

专题突破8

基因在性染色体上的位置判断

课标要求

概述性染色体上的基因传递和性别相关联。

考情分析

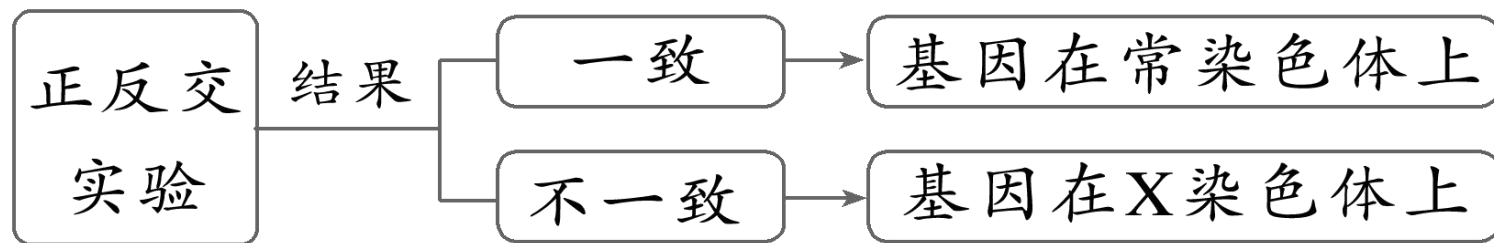
基因在染色体上位置的判定方法	2022·广东·T19	2022·海南·T18	2022·湖南·T15
	2021·福建·T13		

类型一 探究基因位于常染色体上还是X染色体上

基本模型

1. 杂交实验法

(1) 性状的显隐性是“未知的”，且亲本均为纯合子时

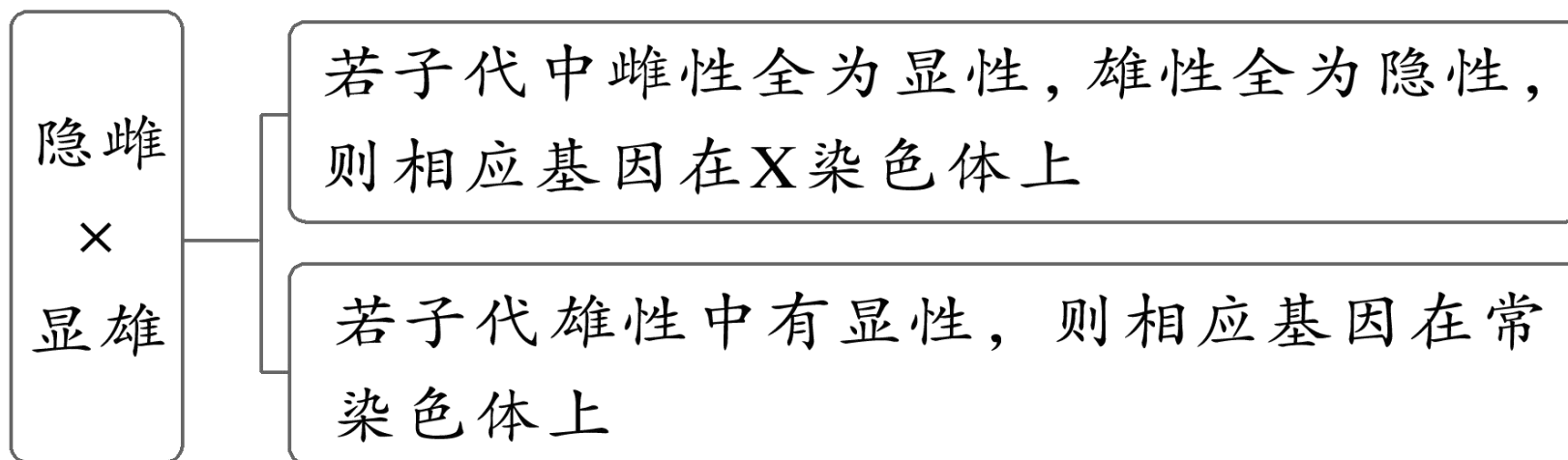


注：此方法还可以用于判断基因是位于细胞核中还是细胞质中。若正反交结果不同，且子代只表现母本的性状，则控制该性状的基因位于细胞质中。



基本模型

(2)性状的显隐性是“已知的”





