



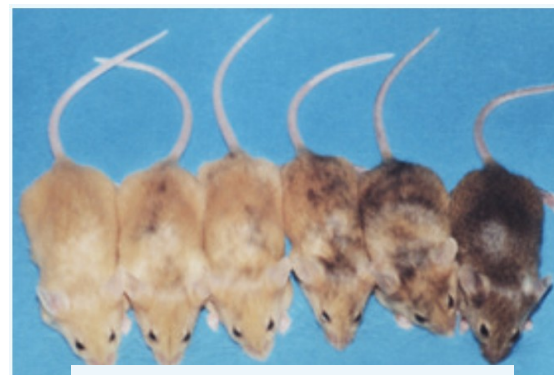
黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

高中生物学一轮复习

27. 表观遗传

广州市玉岩中学 谭宇晴

- 教材 P73 中资料 **1** 和资料 **2** 展示的遗传现象有什么共同点？柳穿鱼和小鼠性状改变的原因是什么？



表现出不同毛色的 $A^{vy}a$ 小鼠

基因的碱基序列保持不变，但部分碱基发生了甲基化修饰，影响了相关基因的表达，进而影响了生物体的性状（表型）。

生物体基因的碱基序列保持不变，但基因表达和表型发生可遗传变化的现象，叫作表观遗传。



- 柳穿鱼花性状改变的原因是什么？
植株 A 的 **Lcyc** 基因能够表达；植株 B 的 **Lcyc** 基因由于部分碱基被甲基化表达受到抑制。
- F₁ 的花为什么与植株 A 相似？
F₁ 植株同时含有来自植株 A 和植株 B 的 **Lcyc** 基因。
- 在 F₂ 中，为什么有些植株的花与植株 B 的相似？
甲基化的 **Lcyc** 的基因可遗传，并控制生物的性状。

