

专题突破6

自由组合定律中的特殊分离比

课标要求

阐明有性生殖中基因的自由组合使得子代的基因型和表型有多种可能，并可由此预测子代的遗传性状。

考情分析

自由组合比例的 变式类型及应用	2023·全国乙·T6 2023·新课标·T5 2022·山东·T17 2022·北京·T18 2021·湖北·T19 2021·辽宁·T25
--------------------	--

类型一 和为16的自由组合定律特殊比例

基本模型

1.基因互作

类型		F ₁ (AaBb)自交 后代比例	F ₁ (AaBb)测交 后代比例
①	存在一种显性基因时表现为同一性状， 其余正常表现	9 : 6 : 1	<u>1 : 2 : 1</u>
②	两种显性基因同时存在时表现为一种性状， 否则表现为另一种性状	9 : 7	<u>1 : 3</u>
③	当某一对隐性基因(如aa)成对存在时表现为双隐性状， 其余正常表现	<u>9 : 3 : 4</u>	1 : 1 : 2



基本模型

类型		$F_1(AaBb)$ 自交 后代比例	$F_1(AaBb)$ 测交 后代比例
④	只要存在显性基因就表现为一种性状，其余正常表现	<u>15: 1</u>	<u>3: 1</u>
⑤	双显和某一单显基因(如A)表现一致，双隐和另一单显基因分别表现一种性状	12 : 3 : 1	<u>2: 1: 1</u>



典例突破

1.(2024·临沂高三期中)玉米为雌雄同株异花植物，其籽粒颜色受A、a和B、b两对独立遗传的基因控制，A、B同时存在时籽粒颜色为紫色，其他情况为白色(不考虑突变)。研究人员进行以下两组实验，下列有关说法错误的是

组别	亲代	F ₁
实验一	紫色×紫色	白色：紫色=7：9
实验二	紫色×白色	白色：紫色=5：3



典例突破

组别	亲代	F ₁
实验一	紫色×紫色	白色：紫色=7：9
实验二	紫色×白色	白色：紫色=5：3

A.籽粒的紫色和白色为一对相对性状，亲代紫色植株的基因型均为AaBb

B.实验一F₁中白色个体随机传粉，子代的表型比例为紫色：白色=8：41

C.实验二亲代白色个体的基因型可能有2种，子代紫色个体中没有纯合子

✓D.实验二的F₁中紫色个体自交，其后代中籽粒为紫色个体的比例为9/16



典例突破

解析

组别	亲代	F ₁
实验一	紫色×紫色	白色：紫色=7：9
实验二	紫色×白色	白色：紫色=5：3

实验一的F₁中白色：紫色=7：9，是9：3：3：1的变式，说明籽粒的紫色和白色为一对相对性状，受两对等位基因控制，亲代紫色植株的基因型均为AaBb，A正确；



典例突破

解析

组别	亲代	F ₁
实验一	紫色×紫色	白色：紫色=7：9
实验二	紫色×白色	白色：紫色=5：3

实验一F₁中白色个体基因型及比例为AAbb：Aabb：aaBB：aaBb：aabb=1：2：1：2：1，产生的配子基因型及比例为Ab：aB：ab=2：2：3，F₁白色个体随机传粉，子代为紫色个体的概率为 $\frac{2}{7} \times \frac{2}{7} \times 2 = \frac{8}{49}$ ，所以白色个体的概率为 $1 - \frac{8}{49} = \frac{41}{49}$ ，故子代表型及比例为紫色：白色=8：41，B正确；



典例突破

解析

组别	亲代	F ₁
实验一	紫色×紫色	白色：紫色=7：9
实验二	紫色×白色	白色：紫色=5：3

实验二的F₁中紫色占 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ ，说明实验二亲本基因型组合为AaBb×Aabb或AaBb×aaBb，即亲本中的白色个体基因型可能有2种，子代中紫色个体的基因型为A_Bb或AaB_，均为杂合子，C正确；

实验二的F₁中紫色个体可能为 $\frac{1}{3}$ AABb、 $\frac{2}{3}$ AaBb(或 $\frac{1}{3}$ AaBB、 $\frac{2}{3}$ AaBb)，自交后代籽粒为紫色的概率为 $\frac{1}{3} \times 1 \times \frac{3}{4} + \frac{2}{3} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{5}{8}$ ，D错误。



