

以性状分离比为切入点复习遗传规律

北京市第四中学教师 李 小 岑

高三复习不是知识的简单重复,考生应寻找合适的切入点将知识或方法弄懂弄透,掌握变式,无疑是最高效的复习策略。寒假来临,本文以性状分离比为切入点,梳理遗传规律的相关内容,供考生参考。

一、性状分离的概念内涵

性状分离指的是杂合子的后代表现出不止一种性状的现象。例如,高茎自交后代中同时出现高茎(显性)和矮茎(隐性)两种性状。常有同学提出疑问:“高茎与矮茎测交,后代中出现两种性状,能叫性状分离吗?”答案是:也叫性状分离。分析可知,高茎亲本的杂合状态决定了其后代不止一种性状,会出现有别于它的隐性性状矮茎。

【典型例题(2017年北京高考试题)】

玉米籽粒颜色由A、a与R、r两对独立遗传的基因控制,A、R同时存在时籽粒为紫色,缺少A或R时籽粒为白色。紫粒玉米与白粒玉米杂交,结出的籽粒中紫:白=3:5,出现性状分离的原因是_____,推测白粒亲本的基因型是_____。

【分析】本题中3:5的性状分离比并不常见,很多同学不知从何下手。题干信息首先提示两对基因自由组合,然后明确A_R_为紫色,A_rr/aaR_/aarr均为白色。解答自由组合定律的概率计算问题,通常先一对一对研究,再考虑乘法原理。不妨把3:5理解为3/8和5/8。其中,3/8等于3/4乘以1/2,故该杂交实验中两对基因一对是杂合子自交(如Rr与Rr交配得3/4R_),另一对是杂合子测交(如Aa与aa交配得1/2Aa)。

那么,亲本紫粒为AaRr,白粒为Aarr或aaRr(注意:两对基因在性状决定中完全等效,答题要注意全面性)。3:5其实是熟悉的3:1:3:1分离比的变形。在分析“出现性状分离的原因”时,有些同学把双亲基因型均罗列出来,却未能答到关键点上。其实是源于对“性状分离”概念的理解不到位,没有抓住现象背后的本质。本题中,后代出现两种性状应该归因于其紫粒亲本为杂合子,而与其白粒亲本是杂合还是纯合无关。若紫粒亲本基因型为AARR,后代不可能出现性状分离现象。

二、各类情境下的性状分离比

(一)基于分离定律的经典性状分离比

对于经典的性状分离比,除了分析其原因,更应关注其在遗传学研究中的应用。

(1)自交性状分离比3:1的应用

①能用于判断显隐性②能用于验证分离定律(验证某突变体发生了单基因的突变)③不能判断遗传方式为常染色体遗传还是伴X染色体遗传。要想做出判断,须仔细分辨子代中隐性个体的性别,即若隐性个体中雌性、雄性各半,为常染色体遗传;若全为雄性,则为伴X染色体遗传。

(2)性状分离比1:1的应用

①具有相对性状的两品种系交配,子代分离比1:1,不能用于判断显隐性②用隐性纯合子对显性个体进行测交,能用于验证分离定律③测交后代中,显性、隐性个体均为雌性、雄性各半,不能判断遗传方式为常染色体遗传还是伴X染色体遗传。因为两种遗传方式均能得到性状分离比1:1:1:1。

(二)基于分离定律的特殊性状分离比

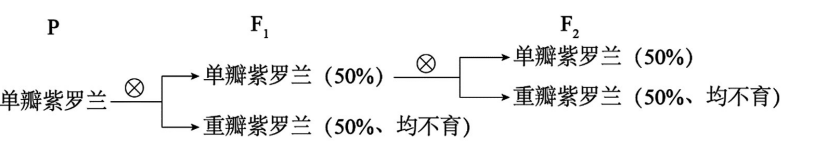
(1)自交性状分离比为2:1

【典型例题】鼠的黄色和黑色是一对相对性状,按基因的分离规律遗传。研究发现,多对黄鼠交配,子代中总会出现约1/3的黑鼠,其余均为黄鼠。如何解释该现象?

【分析】“多对黄鼠交配”均得分离比2:1,故亲本黄鼠应均为杂合子,且子代中无显性纯合子。该现象可以用显性基因纯合时发生胚胎致死来解释。也就是说,自然界中所有黄鼠个体都应该为杂合子。

(2)自交性状分离比为1:1

【典型例题】紫罗兰单瓣花和重瓣花是一对相对性状,由一对基因B、b决定。育种工作者利用野外发现的一株单瓣紫罗兰进行遗传实验,实验过程如下图。尝试解释该现象。



【分析】单瓣显性个体自交,子一代性状分离比1:1。子一代中的显性个体自交,分离比仍为1:1,故所有单瓣个体均为Bb,重瓣均为bb。该现象可解释为Bb所产生的含B基因的雌配子或雄配子不育。某类配子(雌或雄配子)仅有b类型,而另一类配子有数量相等的B和b两种类型。