表观遗传

2. 实例

实例 2 小鼠毛色的遗传



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

黄色小鼠
 $A^{vy}A^{vy}$



P

×



F_1 $A^{vy}a$

黑色小鼠
 aa

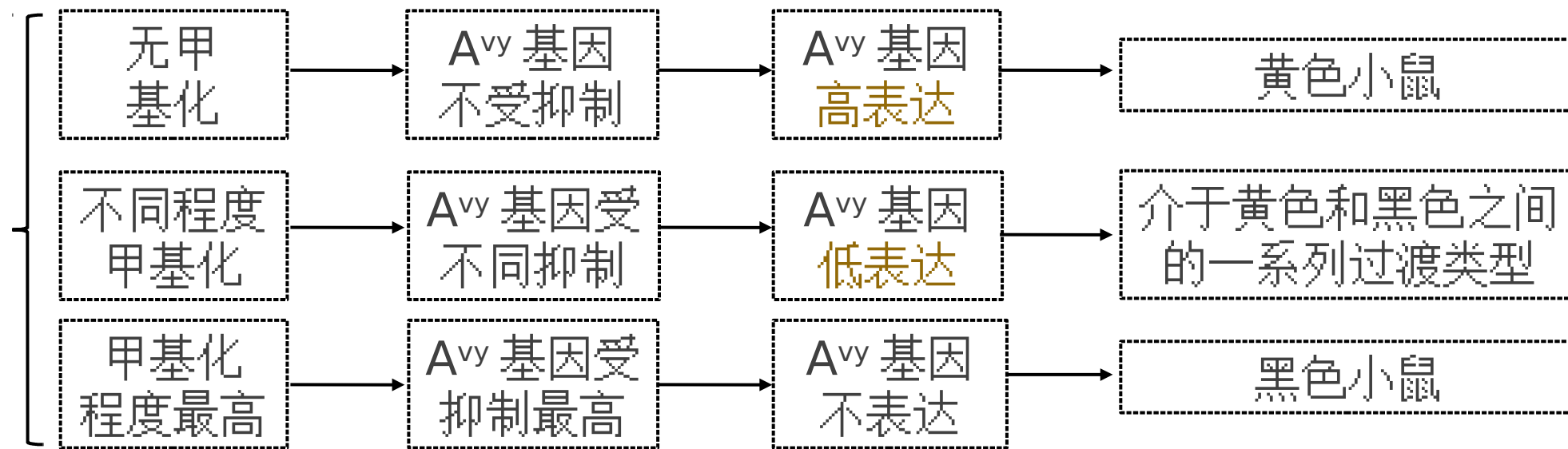


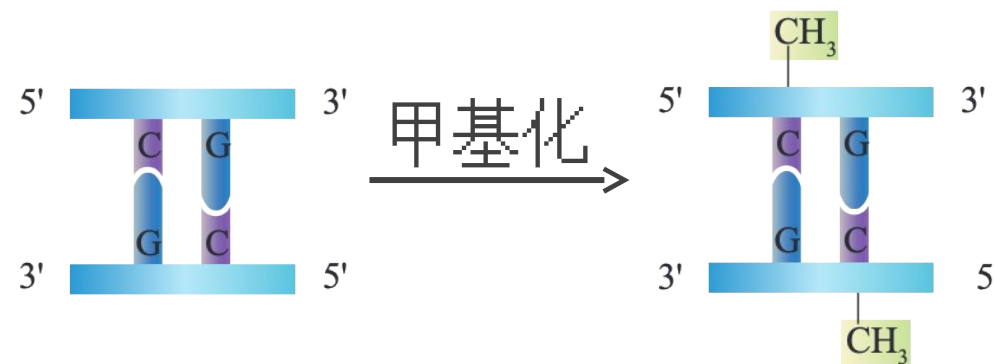
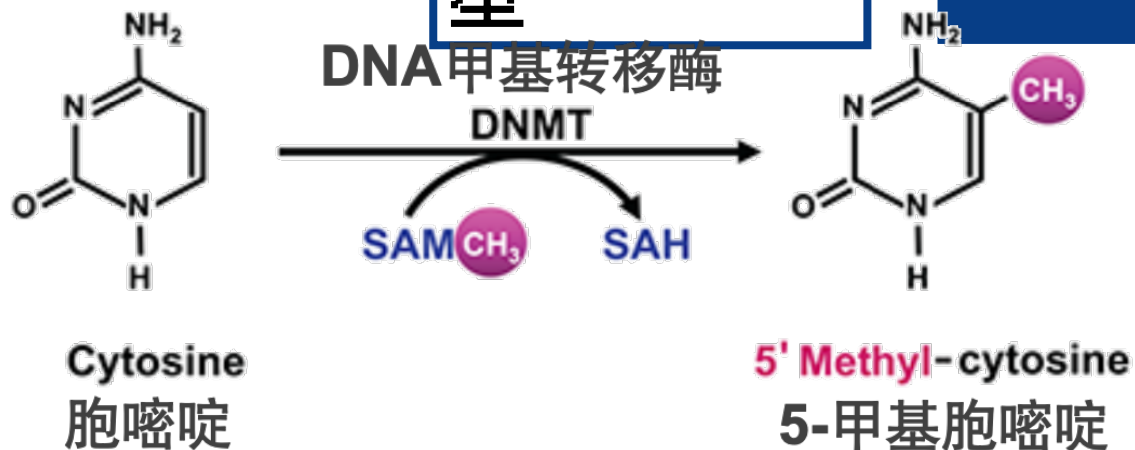
黄色

