

生物学

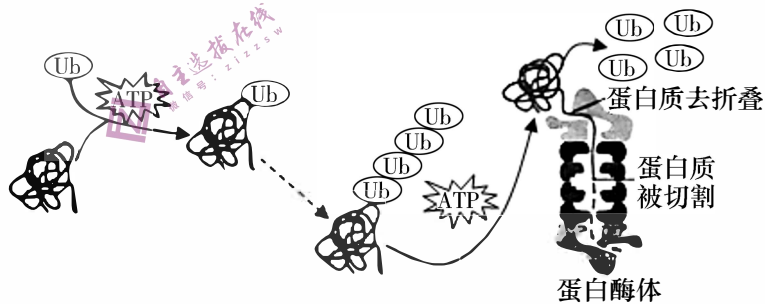
得分: _____

本试题卷包括选择题、非选择题两部分,共 10 页。时量 75 分钟,满分 100 分。

第 I 卷 选择题(共 40 分)

一、单项选择题(本题共 12 小题,每小题 2 分,共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。)

1. 下列关于组成细胞的分子、细胞结构和功能的叙述中,正确的是
- A. 原核细胞的拟核中不存在 DNA—蛋白质的复合物
- B. 纤维素是由葡萄糖聚合而成的生物大分子,是植物细胞内的储能物质
- C. 卵细胞体积较大有利于和周围环境进行物质交换,为胚胎早期发育提供所需养料
- D. 细胞骨架和生物膜系统均与物质运输、能量转换和信息传递等生命活动有关
2. 蛋白质合成后,它的第一个氨基酸会被氨基肽酶水解除去,然后由氨基-tRNA 蛋白转移酶把一个信号氨基酸加到多肽链的氨基端,若该信号氨基酸为丝氨酸等必需氨基酸之一时,该蛋白质可长时间发挥作用;若为其他氨基酸,则该蛋白质不久后会被多个泛素(一种由 76 个氨基酸组成的单链球蛋白)结合,进入蛋白酶体被降解。下列说法错误的是

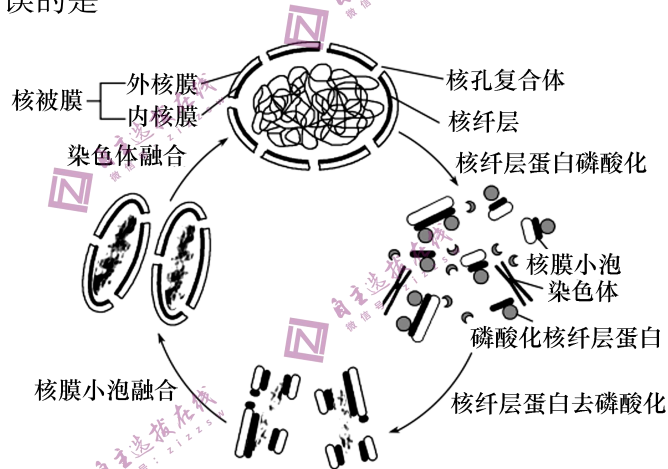


注: Ub 表示泛素。

- A. 可通过改变信号氨基酸的种类来延长蛋白质的寿命
- B. 多肽链与信号氨基酸脱水缩合发生在肽链的羧基和氨基酸的氨基之间
- C. 蛋白酶体有识别泛素和降解蛋白质的功能
- D. 蛋白质泛素化降解过程属于吸能反应,而消化道内蛋白质水解过程不消耗 ATP
3. S 基因编码的 GLUT4 蛋白是细胞膜上葡萄糖的主要转运体,下表是对两种鸟类的 GLUT4 蛋白的相关分析数据,其中糖基化(包括 N-糖基化和 O-糖基化)可以加速葡萄糖的转运。O-糖基化全部或主要发生在高尔基体,N-糖基化则是在内质网内完成。下列叙述错误的是