典例突破

2.(2023·新课标, 5)某研究小组从野生型高秆(显性)玉米中获得了2个矮秆突变体, 为了研究这2个突变体的基因型, 该小组让这2个矮秆突变体(亲本)杂交得 F_1 , F_1 自交得 F_2 , 发现 F_2 中表型及其比例是高秆:矮秆:极矮秆=9:6:1。若用A、B表示显性基因, 则下列相关推测错误的是

A.亲本的基因型为aaBB和AAbb, F_1 的基因型为AaBb

B. F_2 矮秆的基因型有aaBB、AAbb、aaBb、Aabb, 共4种

C.基因型是AABB的个体为高秆, 基因型是aabb的个体为极矮秆

☒ D. F_2 矮秆中纯合子所占比例为1/2, F_2 高秆中纯合子所占比例为1/16



典例突破

解析

F_2 中表型及其比例是高秆：矮秆：极矮秆=9：6：1，符合9：3：3：1的变式，因此控制两个矮秆突变体的基因遵循基因的自由组合定律，高秆基因型为A_B_，矮秆基因型为A_bb、aaB_，极矮秆基因型为aabb，可推知亲本的基因型为aaBB和AAbb， F_1 的基因型为AaBb，A正确；

F_2 矮秆基因型为A_bb、aaB_共6份，纯合子基因型为aaBB、AAbb共2份，因此矮秆中纯合子所占比例为1/3， F_2 高秆基因型为A_B_共9份，纯合子为AABB共1份，因此高秆中纯合子所占比例为1/9，D错误。

2.显性基因累加效应

(1)表型

相关比较	举例分析(以基因型AaBb为例)	
	自交后代比例	测交后代比例
显性基因在基因型中的个数影响性状表现	$AABB : (AaBB、AABb) : (AaBb、aaBB、AAbb) : (Aabb、aaBb) : aabb = 1 : 4 : 6 : 4 : 1$	$AaBb : (Aabb、aaBb) : aabb = 1 : 2 : 1$

(2)原因：A与B的作用效果相同，但显性基因越多，效果越强。



典例突破

3.(不定项)人体肤色的深浅受A、a和B、b两对等位基因控制，这两对等位基因分别位于两对同源染色体上。A、B可以使黑色素增加，两者增加的量相等，并且可以累加，基因a和b与色素的形成无关。一个基因型为AaBb的人与一个基因型为AaBB的人结婚，下列关于其子女肤色深浅的叙述，正确的是

✓ A. 子女可产生4种表型

B. 与亲代AaBb肤色深浅相同的有1/4

C. 肤色最浅的孩子的基因型是aaBB

✓ D. 与亲代AaBB表型相同的有3/8



典例突破

解析

基因型为AaBb和AaBB的人结婚，后代基因型为AABB、AABb、AaBB、AaBb、aaBB、aaBb，可产生4种不同的表型，A正确；

与亲代AaBb肤色深浅相同的基因型为aaBB、AaBb，占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ ，B错误；

后代中基因型为aaBb的孩子肤色最浅，C错误；

与亲代AaBB表型相同的基因型为AABb、AaBB，占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ ，D正确。



典例突破

4.(2024·潍坊高三月考)某二倍体植物植株高度由4对等位基因(A/a、B/b、C/c、D/d)控制，这4对基因独立遗传，对高度的增加效应相同并且具有叠加性，如AABBCCDD植株高为32 cm，aabbccdd植株高度为16 cm，现有基因型为AaBBccDd和aaBbCCDd的两植株进行杂交。下列说法错误的是

A.两亲本植株的高度都为24 cm

~~B~~ ☒ B.F₁植株基因型有12种，表型有6种

C.F₁中植株高度为24 cm的个体占3/8

D.取F₁中28 cm个体与20 cm个体杂交，其子代最矮个体高20 cm



典例突破

解析

根据AABBCCDD植株高为32 cm，说明一个显性基因决定的高度为4 cm，aabbccdd植株高度为16 cm，说明一个隐性基因决定的高度为2 cm，因此AaBBccDd和aaBbCCDd高度均为 $4 \times 4 + 2 \times 4 = 24(\text{cm})$ ，A正确；

亲本为AaBBccDd和aaBbCCDd，F₁植株基因型有 $2 \times 2 \times 1 \times 3 = 12(\text{种})$ ，AaBBccDd和aaBbCCDd均能产生含有3个、2个、1个显性基因的配子，因此子代中会出现含有6个、5个、4个、3个、2个显性基因的个体，对应的高度分别为28 cm、26 cm、24 cm、22 cm、20 cm，即表型有5种，B错误；