黑色

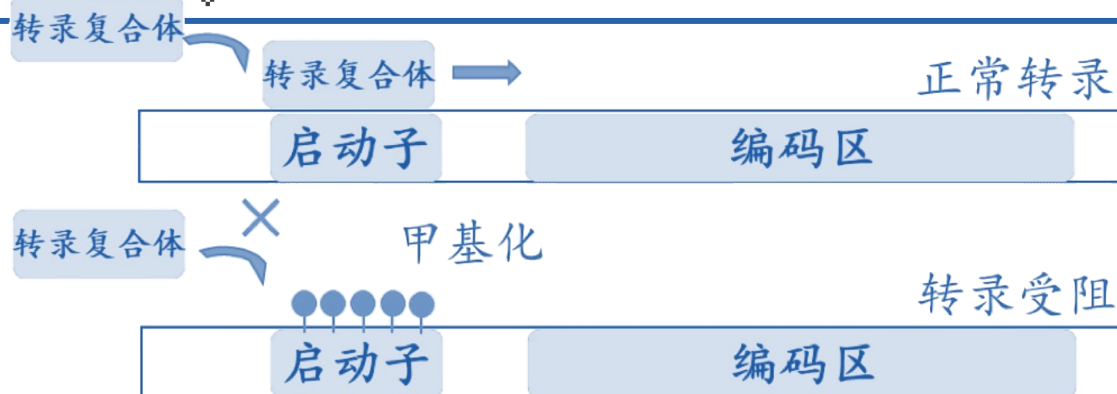
A^{vy} 基因
前端

A^{vy} 基
因



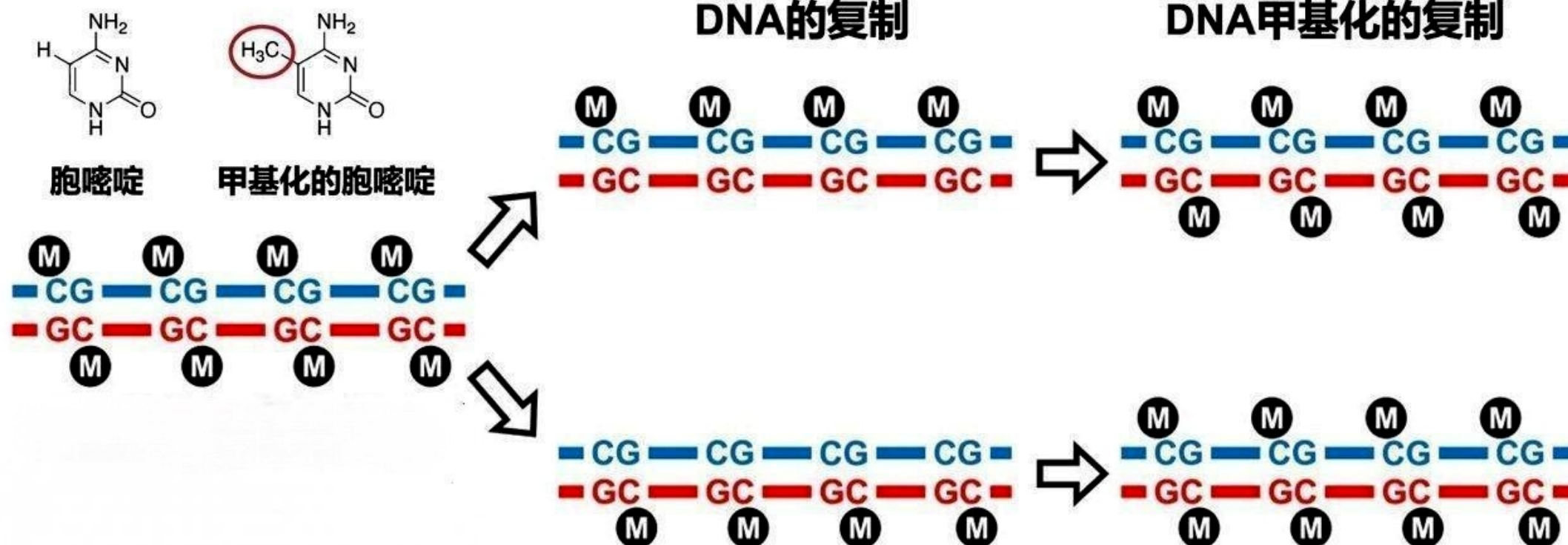


DNA 甲基化是在甲基转移酶的催化下，**DNA 的 CG 碱基**对中的胞嘧啶，被选择性地添加**甲基**，形成 5- 甲基胞嘧啶，这常见于基因的 5'-CG-3' 序列。



DNA 的甲基化改变了 DNA 的空间结构，RNA 聚合酶无法结合到启动子上，从而抑制了基因的**转录**，以抑制基因的表达。

DNA 甲基转移酶（简称为 DNMT）催化胞嘧啶甲基化，在 DNA 复制过程中如果有 DNMT 的持续作用，则复制产生的 DNA 依然保持甲基化状态，进而遗传给子代。



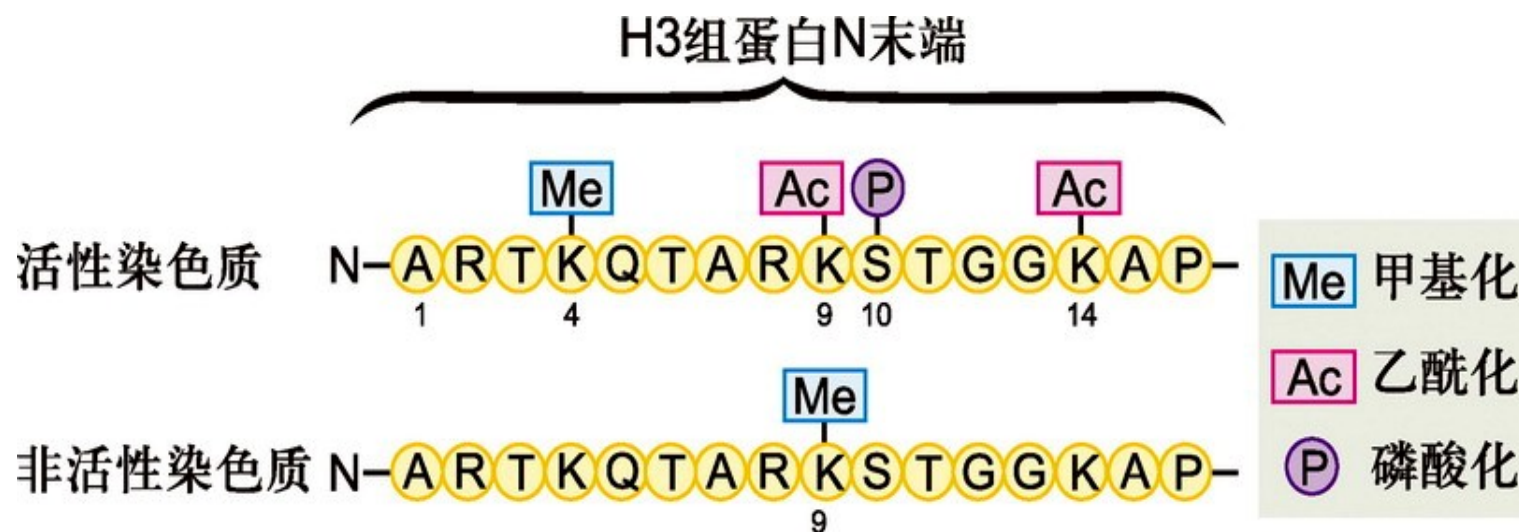
【随堂练习】



（2024·海南）某种鸟的卵黄蛋白原基因的启动子部分区域存在甲基化修饰。成熟雌鸟产生的雌激素可将此甲基化去除，雄鸟因缺乏雌激素仍保持高度甲基化。下列有关叙述正确的是 **A**

