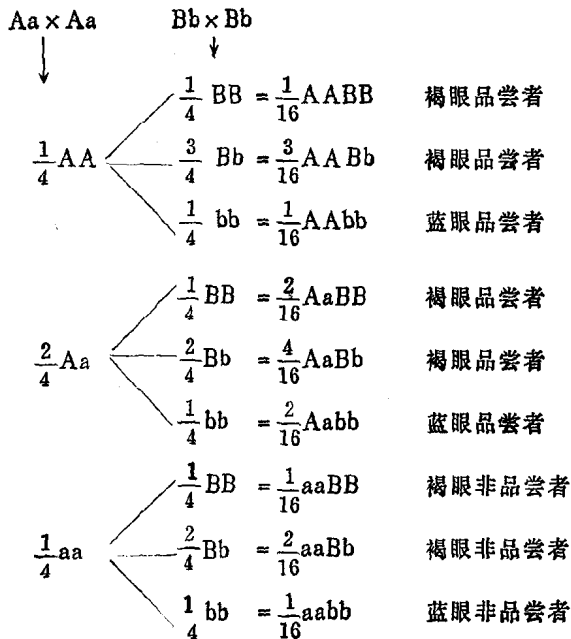
(2) 6对基因杂合且独立遗传之个体所形成的配子类型，依上述方法推求，可简写为  $2^6 = 64$ 。

5 在人类中，能品尝苯硫脲 (Phenyl-thio-carbamide) 为一对基因控制；能品尝基因(A)为显性，不能品尝为隐性(a)。褐眼基因(B)对蓝眼基因(b)为显性。基因型为AaBb的双亲的子女中，蓝眼品尝者和蓝眼非品尝者各占多大



百分比?

解 根据亲本的基因型, 预期子代的基因型、表型的比例应是:

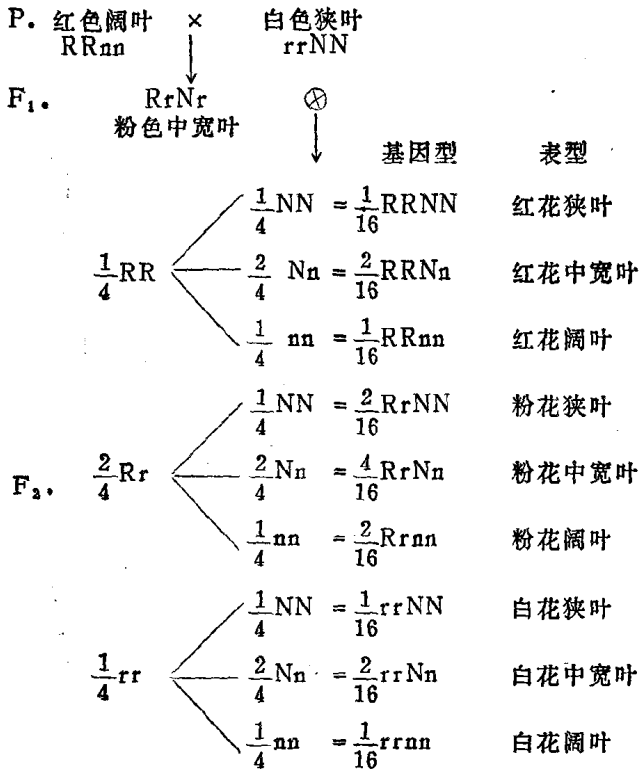


可见, 蓝眼品尝者应是  $\frac{3}{16}$ , 蓝眼非品尝者应是  $\frac{1}{16}$ 。

6 在金鱼草中, 花色是由一对等位基因决定的, 基因 R 引起红色, r 决定白色。叶形是由另外一对独立遗传的等位基因控制的, N 基因引起狭形叶, n 决定阔叶。真实遗传的红花阔叶植株与另一真实遗传的白花狭叶植株杂交,  $F_1$  为粉色花中阔叶。若  $F_1$  自交,  $F_2$  的基因型和表型预期频率怎