典例突破

解析

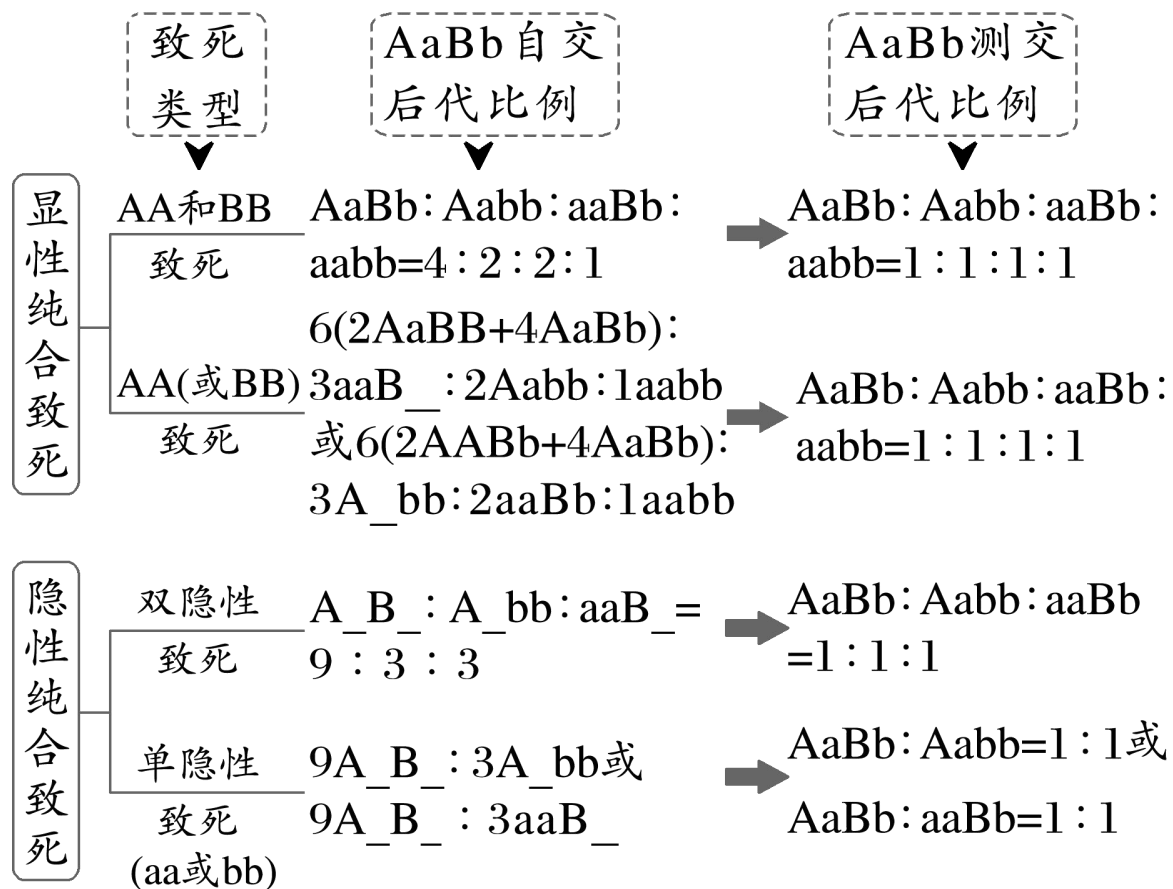
亲本为AaBBccDd和aaBbCCDd，F₁中植株高度为24 cm的个体是含有4个显性基因的个体，基因型有AaBbCcDd、aaBbCcDD、aaBBCcDd、AaBBCcdd，所占概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$ ，C正确；

取F₁中28 cm(AaBBCcDD)的个体与20 cm(aaBbCcdd)的个体杂交，其子代至少含有2个显性基因(aaBbccDd)，故子代最矮个体高20 cm，D正确。