鸟类物种	GLUT4 长度(氨基酸数)	N-糖基化位点数	O-糖基化位点数
A	519	2	39
B	365	2	50

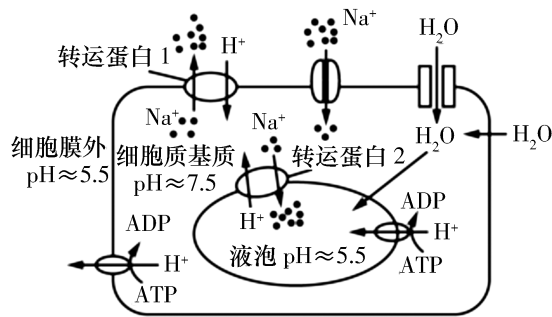
- A. 糖基化的蛋白质合成均与游离的核糖体有关
 B. GLUT4 蛋白发生 N-糖基化后可继续运输给高尔基体加工
 C. B 种鸟的 S 基因可能发生了碱基对的增添、缺失或替换
 D. 据表中数据推测 A 种鸟可能更擅长飞行,比 B 种鸟生存能力更强
4. 下列高中生物学实验操作无法达成其目的的是
- A. 花生子叶薄片经苏丹Ⅲ染液染色后用酒精漂洗,观察细胞中的脂肪滴
 B. 鸡成熟红细胞吸水涨破后用差速离心法处理,分离细胞中的细胞器
 C. 菠菜叶片中加入无水乙醇,可提取并分离绿叶中的光合色素
 D. 研磨肝脏以破碎细胞获取粗提取液,探究过氧化氢酶的活性
5. 核被膜主要由外核膜、内核膜、核孔复合体和核纤层构成。核纤层紧贴内核膜,是一层由纤维蛋白构成的网状结构。细胞周期中核被膜和核纤层的动态变化过程如图所示,相关叙述错误的是



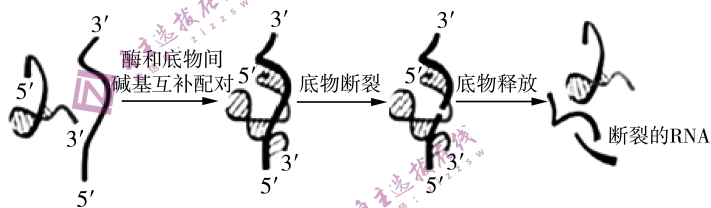
- A. 核内合成的 tRNA 运出细胞核与核孔复合体有关
 B. 核纤层的解体和重新组装可能通过核纤层蛋白的磷酸化与去磷酸化修饰实现
 C. 分裂末期,结合有核纤层蛋白的核膜小泡在染色质周围聚集并融合成新的核膜
 D. 核纤层蛋白形成骨架结构支撑于内、外核膜之间,维持细胞核的正常形态
6. 草履虫的伸缩泡收集自身体内的排泄废物和水分后,经收缩将泡内的液体排出体外,该过程不仅能排出体内的代谢废物,还可以维持渗透压平衡。实验小组从池塘中收集草履虫,然后将其置于不同的液体环境中,观察和记录草履虫伸缩泡的变化。与池塘中的草履虫相比,下列结果描述错误的组别是

组别	液体(相当于 NaCl 溶液的质量分数)	结果
A	草履虫细胞质等渗培养液(0.4%)	伸缩泡仍会收缩
B	蒸馏水(0.0%)	伸缩泡的伸缩频率增加
C	生理盐水(0.9%)	伸缩泡的伸缩频率不变
D	人工海水(3.6%)	伸缩泡的伸缩频率减慢