基本模型

(3)在确定雌性个体为杂合子的条件下

杂合雌
×
显性雄

若隐性性状只在雄性个体中出现，则相应基因在X染色体上

若子代雌雄个体中都有隐性性状或子代全为显性性状个体，则相应基因位于常染色体上



典例突破

1.(经典高考题)已知果蝇的灰体和黄体受一对等位基因控制，但这对相对性状的显隐性关系和该等位基因所在的染色体是未知的。同学甲用一只灰体雌蝇与一只黄体雄蝇杂交，子代中♀灰体：♀黄体：♂灰体：♂黄体为1：1：1：1。同学乙用两种不同的杂交实验都证实了控制黄体的基因位于X染色体上，并表现为隐性。请根据上述结果，回答下列问题：

(1)仅根据同学甲的实验，不能 (填“能”或“不能”)证明控制黄体的基因位于X染色体上，并表现为隐性。



典例突破

解析

常染色体杂合子测交情况下也符合题干中的比例，故仅根据同学甲的实验，既不能判断控制黄体的基因是否位于X染色体上，也不能证明控制黄体的基因表现为隐性。



典例突破

(2)请用同学甲得到的子代果蝇为材料设计两个不同的实验，这两个实验都能独立证明同学乙的结论。(要求：每个实验只用一个杂交组合，并指出支持同学乙结论的预期实验结果)

答案 实验1：杂交组合： $\text{♀灰体} \times \text{♂灰体}$ 。

预期结果：子代中所有的雌性都表现为灰体，雄性中一半表现为灰体，另一半表现为黄体。

实验2：杂交组合： $\text{♀黄体} \times \text{♂灰体}$ 。

预期结果：子代中所有的雌性都表现为灰体，雄性都表现为黄体。



典例突破

解析

设控制灰体的基因为A，控制黄体的基因为a，假定相关基因位于X染色体上，则同学甲的实验中，亲本黄体雄果蝇基因型为 X^aY ，而杂交子代出现四种表型且分离比为1：1：1：1，则亲本灰体雌蝇为杂合子，即 X^AX^a 。 F_1 的基因型为 X^AX^a 、 X^aX^a 、 X^AY 、 X^aY 。 F_1 果蝇中杂交方式共有4种。其中，灰体雌蝇和黄体雄蝇杂交组合与亲本相同，由(1)可知无法证明同学乙的结论。而黄体雌蝇与黄体雄蝇杂交组合中，子代均为黄体，无性状分离，亦无法证明同学乙的结论。故应考虑采用灰体雌蝇与灰体雄蝇、黄体雌蝇与灰体雄蝇的杂交组合。

典例突破

解析

作遗传图解如下：

F₁灰体雌蝇与灰体雄蝇杂交：

F ₁	$X^A X^a$	×	$X^A Y$
	灰雌		灰雄
	↓		
F ₂	$X^A X^A$	$X^A X^a$	$X^A Y$ $X^a Y$
	灰雌	灰雌	灰雄 黄雄
	1	1	1 1

典例突破

解析

由图解可知， F_1 中灰体雌蝇与灰体雄蝇杂交，后代表现为：雌性个体全为灰体，雄性个体灰体与黄体比例接近1：1。

F_1 黄体雌蝇与灰体雄蝇杂交：

$$\begin{array}{ccc} F_1 & X^aX^a & \times & X^AY \\ & \text{黄雌} & & \text{灰雄} \\ & \downarrow & & \\ F_2 & X^AX^a & & X^aY \\ & \text{灰雌} & & \text{黄雄} \\ & 1 & : & 1 \end{array}$$



典例突破

解析

由图解可知， F_1 中黄体雌蝇与灰体雄蝇杂交，后代表现为：雌性个体全为灰体，雄性个体全为黄体。



典例突破

2.(2024·德州高三检测)小鼠体色黑斑与白斑由A、a基因控制，长尾与短尾由B、b基因控制，且长尾相对于短尾为显性(不考虑X、Y染色体的同源区段)。某兴趣小组让黑斑长尾与黑斑短尾雌雄小鼠杂交，子代雌雄小鼠的表型及比例均为黑斑长尾：白斑长尾：黑斑短尾：白斑短尾=3：1：3：1。回答下列问题：