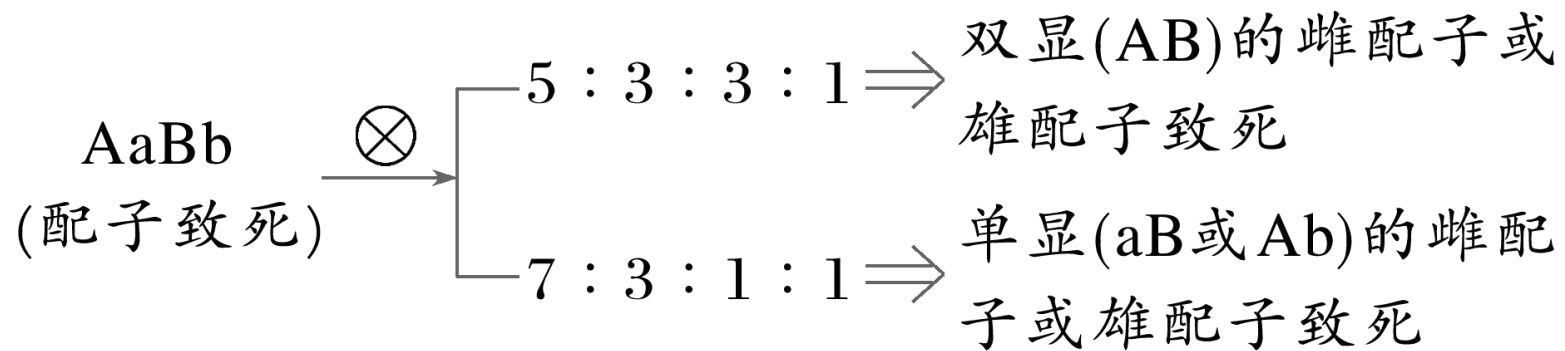
类型二 和小于16的自由组合定律特殊比例

基本模型

1. 胚胎致死或个体致死



2.配子致死或配子不育





典例突破

5.(2023·全国乙, 6)某种植物的宽叶/窄叶由等位基因A/a控制, A基因控制宽叶性状; 高茎/矮茎由等位基因B/b控制, B基因控制高茎性状。这2对等位基因独立遗传。为研究该种植物的基因致死情况, 某研究小组进行了两个实验, 实验①: 宽叶矮茎植株自交, 子代中宽叶矮茎: 窄叶矮茎=2:1; 实验②: 窄叶高茎植株自交, 子代中窄叶高茎: 窄叶矮茎=2:1。下列分析及推理中错误的是

A.从实验①可判断A基因纯合致死, 从实验②可判断B基因纯合致死

B.实验①中亲本的基因型为Aabb, 子代中宽叶矮茎的基因型也为Aabb

C.若发现该种植物中的某个植株表现为宽叶高茎, 则其基因型为AaBb

✓D.将宽叶高茎植株进行自交, 所获得子代植株中纯合子所占比例为1/4



典例突破

解析

实验①：宽叶矮茎植株自交，子代中宽叶矮茎：窄叶矮茎=2：1，亲本基因型为Aabb，子代性状及分离比原本为AA：Aa：aa=1：2：1，因此推测AA致死；实验②：窄叶高茎植株自交，子代中窄叶高茎：窄叶矮茎=2：1，亲本基因型为aaBb，子代性状及分离比原本为BB：Bb：bb=1：2：1，因此推测BB致死，A正确；

实验①子代中由于AA致死，因此子代宽叶矮茎的基因型也为Aabb，B正确；



典例突破

解析

由于AA和BB均致死，因此若发现该种植物中的某个植株表现为宽叶高茎，则其基因型为AaBb，C正确；

将宽叶高茎植株(AaBb)进行自交，由于AA和BB致死，子代不同性状的数量比为4(AaBb)：2(Aabb)：2(aaBb)：1(aabb)，其中只有窄叶矮茎(aabb)植株为纯合子，所占比例为1/9，D错误。

曲例突破

6.甲植物的叶色同时受E、e与F、f两对基因控制。基因型为E_ff的甲为绿叶，基因型为eeF_的甲为紫叶。将绿叶甲(♀)与紫叶甲(♂)杂交，取F₁红叶甲自交得F₂。F₂的表型及其比例为红叶：紫叶：绿叶：黄叶=7：3：1：1。对F₂出现的表型及其比例有两种不同的观点加以解释：观点一：F₁产生的配子中某种雌配子或雄配子致死。观点二：F₁产生的配子中某种雌雄配子同时致死。