(3)自交后代基因型分离比为5:6:1

【典型例题】A基因决定水稻的某抗病性状,相对a基因为显性。两个纯合亲本杂交,F₁自交,F₂群体中AA、Aa、aa基因型个体的数量比总是1:6:5。研究人员提出可能是由于某类花粉育性不足所致。请尝试完善该假设来解释该分离比,并设计杂交实验检验上述假设,写出支持上述假设的子代性状及数量比。

【分析】如果考生对经典性状分离比3:1和基因型分离比1:2:1的由来了然于心,对本题中出现的特殊比例进行解释就易如反掌。1:2:1是分离比均为1:1的雌雄配子随机结合的结果。利用棋盘格法可推测出,F₁产生的雌配子正常,而带有A基因的花粉成活率很低(如图1)。分别以Aa做父本和母本设计两次测交实验来验证假设,基于假设中配子的类型及比例可以演绎推理出后代的类型及比例(如图2)。

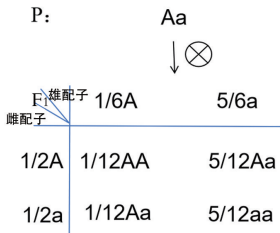


图 1

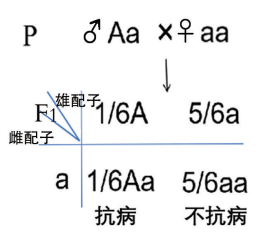
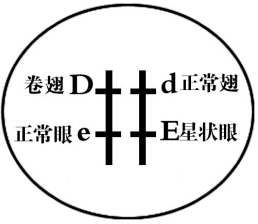


图 2

(4)杂合子自交不发生性状分离

【典型例题】某品系果蝇的2号染色体上有D/d和E/e两对等位基因(如右图所示),D、E基因均表现为显性纯合致死。此外,D基因所在的大片段发生倒位,2号染色体非姐妹染色单体间的交换被抑制。请你分析该品系果蝇相互交配所得子代的性状。

【分析】因为2号染色体不发生互换,故仅产生De和dE两种配子。后代中DDee和ddEE死亡,故所有子代与亲代完全一致,仍然为DdEd个体,仍表现为卷翅星状眼。该品系被称为平衡致死系,为“永久杂种”。



(三)基于自由组合定律和连锁互换定律的性状分离比

(1)测交性状分离比

以杂合子AaBb(A/a和B/b分别控制两对相对性状)的测交实验为例来作分析。①若两对基因相对独立,则后代中四种性状的分离比为1:1:1:1,直接反映杂合亲本所产生的配子类型及比例。②若后代中两种性状类型多,另两种性状类型少,且两两相等,则两对基因不完全连锁。两个基因位点间发生了互换,导致了基因重组。后代中某种性状类型的个体数量较多,对应的亲本型配子类型数量也较多,由此可以明确,亲本个体的A是和B还是和b位于同一条染色体上。③若性状分离比表现为1:1,类似于一对基因的分离比,则两对基因完全连锁。

(2)自交性状分离比

以杂合子AaBb(A/a和B/b分别控制两对相对性状)的自交实验为例来作分析。

【典型例题】玉米粒色和茎秆高度分别由基因A/a和B/b控制,两对基因相对位置关系未知。若图示是可能出现的三种子代性状分离比情况,尝试逆推出亲本相应的两对基因的位置关系和产配子情况。

P:		有色高秆			
		↓ ⊗			
F ₁ :		有色高秆	有色矮秆	无色高秆	无色矮秆
①	54	18	18	6	
②	66	9	9	16	
③	51	24	24	1	

【分析】两对性状各自的分离比在三种情况下都为3:1,即无论两对基因的相对位置关系如何,不影响其各自遵循分离定律。若两对基因的分离是独立事件,则两对基因自由组合。也就是,可以用(3/4+1/4)×(3/4+1/4)的方式去分析四种后代的比例,9:3:3:1恰恰符合相应概率的乘积。因此,第①种情况,两对基因位于两对染色体上,产生四种概率相等的配子。第②③种情况两对基因位于同一对染色体上,不完全连锁。区别是,第②种情况A和B在同一条染色体上,第③种情况A和b在同一条染色体上。若要分析位置关系甚至更清楚地计算出配子比例,可以选无色矮秆隐性个体作为关键突破口。因为杂合子AaBb自交时,后代产生aabb的概率恰恰是ab配子概率的平方。故第②种情况ab配子出现概率为40%,大于25%,ab为亲本型配子。而第③种情况ab配子概率为10%,为重组型配子。当然,除上述三种情况外,后代也可能仅仅出现两种或三种表型,此时用两对基因完全连锁来解释。

生命世界充满着奥秘,遗传学现象同样复杂多变,但万变不离其宗,遗传规律是真核生物在有性生殖过程中亲子代间基因传递的法则。高三的遗传规律复习,不能停留在表面,要知其所以然,关注因果逻辑,在各类真实的生活或科研情境中反复体会,抽丝剥茧,抓住基因传递的“宗”。