(1)小鼠体色中黑斑为显性性状，控制该性状的基因位于常染色体(填“常染色体”或“X染色体”)，判断依据是亲本黑斑与黑斑杂交，后代雌雄表型及比例均为黑斑：白斑=3：1，与性别不相关。



典例突破

(2)若让子代中黑斑雌雄小鼠相互交配，后代黑斑小鼠中杂合子所占比例为 $\frac{1}{2}$ 。A、a基因与B、b基因的遗传 遵循 (填“遵循”或“不遵循”) 自由组合定律。



典例突破

(3)依据题中信息不能判断B、b基因位于常染色体上还是X染色体上。若该基因位于X染色体上，亲代雌鼠的基因型为 $X^B X^b$ (仅考虑这一对性状)。为确定B、b基因所在染色体的类型，请以亲代及子代小鼠为实验材料设计实验思路并预期实验结果及结论。

实验思路： 将子代中雌性短尾与雄性长尾交配。

实验结果及结论： 若后代雌雄表型及比例均为长尾：短尾=1：1，则B/b位于常染色上；若雌性个体全为长尾，雄性个体全为短尾，则B/b位于X染色体上。



典例突破

3.(2022·海南, 18节选)家蚕是二倍体生物($2n=56$), 雌、雄个体性染色体组成分别是ZW、ZZ。家蚕的成虫称为家蚕蛾, 已知家蚕蛾有鳞毛和无鳞毛这对相对性状受一对等位基因控制。现有纯合的有鳞毛和无鳞毛的家蚕蛾雌、雄个体若干只, 设计实验探究控制有鳞毛和无鳞毛的基因是位于常染色体上还是Z染色体上(不考虑Z、W染色体的同源区段), 并判断有鳞毛和无鳞毛的显隐性。要求简要写出实验思路、预期结果及结论。



典例突破

答案 实验思路：让纯合的有鳞毛和无鳞毛的家蚕蛾雌、雄个体进行正反交实验，得到 F_1 ，观察并统计 F_1 个体的表型及比例。预期结果及结论：若正反交结果只出现一种性状，则表现出来的性状为显性性状，且控制有鳞毛和无鳞毛的基因位于常染色体上；若正反交结果不同，则控制有鳞毛和无鳞毛的基因位于Z染色体上，且 F_1 中雄性个体表现出的性状为显性性状



典例突破

解析

需要通过实验来探究控制有鳞毛和无鳞毛的基因是位于常染色体上还是Z染色体上(不考虑Z、W染色体的同源区段),但由于不知道显隐关系,可以利用正反交实验来探究。实验思路:让纯合的有鳞毛和无鳞毛的家蚕蛾雌、雄个体进行正反交实验,得到 F_1 ,观察并统计 F_1 个体的表型及比例(假设相关基因为A和a)。预期结果及结论:若控制有鳞毛和无鳞毛的基因位于常染色体上,正反交分别为 $AA \times aa$ 、 $aa \times AA$,



典例突破

解析

其 F_1 的基因型都为 Aa ，只出现一种性状，且 F_1 表现出来的性状为显性性状；若控制有鳞毛和无鳞毛的基因位于 Z 染色体上，正反交分别为 $Z^A Z^A \times Z^a W$ (后代雌雄全为显性性状)、 $Z^a Z^a \times Z^A W$ (后代雄性全为显性性状，雌性全为隐性性状)，则正反交结果不同，且 F_1 中雄性个体表现出的性状为显性性状。