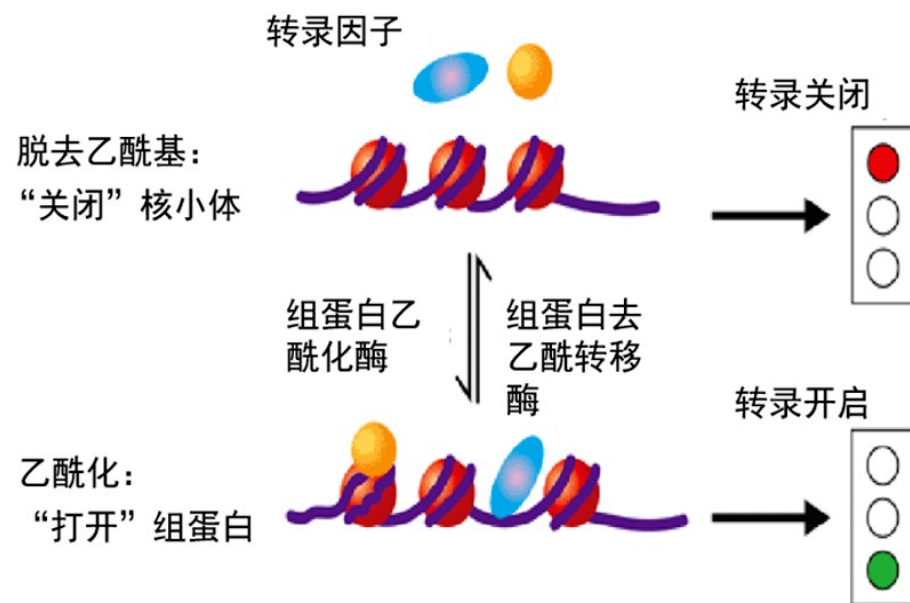
- A . 卵黄蛋白原基因在成熟雌鸟中可以表达，在雄鸟中表达受到抑制
- B . 卵黄蛋白原基因转录出的 mRNA 中，含有甲基化区域序列的互补序列
- C . 该种雌鸟和雄鸟交配产生的雌雄后代发育成熟后，体内均无卵黄蛋白原
- D . 卵黄蛋白原基因的乙酰化和甲基化均可产生表观遗传现象

除了 DNA 甲基化，构成染色体的组蛋白发生甲基化、乙酰化等修饰也会影响基因的表达。



真核生物中带负电荷的 DNA“缠绕”在带正电荷的蛋白质（如组蛋白）上。组蛋白的正电荷一旦减少，其与 DNA 的结合就会减弱，这部分的 DNA 就会“松开”，激活相关基因的转录。

除了 DNA 甲基化，构成染色体的组蛋白发生甲基化、乙酰化等修饰也会影响基因的表达。



组蛋白乙酰化修饰一般与基因转录激活相关，组蛋白去乙酰化则与基因沉默相关。

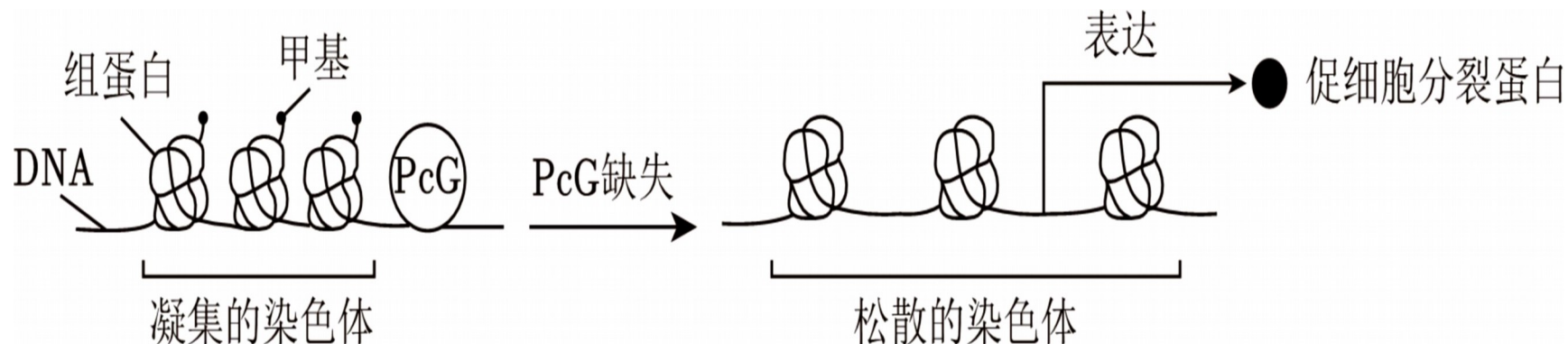
某些组蛋白去乙酰化会引起启动子序列中的 DNA 发生甲基化，从而导致基因沉默。

【随堂练习】



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

（2024·江苏）图示果蝇细胞中基因沉默蛋白（PcG）的缺失，引起染色质结构变化，导致细胞增殖失控形成肿瘤。下列相关叙述错误的是 **D**



- A . PcG 使组蛋白甲基化和染色质凝集，抑制了基因表达
- B . 细胞增殖失控可由基因突变引起，也可由染色质结构变化引起
- C . DNA 和组蛋白的甲基化修饰都能影响细胞中基因的转录
- D . 图示染色质结构变化也是原核细胞表观遗传调控的一种机制

【与社会的联系】



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

有研究表明：吸烟会使人的体细胞内DNA的甲基化水平升高，对染色体上的组蛋白也会产生影响。不仅如此，还有研究发现男性吸烟者的精子活力下降，精子中DNA的甲基化水平明显升高。