(1)你支持上述观点一，基因组成为Ef的配子致死，请设计实验探究F₁红叶产生的哪种配子致死： (写出实验设计思路并预测实验结果结论)。



典例突破

答案 让杂合红叶植株($EeFf$)与黄叶植株($eeff$)进行正、反交并统计子代表型及比例。若红叶植株($EeFf$)作为母本时,与黄叶植株杂交结果为红叶:紫叶:黄叶 $=1:1:1$,而红叶植株($EeFf$)作为父本时,与黄叶植株杂交结果为红叶:紫叶:绿叶:黄叶 $=1:1:1:1$,则 F_1 红叶产生的 Ef 雌配子致死;若红叶植株($EeFf$)作为父本时,与黄叶植株杂交结果为红叶:紫叶:黄叶 $=1:1:1$,而红叶植株($EeFf$)作为母本时,与黄叶植株杂交结果为红叶:紫叶:绿叶:黄叶 $=1:1:1:1$,则 F_1 红叶产生的 Ef 雄配子致死



典例突破

(2)F₂中绿叶甲和亲本绿叶甲的基因型分别是 Eeff 和 Eeff。F₂中纯合子的比例为 1/4。F₂红叶植株中EeFf植株的比例为 3/7。



典例突破

7.某多年生自花传粉、闭花受粉植物，其宽叶和窄叶、红花和白花性状分别由基因A和a、B和b控制，两对基因位于两对同源染色体上。用纯合的宽叶白花植株和纯合的窄叶红花植株杂交，子一代全部为宽叶红花，子一代在自然状态下繁殖，子二代中出现四种表型，分别是宽叶红花、宽叶白花、窄叶红花、窄叶白花，其比例约为5：3：3：1。

(1)小明同学提出了两种假说对该现象进行解释：假说1：基因型为AaBB和AABb的个体死亡。假说2：基因型为AB的雄配子或雌配子不育。



典例突破

(2)为了探究假说1是否正确，小明设计了以子一代宽叶红花为父本，子二代窄叶白花为母本的杂交实验，并统计其子代的表型和比例。请判断该实验方案是否合理，并说明理由：不合理；该方案不能证明假说1是否正确，无论假说1成立与否，实验结果都可能为宽叶红花：宽叶白花：窄叶白花：窄叶红花=1：1：1：1。



典例突破

(3)欲证明假说2是否正确，请写出实验设计思路并预测实验结果结论：
选用基因型为AaBb的植株与窄叶白花植株进行正交和反交两组杂交实验，如果其中一组的杂交子代出现的表型及比例是宽叶白花：窄叶红花：窄叶白花=1：1：1，则说明假说2是正确的。

课时精练

一、选择题：每小题给出的四个选项中只有一个符合题目要求。

1.大丽菊的白花与黄花是一对相对性状，由两对等位基因D/d和R/r控制，已知基因D的表达产物能将白色前体物催化生成黄色。一株白花大丽菊和一株黄花大丽菊杂交， F_1 均表现为白花， F_1 自交， F_2 植株表现为白花：黄花=13：3。下列有关叙述错误的是

A.基因通过控制酶的合成间接控制大丽菊的花色

B.基因R的表达产物可抑制基因D的表达

✓ C.让 F_2 黄花大丽菊随机传粉，后代中纯合子的比例为1/9

D.将 F_2 白花大丽菊单独种植，其中自交后代出现性状分离的植株占6/13

解析

由题意可知，基因D的表达产物能将白色前体物催化生成黄色，说明基因通过控制酶的合成间接控制大丽菊的花色，A正确；

由题意分析可知，基因型为D_rr的个体开黄花，其余基因型的个体开白花，推测当基因r存在时基因D能正常表达，当基因R存在时基因D不能正常表达，B正确；

让F₂黄花大丽菊(1/3DDrr、2/3Ddrr)随机传粉，后代基因型及比例为4/9DDrr、4/9Ddrr、1/9ddrr，纯合子所占比例为5/9，C错误；

解析

F_2 中白花植株共有13份，其中只有2DDRr和4DdRr的自交后代能出现白花与黄花的性状分离，其余基因型个体自交后代均为白花，故将 F_2 白花大丽菊单独种植，其中自交后代出现性状分离的植株占 $6/13$ ，D正确。

2.(2024·淮安高三模拟)某种蝴蝶的翅膀有红色、粉色、白色三种类型，由两对等位基因(A和a、B和b)共同控制，基因A控制红色素合成(AA和Aa的效应相同)，基因B为修饰基因，BB使红色素完全消失，Bb使红色素颜色淡化(表现为粉色)。现用两组纯合亲本进行杂交，实验结果如图，下列叙述错误的是