样？

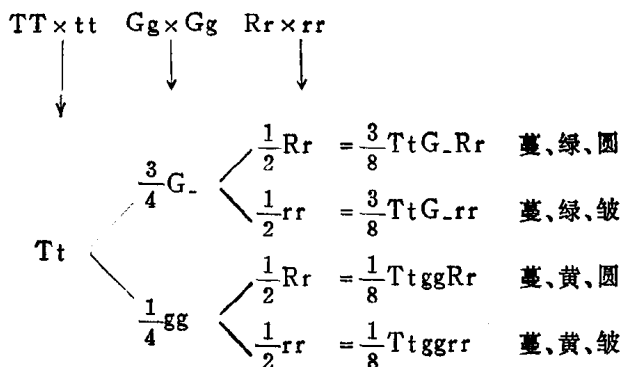
解 题目给定：这两对基因 (R, r, N, n) 是独立遗传的，且表型为显性不完全。其交配方式及结果可图示如下：



7 在豌豆中，蔓茎(T)对矮茎(t)是显性，绿豆荚(G)对黄豆荚(g)是显性；圆种子(R)对皱种子(r)是显性。现有下列两种杂交组合，问它们后代的表型如何？

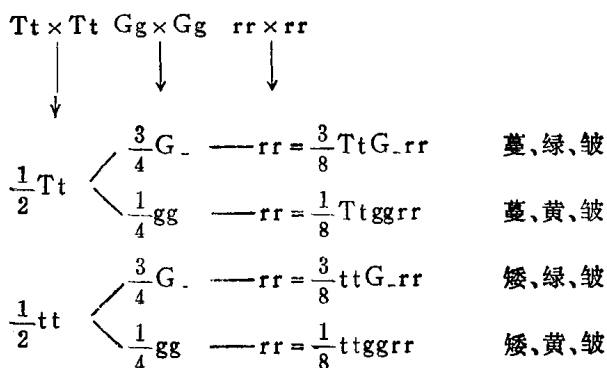
(1) TTGgRr × ttGgrr (2) TtGgrr × ttGgrr

解 杂交组合  $TTGgRr \times ttGgrr$ ;



即蔓茎绿豆荚圆种子  $\frac{3}{8}$ , 蔓茎绿豆荚皱种子  $\frac{3}{8}$ , 蔓茎黄豆荚圆种子  $\frac{1}{8}$ , 蔓茎黄豆荚皱种子  $\frac{1}{8}$ 。

杂交组合  $TtGgrr \times ttGgrr$ ;



即蔓茎绿豆荚皱种子  $\frac{3}{8}$ , 蔓茎黄豆荚皱种子  $\frac{1}{8}$ , 矮茎

绿豆荚皱种子  $\frac{3}{8}$ ，矮茎黄豆荚皱种子  $\frac{1}{8}$ 。

8 在家狗中，基因型  $A\_B\_$  为黑色， $aaB\_$  赤褐色， $A\_bb$  红色， $aabb$  柠檬色。一个黑狗与柠檬色狗交配生一柠檬色小狗。如果这个黑狗与另一只基因型相同的狗交配，预期子代的比例如何？

解 因为：

$$\begin{array}{ccc} A\_B\_ & \times & aabb \\ & \downarrow & \\ & aabb & \end{array}$$

推知，该黑狗的基因型是  $AaBb$ 。

这样，它与同基因型者交配，子代情形是：

$$\begin{array}{cccc} AaBa & \times & AaBb & \\ & \downarrow & & \\ \frac{9}{16} A\_B\_ & \frac{3}{16} A\_bb & \frac{3}{16} aaB\_ & \frac{1}{16} aabb \\ \text{黑色} & \text{红色} & \text{赤褐色} & \text{柠檬色} \end{array}$$

9 Huntington 氏舞蹈症是人类中罕见的严重疾病，通常在老年发病。患这种病的人总有双亲之一早亡。而两个正常人婚配一般来讲不生患这种病的子女。试分析这种病是显性遗传还是隐性遗传。反之，如果双亲皆不表现的性状，却往往在子女中表现，这种病更可能是显性遗传还是隐性遗传？

解 (1) 患者双亲之一早亡，与患者双亲之一表现性状（而该性状多表现在生命后期）是一致的。也就是说，该舞蹈症是可以遗传给后代的。这无疑是显性遗传。

(2) 双亲不表现而子女则往往表现性状，说明双亲肯定

是决定该性状的基因携带者，若子女为隐性纯合子，便表现此性状。因此，可以推断，这种方式是隐性遗传。

10\* 一个短尾耗子与一正常尾耗子交配，产生的后代中长尾与短尾类型之比为 1:1。而二短尾类型交配时，子代中短尾：正常尾 = 2:1。请用适当的符号图示并说明这些结果，并指出，引起短尾性状的基因是显性还是隐性。