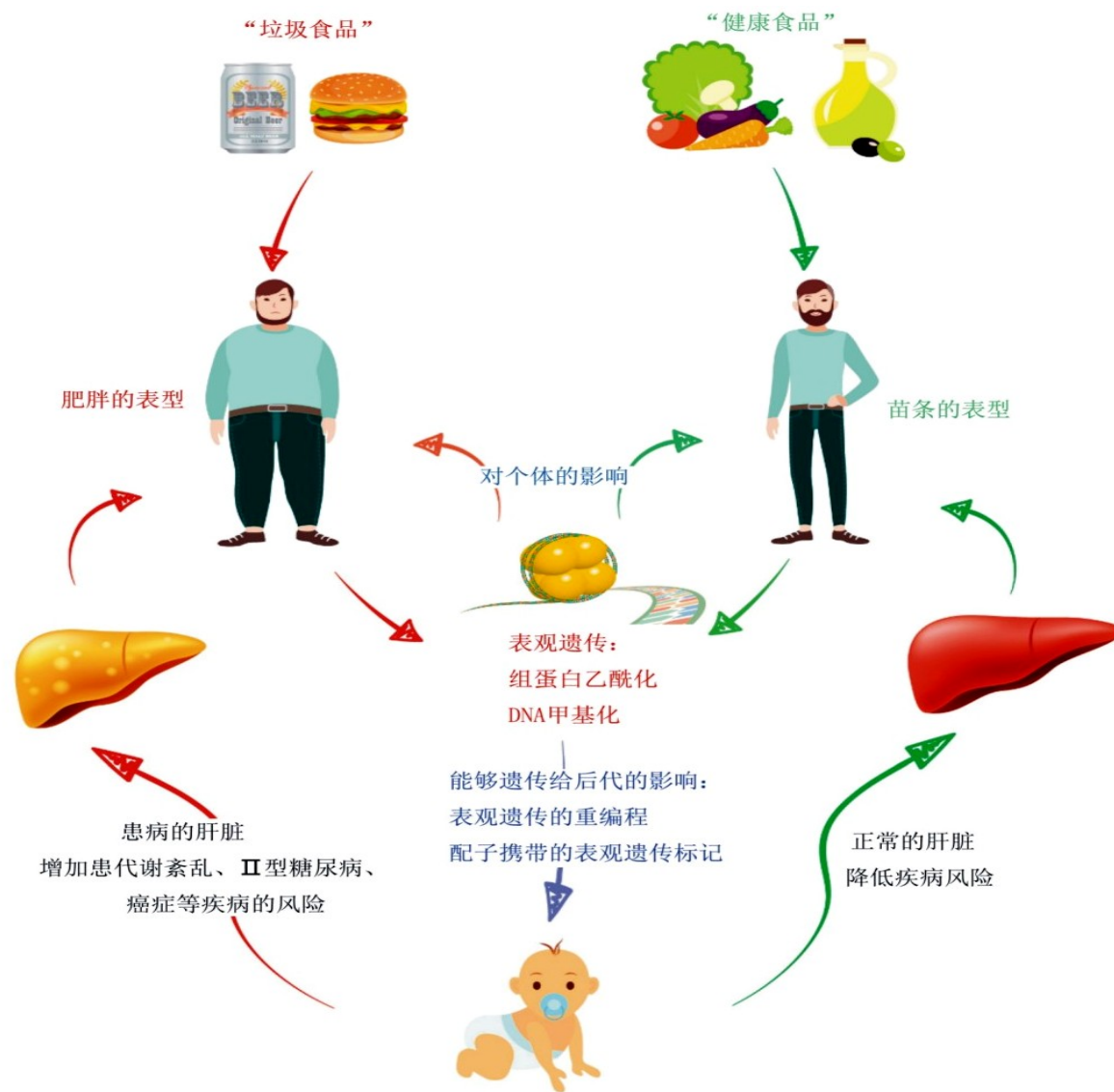
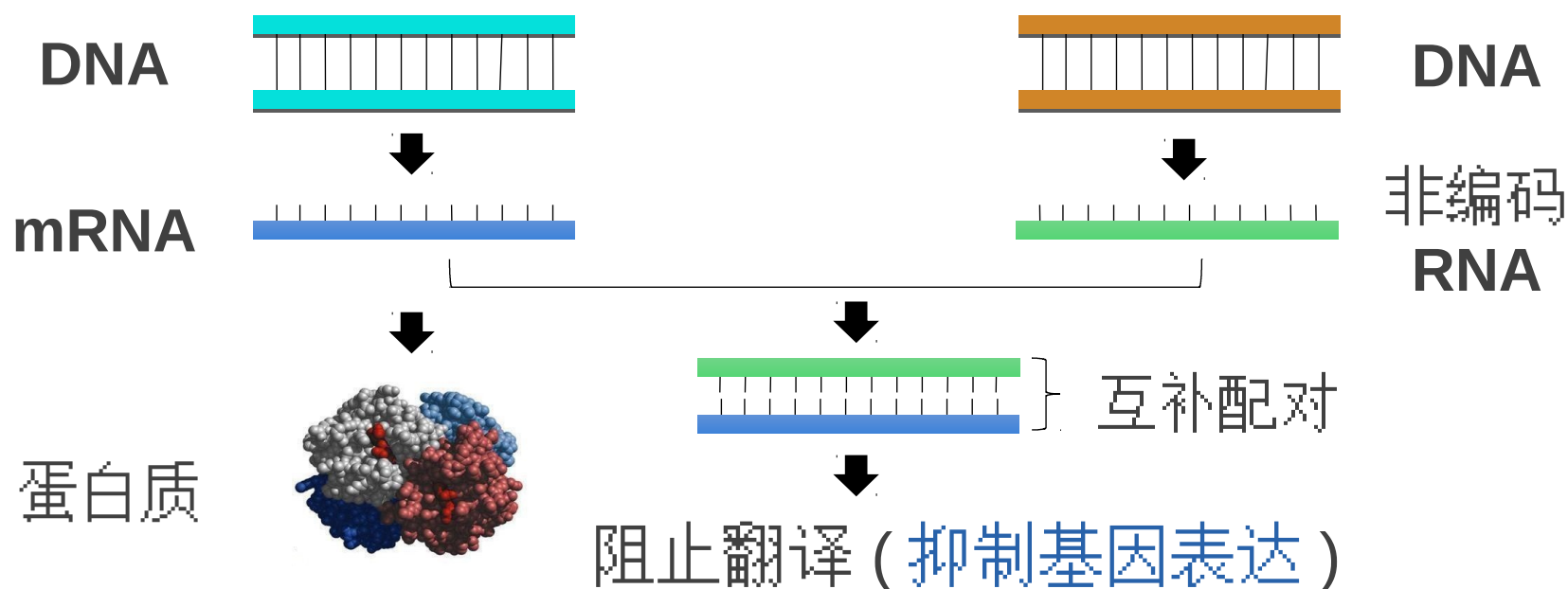


