

生物

遗传信息的表达复习要点

北京市第四中学 高露

遗传信息的表达是分子遗传学中的重要内容。《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》要求:概述DNA分子上的遗传信息通过RNA指导蛋白质的合成,生物的性状主要通过蛋白质表现。高考中该部分内容是基因表达调控、基因工程等内容的基础。考生要牢固掌握,并灵活运用。

一、遗传信息传递和表达过程

中心法则是遗传信息传递和表达的高度概括,图1总结了遗传信息表达的核心过程和主要考点。基于理解和记忆,备考过程中考生需结合具体情境理解遗传信息转录和翻译的过程,掌握基因与性状的内在联系。

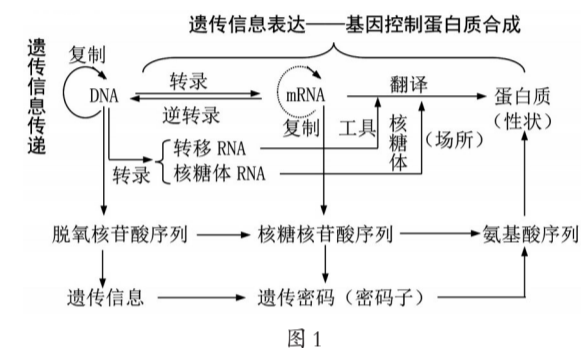


图1

【典型例题】环境中较高浓度的葡萄糖会抑制细菌的代谢与生长。某些细菌可通过SgrSRNA进行调控,减少葡萄糖的摄入从而解除该抑制作用。其机制如图2所示。

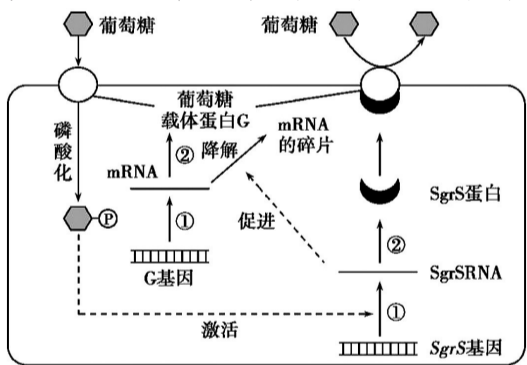


图2

请据图回答:

- (1)生理过程①发生的场所是_____，此过程需要以_____为原料,并在_____催化下完成。
- (2)生理过程②中,tRNA能够识别并转运_____,还能精确地与mRNA上的_____进行碱基互补配对。
- (3)简述细菌通过SgrSRNA的调控减少对葡萄糖摄入的机制:_____。(写出两点即可)

【解析】生理过程①为转录过程,生理过程②为翻译过程。此题涉及葡萄糖可作为信号分子实现基因表达调控的分析思考。

【参考答案】(1)细胞质基质;(四种游离的)核糖核苷酸;RNA聚合酶。(2)氨基酸;密码子。(3)细胞内积累的磷酸化葡萄糖会激活SgrS基因转录出SgrSRNA。一方面,SgrSRNA可促进葡萄糖载体蛋白G的mRNA的降解,导致葡萄糖载体蛋白G合成减少,使葡萄糖的摄入减少;另一方面,SgrSRNA翻译产生的SgrS蛋白可与葡萄糖运载体蛋白G结合,使其失去转运功能,使葡萄糖的摄入减少。

二、遗传信息表达的重难点分析

1. 一条mRNA可能翻译出多种蛋白质

在原核生物中,多个基因可以共用同一启动子和终止子,一条mRNA上有多个起始密码。因此翻译可以从多个起点进行,最终形成几条不同的多肽。而在真核生物中,mRNA转录单位是单个基因,但转录生成前体mRNA后需要通过剪切去除内含子(基因内的间隔序列,不出现在成熟的mRNA中),将外显子(基因内的编码序列)连接形成成熟的mRNA。一个基因的转录产物在不同条件下

可能产生不同的剪接方式,从而得到不同的成熟mRNA,翻译成不同的多肽,称为可变剪接。

【典型例题】迟发性脊椎骨骺发育不良(简称SEDL)是一类软骨发育不良遗传病。为了阐明SEDL发病的分子机制,研究人员对SEDL的致病基因和相应正常基因的结构及表达过程进行了研究。

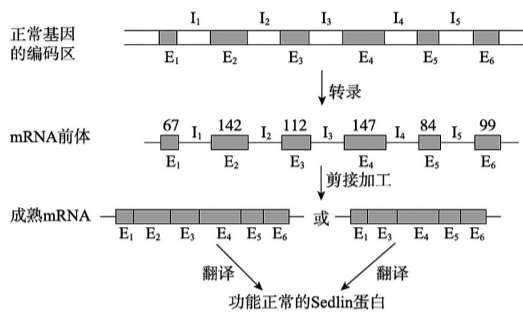


图3

- (1)根据图3信息,mRNA前体加工过程中,_____序列均被完全剪除,一般认为它们与Sedlin蛋白的氨基酸序列不存在对应关系。
- (2)提取患者、携带者和正常人的mRNA,经逆转录获得cDNA后PCR扩增其正常基因和致病基因,结果如下表所示。

mRNA来源	患者	携带者	对照
扩增产物长度(bp)	567、425	679、567、537、425	679、537

结合上图和表中数据可知,与正常基因相比,致病基因的成熟mRNA_____。由于mRNA的起始密码子位于E₃序列内,可推测SEDL患者发病的原因是_____。

(3)综合上述研究结果推测,致病基因I₂区域的碱基变化导致SEDL的原因:_____。

【解析】I₁序列即内含子序列,E序列则为外显子序列,前体mRNA加工过程中I均被完全剪除。

【参考答案】(1)I(I₁-I₅)。(2)缺失E₃序列;缺失起始密码导致无法合成Sedlin蛋白。(3)I₂序列的碱基变化可引起mRNA前体加工过程剪接方式的改变,使其缺失起始密码,最终影响蛋白质的合成。

