

现代遗传学题解手册

〔美〕

弗朗西斯科·乔·阿耶拉

著

约翰·亚·基杰

著

娄和林武标于伟君译 孙熙年校

辽宁大学出版社



Q3-44/022



ISBN 7-5610-1043-5

R · 7 定价：2.80元

现代遗传学题解手册

〔美〕 弗朗西斯科·乔·阿耶拉 著
约翰·亚·基 杰

姜和林 武 标 于仁君 译
孙熙年 校

辽宁大学出版社

一九九一年·沈阳

责任编辑 徐 速
封面设计 本 忠
责任校对 林 力

现代遗传学题解手册

〔美〕 弗朗西斯科·乔·阿耶拉 著
约翰·亚·基 杰

娄和林 武 标 于伟君 译

孙熙年 校

*

辽宁大学出版社出版发行(沈阳市崇山中路66号)

黑龙江新华二厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.75 字数: 150千

1991年1月第1版 1991年1月第1次印刷

印数: 1—500

*

ISBN 7-5610-1043-5

R·7 定价: 2.80 元

译者的话

遗传学作为生物科学的核心,近年来发展甚快。美国加州大学遗传学家阿耶拉和基杰所编著的《现代遗传学》(第二版)由于其内容全面系统,基本上反映了进入八十年代以后的遗传学研究水平,加之叙述简明、材料翔实,被国内外许多大学用为遗传学教材或主要参考书。国内已有中译本,但原译者为了适当减少篇幅,删译了习题及附录。

我们考虑该书中增加了不少分子遗传学、群体遗传学和进化遗传学等方面的内容,这部分习题国内还不多见;同时为了加深理解从而更好地掌握此书中所阐述的现代遗传学内容,很有必要对该书的习题进行解题训练。为此我们在教学之余译出了该书中附有答案的所有习题,并对该版中没有双数习题答案的部分按照该书第一版的题解手册尽可能地作了补译,附录中的词汇简释也一并译出。

《现代遗传学》(第二版)共有 26 章,中译本未将导言部分列为一章,故只有 25 章;我们这本题解手册则仍按照原书安排为 26 章,请读者使用时注意。

限于译校者的专业和外语水平,译文肯定有不妥之处,敬请读者不吝指正。

译校者
于辽宁大学生物系
一九九〇年九月

目 录

第一章	导言	1
第二章	孟德尔遗传学	3
第三章	遗传的染色体基础	17
第四章	遗传物质的本性	30
第五章	真核生物基因组	33
第六章	基因的精细结构	47
第七章	病毒基因组	59
第八章	细菌基因组	71
第九章	DNA 操作	81
第十章	遗传功能	85
第十一章	细胞内信息的转移	90
第十二章	遗传密码	97
第十三章	DNA 合成的遗传控制	101
第十四章	重组	104
第十五章	原核生物中基因表达的调节	109
第十六章	真核生物中基因表达的调节	114
第十七章	发育的遗传学分析	117
第十八章	体细胞遗传学;人体基因组定位	120
第十九章	数量性状	123
第二十章	基因突变	136
第二十一章	染色体突变	143
第二十二章	群体的遗传结构	150

第二十三章	进化变化的过程	161
第二十四章	自然选择	171
第二十五章	近交、互适应和地理分化	180
第二十六章	种的形成和宏观进化	188
遗传学词汇		199

第一章 导言

1.1 假定没有减数分裂,以及有性的生物体,是通过两个其染色体数目并不减少的体细胞受精而繁殖。那末具有 8 条染色体,经 5、10 和 100 代之后,它的后裔将有多少染色体?

解:染色体数目每一代将加倍,5 代以后生物体的后裔将有 $8 \times 2^5 = 256$ 染色体,10 代以后将有 8×2^{10} 染色体和 100 代以后将有 8×2^{100} 染色体。

1.2 列举减数分裂和有丝分裂两者之间相似与区别。

解:相似点:

- (1) 每一过程中染色体复制一次。
- (2) 两者均具有相同的阶段:前期、中期、后期和末期。

区别:

有丝分裂

(1) 一次细胞分裂

(产生二个细胞)

(2) 染色体的数

目没有变化($2n$)

(3) 同源染色体

不配对

(4) 没有重组

减数分裂

两次细胞分裂

(产生四个细胞)

染色体的数目

减半(n)

同源染色体在

中期 I 配对

父母本染色体以及同源染色体上基因之间发生重组

1.3 正常人细胞的染色体数目是 46,那末在人的(a)精细胞,(b)精子,(c)卵细胞和(d)极体各有多少染色体?