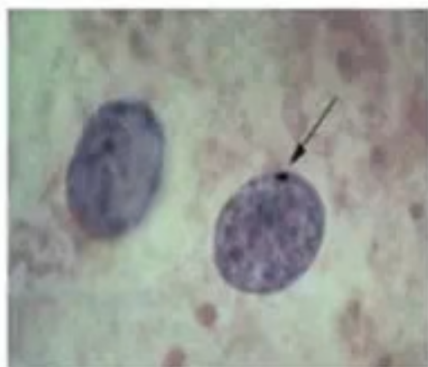
图3 由食物导致的肥胖和苗条表型可能可以遗传^[4]

RNA 干扰指通过 RNA 分子介导的**基因沉默**机制，其基本原理是利用 siRNA 或 miRNA 等与目标基因的 mRNA 相互作用，从而诱导靶 mRNA 的降解或抑制其翻译，实现对特定基因的沉默。



巴氏小体是存在于雌性哺乳动物体内细胞核中，为了实现雌雄个体间 X 染色体上基因剂量的平衡的一种高度固缩、失活的 X 染色体。

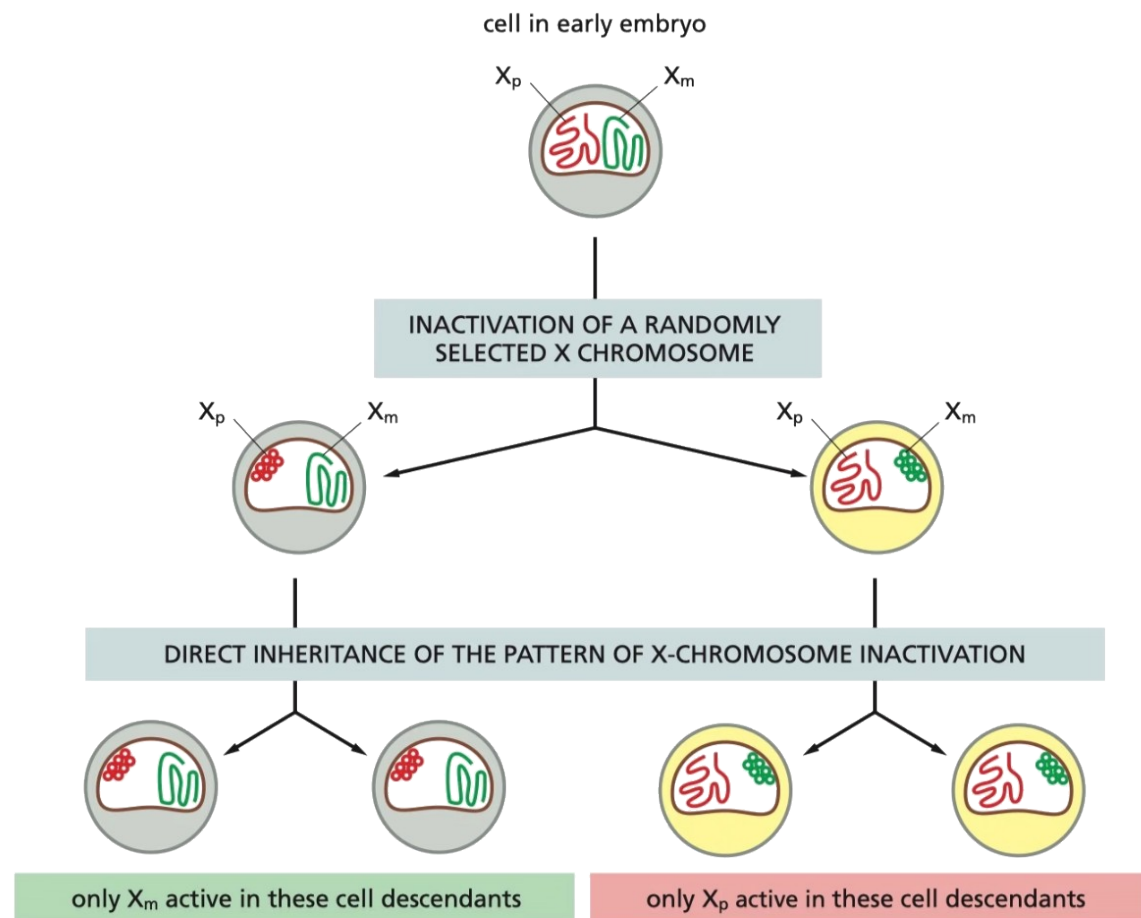
在胚胎发育早期，雌性个体中的一条 X 染色体会随机发生固缩失活，形成巴氏小体。



雌性细胞



雄性细胞



- 某种猫的雄性个体有两种毛色：黄色和黑色；而雌性个体有三种毛色：黄色、黑色、黑黄相间。雄猫毛色不是黄色就是黑色，而雌猫却出现了黑黄相间的类型，这是为什么呢？（教材 P75）