解 我们令 T 代表短尾基因，+ 号代表正常尾的基因（当然，在这里令 t 代表正常尾基因也是适合的，不过，人们通常是用 + 号代表野生型）。从第一交配分离比推知，短尾一定为杂合子，并且短尾基因为显性。

如此，第一交配可图示为：

$$\begin{array}{rcc}
 \text{P.} & \text{T/+} & \times \quad \text{+/+} \\
 \text{G.} & \text{T,+} & \quad \downarrow \quad \quad \text{+} \\
 \text{F}_1 & \frac{1}{2}\text{T/+} & \quad \frac{1}{2}\text{+/+} \\
 & \text{短尾} & \quad \text{正常尾}
 \end{array}$$

而第二个交配是：

$$\begin{array}{rcc}
 \text{P.} & \text{T/+} & \times \quad \text{T/+} \\
 & & \quad \downarrow \\
 \text{F}_1 & \frac{1}{4}\text{T/T} & \frac{1}{2}\text{T/+} \quad \frac{1}{4}\text{+/+}
 \end{array}$$

但，题目给定：短尾：长尾 = 2:1。可见，有  $\frac{1}{4}$  的 T/T 未计入。于是推知，纯合子 T/T 不成活。因此，可以这样

\* 原题有解答者。以下同。——编者注。

说：基因 T 就短尾性状而言为显性，就致死效应而言为隐性基因。

11\* 二健康人有 7 个孩子，其中 2 个夭折于镰形细胞贫血症。在分析亲本血样时发现，当氧压降低时，血球呈镰刀形。而纯型合子正常个体之红血球，在同样条件下则不表现该性状。仅根据这些资料回答：

(1) 存活的 5 个孩子将有多少表现该性状？

(2) 镰形细胞贫血症是显性，隐性，还是不完全显性？

(3) 镰形细胞性状本身是显性，隐性，还是不完全显性？

解 由于双亲皆健康，而孩子出现致死者，且表现近 1/4，所以断言，这对双亲为对镰形细胞贫血症基因的杂合子。

据此，孩子的 1/4，或者说，存活者的 1/3 应为正常纯型合子。因此，在存活的 5 个孩子中预期将有 3 个或 4 个为杂合型，即当氧压降低时表现镰刀形性状。

由以上分析可见，镰形细胞贫血症为隐性遗传疾病，而红血细胞镰刀形性状则为显性。

12 秃顶是由常染色体显性基因 B 控制，但只在男性表现。一个非秃顶男人与一父亲非秃顶的女人婚配，他们生了一个男孩，后来在发育中表现秃顶。试问这个女人的基因型怎样？

解 因孩子发育为秃顶，可以断言，其基因组成定含基因 B。

又因为，其父正常。因此推论：

(1) 该男孩之基因型为 Bb，

(2) 基因 B 来自母亲。也就是说，其母之遗传组成含 B。

还因为，其母之父非秃顶。推论：他的遗传组成是 bb 纯合。因此，对男孩之母提供的配子，肯定含 b 基因。

于是，这个女人的基因型定为 Bb。

13\* 在花斑色的牛中，有红色的和褐色的。一红色公牛与一褐色母牛交配，所生牛犊，雄性者褐色，雌性红色。子一代红色母牛与褐色公牛交配，所生  $F_2$  如下：

红色公牛 1，红色母牛 3，  
褐色公牛 3，褐色母牛 1。

你如何解释这一杂交？

解 分析  $F_2$  表型，只有一对性状，并且呈 3:1 分离。不过在两个性别中，恰成正反比的关系。

因此，可以推断：

(1) 这属于一对基因差异的杂交；

(2) 这对基因显隐性关系随性别而互逆。具体说，红色基因在雌性表现为显性，褐色基因在雄性表现显性。

根据这一分析，在  $F_2$  基因型 1:2:1 的分离比中，杂合体随性别不同而异，在雄性中为褐色，在雌性中为红色。这一假设，在  $F_1$  和  $F_2$  中都是适合的。