第一组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶=1：2：1

第二组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶=3：6：7

第一组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 1：2：1

第二组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 3：6：7

A. 在第一组中，F₂ 中纯合子所占的比例为 1/2

B. 在第一组中，亲本白翅蝶的基因型是 AABB

C. 在第二组中，F₂ 白翅蝶中纯合子的比例为 3/7

☒ D. 在第二组中，若 F₁ 粉翅蝶进行测交，则子代中粉翅蝶的比例为 1/2

解析

第一组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 1：2：1

第二组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 3：6：7

红色翅膀蝴蝶对应的基因型为A_bb，粉色翅膀蝴蝶对应的基因型为A_Bb，白色翅膀蝴蝶对应的基因型为A_BB、aaB_、aabb；第二组实验中的F₂出现了3：6：7的比例，为9：3：3：1的变式，故A/a和B/b这两对等位基因的遗传遵循自由组合定律，结合第一组实验的杂交情况可推知亲本基因型为AABB(白翅蝶) $\times$ AAbb(红翅蝶)，F₁的基因型为AABb，F₂的基因型及比例为1/4AABB、2/4AABb、1/4AAbb，故在第一组中，F₂中纯合子所占的比例为1/2，A、B正确；

解析

第一组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 1：2：1

第二组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 3：6：7

结合A项的分析，可推知第二组中F₁的基因型为AaBb，亲本的基因型为aaBB $\times$ AAbb，F₂中对应的基因型及比例为1/16AABB、4/16AaBb、2/16AaBB、2/16AABb、1/16AAbb、2/16AABb、1/16aaBB、2/16aaBb、1/16aabb，故在第二组中，F₂白翅蝶(1/16AABB、2/16AaBB、1/16aaBB、2/16aaBb、1/16aabb)中纯合子的比例为3/7，C正确；

解析

第一组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 1：2：1

第二组：P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow$ F₁ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}}$ F₂ 红翅蝶：粉翅蝶：白翅蝶 = 3：6：7

结合C项的分析，第二组中F₁的基因型为AaBb，若进行测交(与aabb杂交)，子代基因型及比例为1/4AaBb、1/4Aabb、1/4aaBb、1/4aabb，则子代中粉翅蝶的比例为1/4，D错误。

3.(2024·南阳高三质检)某繁殖力超强鼠的自然种群中，体色有黄色、黑色、灰色三种，体色色素的转化关系如图所示。已知控制色素合成的两对基因位于两对常染色体上，基因B能完全抑制基因b的表达，不含基因A的个体会由于黄色素在体内过多积累而导致50%的个体死亡。下列叙述不正确的是

A.黄色鼠个体可能有三种基因型

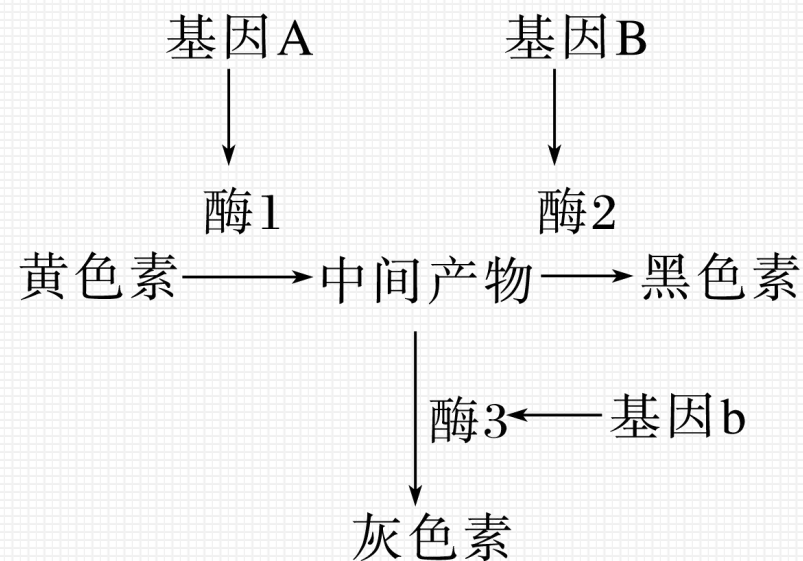
B.若让一只黄色雌鼠与一只灰色雄鼠交配， F_1 全为

黑色鼠，则双亲的基因型为aaBB和AAbb

✓C.两只黑色鼠交配，子代只有黄色和黑色，且比例

接近1：6，则双亲中一定有一只基因型是AaBb

D.基因型为AaBb的雌、雄鼠自由交配，子代个体表型及比例为黄：黑：灰＝
2：9：3



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/317022135122006162>