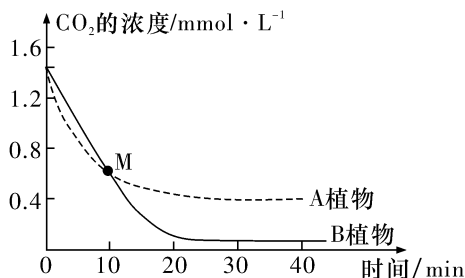
7. 如图表示海水稻根细胞的细胞膜和液泡膜上部分物质跨膜运输的不同方式示意图, 其中 Na^+ 对应颗粒的多少反映出浓度的高低情况。据图分析, 下列叙述正确的是



- A. 转运蛋白 1 和 2 运输 H^+ 的方式不同, 前者为协助扩散, 后者为主动运输
 B. Na^+ 经转运蛋白 1 和 2 发生的运输过程都不需要消耗能量
 C. 转运蛋白在运输 H_2O 时, 一定会发生构象的改变
 D. 将 H^+ 运出根细胞的过程是主动运输, 其载体蛋白还具有催化 ATP 水解的功能
8. 真核生物的 mRNA 3' 末端都有由 100~200 个 A 组成的 Poly(A) 尾。Poly(A) 尾不是由 DNA 编码的, 而是转录后的前 mRNA 以 ATP 为前体, 由 RNA 末端腺苷酸转移酶, 即 Poly(A) 聚合酶催化聚合到 3' 末端, 如果不能及时合成 Poly(A) 尾巴, mRNA 则不能在细胞质中被检测到。下图为酵母细胞中某种酶分子的作用过程模式图。下列相关叙述错误的是

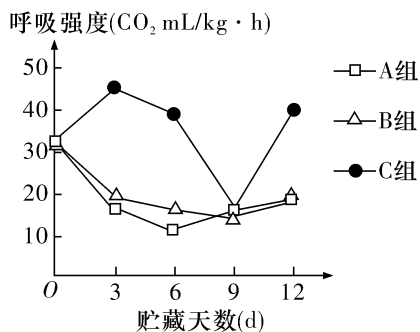


- A. 该酶分子主要是在细胞核中合成的
 B. 适当的低温和高温交替变化有利于该酶发挥作用
 C. 酶和底物之间的碱基配对方式决定了该酶的特异性
 D. Poly(A) 尾很可能用于增强 mRNA 的稳定性, 避免被酶降解
9. 科学研究发现, C_4 植物中固定 CO_2 的酶与 CO_2 的亲合力比 C_3 植物的更强, 适合在高温环境中生长。现将取自 A、B 两种植物且面积相等的叶片分别放置到相同大小的密闭小室中, 在温度均为 25°C 的条件下给予充足的光照, 每隔一段时间测定一次小室中的 CO_2 浓度, 结果如图所示。下列说法正确的是

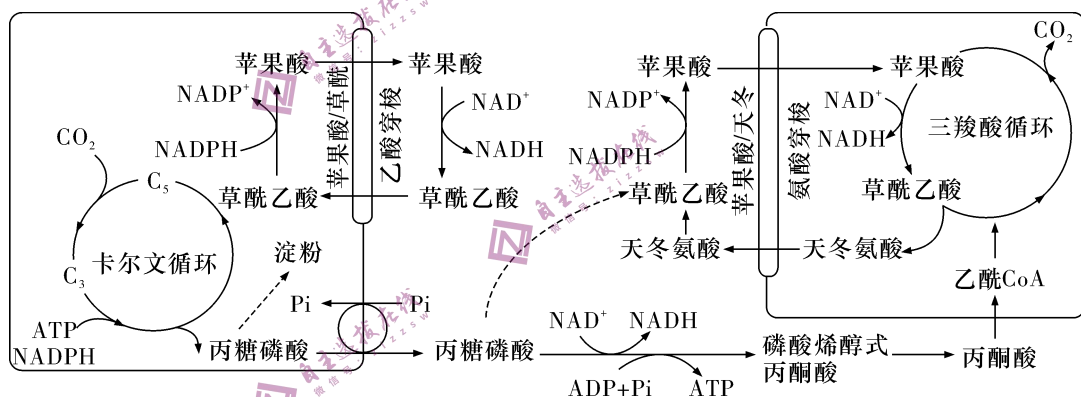


- A. 图中 A 植物、B 植物分别为 C_4 植物和 C_3 植物
 B. M 点处两种植物叶片的光合速率相等
 C. C_4 植物中固定 CO_2 的酶附着在叶绿体内膜上
 D. 40 min 时 B 植物叶肉细胞光合速率大于呼吸速率