解:所有四种细胞类型均是减数分裂产物,因此都具有 23 个染色体的单倍体。

1.4 从大多数其它体细胞里不难发现具有不同染色体数目的体细胞,例如人的一些肝细胞有 92 条染色体,它们是怎样产生的呢?

解:具有多套染色体的细胞是由于染色体复制以后,细胞(或核)没有随之分裂而产生的。

1.5 在无性繁殖生物体的后代或者在有性繁殖生物体的后代中,你预期哪一个有较大的遗传变异,为什么?

解:有性繁殖生物比无性繁殖生物将产生较多的变异后裔,因为减数分裂既使父本和母本染色体之间又使同源染色体上基因之间发生重组。而无性繁殖生物的后裔其遗传性一致(除非新发生了突变,当然有性繁殖生物的后裔也发生突变)。

1.6 假定一个生物体具有三对染色体,每条染色体与其同源染色体均有一处形态特征的差别(例如染色体近端处有无缢痕),这生物体能产生多少种不同的具此类形态差异的配子?

解:每对染色体均可能产生两种互有区别的配子,因此三对染色体就可能产生 $2^3 = 8$ 种互有区别的配子。标明三对染色体如下: A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 ; 8 种配子是 $A_1B_1C_1, A_1B_1C_2, A_1B_2C_1, A_1B_2C_2, A_2B_1C_1, A_2B_1C_2, A_2B_2C_1, A_2B_2C_2$ 。

第二章 孟德尔遗传学

2.1 孟德尔发现豌豆腋生花是顶生花的显性,腋生花的等位基因用A表示,顶生花的等位基因用a表示。测定下述杂交产生的后裔配子的类型和比例:

$$AA \times aa, AA \times Aa, Aa \times aa, Aa \times Aa.$$

解: 杂交: $AA \times aa$ $AA \times Aa$

配子: A a A $\frac{1}{2}A, \frac{1}{2}a$

子代: Aa $\frac{1}{2}$ AA, $\frac{1}{2}$ Aa

杂交: $Aa \times aa$

Aa X Aa

配子: $\frac{1}{2}A, \frac{1}{2}a, a$ $\frac{1}{2}A, \frac{1}{2}a$ $\frac{1}{2}A, \frac{1}{2}a$

子代: $\frac{1}{2} Aa, \frac{1}{2} aa$ $\frac{1}{4} AA, \frac{1}{2} Aa, \frac{1}{4} aa$

2.2 一位遗传学家用不同的豚鼠做了二次杂交试验,黑色 $\times$ 白色第一次得到了 12 只黑色子代,第二次得到了 6 只黑色和 5 只白色的子代,那么,每次杂交中的双亲基因型可能是什么?

解:第一次杂交的全部子代是黑色的,事实启示我们黑色对白化呈显性,而黑色豚鼠很可能是黑色等位基因的纯合子;第二次杂交的黑色豚鼠必定是黑色和白化等位基因的杂合

子。

如果我们用 B 表示黑色等位基因, b 表示白代等位基因, 那么, 亲本与子代的基因型是:

第一次杂交: $BB \times bb \rightarrow Bb$

第二次杂交: $Bb \times bb \rightarrow \frac{1}{2} Bb, \frac{1}{2} bb$

2.3 用外科手术把纯合黑色雌鼠卵巢取代白化豚鼠的卵巢。当它与白化雄鼠交配时, 这白化雌鼠产下两只黑色后代, 其结果与泛生论一致吗? 与孟德尔遗传呢?

解: 实验结果与泛生论的理论并不一致, 泛生论把白化的后代归因于在身体各个部分形成的“白化决定粒子”。上述实验结果与孟德尔遗传是一致的, 因为雌性配子(卵细胞)的基因型是由移植进去的卵巢所决定。

2.4 两只黑色雌性大鼠与一只褐色雄性大鼠杂交, 从每只雌鼠中得到几只子鼠, 第一只雌鼠产生 36 只黑鼠, 第二只雌鼠产生 14 只黑鼠和 10 只褐鼠, 问大鼠中黑色和褐色皮毛颜色遗传的可能方式是什么? 其双亲的基因型怎样? 用 χ^2 法检验你的假设。

解: 实验结果启示我们, 黑色(B)对褐色(b)呈显性, 第一只雌鼠的基因型很可能是 BB, 第二只很可能是 Bb。(褐色雄鼠基因型是 bb)。

预期第二只雌鼠的后代是:

亲本: $Bb \text{♀} \times bb \text{♂}$

子代: $\frac{1}{2} Bb$ (黑色)和 $\frac{1}{2} bb$ (褐色)

χ^2 检验方法如下:

	黑色	褐色	总数
观察值(O)	14	10	24

预期值(E)	12	12	24
O-E	2	-2	0
(O-E) ²	4	4	
(O-E) ² /E	4/12	4/12	$X^2 = 8/12 = 0.67$

假设可以接受, 因为 $0.67 < 3.84$ (3.84 是自由为 1 时, 0.05 显著性水平时的 X^2 值.)

