

## 第 13 题 2018 年第 1 回 问 12: 由基因型比例求等位基因频率

本题给出  $AA$ 、 $Aa$ 、 $aa$  三种基因型的比例, 要求计算  $a$  的频率。杂合子中只有一半的等位基因是  $a$ 。

对应官方问题册: 理科第 51 页 (印刷页码)。请与原题对照阅读。

### 解答

把群体中的个体数任取为 100, 则  $AA$ 、 $Aa$ 、 $aa$  分别有 60、20、20 个。等位基因总数为 200 个, 其中  $a$  的个数为

$$20 + 2 \times 20 = 60.$$

因此

$$f(a) = \frac{60}{200} = 0.30.$$

对应选项 4。

**答** 答题栏 13: 选项 4,  $a$  的等位基因频率为 0.30。

### 解说

**直接公式** 若基因型频率为  $f(AA)$ ,  $f(Aa)$ ,  $f(aa)$ , 则

$$f(a) = f(aa) + \frac{1}{2}f(Aa).$$

代入得  $0.20 + 0.10 = 0.30$ , 与逐个计数一致。

**杂合子不能全部计入**  $Aa$  个体含一个  $A$  和一个  $a$ , 所以其 20% 只贡献 10 个百分点给  $a$  的等位基因频率。

**不需要假定哈代-温伯格平衡** 题目已直接给出基因型比例, 按等位基因计数即可。用  $q^2 = f(aa)$  反推  $q$  会额外加入题干没有给出的平衡条件。

**和为一的检验** 同理  $f(A) = 0.60 + 0.10 = 0.70$ , 两者相加为 1, 可检查计数没有遗漏。

## 第 27 题 2018 年第 2 回 问 8: 完全连锁的自交分离比

本题给出反式排列  $Ab/aB$ ，并明确两个基因之间不发生交换。先列配子，再合并表型。

对应官方问题册：理科第 47 页（印刷页码）。请与原题对照阅读。

### 解答

由于不发生交换， $Ab/aB$  个体只产生  $Ab$  和  $aB$  两种配子，各占  $1/2$ 。自交组合为

$$Ab/Ab : Ab/aB : aB/aB = 1 : 2 : 1.$$

相应表型依次为  $[Ab]$ 、 $[AB]$ 、 $[aB]$ ，不会出现  $[ab]$ 。故

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 2 : 1 : 1 : 0,$$

对应选项 3。

**答** 答题栏 9: 选项 3，即  $2 : 1 : 1 : 0$ 。

### 解说

**先读清连锁相** 图示为  $Ab/aB$  的反式排列，而不是  $AB/ab$ 。连锁相不同，能产生的亲本型配子也不同。

**“不交换”的直接后果** 重组配子  $AB$  和  $ab$  均不产生；配子只有  $Ab$ 、 $aB$ ，所以不应套用独立分配的  $9 : 3 : 3 : 1$ 。

**由基因型合并表型** 杂合组合  $Ab/aB$  同时表现 A、B 显性，所占比例为  $2/4$ ；两种纯合组合各占  $1/4$ 。

**零项检算** 要出现  $[ab]$  必须得到  $ab/ab$ ，但亲本不能形成  $ab$  配子，因此该表型比例必为 0。

## 第 43 题 2019 年第 1 回 问 7：重组大肠杆菌生产胰岛素

本题按“目的基因－载体－宿主”的顺序辨认重组胰岛素生产图中的 A、B、C。

对应官方问题册：理科第 45 页（印刷页码）。请与原题对照阅读。

### 解答

图中 A 是插入环状 DNA 的片段，因此为人胰岛素基因；B 是被切开并接入目的基因的环状质粒；重组质粒导入并培养的 C 是大肠杆菌。对应选项 4。

**答** 答题栏 7：选项 4，即 A 人胰岛素基因、B 质粒、C 大肠杆菌。

### 解说

**目的基因** 要让微生物合成人胰岛素，必须导入编码人胰岛素的 DNA 序列，图中的短线段 A 即为该目的基因。

**质粒载体** 质粒是细菌内可独立复制的小型环状 DNA，可在限制酶切开后连接目的基因，再送入宿主细胞。

**宿主的选择** 图中 C 具有典型细菌形态，生产人胰岛素常用大肠杆菌。农杆菌则主要用于把基因导入植物细胞。

**流程复核** 若把 A 与 B 对调，就会变成“把质粒插入胰岛素基因”，与载体装载目的基因的关系相反。

## 第 57 题 2020 年第 2 回 问 3: 线粒体电子传递与化学渗透

本题沿电子、氢离子和 ATP 合酶的位置关系, 确定电子传递体的性质及两个线粒体区室。