10. 某科研小组为探究高压静电场对黄瓜植株呼吸强度的影响,将植株分成三组,A、B组分别将植株每天置于 50 kV/m、100 kV/m 的高压静电场下培养 1 小时,其他时间放在无高压静电场的条件下贮藏,C 组是对照组。A、B、C 三组的温度控制在 0 °C,实验结果如图所示。下列分析错误的是



- A. 呼吸强度可通过黑暗时植株 CO₂ 释放速率来表示
 B. 随着贮藏时间的推移,A、B、C 组黄瓜植株呼吸强度都在变化
 C. 将温度提高 10 °C,三组植株的呼吸强度可能都会增大
 D. 随着高压静电场强度增大,植株的呼吸强度不断减弱
11. 叶肉细胞中存在“苹果酸/草酰乙酸穿梭”和“苹果酸/天冬氨酸穿梭”途径,以下叙述错误的是



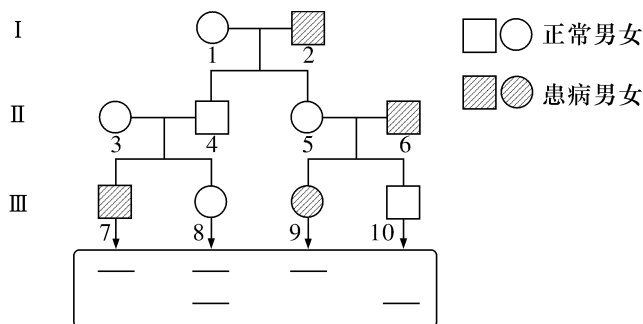
- A. 缺磷会导致暗反应速率和呼吸速率均降低
 B. 卡尔文循环和三羧酸循环的场所分别是叶绿体基质和线粒体基质
 C. 线粒体内 NADH 中的能量最终在线粒体基质中转化为 ATP 中的化学能
 D. 叶绿体和线粒体借助“苹果酸/草酰乙酸穿梭”和“苹果酸/天冬氨酸穿梭”实现物质和能量的转移
12. 细胞周期包括分裂间期和分裂期(M 期),分裂间期包括 G₁ 期、S 期和 G₂ 期,DNA 复制发生在 S 期。若发生一个 DNA 分子的断裂和片段丢失,则产生的影响是
- A. 若断裂发生在 G₁ 期,则同源染色体的 4 条染色单体异常
 B. 若断裂发生在 G₁ 期,则姐妹染色单体中的 1 条染色单体异常
 C. 若断裂发生在 G₂ 期,则姐妹染色单体中的 1 条染色单体异常
 D. 若断裂发生在 G₂ 期,则一条染色体的 2 条染色单体异常

二、不定项选择题(本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 分。每小题有一个或多个选项符合题目要求,全部选对得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。)

13. 为提高苹果果实中的糖含量,研究者利用同位素标记法进行实验,处理及结果如下表。其中 M 蛋白主要在根表皮细胞表达且定位在细胞膜上。下列说法正确的是

	苹果根系置于含有 ¹³ C 标记的葡萄糖培养液中		苹果根系置于葡萄糖培养液中,用 ¹³ C 标记的 CO ₂ 处理苹果叶片	
	根系 ¹³ C 含量(mg)	地上部分 ¹³ C 含量(mg)	根系 ¹³ C 含量占比(%)	地上部分 ¹³ C 含量占比(%)
野生型	4.7	含量极低	44.24	55.76
M 基因过表达	6.2		30.89	69.11
M 基因低表达	3.6		46.79	53.21