- 某种猫的雄性个体有两种毛色：黄色和黑色；而雌性个体有三种毛色：黄色、黑色、黑黄相间。雄猫毛色不是黄色就是黑色，而雌猫却出现了黑黄相间的类型，这是为什么呢？（教材 P75）

雄猫： X^OY （黄色）、 X^BY （黑色）

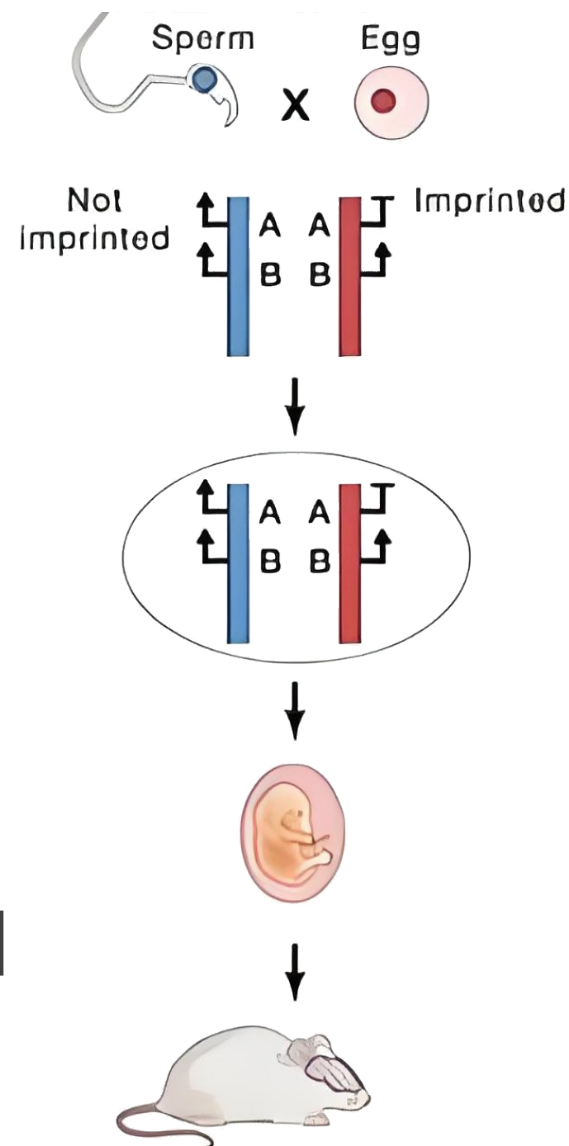
雌猫： X^OX^O （黄色）、 X^BX^B （黑色）、 X^BX^O （黑黄相间）

对于基因型为 X^BX^O 的雌猫，如果体细胞中携带基因 **B** 的 **X** 染色体失活，那么由该细胞增殖而来的皮肤上就会长出黄色体毛；同理，如果体细胞中携带基因 **O** 的 **X** 染色体失活，那么由该细胞增殖而来的皮肤上就会长出黑色体毛。

基因印记指的是来自父亲和母亲的某些特定基因，在传递给子代时会被打上父源或母源印记，导致在子代体内的等位基因中只有一个亲本的基因是活跃表达的，另一个则保持基因沉默。主要存在于哺乳动物和种子植物中。

基因印记是一种经典的表观遗传现象，其主要机制为DNA甲基化。

这种印记在配子形成期建立，在体细胞分裂中维持，到下一代配子形成时会被擦除并重新建立，具有可逆性。





3. 调控类型



调控类型	核心机制	影响环节 (DNA→RNA→蛋白质)
DNA 甲基化	DNA 加甲基基团 → 使其难以转录	抑制转录 (DNA→RNA)
组蛋白修饰	甲基化 → 看修饰位置 乙酰化 → 激活转录	调控转录 (DNA→RNA)
RNA 干扰	结合 mRNA → 使其降解或不能翻译	抑制翻译 (RNA→蛋白质)
巴氏小体	雌性哺乳动物体细胞 X 染色体固缩失活	抑制转录 (DNA→RNA)
基因印记	基因表达与否取决于来自父亲还是母亲	调控转录 (DNA→RNA)