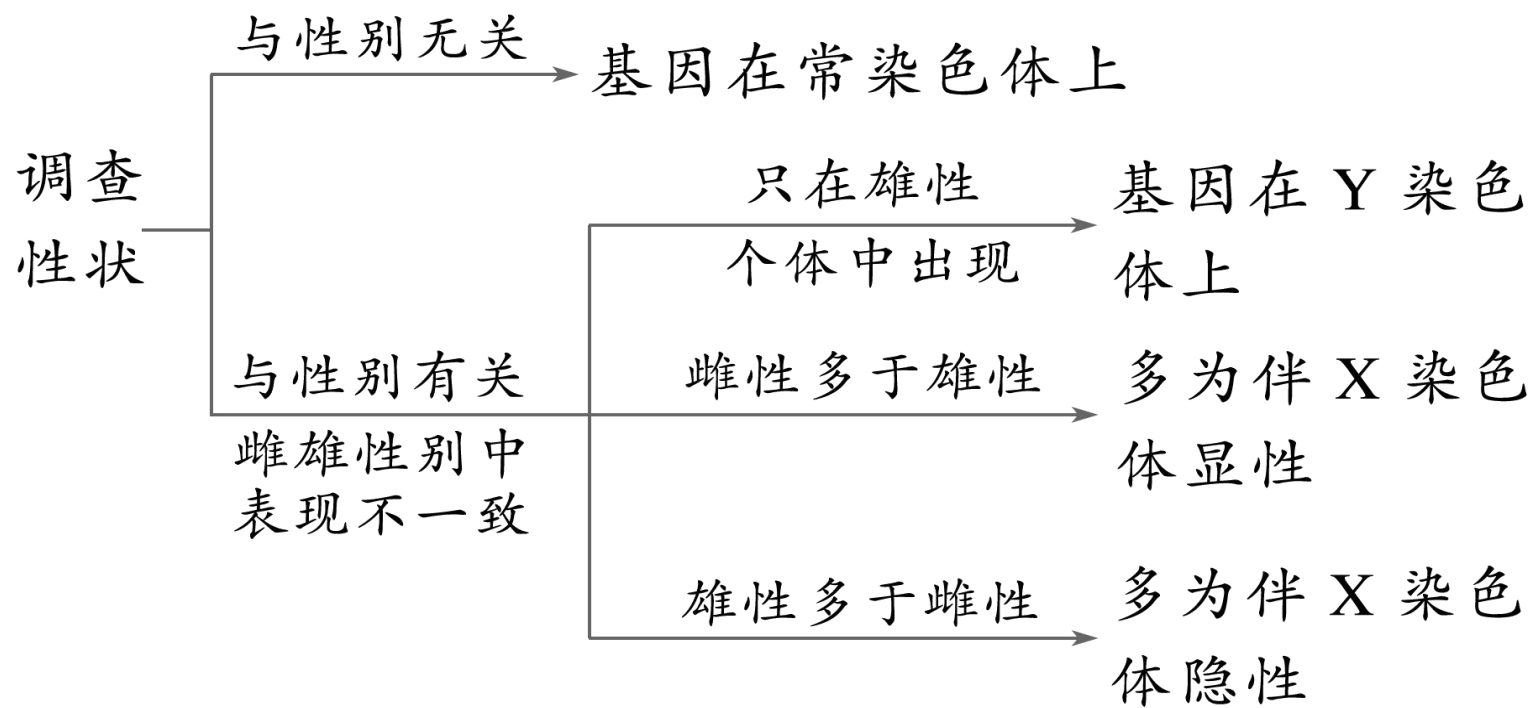
2.数据信息分析法

(1)依据子代性别、性状的数量分析确认

若后代中两种表型在雌雄个体中比例一致，说明遗传与性别无关，则基因可能在常染色体上；若后代中两种表型在雌雄个体中比例不一致，说明遗传与性别有关，则可确定基因在性染色体上。

基本模型

(2)依据遗传调查所得数据进行推断确认



典例突破

4.某昆虫的长翅与残翅是一对相对性状，由基因A/a控制，刚毛与截毛是一对相对性状，由基因B/b控制，两对基因均不位于X、Y染色体的同源区段，且独立遗传。现有长翅刚毛雌性个体与残翅截毛雄性个体作亲代杂交，子一代均为长翅刚毛，子一代随机交配，子二代表型及比例见下表，

雌性个体	表型	长翅刚毛	长翅截毛	残翅刚毛	残翅截毛
	数量比例	3/4	0	1/4	0
雄性个体	表型	长翅刚毛	长翅截毛	残翅刚毛	残翅截毛
	数量比例	3/8	3/8	1/8	1/8



