

生物

生物遗传题中的概率计算策略

北京市第八中学 孔玮

遗传题中的概率计算一直是该类试题中的难点,下面针对不同情境,总结三种计算概率的策略供考生参考。

一、常规计算策略

思维路径:分析亲本基因型→分析子代目标基因型→计算概率。

【典型例题1】豌豆中,当C、R两个显性基因都存在时,花呈红色。一株红花豌豆与基因型为ccRr的植株杂交,子代中有3/8开红花;若让这些红花豌豆自交,后代红花豌豆的比例_____。

解析:1. 分析亲本基因型:根据题意知亲代红花豌豆包含C、R基因,可将其基因型写作C_R_,子代红花比例 $3/8=3/4 \times 1/2$,可知两对基因相互独立,遵循基因自由组合定律,且其中一对是杂合子自交组合,另一对是杂合子测交组合,结合亲代白花豌豆基因型ccRr,可推出亲代红花基因型为CcRr, F₁红花基因型为CcR_

(1/3CcRR, 2/3CcRr)。2. 分析子代目标基因型:后代红花豌豆的目标基因型为C_R_。3. 计算概率:若F₁红花基因型为CcRR,则自交子代出现红花概率为3/4,若F₁红花基因型为CcRr,则自交子代出现红花概率为9/16。综上所述,F₂红花比例为 $1/3 \times 3/4 + 2/3 \times 9/16 = 5/8$ 。

点睛:该类题中,依据题干信息找准亲本基因型和子代目标基因型至关重要。若涉及两对独立遗传的基因,计算概率时可分别计算一对基因的概率再把两个概率相乘。

二、应用遗传平衡定律的策略

思维路径:计算基因频率→计算人群中各个基因型频率→结合上文中的思维路径计算相应概率。

【典型例题2】大样本的人群中某常染色体显性遗传病的发病率为19%,一对夫妇中妻子患病,丈夫正常,他们所生的子女患该病的概率是_____。

解析:1. 计算基因频率:大样本的人群可看作是理想种群,根据遗传平衡定律:设P(A)=p, P(a)=q, 则P(AA)=p², P(Aa)=2pq, P(aa)=q²。假设该病致病基因为A,正常基因为a,患病个体基因型为AA或Aa。结合题干可知群体中正常人占81%,即P(aa)=81%,得出P(a)=0.9, P(A)=0.1。2. 计算人群中各个基因型频率:P(AA)=0.1², P(Aa)=2×0.1×0.9。3. 计算概率:妻子患病基因型为A_(1/19AA, 18/19Aa),正常丈夫基因型为aa。子女患病基因型为A_,正常基因型为aa。可先算子女表现正常的概率为:18/19×1/2=9/19,则子女患病概率为1-9/19=10/19。

点睛:考生在做题时要先确认本题符合理想种群的条件再使用遗传平衡定律。题中最关键的一步就是将纯合子的基因型频率进行开方得到该基因的基因频率。在分析母亲每种基因型概率时,不能直接用人群中该基因型频率,而要分析在所有患病个体中,纯合子或杂合子的占比,相当于算条件概率。

三、涉及随机授粉的策略

思维路径:分析父本、母本基因型→分析群体中雌配子、雄配子基因型和相应比例→分析子代目标基因型→利用棋盘格计算相应概率。

【典型例题3】有一批玉米的三种基因型为AaBB:Aabb:aaBb=1:2:2,符合完全显性遗传,遵循自由组合规律,现将这批玉米进行混种,则子一代aaB_占总数的比例为_____。

解析:1. 分析父本、母本基因型:玉米是雌雄同体的植物,开单性花,既可以做父本,又可以做母本。三种基因型混种,相当于不同基因型植株之间随机授粉,可自交也可杂交,因此考生需先分析在该群体中会出现多少种基因型的配子,再分析配子随机结合会产生哪些基因型的子代。2. 分析群体中雌配子、雄配子的基因型和相应比例:基因型为AaBB的玉米能产生1/2AB和1/2aB的配子;基因型为Aabb的玉米能产生1/2Ab和1/2ab的配子;基因型为aaBb的玉米能产生1/2aB和1/2ab的配子。汇总起来,这批玉米能产生AB(占比:1/5×1/2)、Ab(占比:2/5×1/2)、aB(占比:1/5×1/2+2/5×1/2)、ab(占比:2/5×1/2+2/5×1/2)四种基因型的配子(雌、雄配子情况一致)。3. 利用棋盘格计算相应概率:用棋盘格展示配子随机结合情况,有三种