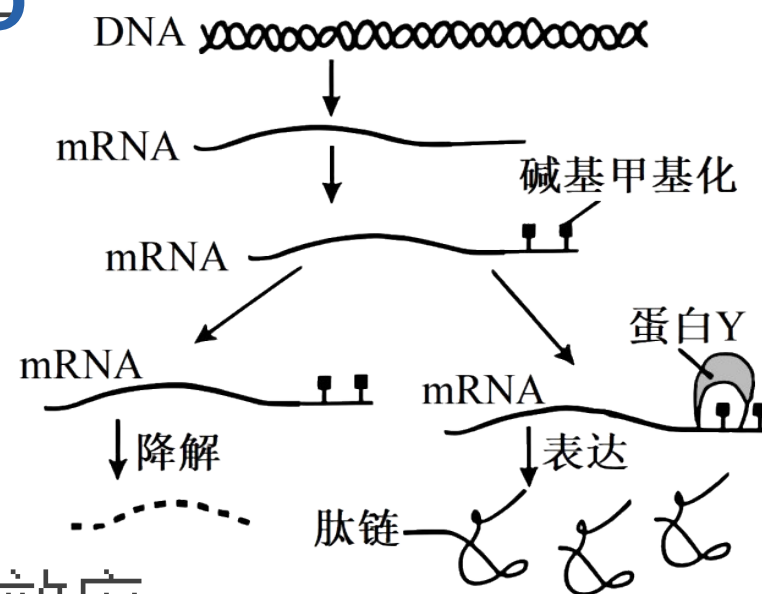
【随堂练习】



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

（2025·江苏）甲基化读取蛋白 Y 识别甲基化修饰的 mRNA，引起基因表达效应改变，如图所示。下列相关叙述正确的是 **D**

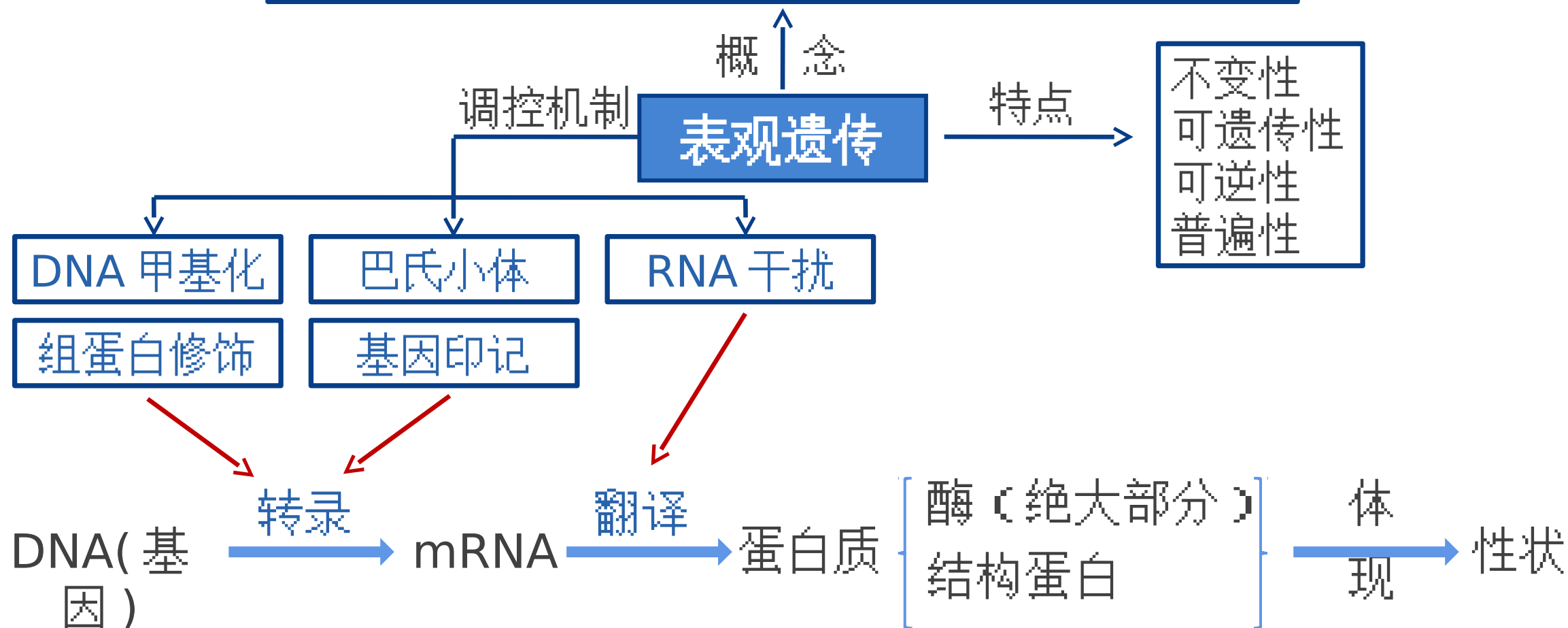
- A . 甲基化通过抑制转录过程调控基因表达
- B . 图中甲基化的碱基位于脱氧核糖核苷酸链上
- C . 蛋白 Y 可结合甲基化的 mRNA 并抑制表达
- D . 若图中 DNA 的碱基甲基化也可引起表观遗传效应



生物体基因的碱基序列保持不变，但基因表达和表型发生可遗传变化的现象，叫作表观遗传。

- 不变性：基因的碱基序列保持不变。
- 可遗传性：基因表达和表型可以遗传给后代。（属于可遗传变异）
- 可逆性：DNA 甲基化修饰可以发生可逆性变化，即被修饰的 DNA 可以发生去甲基化。
- 普遍性：普遍存在于生物体的生长、发育和衰老的整个生命活动过程中。

生物体基因的碱基序列保持不变，但基因表达和表型发生可遗传变化的现象。





黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