典例突破

雌性个体	表型	长翅刚毛	长翅截毛	残翅刚毛	残翅截毛
	数量比例	3/4	0	1/4	0
雄性个体	表型	长翅刚毛	长翅截毛	残翅刚毛	残翅截毛
	数量比例	3/8	3/8	1/8	1/8

则两对相对性状中，属于显性性状的是长翅和刚毛，基因A/a位于常染色体上，基因B/b位于X染色体上。确定上述两对基因的位置的理由：据表格信息：长翅与残翅的比例，雌蝇中3：1，雄蝇中也为3：1，二者相同，故基因A/a位于常染色体上。刚毛与截毛的比例，雌蝇中4：0，雄蝇中1：1，二者不同，故基因B/b位于X染色体上。



典例突破

5.某种羊的性别决定为XY型。已知其有角和无角由位于常染色体上的等位基因(N/n)控制；黑毛和白毛由等位基因(M/m)控制，且黑毛对白毛为显性。某同学为了确定M/m是位于X染色体上，还是位于常染色体上，让多对纯合黑毛母羊与纯合白毛公羊交配，子二代中黑毛：白毛=3：1，我们认为根据这一实验数据，不能确定M/m是位于X染色体上，还是位于常染色体上，还需要补充数据，如统计子二代中白毛个体的性别比例，若 白毛个体全为雄性，则说明M/m是位于X染色体上；若 白毛个体中雄性：雌性=1：1，则说明M/m是位于常染色体上。



典例突破

解析

若M/m位于常染色体上，则白毛个体中雌雄比例为1：1；若M/m位于X染色体上，则子二代的基因型为 $X^M X^M$ 、 $X^M X^m$ 、 $X^M Y$ 、 $X^m Y$ ，其中白毛个体均为雄性。



典例突破

6. 已知果蝇的暗红眼由隐性基因(r)控制，但不知控制该性状的基因(r)是位于常染色体上、X染色体上还是Y染色体上，请你设计一个简单的调查方案进行调查，并预测调查结果。

方案：寻找暗红眼的果蝇进行调查，统计 具有暗红眼果蝇的性别比例。

结果：(1) 若具有暗红眼的个体雄性数目与雌性数目相差不大，则 r 基因位于常染色体上；

(2) 若具有暗红眼的个体雄性数目多于雌性数目，则 r 基因位于X染色体上；

(3) 若具有暗红眼的个体全是雄性，则 r 基因位于Y染色体上。

类型二 探究基因仅位于X染色体上还是X、Y染色体同源区段上

基本模型

适用条件：已知性状的显隐性和控制性状的基因在性染色体上。

(1)思路一：用“纯合隐性雌×纯合显性雄”进行杂交，观察分析F₁的性状。即：

纯合隐性雌
×
纯合显性雄

若子代所有雄性均为显性性状，
则相应基因位于X、Y染色体的同
源区段上

若子代所有雄性均为隐性性状，
则相应基因仅位于X染色体上



基本模型

(2)思路二：用“杂合显性雌×纯合显性雄”进行杂交，观察分析F₁的性状。即：

杂合显性雌
×
纯合显性雄

若子代中雌、雄个体全表现显性性状,则相应基因位于X、Y染色体的同源区段上

若子代中雌性个体全表现显性性状,雄性个体中既有显性性状又有隐性性状,则相应基因仅位于X染色体上



典例突破

7.科学家在研究黑腹果蝇时发现，刚毛基因(B)对截毛基因(b)为显性。现有各种纯种果蝇若干，可利用一次杂交实验来推断这对等位基因是位于X、Y染色体的同源区段上还是仅位于X染色体上。请完成推断过程：

(1)实验方法：首先选用纯种果蝇作亲本进行杂交，雌雄两亲本的表型分别为母本表型：截毛 (填“刚毛”或“截毛”，下同)；父本表型：刚毛。



典例突破

(2)预测结果：若子代雄果蝇表现为刚毛，则此对基因位于X、Y染色体的同源区段上，子代雄果蝇基因型为 X^bY^B ；若子代雄果蝇表现为截毛，则此对基因仅位于X染色体上，子代雄果蝇基因型为 X^bY 。