2. 密码子的简并与偏爱性

密码子由三联体核苷酸构成,有机体共有64种密码子,多个密码子可能对应同一种氨基酸,这种现象称为密码子的简并性。这种机制可以降低基因突变带来的影响。当单个碱基随机变化时,可能不会引起氨基酸的变化。

遗传密码在物种间具有高度通用性,且不同物种在同种氨基酸的密码子使用上偏好性有所差异。密码子的简并性是这种使用偏好性呈现的前提。

【典型例题】为在酵母中高效表达丝状真菌编码的植酸酶,通过基因改造,将原来的精氨酸密码子CGG改变为酵母偏爱的密码子AGA,由此不可能发生的变化有()

- 植酸酶氨基酸序列改变
- 植酸酶mRNA序列改变
- 编码植酸酶的DNA热稳定性降低
- 配对的反密码子变为UCU

【解析】将原来的精氨酸密码子CGG改变为编码精氨酸的另一个酵母偏爱的密码子AGA,氨基酸序列没有发生改变。但mRNA序列发生了改变。氢键数减少,所以编码植酸酶的DNA热稳定性降低。

【参考答案】A

3. 遗传信息表达与基因工程的结合

遗传信息的表达是基因工程、基因表达调控的基础,因此在此类情境中遗传信息表达知识的理解和应用是高考考查的方向。

【典型例题】CRISPR/Cas9基因编辑方法的建立在生命科学领域掀起了一场技术革命,最近科学家又进一步设计了新的Cas9融合蛋白,可作为“单碱基编辑器”。这种融合蛋白包含dCas9蛋白和大鼠胞苷脱氨酶APOBEC1两部分。如图4,dCas9可以结合一段sgRNA,这段sgRNA可以引导dCas9蛋白部分与特定的DNA序列

结合。该融合蛋白的另一部分胞苷脱氨酶APOBEC1具有将识别部位特定位置的胞嘧啶转化为尿嘧啶(步骤①)的能力。之后,通过DNA复制或修复,尿嘧啶被转化成胸腺嘧啶(步骤②)。最终实现定点单碱基的编辑替换。

(1)科学家将以上方法用于斑马鱼体内基因组DNA的定点单碱基编辑。首先构建含特定sgRNA基因和_____基因的表达载体;利用_____法将体外表达的RNA导入斑马鱼的受精卵中。在细胞中经过_____形成dCas9和APOBEC1的融合蛋白实现靶基因的编辑。

(2)tyr基因的点突变会导致人体眼白化疾病,患者无法正常合成色素。图5为正常人体部分tyr基因序列和对应的氨基酸序列。其中第301位的脯氨酸(P)突变为亮氨酸(L)就会导致眼白化。

①为验证该位点脯氨酸(P)的作用。科学家找到斑马鱼tyr基因对应的位点和序列(图5)。用上述方法单碱基编辑对应脯氨酸位点将脯氨酸突变为丝氨酸,结果斑马鱼出现了如图6所示症状(箭头处),该实验说明_____。这为治疗疾病提供了有效的动物模型。

②若斑马鱼被编辑的碱基为图5所示的C碱基,据图4和图5分析丝氨酸的密码子为_____,在正常个体中编码脯氨酸的密码子在人体和斑马鱼中却并不相同,这体现了密码子的_____。这种特点的存在具有什么意义_____。

	P301L
正常人体碱基序列	cgt aat cct gga aac cat gac
人体对应氨基酸序列	R N P G N H D
斑马鱼对应氨基酸序列	R N P G D H D
正常斑马鱼碱基序列	cgc aat ccc ggg gac cac gac

图5 基因序列为非模板链

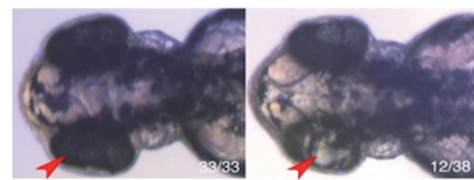


图6 正常组 单碱基编辑组

【解析】(1)从图4可以看出新的Cas9融合蛋白包含dCas9蛋白和大鼠胞苷脱氨酶APOBEC1两部分,因此表达产物两者需要融合成同一个蛋白。因此除了构建sgRNA基因的表达载体外,还需要构建APOBEC1基因和dCas9基因融合的表达载体。利用显微注射法将体外表达的RNA导入斑马鱼的受精卵中。在细胞中通过翻译形成dCas9和APOBEC1基因的表达形成融合蛋白质实现靶基因的编辑。(2)①因为单碱基编辑组斑马鱼比正常组箭头处色素明显减少变透明。②C编辑后变为T,因此丝氨酸对应的密码子为UCC;编码脯氨酸的密码子在人体和斑马鱼中并不相同,却都可以编码脯氨酸,这体现了密码子的简并性;简并性的特点是可以大大降低基因突变的多害性。

【参考答案】(1)APOBEC1基因和dCas9基因融合(两个基因缺一不可);显微注射;翻译。(2)①脯氨酸是眼部合成色素所必需的。②UCC;简并性;降低基因突变的多害性。