14 在蕃茄中，缺刻叶和马铃薯叶是一对相对性状，显性基因 C 控制缺刻叶，基因型 cc 是马铃薯叶。紫茎和绿茎是另一对相对性状，显性基因 A 控制紫茎，基因型 aa 是绿茎。把紫茎马铃薯叶的纯合植株与绿茎缺刻叶的纯合植株杂交，在  $F_2$  中得到 9:3:3:1 的分离比。如果把  $F_1$ ：(1) 与紫茎马铃薯叶亲本回交；(2) 与绿茎缺刻叶亲本回交；(3) 用双

隐性亲本测交时，下代表型比例各如何？

解 题中  $F_2$  分离比提示：蕃茄叶形和茎色为孟德尔式遗传。所以对三种交配可作如下分析：

(1) 紫茎马铃薯叶对  $F_1$  的回交：

$$\begin{array}{r} AaCc \times AAcc \\ \downarrow \\ \underbrace{AACc \quad AaCc} \quad \underbrace{AAcc \quad Aacc} \\ 1 \text{ 紫茎缺刻叶} : 1 \text{ 紫茎马铃薯叶} \end{array}$$

(2) 绿茎缺刻叶对  $F_1$  的回交：

$$\begin{array}{r} AaCc \times aaCC \\ \downarrow \\ \underbrace{AaCC \quad AaCc} \quad \underbrace{aaCC \quad aaCc} \\ 1 \text{ 紫茎缺刻叶} : 1 \text{ 绿茎缺刻叶} \end{array}$$

(3) 双隐性植株对  $F_1$  测交：

$$\begin{array}{r} AaCa \times aacc \\ \downarrow \\ AaCc \quad Aacc \quad aaCc \quad aacc \\ 1 \text{ 紫缺} : 1 \text{ 紫马} : 1 \text{ 绿缺} : 1 \text{ 绿马} \end{array}$$

(即两对性状自由组合形成的 4 种类型呈 1:1:1:1。)

15 基因型为  $AaBbCc$  的二亲本，所产生的基因型为  $aabbcc$  的子代的比例是多少？

解 因在形成配子时各基因对是独立分配的，故形成的含三小字母 (a, b 和 c) 之配子的频率为  $\left(\frac{1}{2}\right)^3$  (各独立事件之概率的乘积)。

又由于在形成合子时，各类型的两性配子之结合是随机的，因此，三小字母之配子 (abc) 结合为三小字母纯合个



体 (aabbcc) 的频率, 是二该配子概率的乘积, 即,

$$\left(\frac{1}{2}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{1}{64}$$

16 在南瓜中, 果实白色是由显性基因 Y 决定的, 黄果是由与其等位的隐性基因 y 决定的; 果实盘状是由显性基因 S 决定的, 球状果是由隐性等位基因 s 决定的。白色盘状果类型与黄色球状果类型杂交, 所得之 F<sub>1</sub> 皆为白色盘状果。如 F<sub>1</sub> 个体全部自交, F<sub>2</sub> 的表型预期比例如何?

解 根据 F<sub>1</sub> 之类型, 可以推断, 二亲本皆为纯型合子。于是, 上述交配可图示如下:

$$\begin{array}{l} \text{P.} \qquad \qquad \qquad \text{YYSS} \times \text{yyss} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \downarrow \\ \text{F}_1 \qquad \qquad \qquad \text{YySs} \otimes \end{array}$$

$$\text{G.} \quad \left(\frac{1}{2}Y + \frac{1}{2}y\right)\left(\frac{1}{2}S + \frac{1}{2}s\right)$$

(等位基因之间互斥,  
非等位基因之间互相独立)

$$\begin{aligned} \text{F}_2 \quad & \left[\left(\frac{1}{2}Y + \frac{1}{2}y\right)\left(\frac{1}{2}S + \frac{1}{2}s\right)\right]^2 \\ & = \frac{9}{16}Y\_S\_ + \frac{3}{16}Y\_ss + \frac{3}{16}yyS\_ \\ & \quad + \frac{1}{16}yyss \end{aligned}$$

(两性配子的结合是随机的, 各类型合子之概率等于形成它的相应配子之概率的积)