典例突破

解析

若这对基因位于X、Y染色体的同源区段上，则亲本的基因型组合为 $X^bX^b \times X^BY^B$ ，子代雌、雄果蝇均表现为刚毛，且雄果蝇的基因型为 X^bY^B ；若这对基因仅位于X染色体上，则亲本的基因型组合为 $X^bX^b \times X^BY$ ，子代雌果蝇表现为刚毛，雄果蝇表现为截毛，且雄果蝇的基因型为 X^bY 。

类型三 探究基因位于常染色体上还是X、Y染色体同源区段上

基本模型

1.在已知性状的显隐性的条件下，若限定一次杂交实验来证明，则可采用“隐性雌 $\times$ 显性雄(杂合)”[即 $aa(\text{♀})\times Aa(\text{♂})$ 或 $X^aX^a\times X^AY^a$ 或 $X^aX^a\times X^aY^A$]杂交组合，观察分析 F_1 的表型。分析如下：

隐性雌
 $\times$
显性雄(杂合)

若子代雌(或雄)性个体全表现显性性状,雄(或雌)性个体全表现隐性性状,则相应基因位于X、Y染色体的同源区段上

若子代雌、雄个体中既有显性性状又有隐性性状,则相应基因位于常染色体上

基本模型

2.在已知性状的显隐性的条件下，未限定杂交实验次数时，则可采用以下方法，通过观察 F_2 的表型来判断：

隐性雌 × 显性雄
 ↓ (纯合)

F_1

(均表现显性性状)

$F_1 \text{ ♀} \times F_1 \text{ ♂}$
 ↓

F_2

若 F_2 雌、雄个体中都有显性性状和隐性性状出现，且分离比均为3 : 1，则相应基因位于常染色体上

若 F_2 雄性个体全表现显性性状，雌性个体中既有显性性状又有隐性性状，则相应基因位于X、Y染色体的同源区段上

典例突破

8.果蝇的体色(灰身、黑身)和翅型(正常翅、截翅)这两对性状分别由两对等位基因A、a和B、b控制。利用两对纯种果蝇进行了杂交实验，结果如表所示。回答下列问题：

子代表型		杂交组合		组合一：黑身正常翅 ♀ × 灰身截翅♂		组合二：灰身截翅♀ × 黑身正常翅♂	
		雌蝇	雄蝇	雌蝇	雄蝇	雌蝇	雄蝇
F ₁	灰身正常翅	296	290	301	0		
	灰身截翅	0	0	0	298		



典例突破

(1)控制翅型的基因位于 X 染色体上，判断的依据为 杂交组合二中截翅雌果蝇与正常翅雄果蝇杂交， F_1 雌果蝇全为正常翅，雄果蝇全为截翅
(或杂交组合一、二是用纯种正常翅、截翅果蝇进行的正反交实验，正反交实验结果不一致)。



典例突破

(2)某同学为了确定控制体色的A/a这对等位基因位于常染色体上还是X、Y染色体的同源区段上，让组合二F₁灰身雌、雄果蝇相互交配，然后统计F₂中黑身果蝇的性别比例。

若 黑身果蝇中雌性：雄性=1：1，则说明A/a位于常染色体上；若 黑身果蝇全为雄性，则说明A/a位于X、Y染色体的同源区段上。



典例突破

解析

某同学为了确定控制体色的A/a这对等位基因位于常染色体上还是X、Y染色体的同源区段上，让组合二F₁灰身雌、雄果蝇相互交配(Aa×Aa或X^AX^a×X^AY^a)，然后统计F₂中黑身果蝇的性别比例：若黑身果蝇中雌性：雄性=1：1，则说明A/a位于常染色体上；若黑身果蝇全为雄性，则说明A/a位于X、Y染色体的同源区段上。



典例突破

9.家鸡($2n=78$, 性别决定方式为ZW型)的羽毛有芦花和非芦花两种, 由一对等位基因控制, 芦花(B)对非芦花(b)为显性。芦花鸡羽毛在雏鸡阶段的绒羽为黑色且头顶有黄色斑点。若欲确定B、b基因的位置, 可选择纯合的 芦花 雌鸡和 非芦花 雄鸡杂交, ①若F₁表型为 雄鸡全为芦花, 雌鸡全为非芦花, 则可以肯定B、b基因位于Z染色体的非同源区段上。