- A. M 蛋白能促进根系从周围环境中吸收葡萄糖
 B. 叶片合成的有机物主要是以葡萄糖的形式运输到苹果根系
 C. 根系能吸收葡萄糖,减少了叶片光合产物向根系的运输,使更多糖分配到果实
 D. 苹果应在零上低温、低氧、干燥的环境中贮存以减少有机物损耗
14. 目前科学家较为认可的衰老机制是线粒体学说。该学说的内容是:在衰老过程中,线粒体产生的大量氧自由基不仅会对细胞造成直接损伤,还能启动一系列的信号转导途径,促进细胞衰老;线粒体呼吸酶复合物的活性随年龄增长而下降,导致 ATP 生成减少,细胞能量代谢功能下降,从而导致衰老。雌激素具有良好的抗衰老作用,科学家发现在许多组织细胞的线粒体内均存在雌激素受体。下列叙述正确的是
- A. 线粒体产生的氧自由基可间接导致细胞中水分减少、细胞核体积增大
 B. 在线粒体产生的氧自由基促进细胞衰老过程中没有发生信息交流
 C. 线粒体合成 ATP 的能力与呼吸酶复合物的活性有关,ATP 合成酶只存在于线粒体中
 D. 推测雌激素可能通过与线粒体内的受体结合来保护线粒体,发挥其抗细胞衰老的作用
15. 先天性夜盲症是一种单基因遗传病(相关基因用 B、b 表示),下图为某家族中此病的患病情况,以及第Ⅲ代个体的基因检测结果。下列分析错误的是



- A. 该病为隐性遗传病,致病基因位于 X 染色体上
 B. II-3 与 II-4 均携带致病基因,因此后代 III-7 患病
 C. II-5 的小肠上皮细胞和初级卵母细胞中均含有致病基因
 D. 若 III-8 与正常男性结婚,生育患病后代的概率是 1/4

16. 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,有关说法正确的是

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=3:1

- 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 中紫色个体自交,子代的表型及比例为紫色:白色=25:11
 C. 实验二 F₁ 中白色个体的基因型可能有 2 种且均为杂合子
 D. 实验二的 F₁ 中白色个体随机传粉,其后代籽粒为白色个体的比例为 17/18

选择题答题卡

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	得分
答案																	

第 II 卷 非选择题(共 60 分)

三、非选择题

17. (13 分)1897 年德国科学家毕希纳发现,利用无细胞的酵母汁可以进行乙醇发酵;还有研究发现,乙醇发酵的酶发挥催化作用需要小分子和离子辅助。某研究小组为验证上述结论,利用下列材料和试剂进行了实验。

材料和试剂:酵母菌、酵母汁、A 溶液(含有酵母汁中的各类生物大分子)、B 溶液(含有酵母汁中的各类小分子和离子)、葡萄糖溶液、无菌水。

实验共分 6 组,其中 A 组的实验处理和结果如下表。

组别	实验处理	实验结果
①	葡萄糖溶液+无菌水	—
②	葡萄糖溶液+酵母菌	+
③	葡萄糖溶液+A 溶液	—
④	葡萄糖溶液+B 溶液	—

注:“+”表示有乙醇生成,“—”表示无乙醇生成

回答下列问题:

- (1)除表中 4 组外,其他 2 组的实验处理分别是:_____;

本实验中,这些起辅助作用的小分子和离子存在于酵母菌、_____。

- (2)若为了确定 B 溶液中是否含有多肽,可用_____试剂来检测。若为了研究 B 溶液中离子 M 对乙醇发酵是否是必需的,可增加一组实验,该组的处理是

_____。

(3)制备无细胞的酵母汁,酵母菌细胞破碎处理时需加入缓冲液,缓冲液的作用是_____ ,以确保酶的活性。

(4)如何检测酵母汁中是否含有活细胞?(写出2项原理不同的方法及相应原理)