2.5 一个遗传学家用一特定原种 6 株绿色玉米进行近亲交配, 从每株玉米上采种几粒种子, 种子以下列比率产生绿色和白色(缺乏叶绿素)植株。

亲本	绿色植株后代	白化植株后代
1	38	11
2	26	11
3	42	12
4	30	9
5	36	14
6	48	12

问玉米白化病的可能遗传方式是什么? 亲本植物基因型是什么? 用 X^2 法检验你对每个亲本的解释。

解: 因为近亲交配的绿色植株, 产生出白化的后代, 我们推断数(1)白化(a)对绿色(A)呈隐性; (2)绿色植株是杂合子(Aa)。

当绿色杂合的植株自交时, 预期的后代是:

$$\begin{array}{c} Aa \text{ } \text{♀} \times Aa \text{ } \text{♂} \\ \downarrow \end{array}$$

$$\underbrace{\frac{1}{4} AA \quad \frac{1}{2} Aa}_{\frac{3}{4} \text{ 绿色}} \quad \underbrace{\frac{1}{4} aa}_{\frac{1}{4} \text{ 白化}}$$

实验结果的 X^2 检验(计算如习题 2.4) 是:

亲本:

$$1 \quad X^2 = \frac{(38 - 36.75)^2}{36.75} + \frac{(11 - 12.25)^2}{12.25} = 0.17$$

$$2 \quad X^2 = \frac{(26 - 27.75)^2}{27.75} + \frac{(11 - 9.25)^2}{9.25} = 0.44$$

$$3 \quad X^2 = \frac{(42 - 40.5)^2}{40.5} + \frac{(12 - 13.5)^2}{13.5} = 0.22$$

$$4 \quad X^2 = 0.06$$

$$5 \quad X^2 = 0.24$$

$$6 \quad X^2 = 0.80$$

每个实例的自由度(d.f.) 为 1, X^2 表指出, 自由度为 1, 0.05 显著性水平时, $X^2 = 3.84$ 。我们可接受这个假设, 因为在每个实例中 X^2 均 < 3.84 。

2.6 用前题的同一玉米原种与一个不同源种的植物花粉授精。种植的种子中, 20 粒长出绿色植株, 10 粒长出白化植株, 这一结果与 3:1 或 1:1 是否一致? 雄性亲本的可能基因型是什么?

解: 3:1 和 1:1 的 X^2 检验结果如下:

$$3:1 \quad X^2 = \frac{(22 - 22.5)^2}{22.5} + \frac{(10 - 7.5)^2}{7.5} = 1.11$$

$$1:1 \quad X^2 = \frac{(20 - 15)^2}{15} + \frac{(10 - 15)^2}{15} = 3.33$$

在这两个实例中, X^2 都 < 3.84 , 这是自由度为 1, 0.05 显著性水平时的 X^2 值, 因此, 两个假设都不能否定。

如果雄性亲本是 Aa , 后代预期 3 : 1。如果雄性亲本是 aa , (隐性白化等位基因的纯合子) 预期是 1 : 1。

2.7 在鸡中, 玫瑰冠对单片冠呈显性, 一个农民认为他的玫瑰冠 *Nyandotte* 鸡中有些可能携带单片冠的等位基因, 他怎样才能找出哪些杂合的鸡?

解: 用显性类型(玫瑰冠)与纯合子隐性(单片冠)进行测交试验, 它揭示显性类型中哪些是杂合子, 因为它们后代中有一半将是隐性纯合子(单片冠), 当进行测交试验时, 显性纯合子个体的所有后代都将表现出显性表现型(玫瑰冠)。

2.8 一种类型的腓骨肌萎缩症, 是由下肢远侧肌肉逐渐消瘦形成的。一般在 10 岁到 20 岁之间发生, 系谱分析表明一般人决不会有这种腓骨肌萎缩症, 除非双亲之一患有此病。问此种疾病的可能遗传方式是什么?

解: 由于人决不患这种病, 除非双亲之一是患者。因而我们知道萎缩症很可能是由显性等位基因引起的。

2.9 众所周知, 第二种腓骨肌萎缩症比前题涉及的第一种类型要严重的多, 此病几乎都见于小孩中, 他们的双亲是嫡堂(或表)兄妹且未患此病, 问这种腓骨肌萎缩症是怎样遗传的?