典例突破

②若 F_1 表型为雌雄全为芦花鸡，则B、b基因位于常染色体上或Z、W染色体的同源区段上。若欲进一步判断，写出实验方案：让 F_1 的雌雄个体自由交配，能证明B、b基因位于Z、W染色体的同源区段上的实验结果为雌鸡都为芦花，雄鸡既有芦花又有非芦花(或雌鸡都为芦花鸡)；能证明B、b基因位于常染色体上的实验结果为雌鸡和雄鸡中都既有芦花又有非芦花(或雌鸡中既有芦花又有非芦花)。

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.(2023·南通高三月考)已知控制某相对性状的等位基因A/a位于性染色体上且雌、雄均有显性和隐性个体。为探究A/a的具体位置，科研小组选用一只隐性性状的雌性个体与一只显性性状的雄性个体杂交，欲根据子代的表型与性别的关系判断基因A/a在性染色体上的位置。下列说法错误的是

- A.根据雌、雄均有显性和隐性个体可判断出基因A/a不位于Y染色体上
- ✓B.若子代雌性均为显性、雄性均为隐性，则基因A/a只位于X染色体上
- C.若子代雌性均为隐性、雄性均为显性，则基因A/a位于X和Y染色体的同源区段上
- D.若子代雌性和雄性均为显性，则基因A/a位于X和Y染色体的同源区段上

解析

若基因A/a位于X、Y染色体的同源区段上，则 $X^aX^a \times X^AY^a$ 杂交，子代基因型是 X^AX^a 、 X^aY^a ，表型是雌性均为显性、雄性均为隐性，B错误；若基因A/a位于X和Y染色体的同源区段上，杂交组合为 $X^aX^a \times X^AY^A$ 、 $X^aX^a \times X^AY^a$ 、 $X^aX^a \times X^aY^A$ ，子代表型依次是雌性和雄性均为显性，雌性均为显性、雄性均为隐性，雌性均为隐性、雄性均为显性，C、D正确。

2.(2023·衡水高三模拟)鸡的性别决定方式为ZW型，其羽毛分为有羽和无羽两种类型，受基因A/a控制，有羽类型分为正常羽和反卷羽两种类型，受基因B/b控制。现将纯合正常羽公鸡与无羽母鸡交配，F₁全为正常羽，F₁个体相互交配，F₂出现正常羽公鸡、正常羽母鸡、反卷羽母鸡、无羽公鸡、无羽母鸡，比例为6：3：3：2：2。下列有关叙述错误的是

A.亲本无羽母鸡基因型为aaZ^bW

☒ B.F₂正常羽公鸡中杂合子比例为1/3

C.F₂反卷羽母鸡产生AZ^b配子的概率是1/3

D.F₂正常羽母鸡与无羽公鸡交配，后代无羽的比例是1/3

解析

F_1 个体相互交配， F_2 出现6:3:3:2:2的比例，说明 F_1 为双杂合个体。 F_2 公鸡中有羽:无羽=3:1，母鸡中有羽:无羽=3:1，说明A/a位于常染色体上，且 F_1 均为Aa(有羽)。 F_2 公鸡正常羽:无羽=3:1， F_2 母鸡中正常羽:反卷羽:无羽=3:3:2，说明B/b位于性染色体上，且 F_1 的基因型为 $Z^B Z^b$ (正常羽公鸡)、 $Z^B W$ (正常羽母鸡)。亲本无羽母鸡基因型为 $aa Z^b W$ ，正常羽公鸡基因型为 $AA Z^B Z^B$ ，A正确； F_2 正常羽公鸡($A_ Z^B Z^-$)中纯合子为 $AA Z^B Z^B$ ，比例为 $1/3 \times 1/2 = 1/6$ ，杂合子比例为 $5/6$ ，B错误；

解析

F₂反卷羽母鸡(A_Z^bW)基因型为1/3AAZ^bW、2/3AaZ^bW，产生AZ^b配子的概率为 $1/3 \times 1/2 + 2/3 \times 1/4 = 1/3$ ，C正确；

F₂正常羽母鸡(A_Z^BW)与无羽公鸡(aaZZ)交配，后代无羽(aa)的比例是 $2/3 \times 1/2 = 1/3$ ，D正确。

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/246024125145010233>