18. (10分)脑缺血时,神经细胞因氧气和葡萄糖供应不足而迅速发生不可逆的损伤或死亡。现有治疗手段仅在脑缺血后很短的时间内起作用,因此寻找新的快速起效的治疗方法十分迫切。

(1)线粒体内膜上的电子传递过程如图1所示。正常情况下,电子传递过程中释放能量,将 H^+ 逆浓度泵到线粒体内外膜的间隙,随后 H^+ 顺浓度梯度通过V回到线粒体基质,驱动ATP合成。当脑缺血时,神经细胞损伤的主要原因是神经细胞缺氧导致ATP合成骤降,请据图1解释原因_____

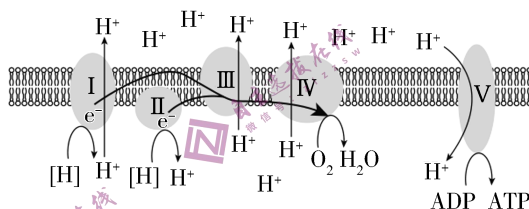


图1(复合体I、II、III、IV组成电子传递链,V为ATP合成酶)

(2)研究发现,缺血时若轻微酸化($6.4 \leq pH < 7.4$)可减缓ATP下降速率,在一定程度上起到保护神经细胞的作用。为此,科研人员用体外培养的神经细胞开展相关研究,分组处理及结果如图2所示。

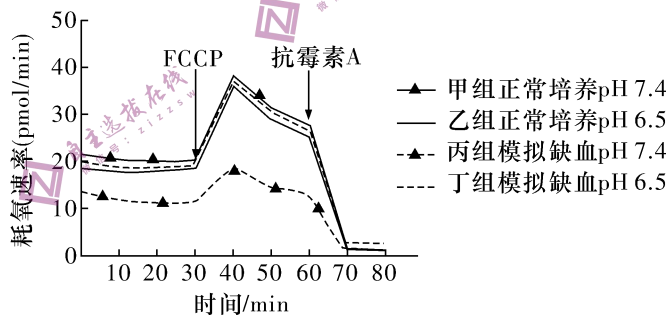


图2

①图2能为轻微酸化的保护作用提供的依据是_____

②药物 FCCCP 能使 H^+ 直接跨过线粒体内膜的磷脂双分子层回到线粒体基质,消除膜内外 H^+ 浓度梯度。根据加入 FCCCP 前后的结果推测,轻微酸化可使缺血神经元的_____ (填“电子传递链”或“ATP 合成酶”)功能恢复正常。

③第 60 min 时加入抗霉素 A(复合体 III 的抑制剂)的目的是_____。(单选)

- 证明轻微酸化可保护神经细胞
- 作为对照,检测除线粒体以外的耗氧率
- 抑制 ATP 合成酶的活性

(3)基于以上研究,医生尝试在病人脑缺血之后的吸氧治疗中添加高于正常值的_____气体,有利于降低神经细胞的损伤。

19. (12分)水分和 CO_2 浓度都是影响光合速率的重要因素。黄腐酸(FA)是易溶于水的小分子物质,参与调控植物的耐旱性。科研人员采用聚乙二醇(PEG)模拟干旱条件探究 FA(700 mg/L)对黄瓜叶片光合作用的影响。下表为干旱处理 5 d 后测定的相关生理指标。PEG 及 FA 等处理对叶片呼吸作用的影响忽略不计。

处理	净光合速率 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	叶绿素含量 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	气孔导度 ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	胞间 CO_2 浓度 ($\mu\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{L}^{-1}$)	RuBP 羧化酶活性 ($\text{nmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)
对照	22.9	24.2	605	351	172
PEG	-0.69	14.7	34	505	78
PEG+FA	11.7	20.3	108	267.8	119