对应官方问题册: 理科第 41 页 (印刷页码)。请与原题对照阅读。

### 解答

电子在线粒体内膜上的多个蛋白质复合体之间传递, 所以  $a$  为蛋白质。释放的能量把  $H^+$  从基质泵入膜间隙, 故  $b$  为基质。 $H^+$  再经嵌在线粒体内膜的 ATP 合酶返回基质, 故  $c$  为内膜。组合对应选项 7。

答 答题栏 3: 选项 7, 即蛋白质 / 基质 / 内膜。

### 解说

**电子传递体是膜蛋白复合体** NADH 和  $FADH_2$  提供的电子依次经过内膜上的复合体, 电子能量逐步降低并驱动质子泵。

**质子梯度的方向** 呼吸链把质子从基质侧泵到膜间隙, 使膜间隙质子浓度较高、基质侧较低。

**ATP 合酶必须跨膜** 质子只能经 ATP 合酶顺电化学梯度返回基质, 因此该酶必须位于分隔两侧的内膜上。

**不要把 matrix 与 stroma 混淆** 线粒体内膜以内的液相称为线粒体基质 (matrix); stroma 则指叶绿体基质。两者中文常都译作“基质”, 但本题语境只能选择线粒体的 matrix。

## 第 79 题 2021 年第 1 回 问 7: 连锁基因的重组配子

本题给出顺式排列  $AB/ab$ ，要求判断发生交换后新出现的配子类型和交换所在的减数分裂阶段。

对应官方问题册：理科第 44 页（印刷页码）。请与原题对照阅读。

### 解答

亲本型染色体组合为  $AB$  与  $ab$ 。同源染色体的非姐妹染色单体在减数第一次分裂前期发生交换后，新组合为  $Ab$  与  $aB$ 。因此“新配子  $Ab, aB$  / 减数第一次分裂”正确，对应选项 7。

**答** 答题栏 7: 选项 7, 即  $Ab, aB$ , 发生于减数第一次分裂。

### 解说

**先读连锁相**  $A$  与  $B$  位于同一条同源染色体,  $a$  与  $b$  位于另一条, 故原有组合是  $AB/ab$ 。

**交换的位置** 交换发生在减数第一次分裂前期, 同源染色体联会形成四分体时的非姐妹染色单体之间。

**重组配子的写法** 在  $A$  与  $B$  之间发生一次交换, 会把上、下区段重新组合, 产生  $Ab$  和  $aB$ , 不是“ $AA$ 、 $BB$ ”或“ $Aa$ 、 $Bb$ ”。

**第二次分裂的作用** 减数第二次分裂主要分离姐妹染色单体, 不是产生该交换事件的阶段。

## 第 89 题 2021 年第 1 回 问 16: 生态系统能量收支

本题用生产者总生产量与呼吸量求净生产量，再对初级消费者一行做完整能量守恒。

对应官方问题册：理科第 53 页（印刷页码）。请与原题对照阅读。

### 解答

生产者的净生产量为

$$467.6 - 98.3 = 369.3 \text{ J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年}).$$

这也等于  $62.2 + 11.8 + 295.3 = 369.3$ 。初级消费者摄入生产者被食量 62.2，忽略不消化排出量后，有

$$62.2 = 13.0 + 1.3 + 18.3 + a,$$

故  $a = 29.6 \text{ J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$ 。组合对应选项 3。

**答** 答题栏 17: 选项 3，即净生产量 369.3， $a = 29.6$ 。

### 解说

**生产者的总量关系** 总生产量包含生产者自身呼吸消耗，故净生产量等于总生产量减呼吸量。

**净生产量的第二种核对** 生产者净生产量分为被消费者摄食、枯死以及留作生长的部分，三项之和同样应为 369.3。

**消费者的输入** 初级消费者得到的能量来自生产者被食量 62.2，不能误用其自身被二级消费者摄食的 13.0 作为输入。

**完整列出输出** 初级消费者的能量分到被食、死亡、呼吸和自身增长四处。漏掉 13.0 会错误得到 42.6。