组合(如下表)可得目标基因型,在子代中的占比为33%。

♀/♂配子	AB (1/10)	Ab (2/10)	aB (3/10)	ab (4/10)
AB (1/10)				
Ab (2/10)				
aB (3/10)			aaBB 9/100	aaBb 12/100
ab (4/10)			aaBb 12/100	

点睛:涉及随机授粉、随机交配的题都需用本方法计算概率。在某些题目中,母本、父本的基因型可能不同,甚至有些题目中涉及某些种类的雌/雄配子不育问题,都需要先分析可育雌/雄配子的基因型和占比,再用棋盘格分析子代的基因型及比例。

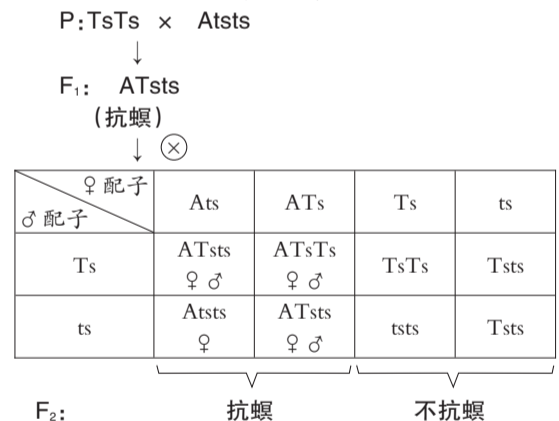
四、综合应用

【典型例题5(节选)】玉米是雌雄同株异花植物,利用玉米纯合雌雄同株品系M培育出雌株突变品系,该突变品系的产生原因是2号染色体上的基因Ts突变为ts, Ts对ts为完全显性。将抗玉米螟的基因A转入该雌株品系中获得甲、乙两株具有玉米螟抗性的植株,但由于A基因插入的位置不同,甲植株的株高表现正常,乙植株矮小。

实验一:品系M(TsTs)×甲(Atsts)→F ₁ 中抗螟:非抗螟约为1:1
实验二:品系M(TsTs)×乙(Atsts)→F ₁ 中抗螟矮株:非抗螟正常株高约为1:1

(3)选取实验二的F₁抗螟矮株自交,F₂中抗螟矮株雌雄同株:抗螟矮株雌株:非抗螟正常株高雌雄同株:非抗螟正常株高雌株约为3:1:3:1。为了保存抗螟矮株雌株用于研究,种植F₂抗螟矮株使其随机受粉,并仅在雌株上收获籽粒,籽粒种植后发育形成的植株中抗螟矮株雌株所占的比例为_____。

解析:1. 分析F₂抗螟植株基因型:结合情境推理出Ts/ts与A位于非同源染色体上,且A导致花粉不育。由此可写出如图所示遗传图解。



2. 解读亲本基因型组合:题干要求“F₂抗螟矮株随机受粉后仅在雌株上收获籽粒”,则产生目标子代群体的亲本组合为:母本为雌株(基因型为Atsts),父本为雌雄同株(基因型1/3ATsTs及2/3ATsts)。3. 分析雌雄配子基因型及比例:雌株能产生Ats及ts两种雌配子,各占1/2。雌雄同株共产生Ts及ts两种雄配子(含A雄配子不育),比例分别为2/3和1/3。4. 利用棋盘格计算相应概率:根据棋盘格中的子代基因型可知,抗螟雌株占比为1/2×1/3=1/6。

♂/♀配子	Ats (1/2)	ts (1/2)
Ts (2/3)	ATsts 抗螟雌雄同株	Tsts 不抗螟雌雄同株
ts (1/3)	Atsts 抗螟雌株	tsts 不抗螟雌株

点睛:涉及复杂情境时,考生要克服畏难心理,仔细理解题意,按步骤一步步推理。利用遗传图解将思维过程外显,既能厘清思路突破思维难点,也有助于在分析遇到瓶颈时,重新审视思考过程中的障碍。

以上方法展现遗传题中几种典型的概率计算策略,考生需在基于对基因分离定律和基因自由组合定律深入理解的基础上,结合不同情境,灵活应用。