注:RuBP 羧化酶(固定 CO_2 的酶)

- 黄瓜进行光合作用暗反应的场所在_____ ,该过程需要光反应产生的_____为其提供能量。
- 黄瓜叶肉细胞中光合色素分布于_____上,其中叶绿素主要吸收_____光,为了测定叶片中叶绿素的含量,需要先对光合色素进行提取,提取时需要加入_____以溶解色素。
- 据表分析,干旱条件下喷施一定浓度的 FA 可以提高暗反应速率的原因是_____。
- 在叶绿体中叶绿素水解酶与叶绿素是单独分布的。干旱会导致叶绿体大量变形、基粒片层完全解体,使光合作用速率降低,据此分析,FA 可通过_____提高光反应速率,进而提高黄瓜的净光合速率。
- 研究人员探究了 CO_2 浓度对黄瓜幼苗光合速率的影响,将黄瓜幼苗分别进行不同实验处理:甲组提供大气 CO_2 浓度($375 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$);乙组先在 CO_2 浓度倍增环境($750 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)中培养 60 d,然后在测定前一周恢复为大气 CO_2 浓度,其他条件相同且适宜。在晴天上午测定各组的光合速率,结果乙组光合速率比甲组低,推测原因可能是_____。

20. (13分)玉米籽粒胚乳的颜色有黄色、紫色和杂色,科研人员进行了系列实验来研究胚乳颜色形成的遗传学机制。

- 表 1 中杂交组合一与二互为_____实验。胚乳是由精子与母本产生的两个极核融合后发育而成,每个极核的染色体组成均与卵细胞一致。

表 1

	杂交组合	F_1 胚乳颜色
一	紫色 $\text{RR}(\text{♀}) \times$ 黄色 $\text{rr}(\text{♂})$	紫色
二	紫色 $\text{RR}(\text{♂}) \times$ 黄色 $\text{rr}(\text{♀})$	杂色

上述杂交组合一和二中 F_1 胚乳的基因型分别是_____。据此研究人

员对胚乳颜色形成的机制作出如下推测。

推测一：可能与胚乳中 R 基因的数量有关；

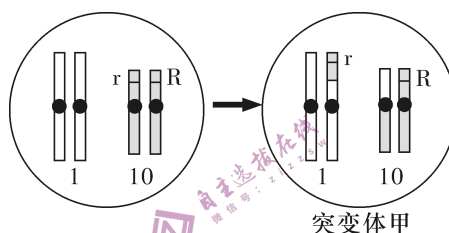
推测二：可能与胚乳中 R 基因的来源有关。

(2)为证实上述推测，研究人员利用突变体甲进行了相关实验。

表 2

杂交组合		部分 F ₁ 胚乳	
		基因型	颜色
三	野生型 rr(♀) × 甲 Rr(♂)	Rrr	杂色
		RRrr	杂色
四	野生型 rr(♂) × 甲 Rr(♀)	RRr	紫色

①突变体甲的形成过程如图，形成甲的过程中发生的变异类型是_____。



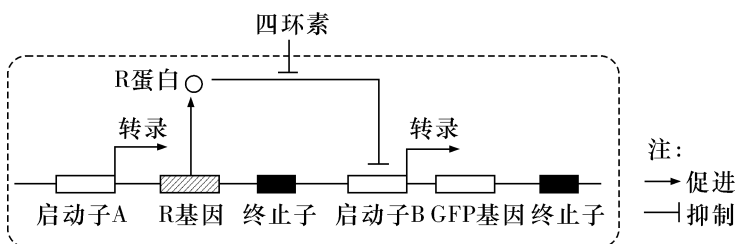
②研究发现，甲在产生配子时，10 号染色体分离有时发生异常，但不影响配子的育性。表 2 中 F₁ 出现少量基因型为 RRrr 的胚乳的原因是_____。