解: 观察启示我们此种疾病应归于隐性等位基因的纯合性。亲本(通常为嫡堂(或表)兄妹)是隐性等位基因的杂合子。

$$Aa \times Aa$$

↓

$$\frac{1}{4} AA, \frac{1}{2} Aa, \frac{1}{4} aa (\text{受累后代})$$

2.10 一个血型 A 的男人与一个血型 B 的女人结婚, 他

们得到一个血型O的孩子,问这三个人的基因型是什么?你预期这种婚配新生的小孩中间会出现什么样的其它基因型?频率是多少?

解:A和B血型的等位基因彼此为共显性,均对O血型等位基因呈显性。因此只有当他俩都为O等位基因携带者时,A型♂与B型♀才能产生O型孩子。

A等位基因 = I^A

B等位基因 = I^B

O等位基因 = i

	I^B	i
i	$I^B i$	ii
I^A	$I^A I^B$	$I^A i$

这样,我们预期可得相等数目的A、B、AB和O型孩子。

2.11 由孟德尔所做的七种性状杂合各 F_2 的数目,如下表,请用 χ^2 法检验每个实例得到的数据是否符合他的假设所预期的3:1?

性 状	F_1 代	F_2 代(数目)	
		显性	隐性
种子:饱满-皱缩	全部饱满	5174	1850
种子:黄色-绿色	全部黄色	6022	2001
花:紫花-白花	全部紫花	705	224
花:腋生-顶生	全部腋生	651	207
豆荚:胖-瘪	全部胖	882	299
豆荚:绿色-黄色	全部绿色	428	152
植株:高-矮	全部高株	787	227

解:根据 3:1 比率,孟德尔杂交中的七个性状其每个性状的 χ^2 值如下:

$$(1) \chi^2 = \frac{(5474-5493)^2}{5493} + \frac{(1850-1831)^2}{1831} = 0.26$$

$$(2) \chi^2 = \frac{(6022-6017.25)^2}{6017.25} + \frac{(2001-2005.75)^2}{2005.75} = 0.01$$

$$(3) \chi^2 = \frac{(765-696.75)^2}{696.75} + \frac{(224-232.25)^2}{232.25} = 0.39$$

$$(4) \chi^2 = \frac{(651-643.5)^2}{643.5} + \frac{(207-214.5)^2}{214.5} = 0.35$$

$$(5) \chi^2 = \frac{(882-885.75)^2}{885.75} + \frac{(299-295.25)^2}{295.25} = 0.06$$

$$(6) \chi^2 = \frac{(428-435)^2}{435} + \frac{(152-145)^2}{145} = 0.45$$

$$(7) \chi^2 = \frac{(787-798)^2}{798} + \frac{(277-266)^2}{266} = 0.61$$

每个 χ^2 值都小于 3.84,因而这些性状的遗传是符合由孟德尔假设所预言 3:1 的。

2.12 在豚鼠中毛皮黑色 B 对白化体 b 呈显性。而毛皮粗糙 R 对毛皮光滑 r 呈显性。基因 R 和 B 是独立的,把纯合的黑色粗糙豚鼠与白化光滑豚鼠之间进行杂交, F_1 及 F_2 将出现什么样的基因型和表现型?其 F_1 与白化光滑的亲本杂交后代怎样?

解:

亲本: $BBRR \times bbrr$

配子: $BR \quad br$

F_1 $BbRr$

F_2

雌配子:

		1/4BR	1/4Br	1/4bR	1/4br
雄配子:	1/4BR	BBRR	BBRr	BbRR	BbRr
	1/4Br	BBRr	BBrr	BbRr	Bbrr
	1/4bR	BbRR	BbRr	bbRR	bbRr
	1/4br	BbRr	Bbrr	bbRr	bbrr

9/16 黑色粗糙

3/16 黑色光滑

3/16 白化粗糙

1/16 白化光滑

F₁ X 白化光滑的后代是:

亲本: BbRr × bbrr

↓

↓

配子: 1/4BR 1/4Br
1/4bR 1/4br

br

子代: 1/4BbRr 黑色粗糙
1/4Bbrr 黑色光滑
1/4bbRr 白化粗糙
1/4bbrr 白化光滑

2. 13 一只黑色粗糙豚鼠与一只白化粗糙豚鼠杂交(参看前题), 产生如下后代: 13 只黑色粗糙, 16 只白化粗糙, 6 只黑色光滑和 5 只白化光滑。请确定双亲的基因型并用 X² 法检验你的解释。

解: 亲本: B__R__ X bbR__

后代: B__R__、bbR__、B__rr、bbrr