③表 2 中杂交结果仅支持推测_____，理由是_____。

(3)研究人员推测在雌配子形成过程中，M 基因表达产物可以降低 R 基因甲基化水平，使其表达不被抑制。现有 M 基因纯合突变体乙(mmRR)、野生型紫色玉米(MMRR)和黄色玉米(MMrr)。欲通过杂交实验验证上述推测，请写出实验组的方案并预期结果。

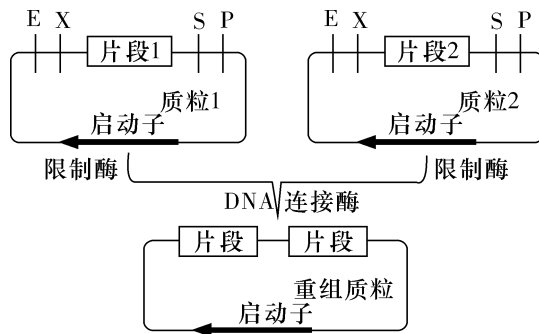
21. (12 分)四环素被广泛应用于治疗人及动物的细菌感染，但残留在动物组织、奶制品中的四环素通过食物链进入人体，会对人类健康造成威胁。为保障食品安全和人类健康，科研人员向大肠杆菌体内导入了一些特殊的 DNA 序列作为生物传感器，从而建立一种简易、灵敏以及准确的四环素检测方法。

(1)研究者利用下图所示的原理设计四环素检测传感器(图中 GFP 为绿色荧光蛋白基因)。



当环境中四环素时,菌体_____ (填“能”或者“不能”)发出绿色荧光,原因是_____。
 _____。因此可以通过检测荧光强弱来判定环境中的四环素浓度。

(2)研究者利用基因工程技术构建含四环素检测传感器的大肠杆菌工程菌。



①利用上图所示的质粒 1 和质粒 2,构建同时含片段 1 和片段 2 的表达载体,可用限制酶 E、X 和_____分别处理质粒 1 和质粒 2,再用 DNA 连接酶连接。(四种限制酶的识别序列及切割位点如下表所示)

限制酶	E	X	S	P
识别序列及切割位点	$\begin{array}{c} \downarrow \\ 5' \cdots \text{GAATTC} \cdots 3' \\ 3' \cdots \text{CTTAAG} \cdots 5' \\ \uparrow \end{array}$	$\begin{array}{c} \downarrow \\ 5' \cdots \text{TCTAGA} \cdots 3' \\ 3' \cdots \text{AGATCT} \cdots 5' \\ \uparrow \end{array}$	$\begin{array}{c} \downarrow \\ 5' \cdots \text{ACTAGT} \cdots 3' \\ 3' \cdots \text{TGATCA} \cdots 5' \\ \uparrow \end{array}$	$\begin{array}{c} \downarrow \\ 5' \cdots \text{CTGCAG} \cdots 3' \\ 3' \cdots \text{GACGTC} \cdots 5' \\ \uparrow \end{array}$

②研究者通过上述方法将所有的启动子和相应基因的 DNA 片段与载体连接,构建表达载体,导入用_____处理的大肠杆菌细胞内。经过筛选,获得工程菌。

(3)研究者发现在四环素浓度较低时,随四环素浓度增加,工程菌的荧光强度变化不明显。欲获得检测灵敏度更高的传感器,参照(1)中的原理图,从以下选项中选择启动子和基因,构建表达载体并转入大肠杆菌后筛选,则启动子和基因最合适的组合应为①A②_____③_____,该组合检测灵敏度更高的原因是_____。

I. 启动子:

①启动子 A ②启动子 B ③经 T7RNA 聚合酶特异性诱导开启的启动子

II. 基因:

A. R 基因

B. GFP 基因

C. T7 基因(表达 T7RNA 聚合酶,其活性比大肠杆菌 RNA 聚合酶更高)

D. sfGFP 基因(表达荧光强度和稳定性都高于 GFP 的绿色荧光蛋白)